

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

Atal berria

Lekukoak

Nikon Small World 2013

Mundu txikiak

Altzairua

ez likido, ez solido



Elkarrizketa eta istorioa

JOCELYN BELL BURNELL
pulsarren aurkitzailea

4,70
euro



**ELHUYAR
ANAIK**



74 **W**

**SORMENA
DIBULGAZIOA**

ELKARLANA

DIZIPLINARTEKOTASUNA

Elhuyar efektua gehitu zaitez!

CAF
ELHUYAR
sartak 2013

DIBULGAZIO-ARTIKULU ORIGINALAK

Dibulgazio-artikulu orokorrak

2.000€

Egilearen doktore-tesian oinarritutako
dibulgazio-artikuluak

2.000€

ZIENTZIA KAZETARITZAREN ARLOKO LANAK

2.000€

ZIENTZIA GIZARTEAN SORKUNTZA-BEKA

5.000€

Laguntzaileak



elhuyar

EUSKO JAURLARITZA

HEZKUNTZA, HIZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAIA
Hezkuntza Politikarako Sailburuordetza



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA
Viceconsejero de Política Lingüística

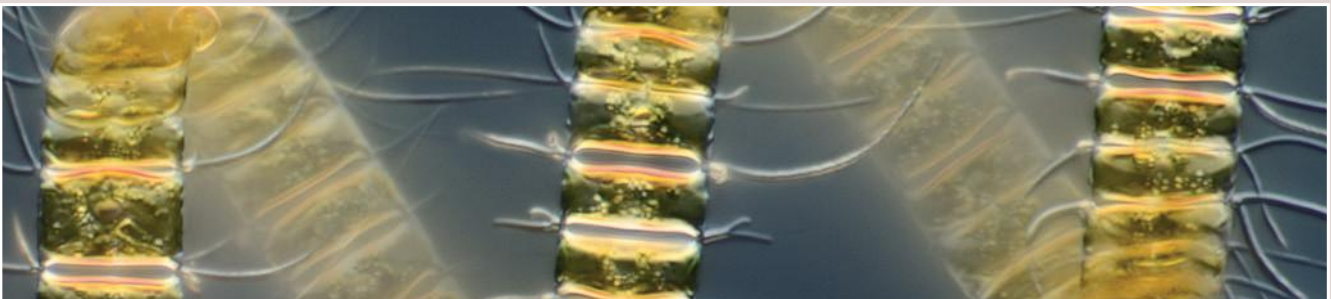


**Bergarako
Udala**



“**E**z daude lau gizontxo berde Lur planeta ziztrin
honetara seinaleak bidaltzen, maiztasun ero horrekin” 30

“**P**ieza kritikoa da, geometria konplexua duena” 33



“**I**tzulpena automatikoki egiten dela esatean, ez dugu esan nahi
emaitza gisa itzulpen zuzen bat jasoko dugunik” 39

“**H**ewishen mahai gainean utzi zituen emaitzak, eta pozik joan zen oportetara” 41

“**Z**ergatik jasan behar ditugu gaixotasunen ondorio mingarriak? 42

Iraultza txikien lekukoak

Urte berriarekin bat, atal berri bati hasiera emango diogu *Elhuyar* aldizkarian. "Iraultza txikien lekukoak" izena jarri diogu, eta, hilez hil, lagun, ezagun eta ezezagun ditugun zientzialariak izango dira protagonistak. Zientzialariak, edo, hobeto esanda, zientzialari horien ustekabekoak eta itxaropenak. Hain zuzen ere, lekukotza emateko eskatuko diegu, eta kontatzeko lanean hasi zirenetik zerk txunditu dituen gehien, eta baita ere zer aurkikuntzaren lekuko izan nahiko luketen lan egiteari utzi aurretik.

Zientziak pausoka egiten baitu aurrera, aurrekoen jakintzaren gainean metatuz hurrengoena, gutxitan tokatuko zaio inori bere jakintza-arloa irauliko duen ezeren lekuko izatea bizitza profesionalean zehar. Halakorik ez da behar, ordea, mundu berriak irekitzeko zientziari eta teknologiari.

Era horretakoa da iraultza txikien lehen lekukoaren asmakizun kuttuna: tunel-efektuko mikroskopia. Izan ere, hark ireki zituen nanoteknologiaren ateak, 1980ko hamarkadan, gure lekukoa doktore-tesia egiten hasi zen garaian. Gaur, CIC nanoGUNE ikerketa-zentroko zuzendaria da Txema Pitarke fisikaria, eta Elhuyarreko lehendakaria.

Haren atzetik etorriko dira zientziaren adarretan eta adaxketan ikertuz, munduari, unibertsoari eta guri geuri buruz dugun jakintza osatzeko lanean ari diren lekuko gehiago, jakintza hori teknologia bihurtzen dutenak ahaztu gabe. Guk osatu dugu dagoeneko lekukoaren zerrenda bat, baina seguru zuk ere, irakurle, jakin nahiko duzula zerk asaldatu duen gehien bere ibilbidean zehar halako ikertzaile, edo zertan duen jarria itxaropena halakoak. Gonbidatuta zaude, beraz, iraultza txikien lekukoak proposatzera.

Galderak bi eta berak izango dira guztientzat; erantzunek, seguru, giza jakin-minaren mosaiko aberatsa eraikiko dute, guretzat, hilez hil.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia*
aldizkariaren
zuzendaria

**Nikon Small World 2013**

Biziaren edertasuna eta konplexutasuna mikroskopiotik begiratuta. Horixe eskaintzen dute Nikon Small World lehiaketan parte hartzen duten argazkiek. Hurrengo orrietan, aurtengo edizioan saritua izan diren argazki ikusgarrietako batzuk.



ELKARRIZKETA eta ISTORIOAK

JOCELYN BELL BURNELL
pulsarren aurkitzailea

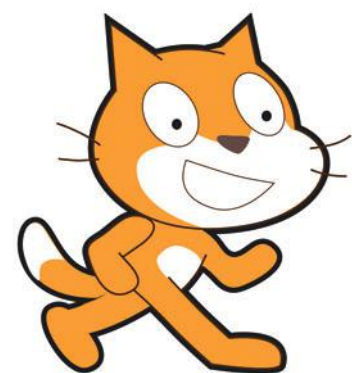
Jocelyn Bell Burnell irlandarra (Belfast, 1943) ospetsua da pulsarrak lehen aldiz detektatu zituen izateagatik. Astronomiari ekarpen bikainak egiteaz gain, garaian garaiko gizarteak emakumeei jarritako mugak gaunditzeko borrokalari handia izan da beti. Eskolan, zientzien adarra hartzen utzi zioten lehenengoetako neska izan zen, adibidez. Bell Burnellen bizitza jaso dugu zenbaki honetan, elkarrizketa bidez, eta istorio bihurtuta.

32

Altzairua

ez likido, ez solido

Metalari forma emateko teknika bat da tixokonformazioa. Kasu honetan, altzairuari forma ematea altzairuaren parte bat egoera solidoan eta bestea likidoan daudela. Teknologia hori laborategitik industriara eramateko, elkarlanean ari dira Mondragon Unibertsitatea eta CIE Legazpia enpresa.



36

Informatikaren irakaskuntzaz

Gero eta jende gutxiago ari da informatika ikasten. Horren arrazoietakoa bat da unibertsitate aurreko ikasketetan ematen den ideia okerra; erabilera irakasten da, eta ez ordenagailuen funtzionamendua, programazioa eta abar. Eta ez da horiek irakasteko bide edo baliabiderik ez dagoelako.

Elhuyar anaiak dardoetan

44

Elhuyar anaiak aurkitutako wolframak, beste hamaika aplikazio izateaz gain, iraultza ekarri zuen dardoaren kirolera. Wolframezko lehen dardoa 1972an merkaturatu zen; ordutik aurrera, jokalariei profesionalen batez besteko puntuazioek nabarmen egin zuten gora.

**Itzulpen automatikoaren magia eta mugak**

Interneten ibiltzean, nahiko ohikoa da bilatzen den informazioa beste hizkuntza batean aurkitzea, eta informazio hori ulertzeko itzulpen automatikoko sistema bat erabiltzea. Horregatik, itzulpen automatikoa erabiltzearen abantailak eta desabantailak zein diren jakin behar du erabiltzaileak.

38



SAREAN+

aurkibidea4 **MUNDU IKUSGARRIA**
Mundu txikiak14 **ALBISTEAK**28 **ELKARRIZKETA**
JOCELYN BELL BURNELL32 **Altzairua: ez likido, ez solido**36 **MUNDU DIGITALA**
Informatikaren irakaskuntzaz38 **ANALISIA**
Itzulpen automatikoaren magia eta mugak
ITZIAR CORTÉS40 **ISTORIOAK**
JOCELYN BELL BURNELL
dama gazte bat astrofisikaren gailurrean42 **IRAUTZA TXIKIEN LEKUKOAK**
Txema Pitarke43 **SATORRAK ILARGIAN**44 **GAI LIBREAN**
Elhuyar anaiak dardoetan garaile
EDORTA IBARRA48 **GAI LIBREAN**
Erlatibitatearekin zorretan
OIER LAKUNTZA51 **GAI LIBREAN**
Merezi ote 3200. urtea bisurte izatea?
ELISABETE ALBERDI54 **ASTRONOMIA**56 **HURRENGO ZENBAKIAN**



MUNDU IKUSGARRIA

MUNDU txikiak

Nikon Small World 2013

Chaetoceros debilis
itsas diatomeoa (x250)
Wim van Egmond (Herbehereak)



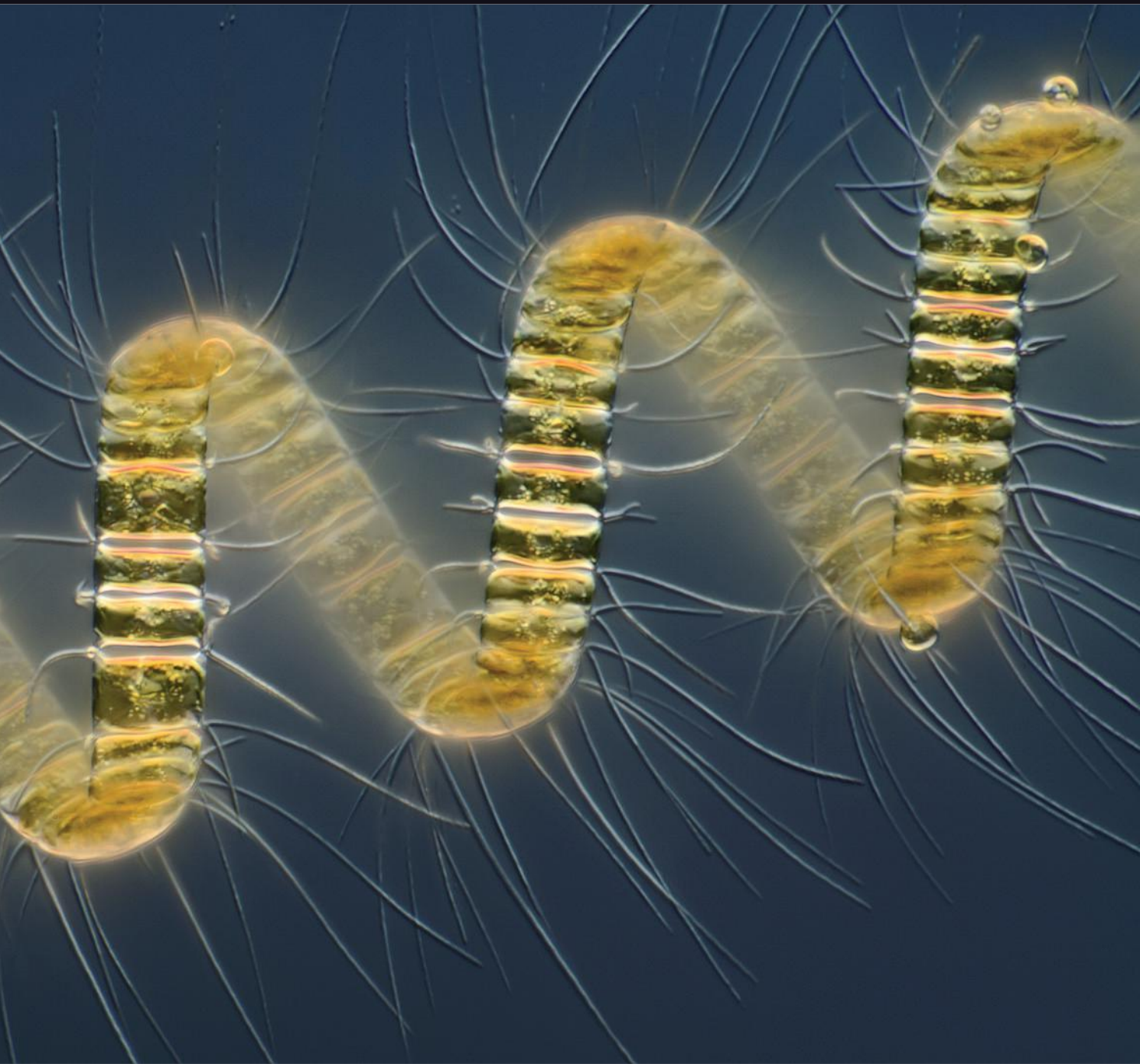
“Mikrografiak erretratuak balira bezala hartzen ditut nik. Pertsona bati begiratu eta haren pertsonalitatea harrapatzen saiatzen zaren modu berean, behatzen diot organismo bati eta saiatzen naiz ahal bezain zintzoen eta errealisten harrapatzen”. Horrela azaltzen du Wim van Egmond argazkilari herbeheretarrak bere lan egiteko

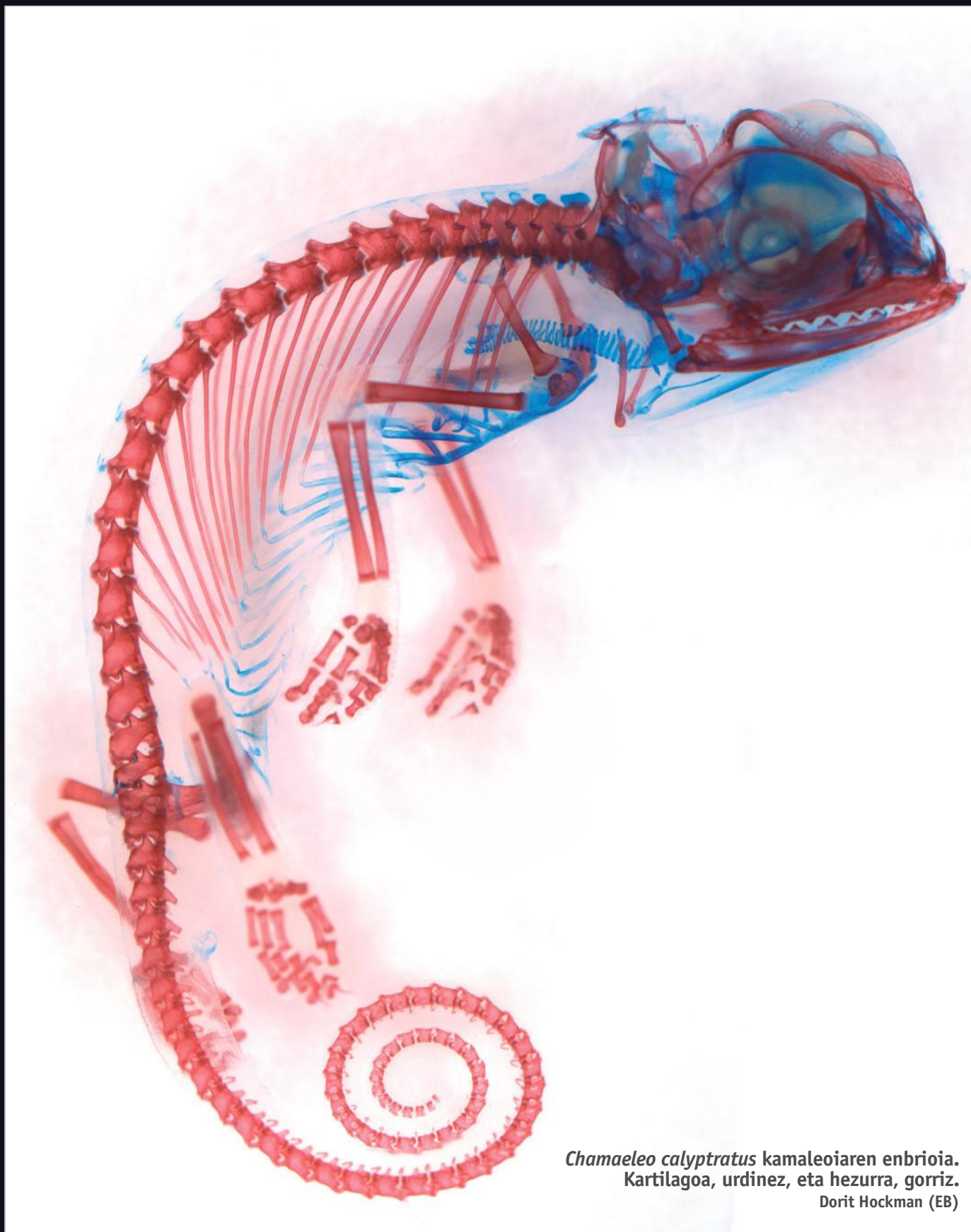
modua. Nikon Small World Photomicrography Competition lehiaketa irabazi du Egmondek, *Chaetoceros debilis* itsas diatomeoaren argazki honekin.

Izatez, 90 argazkitik gora elkartu zituen azken irudia osatzeko. “Irudi hau forma, erritmoa eta

konposizioa da —dio Egmondek—. Helizearen kokapena, flageloen norabideak, kolore apalak eta kontrastea; horri guztiari esker, emaitza dinamikoa eta lasaia da aldi berean”.

Egmondenaz gain, beste ehun argazki ere saritu dituzte. Hurrengo orrietan daude horietako batzuk.





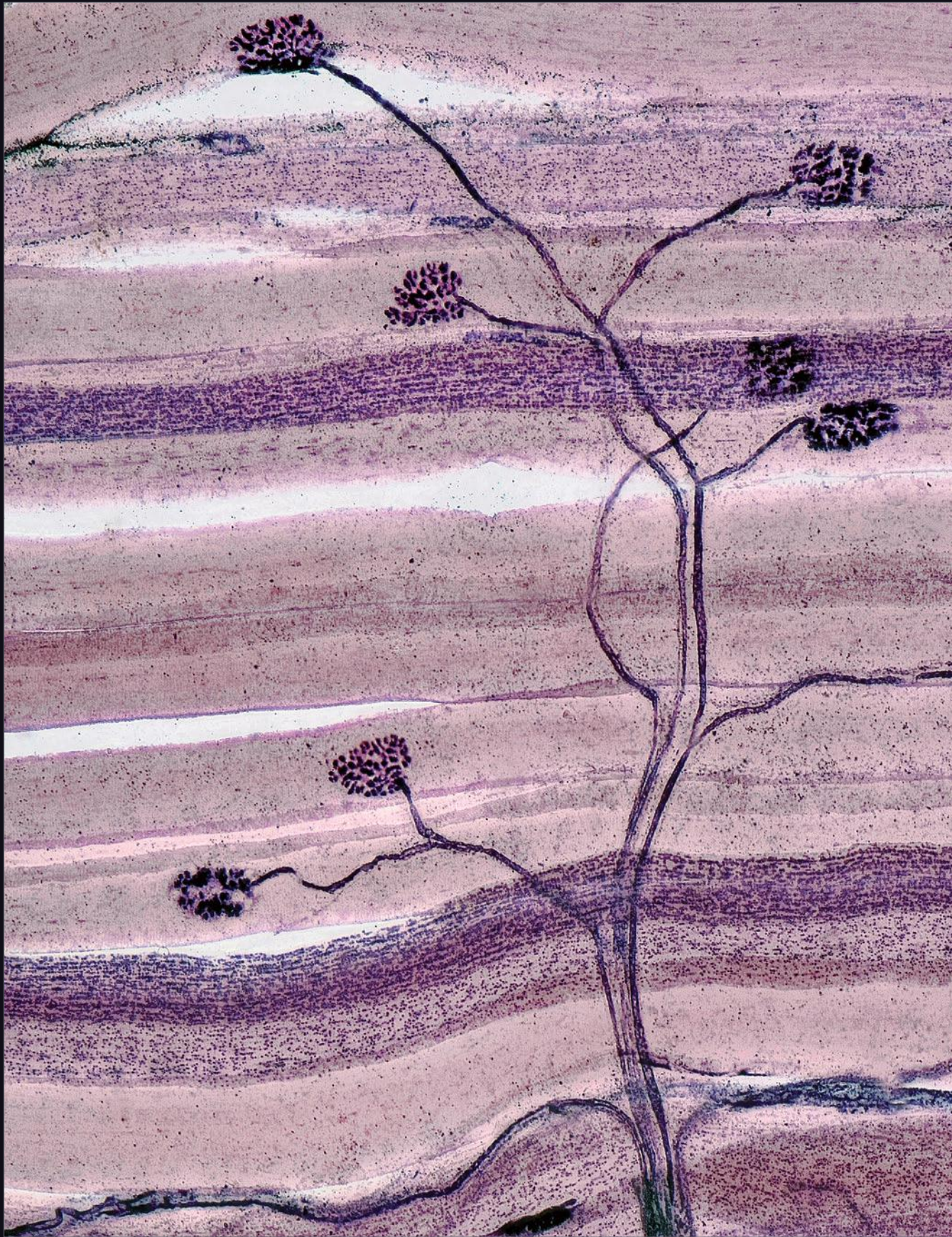
Chamaeleo calyptratus kamaleoiaren enbrioia.
Kartilagoa, urdinez, eta hezurra, gorriz.
Dorit Hockman (EB)

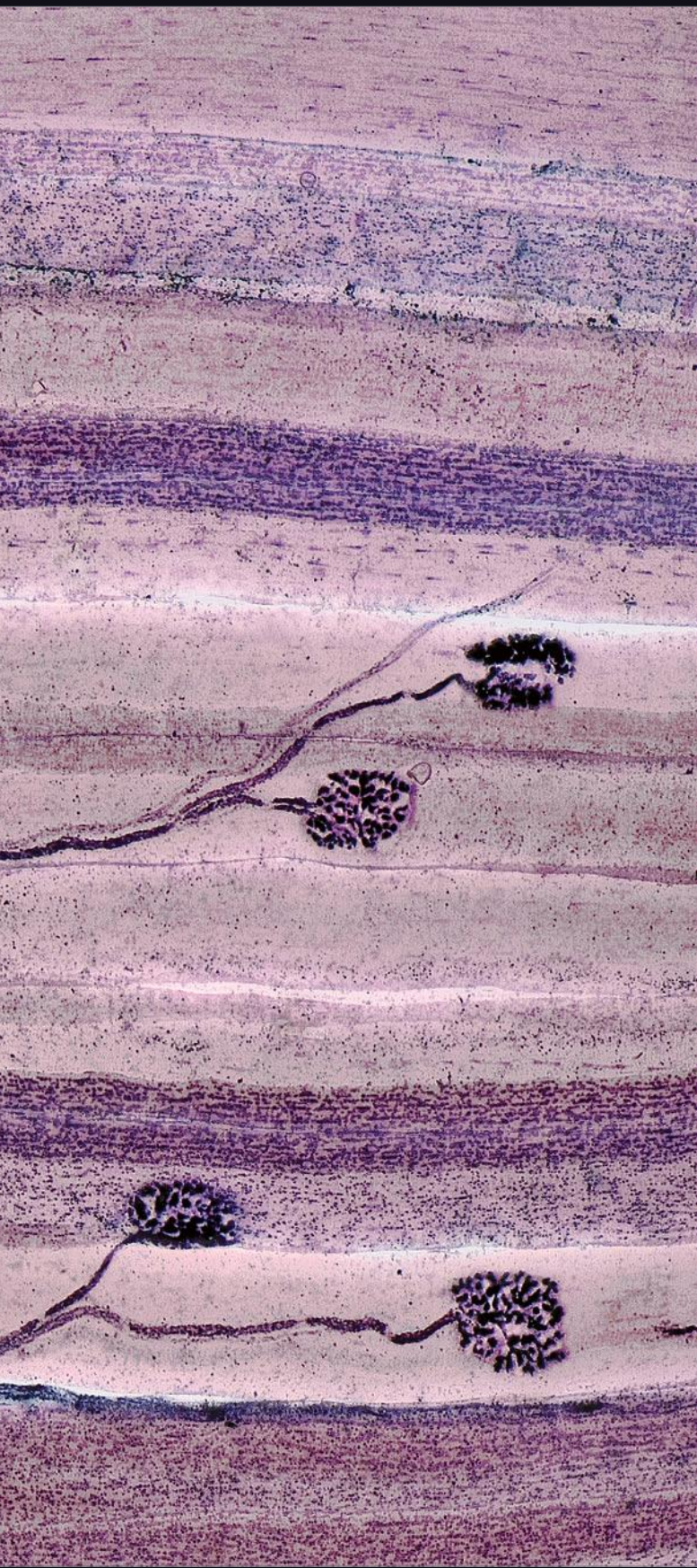


Anelido-larba (x100)
Christian Sardet (Frantzia)



***Paramecium* sp. (x40)**
Rogelio Moreno Gill (Panama)





Nerbioa eta muskulua (x40)
David Ward (AEB)



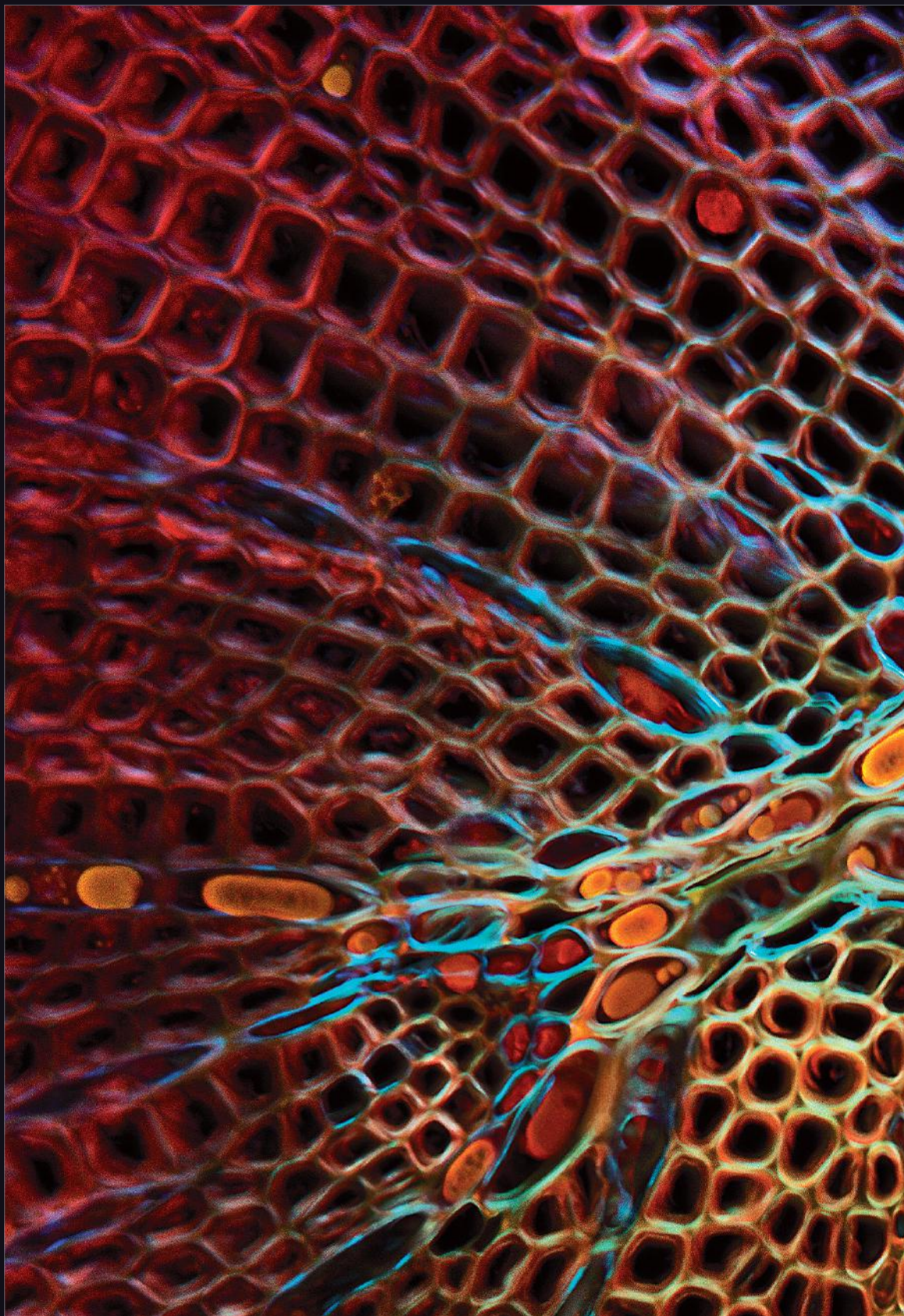
Crocusaren polena eta estigma (x40)
Frederic Lobaune (Frantzia)

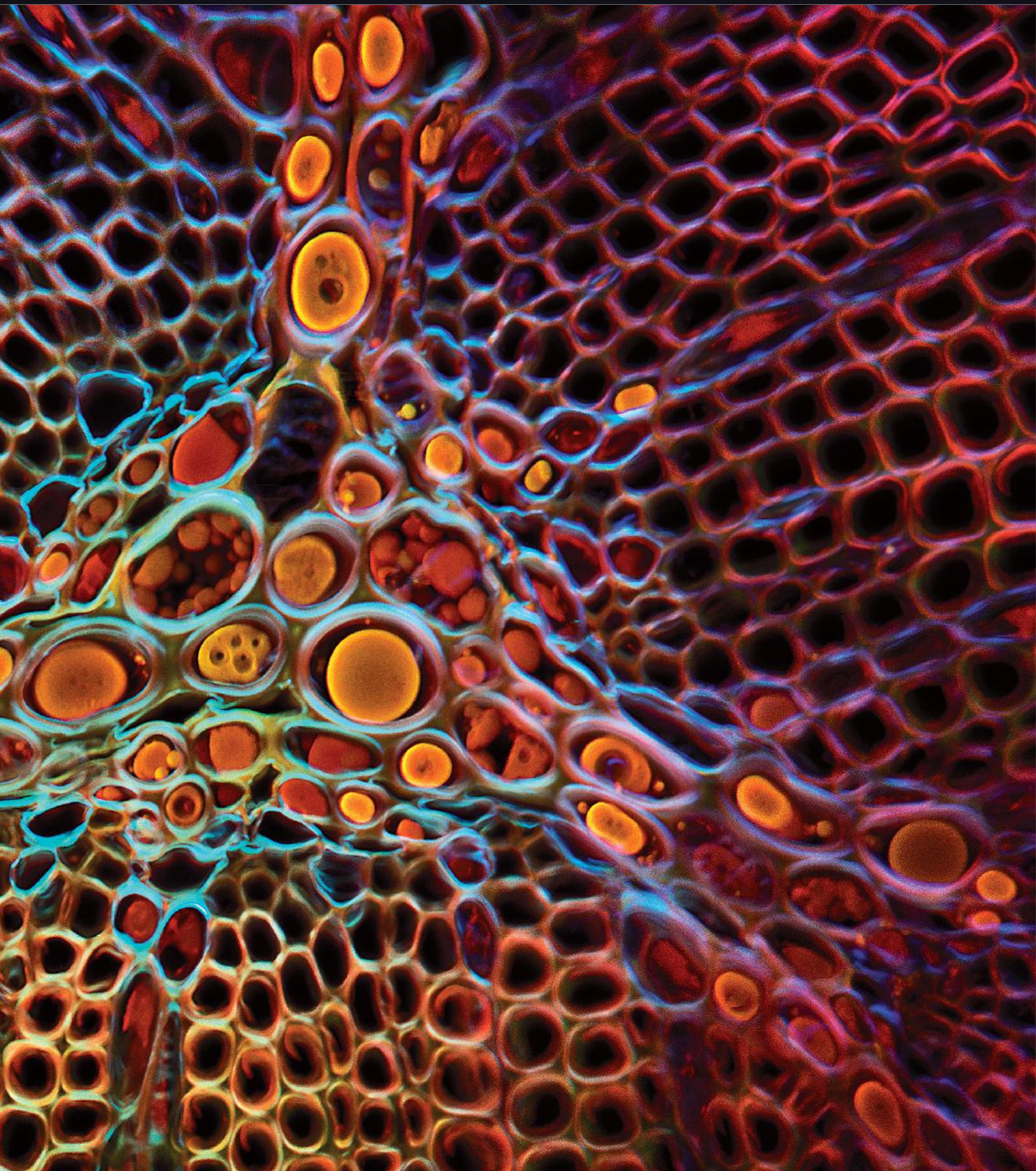


Drosera capensis landare haragijalearen
hostoko guruinak (x10)
Jose R. Almodóvar (Puerto Rico)



Ipuru baten
ernamuinaren zehar-
ebakidura (x250)
Igor Siwanowicz (AEB)





Eguzki-sistemaz kanpoko 28 neutrino detektatu dituzte Antartikan

Nonahi dauden arren, sekulako erronka teknologikoa da haiek detektatzea

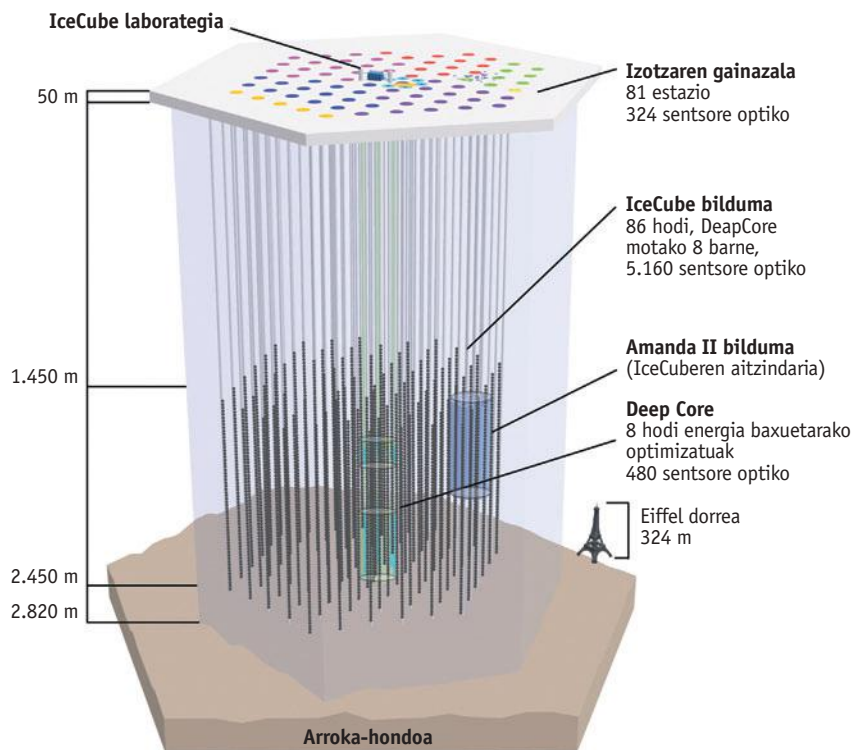
Joan den azaroaren 22ko *Science* aldizkariak historiako geratuko den ekarpen baten berri eman zuen: eguzki-sistemaz kanpoko 28 neutrino detektatzea lortu dute Antartikan. Neutrinoak nonahi daude (milaka milioik zeharkatzen gaituzte segundoro), baina elektrikoki neutroak dira, eta apenas elkarrengaitan gainerako materiarekin; ondorioz, sekulako erronka teknologikoa izan da haiek detektatzea. Eguzki-sistemaz kanpokoen seinale bakarra 1987an jaso zen, eta, harezkerok, deus ez.

2010eko eta 2012ko maiatzaren artean IceCube ikerketa-gunean jasotako seinaleetan detektatu dituzte ikertzaileek 28 neutrinoak: 30 eta 1.000 TeV arteko energia-tarteko neutrinoak dira, hau da, Eguzki-sistematik kanpokoak; izpi kosmikoek atmosfera jotzean sortzen direnek energia gutxiago izaten baitute.

Albiste "neutrino bidezko astronomiaren abiapuntutzat" jo du *Science* aldizkarian Hawaiiko Unibertsitateko John M. Maeno ikertzaileak (1973an proposatu zuen antzeko detektagailu bat ozeanoan erakitzea). Izan ere, gainerako materiarekin elkarrekintzarik ez izateak, esan nahi du ez direla desbideratzen sorlekutik detektagailurainoko bidean. Hain zuzen ere, neutrinoei atzera jarraituta, energia altuko izpi kosmikoak non sortzen diren jakin nahi dute, besteak beste, astronomoek, jatorri bera dutela uste baitute.

12 herrialde eta 41 erakundetako 276 pertsonak osatzen dute IceCube behatokia. Detektagailua, berriz, izotzetan 1.450 eta 2.450 metroko sakonerara arte txertatutako 5.000tik gora argi-sen-

tsorek: 1.000 metro karratu estaltzen dituzten 86 hodi bertikal, guztira. 2010ean hasi zen behatokia lanean, eta, sentso-reen estaldura handitzeko proposamena egina dago dagoeneko. ●



IceCube behatokiaren eskema osoa. IRUDIA: ICECUBE/NSF.



IceCube laborategia. Detektagailua izotzaren azpian dago. ARG.: SVEN LIDSTROM, ICECUBE/NSF.

Zientzia-gosea asetzeko, sartu barruraino!



Haur eta gazteentzako esperimentu-liburua

Adina: 8-10 urte

Zz

NOBEDADEA

ARMIX sukaldean

Mugaritzen laguntzarekin



4
Zz

8-10 urte



elhuyar



Kolaboratzaileak:



berria^{info}

mugaritz

Argitaratzailea:

elhuyar



www.elhuyar.org/denda

Swarm misioa orbitan jarri dute

Hiru satelitek Lurraren magnetosfera aldakorren mapa osatuko dute hurrengo urteetan

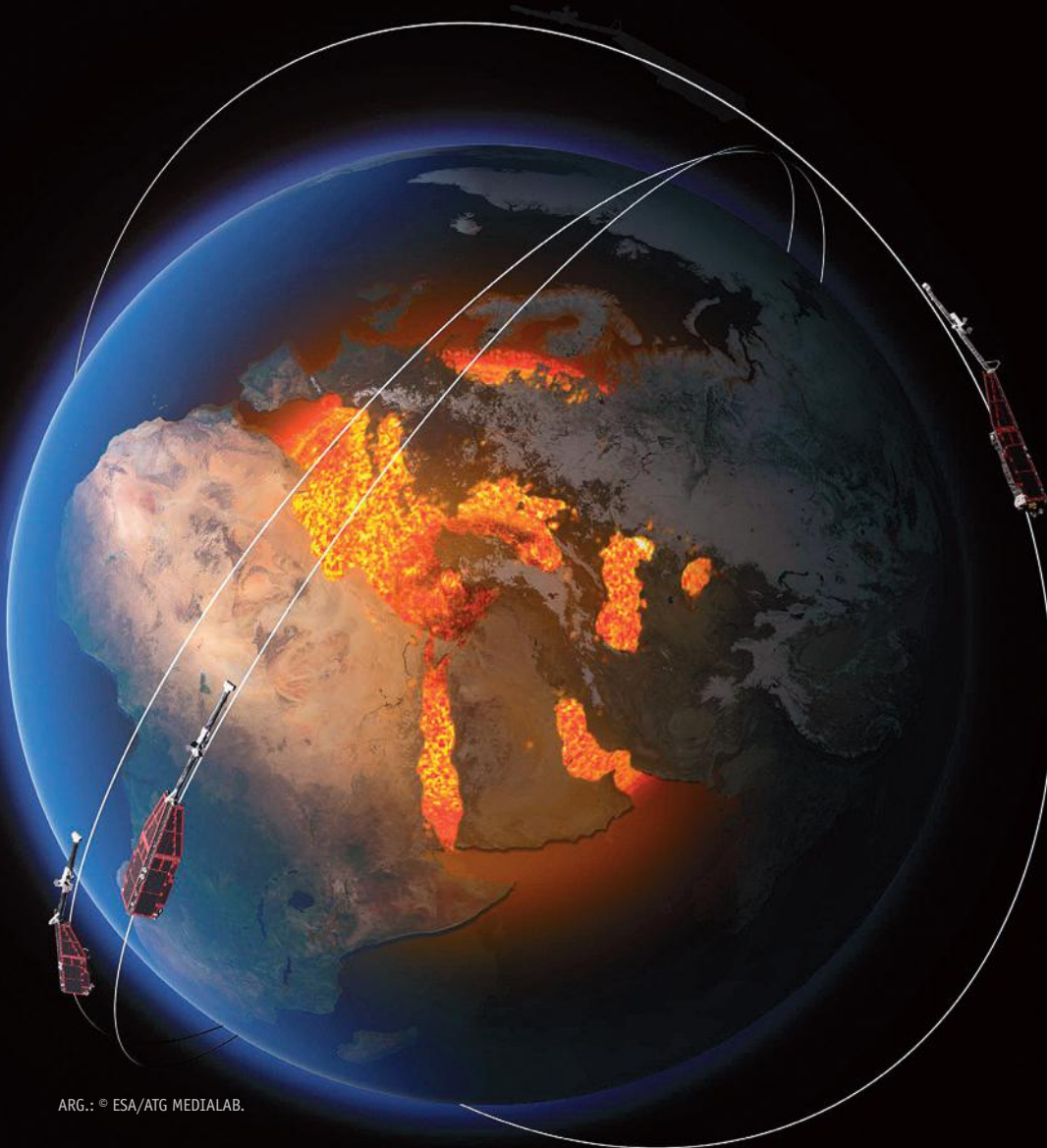
ESA agentziak hiru satelite —Swarm misioaren satelite-konstelazioa— espazioratu ditu, eta, haien bidez, lau urtez aztertuko du Lur planetaren inguruko eremu magnetikoa. Helburua da magnetosferaren mapa zehatz bat osatzea.

Hiru sateliteak berdinak dira, eta hirurak poloen gaineko orbitatan jarri ditu ESAk. Baina hirurak orbita ezberdinetan daudenez, triangulazioa erabiliko dute magnetosferaren intentsitatearen aldaketak zehazki non dauden detektatzeko.

Swarm misioak, berez, planeta bera ikertuko du magnetosferaren gorabeherak aztertuta. Etengabe ari da aldatzen Lurraren eremu magnetikoa, eta aldaketa horiek planetari buruzko informazioa ematen dute. Esate baterako, zientzialariek susmatzen dute eremu magnetikoa pixkanaka indarra galtzen ari dela, eta, agian, polo magnetikoen iraultze-prozesu baten hasierako seinalea izango da hori. Adituak ez datoz bat gai horretan,

baina, Swarm misioaren lanari esker, datu fidagarriagoak izango dituzte fenomenoari jarraipena egiteko.

Eremu magnetikoa gehienbat Lurraren nukleoan sortzen da, baina mantuak eta lurrazalak ere parte hartzen dute prozesu horretan. Ozeanoek ere sortzen dute eremu magnetiko txiki bat. Hain zuzen ere, Swarm misioaren sateliteek eremuaren iturriak bereizi ahal izango dituzte. ●



ARG.: © ESA/ATG MEDIALAB.

Paleolitikoko margoak aurkitu dituzte Erretereriako koba batean



Aitzbitarte kobazuloan aurkitutako margoetako bat. ARG.: JOSEBA RIOS GARAIZAR.

2012an, orain arte ezagutzen ez ziren margo batzuk aurkitu zituen arkeologo-talde batek Aitzbitarte IV kobazuloan (Erretereria, Gipuzkoa); azterketak egin ondoren, orain argitaratu dituzte emaitzak, Munibe aldizkarian.

Ikertzaile-taldeko kide Joseba Rios Garaizar arkeologoen arabera, ez dute zailtasunik margoak Paleolitikokoak direla, baina, “zoritxarrez”, ez dute aukerarik kronologia zehazteko, ezta haien esanahia ezagutzeko ere. Kobazuloaren barrunbean eta sarreran daude margoak: barrunbean dauden arrastoak zarakar estalagmitiko batez erdi estalita daude, baina animalia-itxura dutela dirudite; sarrerakoa, berriz, orban zirkular bat da, kolore gorrikoa.

Margoak ikusgarriak ez diren arren, ez dira hutsalak, inondik inora ere. Izan ere, Gipuzkoako beste lau kobazulotan ere aurkitu izan dira margoak, baina, orain arte, inoiz ez lurraldearen ekialdean. Barandiaranek eta Altunak, ordea, aspaldi erakutsi zuten Goi Paleolitoan bazirela gizakiak Aitzbitarte inguruan, eta arte higigarriaren adibide batzuk ere topatu izan dira. Hortaz, margoak aurkitu izanak indartu egiten du eremu hura bizileku garrantzitsua izan zela babes-ten duen hipotesia. ●

Nekazaritza organikoa onuragarria dela baieztatu du Europako EFIC Agentziak

Produktu eta nekazaritza-jarduera organikoen onurak frogatutzat jo ditu EFIC Elikagaiei buruzko Informazio Kontseilu Europarrak, produktu eta jarduera horiei buruzko ikerketa zientifikoak biltzen dituen txosten batean. Txosten berean kontsumitzaileen pertzepzioaren berri ere eman dute, eta haiek produktu organikoak begi onez ikusten dituztela nabarmendu du EFICek, nahiz eta horretarako ematen dituzten arrazoiak batzuk ez dauden ebidentzia zientifikoe-tan oinarrituta.

Horren adibideetako bat da elikagai organikoen balio nutrizionalari buruzko ustea. EFICen esanean, elikagai organikoen kontsumitzaile gehienek uste dute produktu organikoak arruntak baino

aberatsagoak direla nutrizioaren ikuspuntutik. Alabaina, ohartarazten du egin diren ikerketetatik ezin dela halakorik ondorioztatu.

Hala ere, ingurumenean eragiten dute inpaktuari dagokionez, produktu eta jarduera organikoak onuragarriagoak dira ohikoak baino. Esaterako, ekoizpen organikoan, lurra nitrato eta fosfato gutxiago galtzen du, eta berotegi-gas gutxiago isurtzen da. Biodibertsitatean eta abereen ongizatean, aldiz, ez dute ondorio garbirik ateratzerik izan, eta gauza bera gertatzen da baliabideen erabileraren eraginkortasunean edo ezaugarri sensorialetan.

Segurtasunari buruz, EFICek azpimarratu du elikagai organikoak ohikoak be-



Elikagai organikoen Europako logoa. Etiketa honek bermatzen du produktua ingurumenean ahalik eta eragin txikiena izateko moduan ekoizti dela eta jarduera organikoaren araudia betetzen duela. ARG.: EUROPAR BATASUNA.

zain seguruak direla, eta dagokien etiketarekin bereizita daudenak berme osoa dutela. Aipatzekoa da elikagai organikoen kontsumitzaileek, batzuetan beste, gainerakoek baino fruta eta barazki gehiago jaten dutela. ●

25 urtean, % 25etik % 2ra murriztu dira Gipuzkoan amarengandik umearengana GIBa transmititutako kasuak



Miren Alicia Apilanez Urkiola, ikerketaren egile eta mediku-ondokoa Donostia Unibertsitate Ospitaleko Pediatria Zerbitzuko Neonatologia Sailean. ARG.: EHU.

1984 eta 2011 artean, 10 aldiz murriztu dira GIBaren bidezko infekzio pediatrikoak Gipuzkoan, zehazki, % 23,9tik % 2,4ra. GIBaz kutsatutako amarengandik umearengana gertatzen den transmisio bertikalaren datuak aztertu ditu EHUko Miren Apilanez ikertzaileak, hau da, haurdunaldian, erditzean edo edoskitzean gertatzen diren kutsatzeak.

1984 eta 2010 urteen artean Gipuzkoan jaioetako 239 ume hartu ditu aintzat ikerketak: guztien amak zeuden GIBarekin kutsatuta; umeen artea, berriz, 30 infektatu ziren birusarekin, eta 209 ez.

GIBaren historia mediko ia osoa hartzen du Apilanezek aztertutako denbora-tarteak, eta, hain zuzen ere, infekzio-datuen bilakaerak oso ondo islatzen du hori.

Infekzio-tasa handien 1984tik 1994ra eman zen, "baliabide urrikoa eta terapia

eraginkorrik gabeko aldia" Apilanezen esanean. Urte hartan, ordea, aldageta handia gertatu zen: ACTG076 protokoloaren emaitzak argitaratu ziren, zeinaren bidez frogatu zen haurdunaldian erditzean AZT antierretroviralak emateak transmisio bertikala mugatzen zuela, eta kutsatzeak % 23,9tik % 8ra murriztu ziren. Tratamendua haurdunaldian emanez, amaren egoera immunobiologikoa hobetzen da, eta karga biral ia haute-manezinarekin iristen da erditzera. Ondorioz, haurra kutsatzeko arriskua oso baxua da, erditzea baita unerik larriena "haurra odolarekin eta baginako jariakinekin kontaktuan baitago", dio Apilanezek.

Hurrengo murrizketa-neurri eraginkorra 1997an iritsi zen: haurdun zeuden emakumei GIBaren proba egiteko protokoloa martxan jarri

zen Gipuzkoan, eta, horrez gain, terapia antierretroviral konbinatua erabiltzen hasi zen. Harrez gero, despistajepautak eta haurdunaldiko GIB infekzioaren tratamendua hedatzeari esker, estaldura terapeutikoa % 100 izatea lortu da, eta, beraz, haurdun dauden emakumeetan garaiz detektatzen da gaixotasuna. Azkenerako, amarengandik umearengana GIBaren transmisio bertikala % 2,4ra murriztu da. Hala ere, Apilanezek nabarmendu du infekzioa amarengandik umearengana transmititzea ezin izan dutela zeharo saihestu oraindik, eta "eraginkorrak izan daitezten, neurri guztiak bete behar direla".

Aldaera errekonbinatuekiko kezka

Bilakaera on horren ondorioz, Suediako Lund Unibertsitateko ikertzaile batzuek berriki

argitaratutako artikuluko batek erakusten du GIBarekin kezkatzen segitzeko arrazoi asko daudela. Birusaren aldaera oso gaizto baten berri eman dute *Journal of Infectious Diseases* aldizkarian. Guinea-Bisauko bi aldaera ohikoenen errekonbinazioz sortu da, eta, orain arte ezagutzen diren GIBaren aldaera guztien artean, epe laburrean du infekzioz gaitzaren garapenera arte: 5 urte besterik ez.

Gaur gaurkoz Afrika mendebaldean soilik detektatu dute birusaren aldaera berria, baina ikertzaileek kezka adierazi dute, migrazio-fenomeno globalen ondorioz, geroz eta gehiago ari direlako zabaltzen errekonbinatutako aldaerak. Jatorrizkoak baino gaiztoagoak izan ohi dira, eta, horregatik, arreta jarri behar zaio, ikertzaileen esanean, pertsonekin batera gertatzen ari den hedatze-eta nahaste-fenomenoari. ●

Zientziaren bidezidorrak urratu zituztenen istorioak

‘Ilargian mendiak eta basoak ikusi zituen’

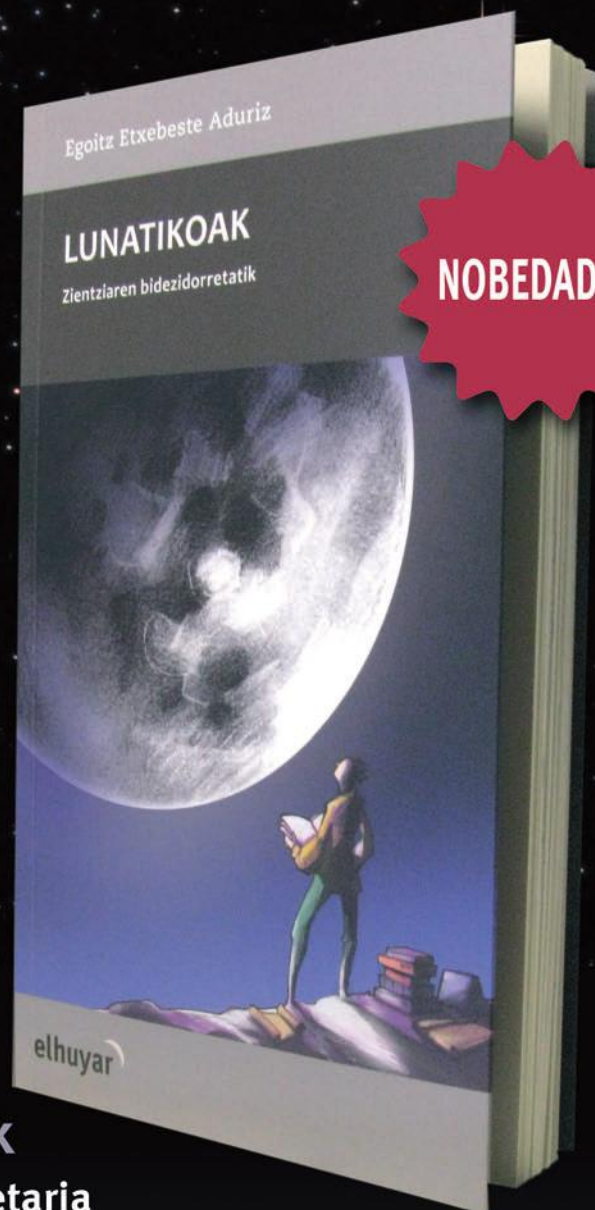
‘Arazo bat zuen: inork ikusi gabeko izakiak ikusten ari zen’

‘Itun bat egin zuten: bizitzan ahal zuten guztia egitea, mundua berek aurkitu zutena baino jakitsuago uzteko’

Lunatikoak

Zientziaren bidezidorretatik

Egoitz Etxebeste Aduriz, zientzia-kazetaria



Z izpiak

Helduentzako zientzia-dibulgazioko liburua



www.elhuyar.org/edizioak

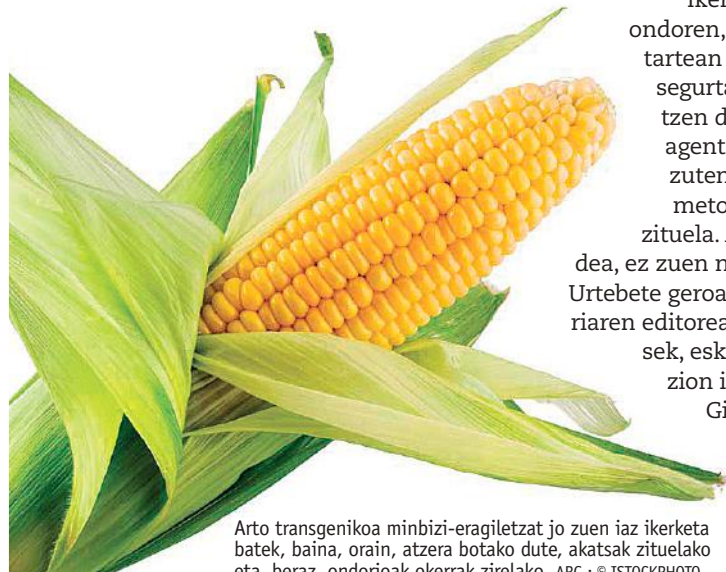


elhuyar

Atzera bota dute arto transgenikoa minbiziarekin lotzen zuen ikerketa

Arto transgenikoa minbizi-eragile zela frogatzen zuen ikerketa atzera bota du Food and Chemical Toxicology aldizkariak.

2012ko irailean, eztabaida eta kezka handiak sortu zituen aldizkari horrek berak argitaratu zuen



Arto transgenikoa minbizi-eragiletzat jo zuen iaz ikerketa batek, baina, orain, atzera botako dute, akatsak zituelako eta, beraz, ondorioak okerrak zirelako. ARG.: © ISTOCKPHOTO.

ikerketa hark. “Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize” izenburua zuen, eta ondorio nagusia zen arto transgenikoak minbizia sortu eta bizia laburtzen zuela.

Ikerketa argitaratu ondoren, hainbat adituk, tartean EFSAk, elikagaien segurtasunaz arduratzen den Europako agentziak, jakinarazi zuten ikerketak akats metodologiko handiak zituela. Aldizkariak, ordea, ez zuen neurririk hartu. Urtebete geroago, aldiz, aldizkariaren editoreak, Wallace Hayesek, eskutitz bat bidali zion ikerketa-buruari, Gilles-Eric Seraliniri, artikulua atzera bota-

tzeko eskatuz. Eskaerari men egin ezean, aldizkariak berak erretiratuko zuela ohartarazi zion.

Eskutitzean, ikerketak dituen akatsak gogorarazi zizkion Seraliniri, hala nola erabilitako arratoi-motak berez duela minbizia garatzeko joera, eta lagina txiekiegia zela. Hain zuzen, EFSAk berak ere aipatu zituen akats horiek bere txostean, beste batzuen artean.

Hala eta guztiz ere, editorearen eskutitza jaso ondoren, Seralinik bereari eutsi zion, eta artikulua erretiratzeko eskaeraren atzean Monsanto, arto transgenikoaren ekoizlea, dagoela salatu zuen. Izan ere, auzian zehar, garbi geratu da eztabaida ez dela arto transgenikoak osasunean izan dezakeen eraginera mugatzen, baizik eta beste faktore batzuk ere nahasten direla. Edonola ere, Food and Chemical Toxicology aldizkariak bere asmoa berretsi eta atzera bota du Seraliniren ikerketa. ●

Lagundutako ernalketan, Y kromosoma ez da beharrezkoa; nahikoak dira bi gene

Saguetan egindako ikerketa batean, frogatu dute lagundutako ernalketa-teknikak erabilia, nahikoak direla Y kromosomaren bi gene, ondorengo osasuntsuak eta ugalkorrak lortzeko. Hawaiiko Unibertsitatean egin dute ikerketa, eta Science aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak.

Monica Ward ikerketa-buruak Science-ren podcastean azaldu duenez, Y kromosoma “maskulinitatearen ikurtzat” jo izan da. Izan ere, Y kromosomarik gabeko enbrioiak eme bilakatzen dira. Baina biologoek aspalditik

susmatu izan dute kromosoma osoa ez dela ezinbestekoa; hain zuzen, Y kromosomaren gene bakar bat, Syr genea, nahikoa da sagu-enbrioiak ar bilakatzeko. Hori bai, ar horiek antzuak izaten dira.

Oraingo ikerketan, Syr geneaz gain, beste gene bat txertatu diete Y kromosomarik gabeko sagu-enbrioei, Eif2s3y genea. Eta enbrioi horietatik garatutako saguek espermatozoiden aurrekariak diren zelulak —espermatidak— sortzen dituztela frogatu dute. Are gehiago, lagundu-



ARG.: NIST

tako ernalkuntza-teknika berezi bat erabilia, espermatida horiek obuluak ernaltzeko eta ondorengoak sortzeko gai direla erakutsi dute.

Ikertzaileen esanean, ikerketaren zati hori garrantzitsua da, teknika hori bera, ROSI izeneko, espermatozoide-fasera iritsi gabe espermatidak soilik sortzen

dituzten gizonezkoei lagundutako erabil baitaiteke. Aditu askok, ordea, “esperimentaltzat” jotzen zuten ROSI teknika, beldur baitziren horrela sortutako umeek ondorio kaltegarriak izango ote zituzten. Alabaina, saguetan behintzat, teknika segurua dela erakutsi dute Hawaiin egindako ikerketan. ●

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



NORTEKO FERRAKARRILLA

Larunbatetan, 15:00etan

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



A gripeari buruzko irakaspenak

2009ko pandemian gripegatik ospitaleratutako haurren ezaugarri klinikoak eta epidemiologikoak aztertu ditu Eider Oñate pediatriak

2009 A gripearen urtea izan zen. Influenza A birusaren H1N1 azpimotaren mutazio batek zerrietatik gizakietara salto egin zuen lehenik eta gizakiz gizaki hedatu zen, mundu guztian zabaltzen arte. Ekainean, Munduko Osasun Erakundeak pandemia deklaratatu zuen. Pandemia hitzak gaitzaren larritasunari baino eremu geografikoari egiten dio erreferentzia. 1968tik lehen a zen pandemia hau izan du abiapuntu Eider Oñate pediatriak bere tesia idazteko. Bertan, osasun zerbitzuetan eta populazioan halako egoera batek duen eragina aztertu du.

Donostia Unibertsitate Ospitaleko Pediatriako Zainketa Intentsiboetako Unitatean egiten du lan Oñatek eta H1N1 birusaren mutazio hark Gipuzkako haurrei nola eragin zien ikertu

du bereziki. "Osasun-agintarien alarma, aurrekontu teorikoek justifikatzen zuten, baina, zorionez, pandemia ez zen espero bezain larria izan", gogoratzen du pediatriak. Ikerketak berretsi du haurretan (hasiera batean, arriskutaldeetako bat) gripearen azpimota honen eragina urte-sasoiko gripearen antzekoa zela.

Horrez gain, azterketak azaldu du, pandemiaren aurreko eta ondorengo datuak konparatuz, larrialdi-zerbitzuetako kontsulta-kopurua eta ospitaleratzeak asko igo zirela. "Alarma sozialak mediku pediatrien ohiko jardun klinikoa aldatu zuen", onartu du Oñatek. Adibidez, A gripea zuen haur asmatiko bat tratatzean beste modu batera jarduten zen, jardun klinikoan hainbeste oinarritu gabe, eta errazago

ospitaleratzen zen garai hartan normalean etxera bidaltzen zena.

Hala ere, pediatriaren ustez, barkaezina izango litzateke hartu ziren neurriak hartu ez eta, ondorioz, saihestezkeen biktima asko eragin izan balira. Izan ere, gehitu du Oñatek, "inork ez daki noiz gertatuko den berriro hurrengo pandemia, eta 1918koa bezain birulentoa den beste bat gerta daiteke edozein unetan". Zorionez, 2009 ez zen momentua, baina krisi hark balio izan du irakaspenak ateratzeko. H1N1 A gripearen birusagatik XXI. mendean sortutako lehen pandemiaren ondorioz izandako esperientzia, baliagarria izango da hurrengo urteetan estrategia diagnostiko-terapeutiko berriak ezartzeko. ●



Normalean etxera bidaltzen diren kasuetan ospitaleratu egin ziren gaixoak pandemia-garaian. ARG.: CHRISTIAN HARBERTS, 123RF.COM.



Jar iezaiezu aurpegia Elhuyar anaiei



Duela 230 urte, Bergarako Mintegian wolframa isolatzea lortu zutela jakitera eman zuten **Elhuyar anaiek**. Elementu bat gehiago taula periodikorako, ospea euskal zientzialarientzat.

Sormena. Elkarlana. Dibulgazioa.

elhuyarkide izan

Euskara zientzian, teknologian eta gizartean sendotzen eta harentzako arlo berriak eraikitzen egiten dugu lan, euskal komunitate aktiboa eta kritikoa helburu.

***Horretarako, zure laguntza behar dugu.
Egin gure bazkide, izan Elhuyar!***

www.elhuyar.org/bazkidetza

Zuk ere Elhuyar izan nahi duzu?

65
€/urtean



Deskontuak eta
abantailak produktuetan.
Proiektuetan parte
hartzeko aukera

elhuyar

Ustekabeko ondorioak Atapuercan, orain arteko DNA zaharrena analizatuta

Duela 400.000 urte inguruko Atapuercako hominido baten DNA analizatzea lortu dute Max Planck Institutuko eta Atapuercako aztarnategiko ikertzaileek. Orain arte berreskuratutako giza DNA zaharrena da, eta Hezurren Osineko fosil batetik erauzi dute. Gainera, lortutako sekuentzia beste espezie batzuenarekin alderatu dute, eta ustekabeko ondorio batera iritsi dira: antza denez, Atapuercako hominido horrek eta neandertalekin ahaidetutako eura-siako talde batek, denisovarrek, arbaso berbera izan zuten. *Nature* aldizkarian argitaratu berri dute ikerketa, eta jakinmin handia sortu du adituen artean, bai analizatutako DNAk duen adinarengatik bai ateratako ondorioengatik.

Artikuluaz azaldu dutenez, Hezurren Osina munduko lekurik aberatsena da Erdi Pleistozenoko hominidoen fosiletan. Izan ere, gutxienez duela 300.000 urteko 28 banakoen hezurak gordetzen ditu. *Homo heidelbergensis* izendatutako fosilen antzekoak dira, baina neandertalen ezaugarri garbiak ere badituzte. Orain, ikertzaileek hominido

haiek askoz ere hobeto ezagutzeko aukera izan dute, haien DNA sekuentzia-tzea lortu baitute. Aurrerapauso nabarmena da, orain arte berreskuratu eta sekuentziatutako antzinako DNA guztiak Goi Pleistozenokoak baitziren.

Hezurren Osineko giza fosilaren DNA sekuentziatu aurretik, garai eta leku berean fosildu zen haitzuloko hartz batena (*Ursus deringeri*) sekuentziatu zuten, eta ikerketa hartan findutako metodologia eta teknologia erabili dituzte oraingoan. Hala, iker-tzaileek "aipagarritzat" jo dute Hezurren Osina, "DNA-ren epe luzeko iraupenaren aparteko ebidentzia" eman baitu.

DNA lortzeko, femur batetik abiatu ziren. Femurraren hiru lekutan zulotxoak egin, eta hainbat lagin atera zituzten (1,95 g guztira). DNA mitokondrial isolatzea lortu zuten, eta, denisovarren DNA mitokondrialaren antza zuela ikusita, harenarekin osatu zi-

tuzten sekuentziak. Zehazki, hiru sekuentzia osatu zituzten, eta haiek beste espezie batzuen DNA mitokondrialarekin alderatu zituzten: gaur egungo gizakienarekin (asiarrak eta europarrak alde batetik, eta afrikarrak bestetik), neandertalenarekin, denisovarrenarekin, txinpantzeenarekin eta

Hezurren Osineko hominido baten eskeletoa, duela 400.000 urtekoa. ARG.: JAVIER TRUEBA, MADRID SCIENTIFIC FILMS.



Homo heidelbergensis talde baten irudikapena. ARG.: JAVIER TRUEBA, MADRID SCIENTIFIC FILMS.



Femur honetatik erauzi dituzte sekuentziatutako laginak. ARG.: JAVIER TRUEBA, MADRID SCIENTIFIC FILMS.

bonoboenarekin. Guzti horiekin, beraz, zuhaitz filogenetiko egin zuten, eta Hezurren Osineko gizakiaren eta denisovarren DNA mitokondrialak noiz bereizi ziren kalkulatu zuten. Artikuluaren arabera, duela 0,4-1,06 milioi urte izan zen; “seguru asko, duela 700.000 urte inguru”, zehaztu dute ikertzaileek.

Ustekabeko ahaidetzeak

Haien iritziz, “ez ustekoa” da aztertutako gizakiak eta denisovarrek arbaso berbera izatea komun, neandertalekin izan beharrean, Hezurren Osineko fosilek neandertalen antza nabarmena baitute, “adibidez, hortzen, matrailezurraren, aurpegiaren erdialdearen, begi gaineko hezuraren eta okzipitalaren morfologian”. Denisovarren morfologiagaz, berriz, gutxi ezagutzen dela aitortu dute, haiei buruzko ia informazio guztia duela 40.000 urte inguruko falange batetik erauzitako DNAtik lortu

baita, baina, gogorarazi dutenez, falangeaz gain, badago hagin bat, eta, haien hitzetan “hagina oso da handia, eta koroak ez dauka Hezurren Osineko hominidoenak duten txikiagotzea edo murrizketa”.

Hortaz, nahiz eta lehen hipotesi baten arabera, Hezurren Osineko gizakia denisovarren hurbileko ahaidea litzatekeen, ikertzaileek ez diote sinesgarritasunik eman hipotesi horri. Bestela, esan nahiko luke denisovarrak neandertalekin batera bizi izan zirela Europaren mendebaldean, eta ez litzateke erraza izango azaltzea nolatan banatu ziren gero bi talde genetikoki desberdinetan.

Hipotesi hori baztertuta, beste hiru aukera ere proposatu dituzte. Esaterako, Hezurren Osineko gizakiak ez izatea harremanik ez neandertalekin ez denisovarekin. Baina hori ere baztertu egin dute, DNA mitokondrialak kontrako esaten duelako.

Beste hipotesi batetan, bi horien arbasoarekin estuki ahaidetuta legoke Hezurren Osineko biztanlea. Adina eta morfologia aintzat hartuta, sinesgarritzat jotzen dute ikertzaileek, baina ez luke azalduko zergatik duten halako aldea DNA mitokondrialean neandertalek eta denisovarrek. Eta laugarren hipotesian, proposatu dute beste hominido-talde batek ekarri izana denisovarren antzeko DNA mitokondrialak Atapuercara.

Hipotesiak hipotesi, ikertzaileen arabera, Hezurren Osinean aztertutako banakoa hain da antzinakoa, “ziur aski, denisovarren eta neandertalen arteko bereizketa baino lehenagokoa” dela.

Azken finean, ikertzaileek gogora ekarri dute, fosiletan oinarrituta, badi-rudiela lerro ebolutibo bat baino gehiago egon zela Erdi Pleistozenoan, baina dauden datu genetikoak oraindik ez dira nahikoak behin betiko baieztapenak egiteko. Horrenbestez, Ikertzaileek espero dute sekuentziazioan aurrerapenak egin ahala, garai hartako giza taldeei buruzko ezagutza handitzen joango dela.

Edonola ere, Joseba Rios Garaizar arkeologoaren iritziz, Max Planckeko eta Atapuercako ikertzaileek egindako lana “nabarmenezko modukoa da”, batetik, “aurrerapauso handia” delako DNA mitokondrial hain zaharra analizatu ahal izatea, eta, bestetik, erakusten duelako Erdi Pleistozenoko demografia, eboluzioa, gizaki taldeen mugimenduak eta erlazioen eszenatokia “uste genuena baino askoz konplikatuagoa” zela. ●

Hezur-zati horretatik erauzi zuten sekuentziatutako DNA mitokondrialak. ARG.: MADRID SCIENTIFIC FILMS.



Atomoen magnetismoa manipulatzeko metodo bat, konputazio kuantikoan aurrera egiteko

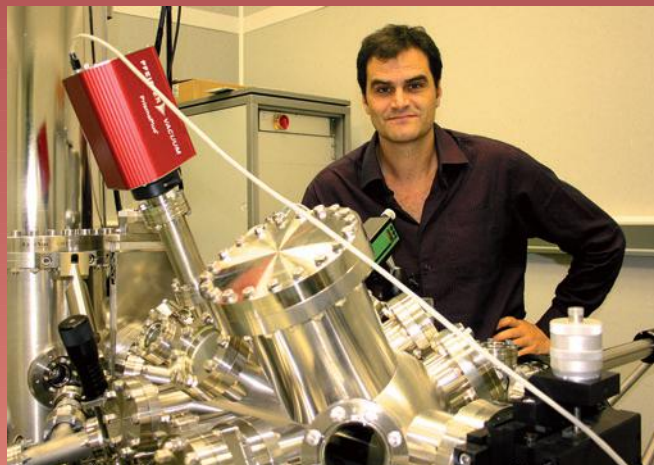
Supereroankortasunaz baliatzen da CIC nanoGUNEko ikertzaileek proposatutako metodoa

Jose Ignacio Pascual CIC nanoGUNEko ikertzaileak, Berlingo Unibertsitate Libreko ikertzaileekin batera, atomoen magnetismoa manipulatzeko metodo bat garatu du. Ikerketa horrek aukera ematen du eskala atomikoan informazioa metatzeko, eta konputatzeko metodo berrien aurkikuntzan aurrera egiteko.

Magnetismoa eta supereroankortasuna konbinatzen ditu ikertzaileek garatutako metodoak, informazioa eskala atomikoak kodifikatu ahal izateko beharrezkoa den baldintza bat betetzeko: atomoaren eragindako ezaugarria luze mantentzea eraldatutako egoeran, informazioa irakurri ahal izate-

ko. Kasu honetan, magnetismoa eraldatuta —atomoaren spinaren egoera— informazioa zein baldintzatan idatz eta irakur daitekeen aztertu dute; zehazki, zer portaera duten zenbait molekula magnetikok supereroale baten gainazalaren ondoan jarritz gero.

Pascualen esanean, spinen bidezko konputazioaren arazoetako bat da spina oso denbora laburrean egoten dela posizio berrian: “Ingurunearekiko elkarrekintza hain da handia, mendeen hartzen duela, eta spina jatorrizko posiziora itzultzen da. Modu horretan informazioa metatu nahi badugu, ezinbestekoa da guk ezartzen diogun



José Ignacio Pascual Chico (Madril, 1968) Ikerbasqueko ikertzailea da, eta nanoGUNEko Nanoimaging taldeko burua. ARG.: CIC NANO GUNE.

posizio horrek denbora luzez irautea”.

Ikerketa honen bidez, ikertzaileek egiaztatu dute supereroankortasunak magnetismoari “laguntzen” diola, eta idazketa- eta irakurketa-prozesuak errazten dituela. Zailtasunik handiena magnetismoa eta supereroankortasuna aldi berean izatea izan da. Izan ere, atomo magnetikoak deuseztatu egiten du gainazalaren portaera supereroalea. Hori ez gertatzeko, inguratzaile organikotan bildu dituzte. “Atomoak inolako babesik

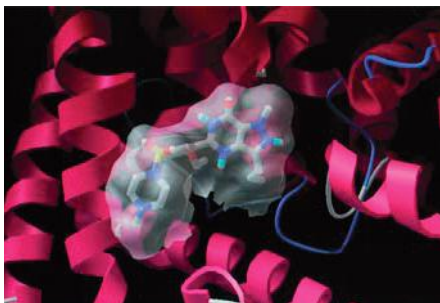
gabe jartzen baditugu, automatikoki, supereroankortasuna desagertu egiten da” adierazi du nanoGUNEko ikertzaileak.

Zailtasun hori gaindituta, esperimenduek egiaztatu dute supereroale baten ondoan jarritako atomo magnetiko baten spinaren egoerak 10.000 aldiz gehiago irautea duela eroale arrunt baten ondoan jarritakoarena baino. 10 ns da denbora hori, nahikoa, “irakurria” izateko. *Nature Physics* aldizkarian argitaratu dituzte ikerketaren emaitzak. ●

Alzheimerrarekin lotutako beste 11 gene identifikatu dituzte

Orain arte boluntario gehien bildu dituen ikerketan, alzheimerraren gaixotasunarekin erlazionaturako beste hamaika gene identifikatzea lortu dute IGAP nazioarteko proiektuko ikertzaileek.

Zehazki, hamabost herrialdeetako 74.046 pertsonen genoma aztertu dute, bai alzheimerra dutenena, bai osasuntsuena, eta proiektuan CIMA Ikerketa Mediko Aplikaturako Zentroko eta Nafarroako Unibertsitate Klinikakok ikertzaileek ere parte hartu dute. Haietako batek, Pau Pastorrek, azaldu duenez,

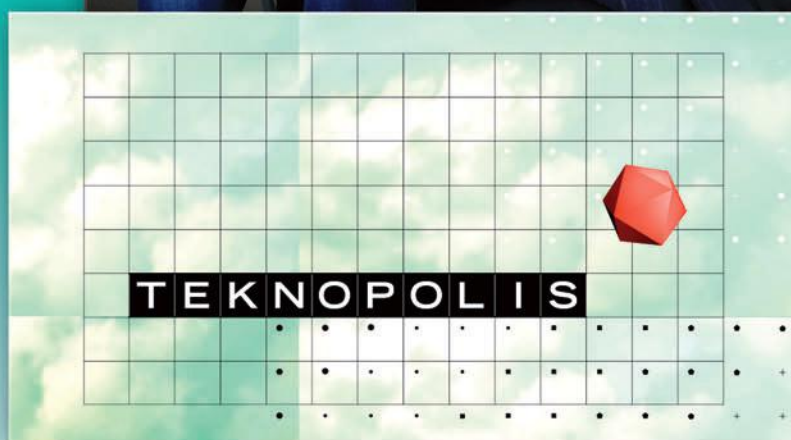


Alzheimerrean eragina duen molekula batekiko elkarrekintza. ARG.: NAFARROAKO UNIBERTSITATEA.

identifikatutako gene horietako batzuen funtzioa alzheimerraren asaldatuta dauden mekanismo molekular batzuekin erlazionatuta dago, hala nola beta-amiloide peptidoaren ekoizpena eta transmisio sinaptikoa. “Identifikazio horri esker, itu potentzial berriak aurkitu daitezke gaixotasuna sendatzea helburu duen ikerketa farmakologikorako”, gehitu du Pastorrek.

Nature Genetics aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak. ●





etb 1 Larunbatero, 11:30ean
Astelehenero, 10:00etan
Asteartero, 00:15ean

etb 2 Igandero, 10:00etan
Astelehenero, 01:00etan
Asteazkenero, 10:30ean

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



EUSKO JAURLARITZA

HEZKUNTZA, HEZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SALA

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA

EUSKO JAURLARITZA

EKONOMIAREN GARAPEN
ETA LEHIAGAITASUN SALA

BABESLEAK

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO Y COMPETITIVIDAD





JOCELYN BELL BURNELL

Pulsarren aurkitzailea

ARG.: © JON URBE/ARGAZKI PRESS

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientzia

“Bigarren pulsarra
aurkitzea eureka-unea izan zen”

Iosif Shklovsky astronomoak hitz hauek esan zizkion Jocelyn Bell Burnell irlandarrari: “Bell andrea, XX. mendeko astronomia-aurkikuntza handiena egin duzu”. Aurkikuntza hori pulsarrak ziren, irrati-uhinen pulsuak igortzen dituzten izarrak. Eta aurkikuntza horregatik, 1974ko Fisikako Nobel saria jaso zuen Antony Hewish proiektuaren zuzendariak. Bell Burnellek ez zuen Nobel saririk jaso, eta, hain zuzen ere, Shklovskyren hitzak horren aurreko erreakzioa izan ziren.

Zure aurkikuntza 1967an izan zen. Baina quasarren bila ari zinen, eta ez pulsarren bila. Zein zen quasarrak bilatzearen arrazoa?

Garai hartan, ulertu berria genuen quasarrak oso-oso urruti zeudela. Bagenekien irrati-uhinen iturri indartsuak zirela, eta horregatik jakin nahi genuen nolatan ziren hain indartsuak. Argitasun izugarria izan behar zuten. Horregatik, oso interesgarriak iruditu zitzaizkigun; puntako gai bat. Baina ez genituen quasar asko ezagutzen. Eta nire tesi-zuzendariak esan zidan Antony Hewishen bazuela quasar gehiago aurkitzeko modu bat. Horretarako, irrati-teleskopio bat eraiki behar genuen. Eskuz egin behar genuen guk geuk. Eta hala hasi ginen. Eta teleskopio hura, guk erabiltzen genuen moduan, oso egokia suertatu zen pulsarrak bilatzeko. Baina, noski, une hartan ez genekien pulsarrak existitzen zirenik ere. Ezta arrastorik ere!

Irrati-teleskopioa Ingalaterran zegoen, eguraldi txarragatik ospetsua den herrialde batean. Euria, lainoa; Euskal Herrian bezala. Ez da toki aproposa astronomia optikoa egiteko. Baina irrati-astronomiarako egokia da?

Irrati-astronomia erabat ezberdina da. Egunean zehar, Eguzkiak ez du hainbesteko indarrik zeruan. Irrati-begiak izango bagenitu, Eguzkia ez genuke hain distiratsu ikusiko, eta atzean dituen izarrek eta galaxiak ikusi ahal izango genituzke. Beraz, irrati-astronomian, egunez nahiz gauzez egin daiteke lan. Hodeiak ere ez dira arazo horretarako: irrati-uhinek hodeiak zeharkatzen dituzte. Beraz, gurea bezalako klima batean, Britainia Handian zein hemen, lan egin daiteke irrati-astronomian.

JOCELYN BELL BURNELL



Jocelyn Bell Burnell irlandarra ospetsua da pulsarrak lehen aldiz detektatu zituen izateagatik. Titulu asko eman dizkiote lan horregatik; hain zuzen, izendatzeko modu egokiena Professor Dame Jocelyn Bell Burnell da. Sari asko ere jaso ditu, tartean Herschel domina, baina jaso dituen sariengatik baino ospe handiagoa du jaso ez duen Nobel sariarengatik. Pulsarrak aurkitzeagatik, Antony Hewishen jaso zuen Fisikako Nobel saria 1974an, Bell Burnellen zuzendariak.

Arazoa, ordea, interferentziak dira, telefono mugikorrak, mikrouhin-labeenak eta abarrenak. Tresna horiek guztiek sortzen dituzte irrati-uhinak. Eta irrati-teleskopioa sentikorra bada, harrapatu egiten ditu. Horregatik, behartuta gaude hirietatik eta jende asko dagoen tokietatik urruti egotera.

Non zineten zuek?

Cambridgetik gertu ginen, baina kanpoaldean. Garai hartan, ez zegoen hainbeste interferentziarik; errazagoa zen. Eta, hala eta guztiz ere, interferentziak baziren arazo bat guretzat.

Eskuz egin zenuten irrati-teleskopioak ez zuen ohiko irrati-teleskopio baten itxurarik, inondik inora.

Ez, egia da. Nekazaritzarako instalazio bat zirudien. Landareak hazten dira horrelakoetan. Britainia Handian lupulua hazten dugu antzeko euskarrietan. Beraz, ez zuen ematen irrati-teleskopio bat. Baina bada irrati-teleskopio handi bat... tira, bazen; eskuz egindakoa eta eskuz egindakoaren itxurarekin.



Irrati-uhinak harrapatzen zituen antena-moduko bat behar zenuten?

Hori da. Telebista-antena zaharrak ere antzeko zerbait ziren. Baina, gure teleskopioan, antena bat izan ordez, 2.000 inguru genituen, guztiak kableen bitartez elkarri lotuta. Kobrezko kableak erabili genituen. Kobrea oso garestia zen, orain bezalaxe; eta, horregatik, norbaitek ostu egin digu kobrea. Kuterrekin etorri ziren, eta kobre guztia eraman zuten.

“Izena txantxa zen, baina orain damutu egiten naiz txantxa hori egin izanaz”

Seinale bat harrapatu zenuten. Oso erregularra zen. Eta zuen lehen hipotesia izan zen seinalea ez zela izar bat, baizik eta beste zerbait.

Lehenengo seinale hura oso bitxia zen, eta oso zaila egin zitzaigun sinestea espaziotik zetorrela. Halakoetan pentsatzen duzu ekipoak nolabait huts egin duela, edo interferentzia bat jaso duela. Baina, gero, baieztatu genuen ez zela interferentzia bat, ezta ekipoaren akats bat ere. Behatokiko beste teleskopio batek ere jaso zuen seinalea. Eta, pixkanaka, konturatu ginen edozer zela ere iturria Esne Bidean zegoela; Eguzkia baino harago, planetak baino harago, baina Esne Bidean. Izar baten antza hartzen genion. Eta, gero, hiruzpalau aste geroago bigarren bat aurkitu nuen, beste norabide batean. Eta orduan hasi ginen pentsatzen izar-mota berri bat izan zitekeela, bigarrena aurkitu genuenean. Aste batzuk geroago, hirugarren bat eta laugarren bat aurkitu genituen. Beste izar-mota bat zen, baina ez genekien nolakoa.

Eta seinale bakar bat harrapatu izan bazenute?

Oso zaila da jakitea zer egin seinale bakarra duzunean. Nekez konbentzituko duzu inor horrekin. Jendeak esango dizu ekipoaren akats bat izan dela edo kontuan hartu ez duzun zerbait. Horregatik, bigarrena aurkitzea izan zen onena. Hori izan zen ‘eureka unea’, bigarrena aurkitzea.

Seinaleari gizontxo berdeak 1 izena jarri zenion, ingelesez, LGM1. Zergatik?

Txantxetan izan zen. Izenaren “1” hori txantxa izan zen; LGM2, 3 eta 4 ere baditugu, eta ez daude lau gizontxo berde Lur planeta ziztrin honetara seinaleak bidaltzen, maiztasun ero horrekin eta zentzurik ez duen teknika baten bitartez. Izena txantxa zen, baina orain damutu egiten naiz txantxa hori egin izanaz.

Badago bide luze bat gizontxo berdearen ideiatik neutroi-izarraren ideiaraino. Gainera, orduan ez zenituzten neutroi-izarrak ezagutzen.

Hori da. Teoriko ero batzuek bai; esana zuten horrelako izarrak egon zitezkeela, baina ezin zirela ikusi. Inork ez zien kasurik egin. Baina arrazoa zuten.

Zenbat denbora behar izan zenuten neutroi-izarrak zirela konturatzeko? Ez da begi-bistakoa.

Ez. Sei hilabete behar izan genituen horretaz jabetzeko. Lehen pulsarra Karramarroaren nebulosan aurkitu genuen. Eta zehaztasun handiz aztertu ahal izan genuen, pulsarra pixkanaka mantsotzen ikusi ahal izan arte. Pulsar bat mantsotzen bada, esan nahi du errotazioa duela. Bibratzen arituko balitz, denborarekin azkartu egingo litzateke. Baina hura mantsotzen ari zen, eta, beraz, biraka. Neutroi-izar bat izan behar zuen. Baina sei hilabete behar izan genituen ondorio horretara iristeko moduko datuak lortu arte.

Orduan, *pulsar* izena asmatu zenuten. Une historikoa izango zen zure bizitzan eta zientziaren historian.

Zientzia-kazetari batek asmatu zuen *pulsar* izena. Argitaratu genuenean, lehen pulsarraren artikulua interes handia sortu zuen, eta elkarrizketa asko egin behar izan genituen. Elkarrizketatzaileetako bat *Daily Telegraph* egunkariak zen, Anthony Michaelis. Berak galdetu zigun: “Nola deitzen diozue gauza honi?” Guk ez genuen horretaz pentsatu ere egin. Dagoeneko bazegoen *quasar*

izena, eta berak *pulsar* proposatu zuen. Irrati-pultsuak igortzen dituen izar bat: pulsar bat. Arbelean idatzi zuen hitzaren itxura ikusteko, eta ondo zegoen. Eta pulsar izenarekin geratu zen.

Antony Hewish proiektuaren zuzendariak Nobel saria jaso zuen pulsarren lanarengatik, baina zuk ez. Istorio berdina ez den arren, paralelismo bat dago zure eta Rosalind Franklinen artean; Franklinen lana ezinbestekoa izan zen DNAREN egitura aurkitzeko, baina denbora asko iragan zen haren ekarpena publikoki onartu zen arte.

Rosalind Franklin oso gazterik hil zen. Haren lana Nobel sariarekin saritua izan zenerako, hilda zegoen. Bizirik egon balitz, ez dakit saria emango zioten ala ez. Espekulatu besterik ezin dugu egin. Alde batetik, Nobel saria ez zaie emakume askori eman. Baina, bestetik, nire belau-naldian ez ginen emakume ikertzaile asko. Espero dut etorkizunean askoz ere gehiago egongo direla.

Ez du ematen Rosalind Franklini Nobel saria emango ziotenik.

Posible da, bai. Gauzak nola zeuden ikusita, seguruena arrazoa izango duzu. ●

Jocelyn Bell Burnellen istorioa 40. orrialdean aurkituko duzu.

Ikusi *Teknopolis* saioan
emandako elkarrizketa



50REAN+



ALTZAIRUA

BEÑARDO KORTABARRIA OLABARRIA
Elhuyar Zientzia

ez likido, ez solido

**Hotzean zein beroan, gizakiak
mendeak daramatza metalei**

**forma ematen, eta metalei
forma emateko teknikak
fintzen eta berritzen. Ohiko
teknikez gain, industrian
erabiltzen diren
berritzaileagoak ere badira:
hidrokonformatua, laserra,
elektroerosioa, oxiebaketa...
eta badira oraindik produkzio-
kateetara ezin iritsita dauden
teknologiak. Tixokonformazioa
da horietako bat; hau da,
altzairuari forma ematea
altzairuaren parte bat egoera
solidoan eta bestea likidoan
daudela.**

Mondragon Unibertsitatea, CIE Automotive eta CIC Margune elkarlanean ari dira, tixokonformatuaren teknologia altzairuaren industriara eramanez ahal izateko. Izan ere, laborategi mailan orain arte egindako saiok erakutsi dute tixokonformazioa benetako aukera bat izan daitekeela altzairua lantzeko. “Industria mailan oraindik ez da erabiltzen —Jokin Lozaresenak dira hitzak, Mondragon Unibertsitatean tixokonformazioari buruzko lana egiten ari diren ikertzailearenak—. Aluminioaren kasuan zerbait egon zen, baina ez da gauza gehiegi egiten gaur egun. Magnesioarekin, berriz, tixomolding izeneko prozesuak badira industrian. Altzairuaren munduan ez dago inor tixokonformazio bidez piezak egiten, beraz prozesu berritzailea da”.

ALUMINIOTIK BURDINARA

Aluminioa aipatu du Jokinek. Duela urte batzuk, Mondragon Unibertsitatean bertan, aluminioa tixokonformazio bidez lantzeko proiektu bat egin zuten. Izan ere, materiala egoera erdi-likido erdi-solidoan jarrita, ebakitzea eta moldeatzea errazagoa da. Egoera erdi-solido horrek berezia egiten du materiala, hortzetako pasta bezalaxe: solido-antzean dago pote barruan, baina “likidotu” egin behar du ateratzeko, eta berriz ere trinkotu edo biskositatea handitu kanpoan denean bere formari eusteko; hau da, ebakidurako esfortzuek biskositatea jaisten dute jariakortasuna handituz, eta, esfortzu horiek desagertzean, biskositatea aurreko balioe-

tara itzultzen da, berriro handitzen da. Portaera tixotropikoa esaten zaio horri, eta tenperatura jakin batean lortzen da.

Aluminioa da metalen artean erabilienetako bat industrian —burdinaren atzetik— batetik, oso arina delako, eta, bestetik, duen pisua izateko, erresistentzia izugarria duelako. Baina, horrelakotan, forja tradizionala eta injezioa dira aluminiozko piezak egiteko modu arruntenak; solidoan, bata, eta guztiz likidoan, bestea. Egoera erdi-solidoan egiteak, ordea, forjan baino pieza askoz ere konplexuagoak lortzeko aukera ematen du, eta, era berean, guztiz likido denean baino askoz ere porositate txikiagoa eta propietate mekaniko hobeak lortzen dituzte.

Aluminioa berotu egin behar da lehenengo. 700 °C-raino berotu eta hozten utzi. Sekretua da 620 °C-an, solidotzen hasten denean, aluminioa irabiatzea. Eredu magnetiko batean jarri, eta, irabiatu ahala, aluminioa egitura berezia hartzen joaten da: alearen edo garauaren tamaina eta forma aldatu egiten dira. Aluminioak berez izaten duen egitura dendritiko adarkatu eta luzexkaren ordeez, ale-egitura biribilagoa lortzen da.

Mondragon Unibertsitatean ziur dira metodo honen bidez forja tradizionalaz baino forma konplexuagoak eta injezioz baino kalitate handiagoak lor ditzaketela, eta horren alde egin



CIE Legazpian tixokonformazio bidez ekoizten ari diren autoetarako piezak. Pieza kritikoa da, eta geometria konplexua du. ARG.: BEÑARDO KORTABARRIA/ELHUYAR ZIENTZIA.

dute apustu. Altzairuan dute orain erronka, Jokin Lozaresen arabera, eta entseguak egiten ari dira gaur egun autoek daramaten benetako pieza batekin: “Auto-modelo jakin batean jartzen den pieza da, pibote bat, gurpilean kokatzen dena, eta, horren gainean, besteak beste, disko-balazta doa. Pieza kritikoa da, geometria konplexua duena”.

Gaur egun, pieza hori CIE Legazpian ekoizten dute. Mikel Intxausti da Legazpiako lantegiko produkzio-arduraduna. “Prozesua laminatutako barra batetik hasten da. Hura moztuta, altzairuzko totxoa edo takoa lortzen dugu. Tako horiek instalazioan kargatzen ditugu, eta 1.250 gradura berotzen dira indukzioko labe batean. Gero, 2.500 tona inguruko prentsa mekaniko batean, lehenengo kolpea ematen zaio, eta taloa ateratzen da. Taloari bigarren kolpe bat ematen diogu, eta hortik, bukaerakoaren antzeko forma irteten da. Hirugarren kolpe batekin pieza bukatua ateratzen da; eta, alboan, beste prentsa mekaniko batean bizarrak kentzen zaizkio, bukaerako pieza lortu arte”.

HIRU KOLPETIK KOLPE BAKARRERA

Lantegikoa baino laburragoa da Mondragon Unibertsitatean lantzen ari diren teknika. “Kolpe bakarrean egiten dugu —dio Jokin Lozaresek—; hau da, gaur egun hiru pauso behar dituen prozesua guk bakarrean egiten dugu. Ia hiru kilo dituen totxoa labean sartuta berotzen dugu. Berotu ondoren, totxoa moldean jarri eta prentsa baten bidez ematen zaio forma, kolpe bakarrean”.

Mondragon Unibertsitateko ikertzaileak dienez, prozesua errazago egiteaz gain, teknika honekin materiala aurreztea lortu dute. Forjan egindako piezarekin alderatuz gero, tixokonformazio-prozesuan % 20-25 aurreratzen da pieza-aren pisuan, besteak beste, bizarrak ez delako sortzen.

Jokin Lozaresen arabera, altzairua ondo konformatzeko gakoa tenperatura da: “Gure kasuan, totxoaren % 15 eta 20 artean likido jartzen dugu, eta gainerakoa egoera solidoan geratzen da. Indarra ezartzen zaionean, materialaren bis-

➔ *Materiala egoera erdilikido erdisolidoan jarrita, ebakitzea eta moldeatzea errazagoa da.*



Jokin Lozares

Mondragon Unibertsitateko ikertzailea. Bera ari da gidatzen tixokonformazioari buruzko ikerketalana. ARG.: MONDRAGON UNIBERTSITATEA.

kositatea jaitsi egiten da, bigunago bihurtzen da. Eta, horrek, hain zuzen ere, ematen du aukera pieza pausu bakarrean egitekoa”.

Altzairua gutxi gorabehera 1.400 °C-ra jartzen dute, ohiko forjan baino 200 °C gehiagora. Izan ere, forja beroan dena solido egoten da, inoiz ez da likido egoerara pasatzen. Tixokonformazioan beroketa homogeneoa behar denez, arazoak izan dituzte, altzairua tenperatura homogeneo batean mantentzea, urtu barik, zaila izan delako beraientzat. “Baina gainditu dugu —dio Lozaresek—. Tenperatura da faktore kritikoa”.

Tenperaturaren gorabeherak dagoeneko gainditu dituzten arren, bestelako zailtasunak ere izan dituzte prozesuan zehar. Lozaresen esanean, trokelen iraupena izan da horietako bat. “Izan ere, tixokonformazioan alde handia dago trokelaren eta totxoaren arteko tenperaturan, bat 300 gradura dago, eta bestea 1.400 graduan. Pentsak indarra egitean talka termikoa handia da eta, ondoriozko neke termikoaren ondorioz, arakalak sortzen dira”.

Trokelak gutxiago irautea ez da nolanahiko arazoa izan, eta arazoari aurre egiteko, argizari-sprayak erabili dituzte prozesuan. Horrela arazo termikoak konpondu dituzte, baina argizariaren arrastoak trokolean itsatsita ere gera daitezke.

Portaera tixotropikoak ez dira berriak. XX. mendeko 70eko hamarkadatik ezagutzen dira. Zeramistek adibidez, oso ondo ezagutzen dute por-

taera tixotropikoa. Altzairuetan 80ko hamarkadatik aurrera hasi zen aztertzen. Mondragon Unibertsitatean urrunago iritsi nahi dute: “Orain altzairuarekin ari gara, tenperatura altu horiek nola kudeatu ikusi arte, eta fusio-tenperatura altuagoa duten beste material batzuetara jauzi egitea ere pentsatzen ari gara, titaniora adibidez”.

LABORATEGITIK LANTEGIRAKO ERRONKA

Laborategian urruti begiratzen ari dira, baina, Mikel Intxaustiren arabera, oraindik gehiago landu behar da tixokonformazioa lantegian sartu baino lehen. “Oraindik ez dago prozesuan erabat sartuta —dio Intxaustik—. Tixoforjan erabat industrialki forjatu ahal izateko zailtasun batzuk badira, bi nabarmentzekoak: trokelen iraupena arazo handia da, eta bigarrena piezen ezaugarri mekaniko egokiak lortzea. Laborategian ari gara bidean aurrera egiten, baina oraindik ezin da txertatu produkzio-prozesuan”. Beraz, oraindik, badago bidea egiteko.

Jokin Lozares ere, horrela mintzatzen da. “Altzairuzko horma finagoak egiteko aukera ematen digu tixokonformazioak, nerbio gehiago egiteko aukera, gainazal zehatzagoak... hau da, pieza konplexuak egiteko gaitasuna. Forjan baino pieza konplexuagoak egingo ditugu, baina, jakina, ez fundizioz lortzen direnak bezain konplexuak. Material gutxiago ere erabiltzen da, hasirako totxoa bera % 20-25 txikiagoa da, eta prozesuan bizarrik ez da ateratzen. Ezaugarri mekanikoei dagokienez, piezek fundizioan baino propietate mekaniko hobeak dituzte, baina forjakoak baino txarragoak. Hori da erronka”.



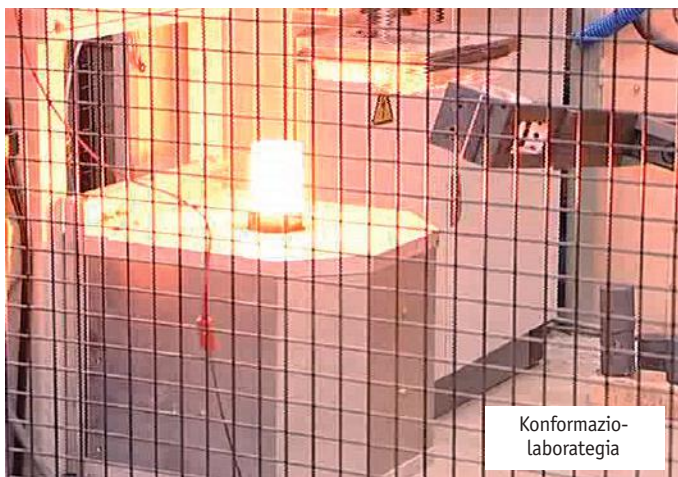
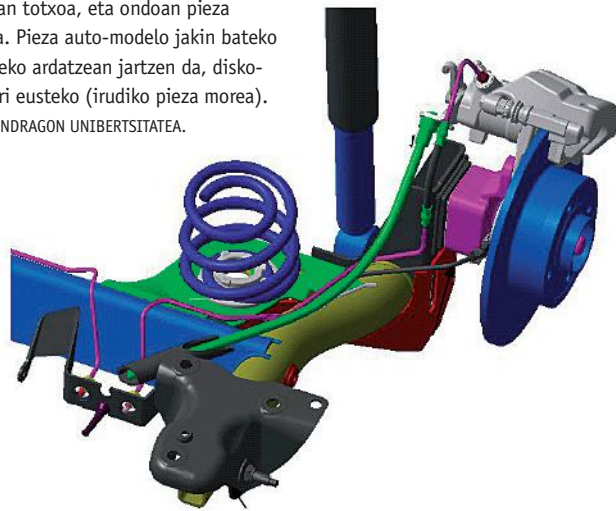
Gaur egun hiru pauso behar dituen prozesua guk bakarrean egiten dugu.

Jokin Lozares

Piezen ezaugarriak hobetzea, eta ekoizpen-prozesua industriara doitzea geratzen zaio proiektuari. CIC Marguneko presidenteak, Iñigo Loizagak, hala ere, begi onez ikusten du proiektua: “Tixokonformazioa ez da berria, baina ez du behar beste aurrera egin. Honi buruzko interesa erakusten hasi ginenean, Aachen-eko Unibertsitatean —erreferentia Europar gai honetan— esan ziguten eragozpen handiak aurkituko genituela. Eta izan ditugu, baina ez hainbeste. Zentzuzko denbora batean emaitza baikorrak lortzen ari gara, eta pieza konplexuekin. Enpresak berak



Ezkerrean totxoa, eta ondoan pieza bukatua. Pieza auto-modelo jakin bateko atzealdeko ardatzean jartzen da, disko-balaztari eusteko (irudiko pieza morea). ARG.: MONDRAGON UNIBERTSITATEA.



Konformazio-laborategia



Altzairuzko totxoa 1.400 °C-ra berotzen da lehenengo (ezkerrean). Ondoren, kolpe bakarrean lantzen dute pieza prentsan (eskuinean). ARG.: MONDRAGON UNIBERTSITATEA.

ikusi du, tixoforja laborategitik fabrikaziora pasa daitekeela. Ez hori bakarrik, konturatu gara auto-gintzatik haratago eta altzairutik haratago joan gaitzkeela, aeronautikara adibidez, eta oinarrian titanoa duten materialak erabiliz”.



Piezek fundizioan baino propietate mekaniko hobeak dituzte, baina forjakoak baino txarragoak. Hori da erronka.

Bestalde, CICaren ikuspegitik Iñigo Loizagak dio esperientzia bikaina izaten ari dela. “Tixokonformazioa jauzi teknologiko handi samarra denez, nahitaezkoa da oinarrizko ikerketan ari

direnen inplikazioa, baina oso lehiakorra eta erabat tradizionala den forja-industriaren ikuspegiarekin”, nabarmendu du.

Bi mundu horrek bateratzea, ikerketa eta industriaren beharrak, enpresa eta unibertsitatea elkarlanean jartzea ez dela erraza izan aitortzen dute, lana egiteko moduak oso desberdinak direlako. Hala ere, elkarrekin urteak daramatzan taldea osatzea lortu dute, arina eta dinamikoa, eta horren ondorioz ikusten ari dira gauzak ari direla irteten. “Etorkizuna baduela ikusten dugu, geratzen diren zailtasunak gainditzen baditugu, hesiak puskatzen baditugu, lehiakorrago izaten lagunduko digun abantaila izango dugu”, esan du Loizagak. ●

Ikus Teknopolisen egindako erreportajea



SAREAN+



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

Gailu digitalez eta webgunez gero eta inguratuago gauden gizarte honetan, pentsatzekoa da informatikarekin zerikusia duten lanpostuek etorkizuna izango dutela (eta hala diote hainbat ikerketa eta analisik); baina, paradoxikoki, informatikako unibertsitate-ikasketetan gero eta jende gutxiago ari da, gurean zein nazioartean. Zalantzarik gabe, horretan eragina duen faktoreetako bat da unibertsitate aurreko ikasketetan informatikako ikasgaietan ematen denak sortzen duen ideia okerra. Izan ere, orokorrean, erabilera da irakasten dena, eta ez ordenagailuen funtzionamendua, programazioa eta abar. Eta ez da izango adin horietan horiek irakasteko bide edo baliabiderik ez dagoelako, artikulu honetan ikusiko dugun bezala.

Informatikaren irakaskuntzaz

Informatika oso azkar ari da sartzen irakaskuntzaren munduan azken urteotan: Eskola 2.0 programa eta haren netbook-ak, arbel digitalak, Internet konexioa... Kritika ugari ere jaso du horrek, anitzek baitiote baliabide materialetan xahutu dela diru guztia, horiek kudeatu eta mantentzeko beharreko giza baliabideak eta irakasleen trebakuntza bazter utzita.

Baina irakaskuntza orokorrean informatika behar bezain ongi baliatu ez bada ere, esango nuke informatikaren irakaskuntza okerrago egokitu dela garai berri hauetara. Lehen eta Bigarren Hezkuntzan eta Batxilergoan ordenagailuak erabiltzen irakasten da: Word eta Powerpoint maneiatzen, Interneten ibiltzen, blog bat egiten, irudiak editatzen... Horrelakoak berez ikasten dira, beste edozein ikasgaitan edo eguneroko bizitzan erabili behar direlako. Baina teknologiarekiko edo benetako informatikarekiko zaletasuna izan lezakeen jendeari hori, normala denez, aspergarria gertatzen zaio eta informatika-ikasketetatik urruntzera eraman lezake, ikasketetan horrelakoak emango dituztela eta jada badakizkiela pentsatuta. Izan ere, gaur egun, gazte asko karre-irakasteko garaira irits daitezke benetako informatikara hurbildu ere egin gabe. Informatika, izatez, ez baita ordenagailuak erabiltzen ikastea, horiek nola funtzionatzen duten ulertu eta menderatzea eta programatzen jakitea baizik. Egongo da pentsatuko duenik programatzea bizitzan ez zaiola baliagarria gertatuko ia inori, informatikara dedikatzen ez bada behintzat. Baina berdin gertatzen da fisika, kimika, biologia eta beste askorekin, eta ematen dira.

PROGRAMATZEN IKASTEKO BALIABIDEAK

Eta Lehen eta Bigarren Hezkuntzan programazioa edo programatzeko behar diren oinarri eta kontzeptuak irakasten ez badira, ez da horretarako tresna edo baliabide faltagatik. Duela urte asko, gure ikasle-garaietan, Logo dortoka edo Karel robotaren bidez erakusten zizkiguten horiek, marrazketako edo mundu birtual bateko ariketa

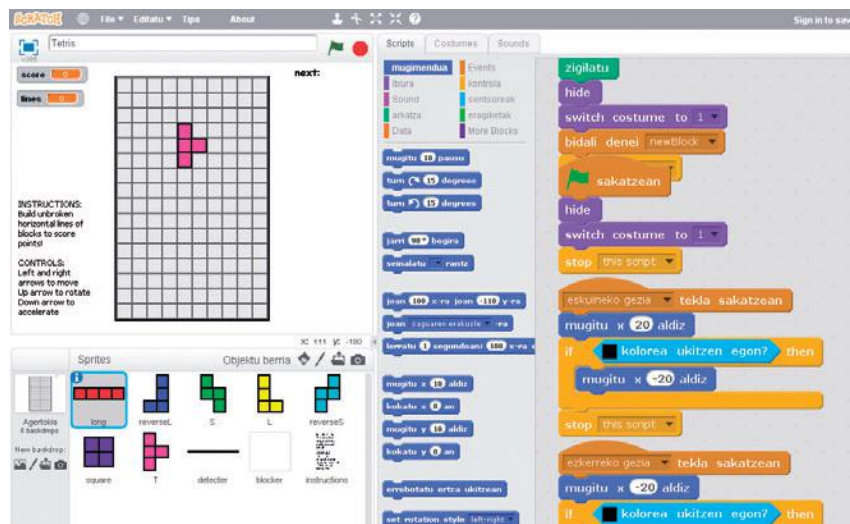
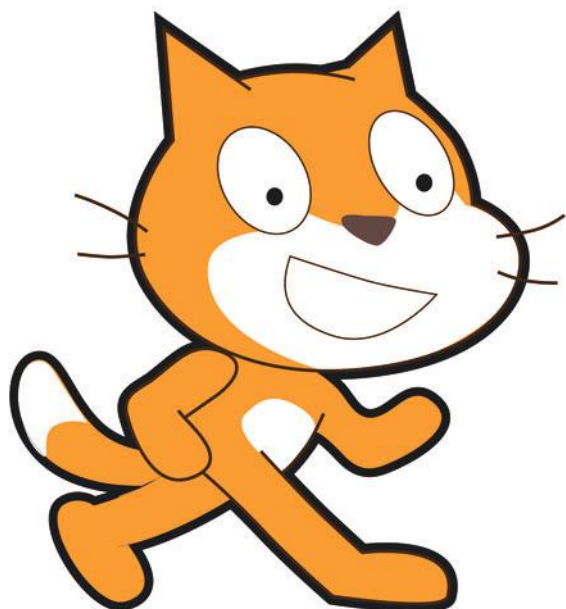
batzuk komando sekuentzial, baldintzazko instrukzio eta adierazpen iteratiboen bidez konponitzeko eskatuz. Tresna onak dira, baina gaur egun badira alternatiba hobeak, osoagoak eta erakar- garriagoak.

Egun, txikitatik programatzen ikasteko dagoen softwarerik ezagun eta erabiliena, ziur asko, Scratch izango da. MITek sortutako software (ia) libre horretan, agertoki bat dugu, eta hainbat pertsonaia sor ditzakegu. Eta horietako bakoitzaren- tzat, bloke bisualetan antolatutako komando-se- kuentzien bidezko gidoi batekin, izango duten portaera definituz joaten gara. Hala, mugitu, itxura edo jarrera aldatu, itxaron, hitz egin eta horre- lako komandoak erabilita, antzerki edo filmak egin daitezke; baita jokoak edo istorio interakti- boak ere. Horrela, tresna on eta polit horren bi- dez, programazioaren kontzeptuak bereganatzen ditu haurrak. Sistema eragile askotan dago esku- ragarri, eta euskaraz ere badago.

Scratchen oso antzeko beste tresna bat Etoys da, Alan Kayk Disneyn zegoela sortua 1996an (Kay da objektuei orientatutako programazioaren aitzin- daretako bat, eta ordenagailu eramangarri edo tableten kontzeptuaren eta erabiltzaile-interfaze grafikoaren kontzeptuaren sortzailea). Gaur egun Scratch bezain zabaldua ez badago ere, OLPC proiektuaren ordenagailuetan erabiltzen da adi- bidez. Eta beste tresna asko ere badaude, hala nola Crunchzilla Code Monster, Waterbear, Robo- Mind, Alice, Squeak, Guido van Robot...

HARDWAREA, ROBOTIKA...

Informatikaren irakaskuntzan asko erabiltzen den beste gailu bat aurreko zenbakian aipatuta- ko Arduino hardware libreko plaka da. Haren sar- rera analogiko eta digitaletan sentsoreak edo etengailuak jartzen ditugu, eta irteeretan, motor edo eragingailuak; programa bat idazten dugu, eta nahi dugun aparatua edo gailu elektronikoa lortu. Oso ezaguna eta erabilia da Raspberry Pi ere. Arduinoren antzeko plaka merke bat da (nahiz eta ez den guztiz libre), baina sarrera eta



Scratch da txikitatik programatzen ikasteko software-erik ezagunena.

irteerako konexio sofistikatuagoak ditu: USB, HDMI... Beraz, hori benetako ordenagailu bat da, zeinari Linux sistema bat kargatu eta erabilera jakin bat eman baitiezaiokegu (multimediako zentroa, etxeko zerbitzaria...); baina informatika irakasteko ere erabil daiteke eta erabiltzen da. Raspberry Pi oinarri duten ordenagailuen kit-ak ere badaude, esaterako, Kano.

Robotika ere erabil daiteke informatika irakasteko. Lego etxeak, adibidez, Mindstorms izeneko linea du. Zenbait Lego pieza, kontrolagailu programagarri bat, sensore batzuk eta hainbat motorrez osatutako kit bat da. Robot ezberdinak munta ditzakegu horrekin, eta gauza ezberdinak egiteko programatu: soinuei erantzun, lurreko marra bati jarraitu... Edo haur txikiagoentzat, Play-i robot programagarriak daude.

Bestelako gailu asko ere badaude, informatika irakasteko balia daitezkeenak. RepRap moduko 3Dko inprimagailu libreak, adibidez. Eta Bigshot bezalako argazki-kamera digitalak muntatzea oso interesgarria izan daiteke haurrentzat, eta hardwareko kontzeptuak irakasteko balio dezake.

EGOERA ALDATZEKOTAN?

Informatikaren irakaskuntzaren egoeraren kezka orokorra da. Vikas Gupta Google-ko langile ohiaren hitzak irakurri bestela: “Informatikako ikasketen egoera okertuz joan da AEBan azken 20 urteetan. [...] Zergatik ez dugu ezer egiten gure haurrak informatikan interesatu daitezen?” Edo Eben Uptoni Vilnius-eko ICT 2013 jardunaldietan entzun nizkionak. Haren esanean, Erresuma Batuan duela 30 urte BBC ordenagailuak sartu ziren ikastetxeetan, eta haiekin ibilitakoek uste zuten informatikaz dena zekitela; hala ere, informatikako ikasketak egiten zituzten, berritasuna zire-

lako. Eta gaineratu zuen gaur egungo gazteak, ikastetxeetan ofimatika ikasten dutelako edo telefono eta tabletak erabiltzen dituztelako, dena badakitelakoan daudela, eta, gainera, ez dutela berritasunaren eragingarririk. Aipatu ditudan bi pertsona horiek beren kezka konponbidean jartzeko lan egin dute, eta bata Play-i roboten enpresa eta besteak Raspberry Pi Fundazioa sortu dituzte.

Gero eta ekimen gehiago egiten dira jendea informatikaren garrantziaz ohartarazteko eta informatika jendeari erakargarri bihurtzeko. Adibidez, abenduaren 9tik 15era Computer Science Education Week (Informatikaren Irakaskuntzako Astea) antolatuta zuten mundu mailan. Eta horren barruan, ekintzarik garrantzitsuenak Hour of Code edo Programazioaren Ordua izan zen, jendea (batez ere, ikasleak) ordubetez programatzen jarri zuen ekimena. Jende garrantzitsu askok sustatu du ekimena (Shakira abeslaria, Ashton Kutcher aktorea, Barack Obama bera...), eta 15 milioi pertsonak baino gehiagok hartu du parte.

Kontzientziazio-lan guzti hau emaitzak ematen hasi da. Erresuma Batuan, datorren urtetik aurrera, Lehen eta Bigarren Hezkuntza osoan zehar, programatzen ikasteko eskolak jasoko dituzte haur guzti-guztiek, 5 urtetik hasi eta 16 urteraino. Programatzen ikasiko dute, kodea arazten, algoritmoak egiten eta inplementatzen, teknologia modu seguruan eta errespetuz erabiltzen, logika boolearra... Erabaki hori ez dute hartu soilik etorkizuneko lan-beharretarako eskulana izateko, programazioa oinarritzko trebetasun asko lantzeko balio duen diziplina delako baizik (matematika, arazo-konponketa...). Horrelako erabaki bat hartu duen munduko lehen herrialdea da Erresuma Batua; ez ahal da azkena izango! ●

“**Erresuma Batuan, Lehen eta Bigarren Hezkuntza osoan zehar, programatzen ikasteko eskolak jasoko dituzte haur guzti-guztiek**”

ITZIAR CORTÉS ETXABE
Elhuyar Hizkuntza eta Teknologia



ITZULPEN AUTOMATIKOAREN magia eta mugak

Definizioz, hizkuntza batetik bestera itzultzen duen sistema informatikoa da itzulpen automatikoa; itzulpen-prozesuan zehar gizakiak parte hartu behar izan gabe ematen du itzulpena. Automatikoki sortzen den itzulpen hori testuak ulertzeko edo itzultzeko baliabide gisa erabil daiteke; hori izan daiteke itzulpen automatikoko sistemak eta hiztegiak sarritan nahastea eragiten duen arrazoia. Baina bi baliabide horiek badi-tuzte aldeak. Adibidez, hiztegiaren bilaketak egiten ditugunean lortzen ditugun emaitzak profesionalek eskuz landuak dira. Itzulpen automatikoko sistemetan, aldiz, nahiz eta oinarri gisa erabiltzen diren datuak profesionalek landutakoak izan, erantzuna beti makinak berak sortzen du; automatikoki sortzen da. Hala ere, erabiltzaile arruntak ikuspuntutik alde nagusia hauxe da: itzulpen automatikoko sistemek esaldi osoak nahiz hitzak itzul ditzakete.

Itzulpen automatikoko sistema ezagunenen artean Google Translator dago. Sistema horren bidez, 70 hizkuntzaren arteko itzulpenak egin daitezke automatikoki, eta, 2010etik, euskara ere hizkuntza horien artean dago. Baina zergatik ateratzen dira itzulpen xelebreak horrelako sistemetan?

Interneten gabiltzanean, nahiko ohikoa izaten da bilatzen ari garen informazioa beste hizkuntza batean aurkitzea, eta informazio hori ulertzeko itzulpen automatikoko sistema bat erabiltzea. Horregatik, itzulpen automatikoa erabiltzearen abantailak eta desabantailak zein diren jakin behar du erabiltzaileak. Horrelako sistema batek ez du beti itzulpen zehatza ematen, eta erabiltzailearen esku egoten da automatikoki lortutako itzulpen horrekin zer egin. Sarri gertatu izan da automatikoki lortutako emaitza horiek publizitatean nahiz bestelako karteletan ikustea.

Honako adibide hauek ezagunak ditugu gehienok: “Autobuses, mañana y tarde”, euskaraz “Autobusak bihar eta berandu”; “Combinación de trenes”, “Trenen azpikogona”; eta “Primera planta”, “Lehenengo landarea”.

Urtarrilean bertan, futbolaren munduan aski ezagunak diren Guardiola eta Iniesta haien jaioterriekin nahasten zituen Google-aren itzulpen automatikoko sistemak katalanetik ingeleserako itzulpena egitean. Zergatik sortzen dira, baina, horrelako itzulpenak modu automatikoan?

Itzulpen automatikoko sistemak bi multzotan sailkatu ditzakegu, haiek sortzeko erabiltzen diren tekniken arabera: estatistikan oinarritutako sistemak eta erregetan oinarritutako sistemak.

Lehen aipatutako Google Translate bera da estatistikan oinarritutako itzulpen automatikoko sistemen artean ezagunenetarikoa. Mota horretako sistemak testu-bildumak erabilia sortzen diren eredu estatistikoetan oinarritzen dira. Adibidez, euskararen eta gaztelaniaren arteko sistema bat sortu nahi bada, era honetako testu-bilduma bat hartu beharko dugu oinarri: euskarazko esaldi bakoitzak gaztelaniazko itzulpena izan beharko dugu. Testu-bilduma horiek oinarri hartuta, eredu estatistiko batzuk sortzen dira, eta eredu horiek izango dira itzulpen automatikoko sistemaren muina.

Elhuyar Hizkuntza eta Teknologia unitatean ere baditugu horrelako sistemak, eta aurten horrelako sistema bat ezartzen ari gara MINHAPen (Espainiako Ogasun eta Administrazio Publikoetako Ministerioan). Webguneak gaztelaniatik euskarara eta ingelesera itzultzeko erabiliko dute sistema hori, eta automatikoki lortutako emaitzak gainbegiratu egingo dituzte eskuzko errepaso bat eginez.

Erregeletan oinarritutako sistemek, aldiz, oinarri linguistikoa dute; hau da, hiztegiak eta hizkuntzari lotutako erregelen moduko baliabideak dituzte oinarri. Normalean, estatistikoek baino emaitza zentzuzkoagoak ematen dituzten arren, sistema-mota horrek ere baditu zailtasunak eta emaitza arraroak. Hitz polisemikoek, adibidez, nahiko lan ematen dute itzultzeko garaian. Har dezagun, adibidez, gaztelaniazko 'tiempo' hitza, euskaraz hamabi adiera dituena (hiztegiak.elhuyar.org/es/tiempo): denbora, eguraldi...; itzulpen automatikoko sistemari adiera guztien artean egokiena zein den aukeratzeko erakutsi behar zaio.

Matxin da erregeletan oinarrituta gaztelaniatik euskarara automatikoki itzultzen

duen sistema baten adibidea. Elhuyar Hizkuntza eta Teknologia eta EHUko Ixa taldeak elkarrekin garatu dute Matxin sistema (<http://matxin.elhuyar.org>), eta, testu-hutsa itzultzeaz gain, formatu ezberdineko dokumentuak eta webguneak itzultzeko ere balio du. Hala ere, lehen esan den bezala, itzulpen automatikoa erabiltzen dugunean, ez dugu ahaztu behar automatikoki sortutako emaitza horiek gainbegiratu egin behar direla.

 *Horrelako sistema batek ez du beti itzulpen zehatza ematen, eta erabiltzailearen esku egoten da automatikoki lortutako itzulpen horrekin zer egin.*

Oinarri estatistikoa eta linguistikoa duten sistemen arteko aldea ikusteko, hona hemen pare bat adibide. Esaterako, "El hombre que vino era mi tío" esaldia honela itzultzen du Google Translatek: "Gizona etorri

zen nire osaba izan zen"; eta Matxin 2.0k, berriz, honela: "Etorri zen gizona nire osaba zen". Bestalde, "Han dicho que mañana va a hacer buen tiempo" esaldia "Bihar eguraldi azoka izango esan dute" itzultzen du Google Translatek; eta Matxin 2.0k, berriz, "Esan dute bihar denbora ona egitera doala".

Itzulpen automatikoaz hitz egiten dugunean, zenbaitek errezeloz begiratzen gaituzte. Gaia ulertzeak, ordea, baliabide hau erabiltzearen ikuspuntua alda dezake. Itzulpena automatikoki egiten dela esatean, ez dugu esan nahi emaitza gisa itzulpen zuzen bat jasoko dugunik, hau da, itzultzaile profesionalen lana egingo duenik. Adierazi nahi duguna da automatikoki sortutako emaitza bat eskainiko duela, testu bat guk aukeraturako hizkuntza batetik beste batera bihurtuko duela. Itzulpen automatikoko sistemei buruzko iritzia eskatuko bagenu, sistema erabiltzen ari den erabiltzailearen araberako erantzunak jasoko genituzke, jakina. Horrenbestez, nahitaezkoa da horrelako baliabideak modu kontzientean erabiltzea. ●



JOCELYN BELL BURNELL

Dama gazte bat astrofisikaren gailurrean

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

Kazetariak bata bestearen atzetik agertzen hasi ziren. Argazkiak ateha nahi zizkieten, irrati-teleskopioaren ondoan, zutik, eserita, datuak aztertzen, baita korrika ere, besoak astinduz, aurkikuntza ospatzen. Izan ere, garaiko aurkikuntzarik handienetakoa egin zuen, *Nature* aldizkarian argitaratu berri zuen artikuluak argi uzten zuenez. Aurkikuntzaren egilea emakumea zen, gaztea eta polita. Kazetariak jakin nahi zuten Margaret printzesa baino altuagoa ote zen, zenbat mutil-lagun izan zituen...

“Haragi zati bat” bezala sentitu zen Jocelyn Bell Burnell. Ez zen lehenengo aldia. Gogoan zuen Glasgowko Unibertsitatean fisika ikasten hasi zenekoa. Neska bakarra zen, 49 mutilen artean. Eta garai hartan ohitura zen emakume bat anfitroian sartzean gizonezko guztiak txistuka, lurra jotzen eta txaloka hastea; emakumea lotsagorritzen bazen, are eta indar gehiagoz hasten ziren. Ez zen erraza izan, baina Bell Burnellek argi zuen astronomo izan nahi zuela.

Belfasten jaio zen 1943an. Eskolan, zientzien adarra hartzen utzi zioten lehenengoetako neska izan zen. Normalean etxeko lanak ikastera bideratzen zituzten (josi, janaria prestatu...); zientziak mutilentzat ziren. Baina Bell Burnellek zientzietatik jo nahi zuen, eta haren gurasoak ados zeuden. Haiek hasieratik borrokatu zuten alabak zientzia-ikasketak egin ahal izan zitzaizkion.

Laster, 11 urtetako proba etorri zen. Proba harekin erabakitzen zen nork balio zuen karrera bat egiteko eta nork ez. Hori bai, 11 urterekin, neskak mutilak baino azkaragoak izaki, neskei proba zailagoa jartzen zieten, gutxiagok gaindi zezaten. Bell Burnellek ez zuen gaitarditu. Baina, orduan ere, gurasoak moldatu ziren alabak beste

eskola batean karrera bat egiteko bidea har zezan. Hasieratik primeran joan zitzaion, ikasgelako onena zen zientziagaitan.

Garai hartan bazekien fisika egin nahi zuela, baina ez zehazki zer; aitzak liburutegitik ekartzen zituen astronomiako liburuekin harrapatuta gelditu zen arte. Orduan erabaki zuen, kosta ahala kosta, astronomia egingo zuela.

Teleskopioak detektatutako guztia aztertzea zen Bell Burnellen lana; 30 metro paper egunean.

Glasgowen karrera egin ondoren, Cambridge-ra joan zen doktoretza egitera. Hasieran, deseroso sentitu zen; han egotea ez zuela merezi sentitzen zuen, ez zela nahikoa azkarra han egoteko, eta, agian, tuntuna zela konturatu eta bota egingo zutela. Izan ere, hango denek izugarri azkarak ziruditen. Ez zegoen amore emateko, ordea, eta ahal zuen guztia egingo zuela erabaki zuen, lan asko egingo zuela egunero.

Lehen bi urteak irrati-teleskopio bat eginen pasa zituen. Quasarrak ikertzea zen helburua. Oso gutxi ezagutzen ziren garai hartan eta interes handia zegoen. Antony Hewishek pentsatu zuen irrati-teleskopio erraldoi bat oso tresna baliagarria izango zela quasarrak detektatzeko. Eta hura erakitzen hasi zen Bell Burnell.

20.000 m² inguruko eremu batean, 2.000 antenatik gora jarri zituzten, 200 km harirekin elkarren artean konektatuta.

1967ko uztailean hasi ziren teleskopio bixi hura erabiltzen. Paper-zerrenda luzee-tan erregistratzen zen teleskopioak detektatutako guztia. Hori guztia aztertzea zen Bell Burnellen lana; 30 metro paper egunean.

Tentu handiz egin zuen bere lana. Sei bat astera, konturatu zen seinale bitxi bat zegoela beste guztien artean. Eta, lehenago ere agertu zen gainera, aurreko erregistroetan begiratuta baieztatu zuenez. Xehetasun handiagoz detektatzea lortu zuenean, ikusi zuen pultsuka zetorrela seinalea, pultsuen artean 1,3 segundoko tartearekin. Hewishek kontatu zion berehala, eta haren lehen ustea izan zen seinale hark gizakiak sortua izan behar zuela; pultsu haiek azkarregiak ziren izarren tamainako gorputzentzat.

Bell Burnellek bazekien ordea hori ezinezkoa zela, ikusi baitzuen izarrek bezala mugitzen zela seinale haien iturburua. Zernahi zela ere, izarren artean zegoen. Hewishek ere baieztatu zuen hori, eta, orduan, bururatzen zitzaizkien hipotesi guztiak aztertzen —eta baztertzen— hasi ziren: ilargian islatutako radarrak, orbita bereziko sateliteak, teleskopiotik hurbil zegoen metalezko eraikin baten efektua, teleskopioaren akatsen bat...

Gero, John Pilkington kideak argitu zuen seinalea Eguzki-sistemaren kanpotik zetorrela, eta Esne Bidearen barrutik. Baina, zer arraio zen, orduan? Beste zibilizazio bateko izakiek bidalitako seinaleak, akaso? Ez zuten sinisten halakorik detektatu zutenik, baina hipotesi hura ere ezin zen alde batera utzi. Azken finean, ez zekiten irrati-uhinen pultsu haiek jatorri naturala zuten edo ez.

Gabonetako oporren aurreko azken egunean, haserre zihuan etxera Bell Burnell,

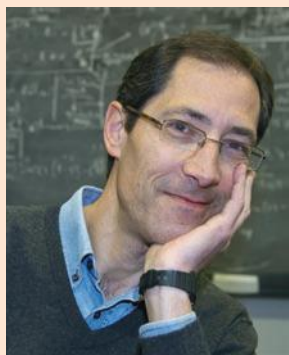


“ni, hemen, teknika berri batekin dokto-
retza egin nahian, eta gizontxo berde
ergel batzuek nire zeru-eremua eta fre-
kuentzia aukeratu behar gurekin komu-
nikazeko!”, bere baitan. Afaldu ondoren,
laborategira itzuli zen. Eta, zeruko beste
eremu bateko datuak aztertzen ari zela,
hara non ikusi zuen beste halako seinale
bat! Eremu haren aurreko erregistroak
errepasatu, eta hantxe agertzen zen ba-
tzueta! Laborategia utzi behar izan
zuen, ixteko ordua baitzen. Baina baze-
kien goizaldeko ordu txikietan pasako
zela zerutik seinale berria igortzen zuen
zer edo zer hura.

Behatokira joan zen. Hotz handia egiten
zuen, eta bazekien hargailu-sistema es-
kasago ibiltzen zela hotza zegoenean. Ha-
tsa eta birau batzuk botaz, lortu zuen bost
minutuz ongi funtzionatzea, eta, hantxe
zegoen seinalea! Pultsuak ziren haiek ere,
1,2 segundoko tartearekin. Hewishen
mahai gainean utzi zituen emaitzak, eta
pozik joan zen oportetara. Ez zirudien oso
sinesgarria gizontxo berdeen bi talde ari-
tzea espazioko leku desberdinetatik, aldi
berean, frekuentzia berean eta planeta
berera seinaleak bidaltzen.

Oporretatik bueltan, aste pare batera, hi-
rugarrena eta laugarrena ere aurkitu zi-
tuen. Eta izar-mota berri bat zirela ondo-
riotzatu zuten. Pulsar deituko zieten
gerora. Urtarrilaren bukaeran argitaratu
zuten aurkikuntza, *Naturen*. Artikuluan
aipatu zuten seinaleak beste zibilizazio
batenak izan zitezkeela pentsatu zutela.
Eta, jakina, kazetariak bata bestearen
atzetik agertzen hasi ziren. Are gehiago,
aurkikuntzaren egilea emakuke gazte eta
polit bat zela jakin zutenean... ●

*P.S.: Pulsarren aurkikuntzak lehenengo Nobel saria
ekarri zuen astronomiaren arlora. Hewish izan zen
saritua. Hala ere, Bell Burnellek aurreko orrietako
elkarrizketan esandakoaren arabera, ez dirudi oso
minduta dagoenik horregatik.*



TXEMA PITARKE

CIC nanoGUNE zentroko zuzendari nagusia eta Elhuyarreko lehendakaria

Txema Pitarke Bilbon jaioa da, 1960an. Zientzia Fisikoetan doktorea da. 1990ean eskuratu zuen doktoretza, EHUn, Pedro Migel Etxenikeren zuzendaritzapean. Aldi berean euskaraz eta ingelesez aurkeztutako lehen tesia izan zen. 2000. urteaz geroztik, UPV/EHUko Materia Kondentsatuaren Fisikako katedraduna da. 2006an, berriz, nanoGUNE ikerketa-zentroko zuzendari nagusi izendatu zuten, eta kargu horretan dihardu orduetik. Euskaigintzarekiko harremana ere aspaldikoa du: UEUrekin lotura estua izan du, euskaraz egindako ikerkuntzaren Azkue Saria eta Eusko Ikaskuntzaren Agustin Zumalabe ikerkuntza-beka irabazi ditu... 2013tik, Elhuyarreko lehendakari da. ARG.: © JON URBE/ARGAZKI PRESS.

“Ikusi nahiko nuke atomoak antolatzeke gai izateak nola ekarriko duen oinazea ekiditea”

Txema Pitarkek ez die berehala erantzun galderei; denbora hartu du pentsatzeko eta hausnartzeko, gogoratzeko eta aurrera begira jartzeko. Baina, hori bai, gustura hartu du atala estreinatzeke gonbidapena. Hauek dira, beraz, lehen lekukoaren hitzak.

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Zerk harritu, asaldatu edo txunditu zaitu gehien, lanean hasi zinenetik?

Nire jainko txikiak Niels Bohr eta Richard Feynman izan ziren. Bohr mekanika kuantikoaren jainkoa, eta Feynman oso pertsona berezia izan zen, originala eta ezberdina. Nik zorte handia izan nuen. Izan ere, ikasketak 1980ko hamarkadan bukatu nituen eta hamarkada hura oso garrantzitsua izan zen. Garai hartan, Feynmanen 1959. urteko *"There is plenty of room at the bottom, an invitation to enter a new field of physics"* konferentziaren edukia ezagutzen genuen. Feynmanek hitzaldi hartan esan zituen gauzak, atomoak ikusi eta manipulatzeari buruzkoak, pentsaezinak ziren orduan. Esan zuen: *"The principles of physics do not speak against the possibility of maneuvering things atom by atom. It is something that can be done; but in practice, it has not been done because we are too big"*. Alegia; gauzak atomoz atomo manipulatzeko ez dago fisikaren printzipioen aurka, baina hori ezin dugu egin handiegia garelako.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke, zure ibilbidean zehar?

Ez dut uste hau nire ibilbidea amaitu aurretik gertatuko denik; hil aurretik, agian, ehun urtera ailegatzeko banaiz... Nanomedikuntzaren ahalmenaren lekuko izan nahi nuke.

Kontua da gaur egun badugula ahalmena atomoak eta molekulak gure nahierara antola daitezkeen. Hori erabiliz eta horretan oinarrituta, medikuntza-teknika berriak sortzen ari dira, eta horrek hainbat aplikazio ditu diagnostikoan eta terapia berrietan. Baina niretzako bereziki ga-

Baina 1981ean, unibertsitateko fisika-ikasketak egiten nengela, Binnigek eta Rohrerek tunel-mikroskopioa eraiki zuten, mekanika kuantikoaren printzipioak baliaituta, eta horregatik 1986ko Nobel saria eskuratu zuten. Urte hartan bertan tesia egiten hasi nintzen, Pedro Etxenikeren zuzendaritzapean. Eta horretan hasi nintzen hain justu, tunel-mikroskopioa aztertzen. Izan ere, hura izan zen nonbait nanoteknologiaren ateak ireki zituen, horren bitartez lehen aldiz atomoak ikustea, ukitzea eta lekuz aldatzea lortu baitzen.

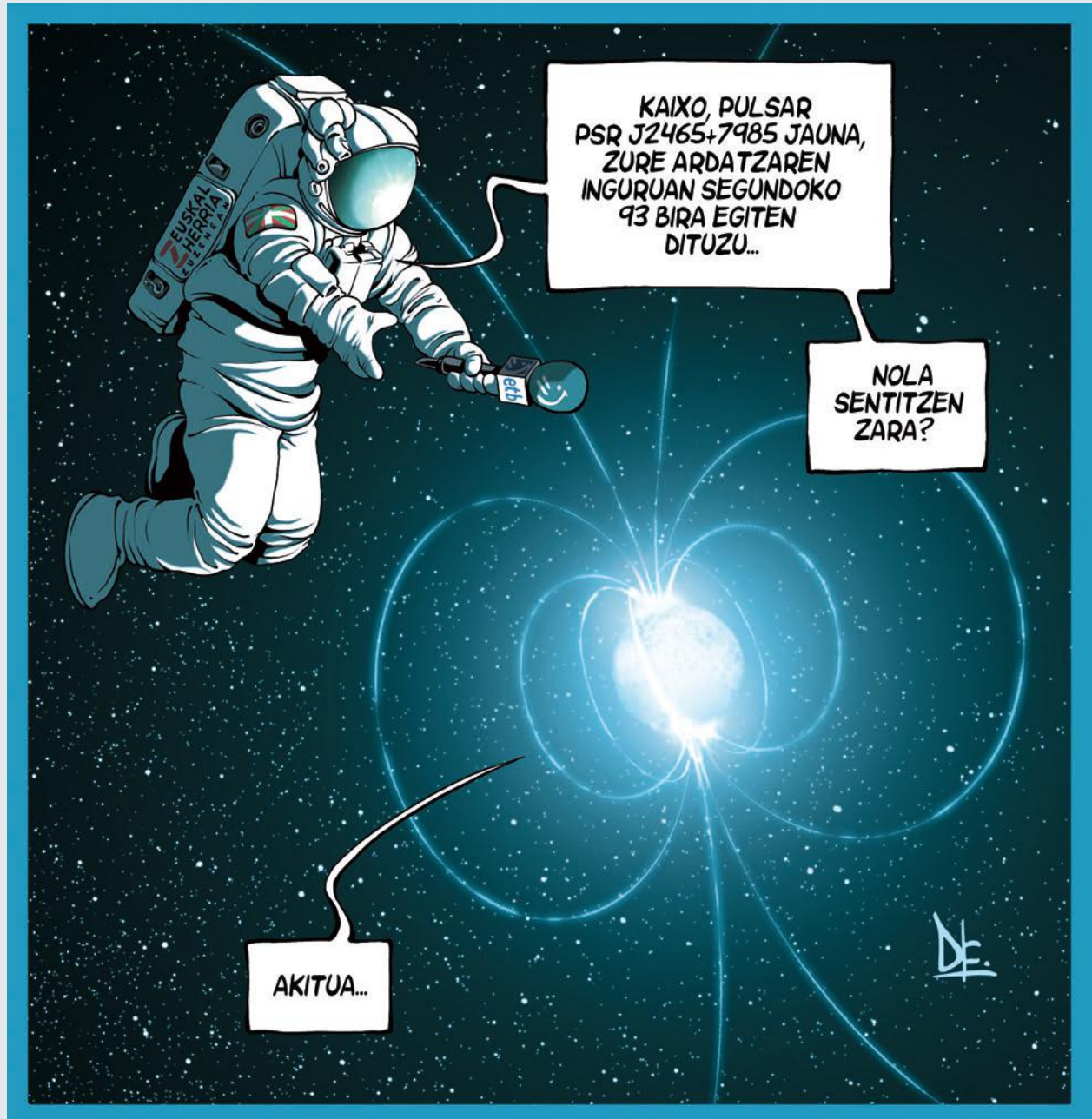
Feynmanek zioen, handiegia gara atomoak gure begiez ikusteko eta gure eskuez ukitzeko; baina Binnigek eta Rohrerek tunel-mikroskopioaren osagaia izango zen nano-orratza (itsu-makila) asmatu zuten, atomoak ikusi eta ukitu ahal izateko. Hori kontzeptualki oso garrantzitsua izan zen eta nire garai hartako ikerketa-lanean eragin handia izan zuen.

garrantzitsua izango litzateke ikustea horrek gaixotasunen ondoriozko oinazea ekiditea ahalbidetzen duela.

Zergatik jasan behar ditugu gaixotasunen ondorio mingarriak? Gaixotasunak beti izango ditugu; baina zergatik hainbeste sufritu, alferrik? Atomoak eta molekulak antolatzeke gai izateak oinaze hori ekiditeko ahalmena ekarriko al du? Ez dut uste hori geuk ikusiko dugunik, baina bide onean ari gara. ●

SATORRAK

dani fano ILARGIAN



IRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND

ELHUYAR ANAIK DARDOETAN GARAILE

EDORTA IBARRA BASABE
Ingeniaritza Elektronikoko doktorea

Kirolean, gizarteko beste zenbait esparrutan bezala, nabarmena da zientziak eta teknologiak izan duten eragina. Entrenatzeko modua aldatuz, eta elikagai energetiko berriak sortuz, kirolari profesionalen errendimendua hobetzea lortu du zientziak. Horretaz gain, material eta diseinu berriei esker lortutako hobekuntzak oso nabariak izan dira gailuak erabiltzen diren kirolletan, hala nola txirrindularitzan, bat formulan, xabalina-jaurtiketan eta pertika-jauzian.

Euskal zientziak egindako ekarpenek ere zeresana izan dute kirol-munduan. Alde horretatik, Elhuyar anaiek aurkitutako wolframari buruz arituko gara artikuluko honetan. Material horren aurkikuntzaren historia laburbildu ondoren, wolframaren ezaugarri nagusiak aipatuko ditugu. Amaitzeko, material horren erabilerak dardoen kirolean eragindako iraultza zertan datzan azalduko dugu, eta dardoen teknologiari buruz hitz egingo dugu.

ELHUYAR ANAIEN AURKIKUNTZA

Wolframita ikertzen ari ziren Ipar Europako zenbait zientzialarik susmatu zuten, lehen aldiz, wolframaren existentzia. Peter Woulfe kimikari ingelesa izan zen horietan lehena, 1781ean. Urte berean, Carl Wilhelm Scheele botikari-kimikariak eta Torbern Bergman kimikariak azido tungstenikoa lortu zuten, Suedian, baina ez ziren gai izan azidotik metala isolatzeko.

Bergmanen laborategian lanean ari zela, azido tungstenikoa lortu zuen Juan Jose Elhuyarrek¹ bere kontura. Hala ere, 1783ra arte ez zuten lortu Elhuyar anaiek wolframa isolatzea, landare-ikatzaren laguntzaz, Bergarako Errege Mintegiko kimika-laborategian. Handik denbora batera, Europako aldzikari zientifiko garrantzitsuenetan argitaratu zen Elhuyar anaien aurkikuntza, eta munduan zehar zabaltzen albisteak.



Fausto eta Juan Jose Elhuyar anaien erretratua.

Sarritan, tungsteno hitza erabiltzen da wolframa izendatzeko. Hitz hori suedieratik dator, eta 'harri pisutsua' esan nahi du. Hitz horrek argi azaltzen digu wolframaren ezaugarrietako bat, oso dentsitate altuko metala baita wolframa ($19,24 \text{ g/cm}^3$ ingurukoa da wolfram puruaren masa-dentsitatea, burdinarena baino $2,44$ aldiz handiagoa). Horretaz gain, aipatu beharra dago oso fusio-tenperatura altua duela ($3.422 \text{ }^\circ\text{C}$ ingurukoa) metal horrek. Bestetik, toxikotasun baxuko materiala da. Adibidez, wolframaren antzeko dentsitatea du uranioak; baina, azken hori material erradiaktiboa denez, ez da aplikazio askotarako erabilgarria.

Ezaugarri horiei esker, hainbat aplikaziotan erabiltzen dira wolframa duten aleazioak. Aplikazio horien adibide dira lanpara

Materiala	Dentsitatea (g/cm^3)
Letoia	8,7
Uranioa	18,9
Wolframa	19,2
Aleazioa	Dentsitatea (g/cm^3)
Wolframa (% 90) + nikela	17,1
Wolframa (% 97) + nikela	18,5

Zenbait material eta aleazioen gutxi gorabeherako masa-dentsitateak ageri dira taulan. Aleazioaren wolfram-portzentajea gehitzean, gora egiten du haren dentsitateak.

¹ Kanoiak ekoizteko sistema hobetzeko beharrezkoa zen informazio teknikoa eskuratzeko, espioitza-lanetan ibili omen zen Europan zehar Juan Jose Elhuyar, espainiar koroarentzat. Bidaia hartan, Bergman, Hjelms eta Scheele kimikari ospetsuen eskoletan izan zen Elhuyar anaientan zaharrena.

gorietako alanbreak, tenperatura altuko bero-ezkutuak (*heat shield*, ingelesez), tenperatura altuko lubrifikatzaileak, zulatzeko makinak, higadurarekiko hauskaitzak diren ebakitzaileak, zerra zirkularrak, hegazkin komertzialetarako lasta eta, ondoren ikusi-komertzio bezala, dardoak.

DENTSITATE-KONTUA

Dardo-txapelketetako fase gehienetan, ahalik eta puntuaziorik altuena lortzea da jokalarien helburua (hogei hirukoitza deritzon sektoreak ematen ditu puntu gehien ituan). Jokalariek hiru dardo jaurti behar izaten dituzte txanda bakoitzean; beraz, ituan itsatsita dauden dardoak oztupo bihurtzen dira jaurtitzeko falta diren dardoentzat. Kontuan izan behar da jokoa hain garrantzitsuak diren hirukoitzek oso azalera txikia dutela (310 mm^2 , gutxi gorabehera). Ondorioz, zenbat eta lodiagoak izan dardoak, hainbat eta zailagoa da, printzipioz, puntuazio altuak lortzea.

Tradizionalki, letoia erabili izan da dardoen barrilak eraikitzeko, mekanikoki oso erraz lantzen den materiala baita². Hala ere, gehiegizko bolumena izan ohi dute material horrekin eraikitako dardoek.



Euskalerrriaren Adiskideen Elkartearen itzalpean sortu zen, XVIII. mendean, Bergarako Errege Mintegia. Garai hartako punta-puntako zenbait ikertzaile izan ziren mintegi horretako irakasle. ARG.: INDALECIO OJANGUREN/CC-BY-SA

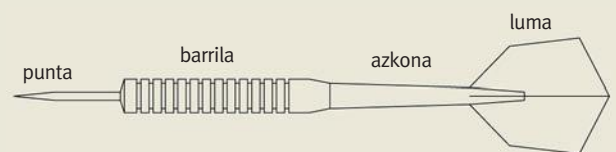
Dardoen osagaiak eta haien funtzioak

Nazioarteko arautegiaren arabera, lau osagai nagusi izan ditzake dardo batek: punta, barrila, azkona eta luma. Erabiltzen den diana-motaren arabera, metalezkoa (altzairuzkoa gehienetan) edo plastikozkoa izan daiteke dardoaren punta.

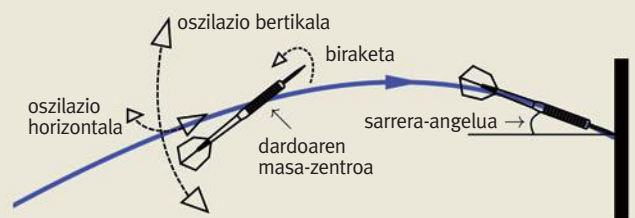
Barrilak du dardoaren masa gehientsuena. Barrilaren masa 14-18 g-koa izan ohi da plastikozko puntadun dardoetan, itur elektronikoaren integritatea bermatzeko. Aldiz, metalezko puntadun dardoek ezin dute izan 50 g baino gehiago. Masaren banaketa homogeneoa izan daiteke barrilean zehar, edota barrilaren guzneren batean egon daiteke kontzentratua. Normalean, jokalariren jaurtiketa-teknikaren arabera aukeratzeko

dira, bai barrilaren masa, eta baita horren banaketa ere.

Barrila eta luma batzen dituen osagaia da azkona (nylona eta aluminioa dira azkonak eraikitzeko material erabilienak), eta zenbait luzeratakoak aurki daitezke. Azkonaren eta lumaren funtzioa da dardoaren hegaldia egonkortzea, dardoa balantza (*wobble*, ingelesez) joaten baita hegaldian zehar. Dardoaren hegaldia, funtsean, parabolikoa bada ere, horrek horizontalki eta bertikalki oszilatu du; horretaz gain, bere ardatzaren inguruan bira daiteke. Azkona eta luma era egokian konbinatuz, dardoek iturekiko duten sarrera-angelua doi dezakete jokalariek.



Dardo baten eskema.



Dardoek balantza egiten dute airean doazela.

² Jokalariek barriletik heltzen diote dardoari. Letoia eta wolframa oso labainkorrek direnez, landu egin behar izaten dira barrilak, marruskadura handitzen duten elementuak sortzeko.



Aurretik azaldu den bezala, masa-dentsitate oso handia eta toxikotasun baxua du wolframak. Beraz, oso hautagai egokia da dardoak eraikitzeke. Wolframezko lehen dardo komertziala 1972an merkaturatu zen; ordutik aurrera, jokalariek profesionalen batez besteko puntuazioek nabarmen egin zuten gora. Gaur egun ez da zalantza jartzen wolframaren ekarpena dardo-jokoan.

Oso material gogorra da wolframa, baina, aldi berean, hauskorra. Arazo horri aurre egiteko, aleazioak erabiltzen dira. Adibidez, % 80 wolframa eta % 20 nikela duen aleazioa da erabilienetakoa dardogintzan. Aleazio horren dentsitatea letoiarenekin dentsitatearen bikoitza da, gutxi gorabehera. Dardoak eraikitzeke teknologiek aurrera egin ahala, wolfram gehiago duten aleazioak lantzea

lortu da, eta wolfram puruaren dentsitate hurbiltzen diren dardoak eraiki dituzte (% 97 arteko wolfram-kantitatea duten aleazioak erabili dira, arrakasta handiz, dardoak egiteko).

DARDOEN TEKNOLOGIAREN ETORKIZUNA

Dardoek teknologikoki goia jo dutela badi-rudi ere, dardo-etxe ezagunenetakoen ingeniariak etengabe ari dira lanean haiek hobetzeko asmoz. Adibidez, asko ikertzen jarraitzen dute aerodinamikaren esparruan. Bestalde, badakigu jende askok alergia diola nikelari. Irtenbide posible bat da kobrea erabiltzea nikelaren ordez, baina aukera hori ez da oso erabilia. Horren ordez, geruzen (coating, ingelesez) erabilera ikertu da azken urteotan. Dardo-fabrikatzaile batzuek titanio nitru-rozko geruzak garatu dituzte barrila estaltzeko. Esandakoaz gain, dardoen itsasgarritasuna (grip, ingelesez) hobetzen omen dute geruza horiek. Azkenik, interesgarria da aipatzea wolframa eta renioa konbinatuz barrilak fabrikatu direla, eta masa-dentsitate handiagoa lortu. Hala ere, oso material urria eta garestia da renioa. Oraindik ez dago oso argi renioa erabiltzeak eragiten dituen kostu ekonomiko altuek lortutako hobekuntza txikia justifikatzen duten ala ez.

Artikuluaren zehar ikusi dugunez, Elhuyar anaien aurkikuntzak eta beste soluzio teknologiko batzuek eragin handia izan dute dardoaren kirolean. Ikusteko dago zer bide hartuko duen etorkizunean dardoaren teknologiek. Argi dagoena da teknologiek kirolaren mesedetan jarraitu dezakeela. ●

BIBLIOGRAFIA

- ALDERMAN, D.: *BDO Playing Rules - Sport of Darts*. British Darts Organisation Ltd. Apirila (2011), 1-12.
- BUTTERFIELD, J.: *Wolfram - or do we mean tungsten?*. Stainless Steel World. Maiatza (2011), 37-38.
- KORTABARRIA, B.: "Zientzia eta teknologia kirolaren alor guztietan", in Elhuyar, 201 (2004), 25-27.
- PUCHE, O.: "Los hermanos Elhúyar, descubridores del Wolframio", in Fundetel, 5 (2001), 73-84.
- RODRIGUEZ, F.: "Elhuyar anaiak, wolframaren isolamendua eta espainiar koroarekin zituzten harreman sekretuak", in Uztaro, 51 (2004), 11-22.



Oso kirol profesionalizatua da dardoen, eta Erresuma Batuan, Herbehereetan eta Estatu Batuetan jokatzen dira txapelketarik garrantzitsuenak. Irudian, Michael van Gerwen dardo-jokalari.

Wolframaren dentsitate altuak erraztu egiten du puntuazio altuak lortzea. Irudian, puntuazio maximoa ikusgai (ehun eta laurogei puntu). Jokalariek profesionalen arteko aldea oso handia ez denez, garrantzitsuak dira horrelako xehetasunak. ARG.: EDORTA IBARRA.

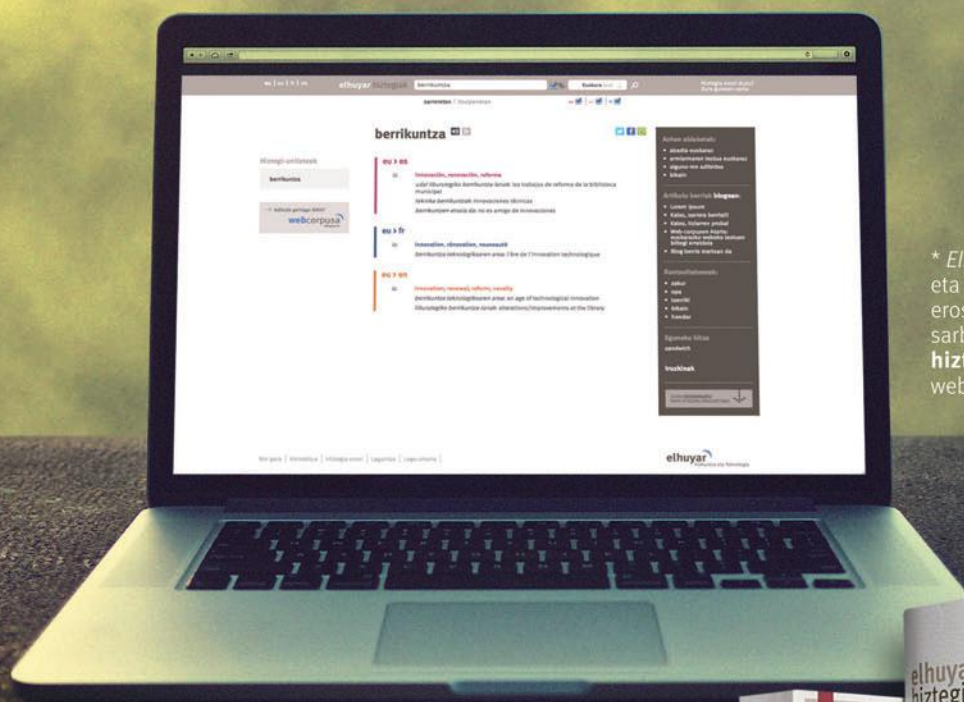


elhuyar HIZTEGIEN ARO BERRIA

- ELHUYAR HIZTEGIA
- ELHUYAR HIZTEGI TXIKIA
- ELHUYAR OINARRIZKO HIZTEGIA

Euskara/Gaztelania
Castellano/Vasco

Elhuyar hiztegien 4. edizioa eta hiztegiak.elhuyar.org webgune berria.
BERRITZAILEA, IREKIA, GUZTIONA.



* Elhuyar Hiztegia eta Elhuyar Hiztegi Txikia erosten dutenek sarbidea izango dute **hiztegiak.elhuyar.org** webguneko gune aurreratura

elhuyar hiztegien edizio berria

4.000 sarrera gehiago, 91.000 guztira. Euskararen eta gaztelaniaren lexikoan izan diren azken berrikuntzekin. Espezialitate-arloetako lexiko berriak.

→ www.elhuyar.org/denda **WEBGUNEAN EROSI**

hiztegiak.elhuyar.org

Bilaketa-aukera berriak. Hitzen ahoskera entzuteko aukera. Hiztegien etengabeko eguneraketa.

→ **Elhuyar hiztegi elebidun guztiak, DOAN KLIK BATEAN**

elhuyar hiztegia kindle-n

Bi hiztegi ditugu zure irakurgailurako: batetik, euskara-gaztelania; bestetik, gaztelania-euskara. Honako irakurgailuetan instala dezakezu: Kindle Paperwhite, Kindle Classic, Kindle Touch eta Kindle DX.

→ www.elhuyar.org/hiztegiak-kindle



elhuyar

ERLATIBITATEAREKIN ZORRETAN

OIER LAKUNTZA IRIGOIEN
Kimikaria

Argiaren abiadura gaindiezina izanik ere, balio horretatik gertu ibiltzeak dakartzan efektu erlatibistek eguneroko bizitzan ondorio zuzena daukate. Esate baterako, efektu horiek dira bitxigintza munduan hain preziatua den urrearen kolorearen, eta termometroetan erabiltzen den merkurioaren izaera likidoaren erantzule nagusiak. Zer dira baina efektu erlatibista horiek, eta zer erlazio dago efektu horien eta aipaturiko metalen ezaugarri bereizgarri horien artean?

300.000 km/s: abiadura itzela da hori. Adibide batzuk ipintze aldera, abiadura horretan, segundo bakarrean munduari zazpi bira emango genizkioke, edo Ilargitik Lurre-rako distantzia ia segundo bakarrean osatuko genuke. Dudarik gabe, abiadura horiek ez daude gure esku. Esate baterako, duela gutxi Martera iritsi zen *Curiosity* espaziontzia; ba-



ARG.: © SERGEY GORUPPA/123RF

tez beste 12.000 km/h-ko abiaduran joan zen, eta hori argiaren abiadura baino 90.000 aldiz txikiagoa da.

Edonola ere, mundu atomikoan badira abiadura horretara, horrek dakartzan ondorioak noizteraino hurbiltzen diren partikula. Hala, atomo astunaren kasuan (hala nola

platinoa, urrea, merkurioa edo uranioa) nukleoan pilatzen den karga positibo handiaren ondorioz, nukleotik hurbilen dauden elektroiak oso azkar mugitzen dira, argiaren abiaduratik gertu.

Einstein-en erlatibitatearen teoriatik ondoriozta daitekeen eran, kasu horietan elektroien masa handitu egiten da, eta, hain zuzen ere, hori da atomo astunaren kasuan ikusten diren efektu erlatibisten sorburu nagusia. Izan ere, nukleotik gertu dauden elektroien masa handitzean, horien orbitalak txikitu egiten dira. Horrek, era berean, atomo baten kimikan parte hartzen duten azaleko orbital batzuen uzkuertzea eta besteen zabaltzea eragiten du, eta haietan dauden elektroien energia-maila aldatzea. Hala, elektroiek energia-maila batetik bestera igarotzeko xurgatu behar duten energia-maila handitu edo txikitu egin daiteke.

Atomo astunaren azaleko orbitalen uzkuertzeak eta zabaltzeak, eta horren ondorioz energia-maila aldatzeak, bestela agertuko ez ziratekeen elementu astunaren propietateak eragiten dituzte.

URREAREN KOLOREA

Ezaugarri horietako bat da bitxigintzan hainbesteko balioa duen urrearen berezko kolorea. Izan ere, kasu honetan, azaleko orbitalen zabaltze eta uzkuertze horien ondorioz, azaleko elektro bat orbital edo energia-maila batetik bestera igarotzen da. Hain zuzen ere, elektro horrek aipaturiko jauzi hori emateko xurgatu behar duen energia

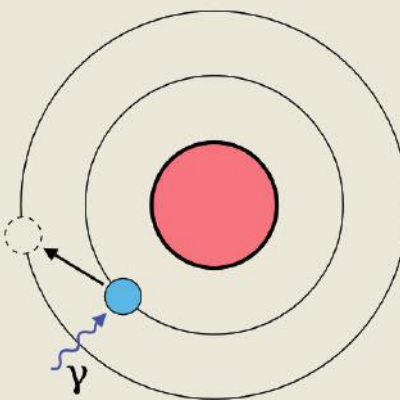
Orbitalak eta erradiazioaren absortzioa

Nukleoaren inguruan elektroiak aurkitzeko probabilitate handieneko eremuak dira orbitalak. Bakoitzari energia-maila bat dagokio, eta elektroiak energia baxuenetik hasi eta energia altuagoan dauden orbitalak okupatuz kokatzen dira.

Hala, orbitalen egitura hori etxebizitza-bloke batekin aldera genezake. Alde batetik, elektroiak maila ezberdinetan —etxearen pisuak— kokatzen dira, eta maila bakoitzean orbital-mota ezberdinak aurkitzen dira —pisu bakoitzeko gelak lirake horiek—. Orbital horiek, ordea, ez dira elkarren parean egoten, etxebizitzaren pisu bakoitzean gela bakoitza azpimaila batean baitago, energia ezberdin batean, alegia.

Orbital edo gela bakoitzean bi elektro koka daitezke, eta elektroiak orbital horietan banatzeko moduari elektro-konfigurazio deritzo. Bi atomok pareko elektro-konfigurazioak dituztela esaten dugunean, esan nahi dugu haien azken pisuko orbital edo gelak modu berean okupaturik dituztela. Bakoitzak pisu gehiago edo gutxiago izango ditu okupatuak, baina azken mailako edo pisuko orbitalak modu berean okupatuak dituzte.

Elektroiak orbital batetik bestera pasa daitezke, bien arteko energia-tartea adinako energia xurgatuz. Horretarako aukera bat da behar den energia hori duen erradiazioa xurgatzea. Ildo horretatik, argi ikusgaiaren inguruko erradiazioa aipaturiko jauzi horiek emateko behar den energiatik hurbil izaten da.



IRUDIA: ARTE



2,7 eV ingurukoa da, eta balio hori argi morearen eta urdinaren energien artean dago.

Kolorea	Uhin-luzera (nm)	Energia (eV)
Gorria	700	1,77
Laranja	620	2,00
Horia	580	2,14
Berdea	530	2,34
Urdina	470	2,64
Morea	420	2,95

Urrearen horitasuna ulertzeko, kontuan hartu behar da kolore hori morearen osagaria dela; alegia, argi zuriari osagai morea kentzen badiogu, guk horia ikusten dugu, eta alderantziz.

Beraz, urea argi zuriz irradiatzen dugunean, horrek kolore urdinaren eta morearen arteko fotoiak xurgatzen ditu, eta guk urregainazal horretan islatzen den gainerako argia ikusten dugu.

Kolore osagarriak	
Horia	Morea
Urdina	Laranja
Gorria	Berdea

Baina zer erlazio dago horren guztiaren eta efektu erlatibisten artean? Azter dezagun, bada, orbital batetik besterako jauzi horri dagokion energia-tartearen zenbatekoa den urrearen pareko elementu arinagoetan, hau da, taula periodikoan urrearen gainean dauden kobreak eta zilarren kasuan. Hala, kobreak kasuan energia-tarte hori 1,4 eV ingurukoa da, eta zilarren kasuan, berriz, 3,7 eV ingurukoa. Ohartu zaitez bi balio horiek argi ikusgaiaren energia-tartetik at geratzen direla. Kobreak eta zilarren kasuan, efektu erlatibistak ez dira hain garrantzitsuak; baina, efektu horiek egon ezean, taula periodikoan behera goazen heinean, aipaturiko jauzi horri dagokion energia-tarte handitu egin beharko litzateke. Hala, efektu erlatibista horiek existituko ez balira, urrearen kasuan aipaturiko elektroiek beste bi kasuetan baino energia handiagoa xurgatu beharko luke jauzi hori emateko. Errealitatean, ordea, jauzi horretan jokoan sartzen diren orbital edo energia-mailak elkarrengandik behar luketena baino hurbila-

go egotea eragiten du efektu erlatibistek, beren arteko tarteak, kobreak eta zilarren artean kokatuz. Kasualitatez, gure begien gozamenerako, urrearen kasuan energia-jauzi hori argi morearen energia-mailatik hurbil geratzen da, eta guk kolore horia hautematen dugu.

MERKURIO LIKIDOA

Beste adibide esanguratsu bat merkurioarena da. Tenperatura nahiz presioa neurtzeko aparailuetan erabiltzen den metal hori bitxia da, beste metal guztiak ez bezala, likidoa baita giro-tenperaturan. Eta nabardura hori ere efektu erlatibisten ondorio zuzena da.

Izan ere, bi elektroiz okupaturik dagoen merkurioaren azaleko azken orbitalaren uzurtzeak eragiten du han dauden elektroiek nukleoari efektu erlatibistatik ezean leudekeena baino gogorrago lotuta egotea. Orbital horren uzurtzeak ezaugarri horretan duen eragina argiago ikusiko dugu baldin eta merkurioaren ionizazio-energia, hau da, elektroik bat kentzeko behar den energia, haren parekoak baino arinagoak diren kadmioarenarekin eta zinkarenarekin konparatzen badugu. Hala, kontuan hartuta bi lerro gorago dagoen zinkaren ionizazio energia 9,42 eV dela eta justu merkurioaren gainean dagoen kadmioarena 9,03 eV dela, merkurioarena bi balio horiek baino txikiagoa izatea espero beharko litzateke. Aipaturiko orbitalaren uzurtzeak, ordea, merkurioaren ionizazio-energia 10,51 eV ingurukoa izatea eragiten du, bere taldeko beste baina baino dezente handiagoa, alegia.

Merkurioa giro-tenperaturan likidoa izateak honekin guztiarekin duen zerikusia ulertzeko, metal solidoen egitura gogora ekartzea komeni da. Hala, solido-egoeran daudenean, metalek sobera dituzten elektroiek askatu egiten dituzte, eta atomo guztiei dagozkien elektroien-bandak sortu. Beraz, metal batean nukleoa eta barruko elektroiek puntu jakin batean kokatzen dira, eta askatzen dituzten elektroiek metal osoan zehar puntu zehatz horien inguruan mugitzeko askatasuna izaten dute. Hain zuzen ere, egitura hori da metalen eroankortasun elektriko nahiz termiko handiaren erantzule nagusia.

Merkurioaren kasuan, aldiz, okupaturik dagoen azken orbitalaren uzurtzeak egitura hori izatea galarazten du, bertako bi elektroiek ezin baitira libre gelditu, efektu erlatibista hori izan ezean gertatuko litzatekeen moduan. Horren ondorioz, merkurioa egotea likidoan egoten da giro-tenperaturan.



Ektu erlatibisten ondorioz, likidoa da merkurioa giro-tenperaturan. ARG.: MATERIALSCIENTIST/CC.

...ETA ASKOZ GEHIAGO

Dena den, urrearen horitasuna eta merkurioaren izaera likidoa efektu erlatibisten ondorioen bi adibide baino ez dira. Izan ere, bi kasu horietatik harago, efektu horiek asko baldintzatzen dute elementu astunen kimika. Hala, efektu erlatibistek posible egiten dute elementu astun horiek bestela emango ez zituzketen erreakzioak ematea. Halaber, elementu astunen eta haien pareko arinagoen (platinioa/paladioa, urea/zilarra, merkurioa/kadmioa...) portaera kimiko ezberdina, neurri batean efektu horiei zor zaie.

Hortaz, argiaren abiadurak fikzio-kontua dirudien arren, harekin erlazioaturiko efektuak oso presente dauzkagu gure eguneroko bizitzan. Beraz, esan genezake, hein batean bada ere, gizakiok efektu erlatibista horiekin zorretan gaudela. ●

BIBLIOGRAFIA

BOND, G.C.: "Relativistic effects in coordination, chemisorption and catalysis" in *Journal of Molecular Catalysis* aldizkaria.

http://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/levels_form.html

<http://www.lennetech.es/periodica/tabla-periodica.htm>

<http://edafologia.ugr.es/optmine/ppl/color.htm>

Euskarazko filmak ikusten gozatu nahi duzu?



BERRIAk

4 DVDko 5 bilduma zozkatuko ditu.

Parte hartzeko, bidali
mantangorri + izen abizenak

Whatsapp edo **SMS** bidez

678-48 97 84

berria

MEREZI OTE 3200. URTEA BISURTE IZATEA?

ELISABETE ALBERDI CELAYA
Matematika Aplikatua Saila,
Meatzeen eta Herri Lanen Ingeniaritza
Teknikoko Unibertsitate Eskola, EHU.

Egun jakin bat iristeko falta den egun-kopurua modu ezberdinetan kontatu izan dugu. Orain dela 13.000 urte, Cro-Magnongo gizakiek, neguko lehenengo izoztetik udaberrira arte zeuden egunak kontatzeko, ilargi beteak kontatzen zituzten; presoek marra bidez kontatu izan dute espetxea utzi eta libre izateko falta zuten egun-kopurua; eta umeei Olentzero iristeko zenbat lo egin behar dituzten kontatzen dute. Ilargiaren aldiak oinarri dituen, marraz osatua edota egin beharreko lo kopurua unitatetzat duena, guztiok gaur egun horman eskegita, mahai gainean kokatuta edo diru-zorroan gordeta eramaten dugun egutegiaren adibideak dira.

LEHENENGO EGUTEGIA: ILARGIAREN ALDIETAN OINARRITUA

Gizakiari aspalditik datorkio denbora neurtzeko gogoia edo obsesioa. Nanosegundoak (10^{-9} segundo) eta femtosegundoak (10^{-15} segundo) neurtzeko gai garen garaiotan, behar bada arrotz gerta dakiguke egutegi zehatz baten bila gizakiak eginiko ibilbidea, baina horrela izan da: egutegi zehatz eta erabilgarria luzaroan izan da gizakiaren erronkarik garrantzitsuenetakoa.

Antzinako denboretako egutegi guztiek berdin funtzionatzen ez badute ere, badituzte hainbat ezaugarri komun. Adibidez, egutegirik gehienak ziklikoak dira, hau da, aldi bat betetakoan, errepikatu egiten dira.

Gehienak era zirkularrean adierazten dira, garai bateko kulturetan ortzia disko, zirkulu edo esfera gisa irudikatzen zutelako. Esfera hori ilargi-hilabetetan edo eguzki-hilabetetan banatzen zuten, eta zerua urteko 360 egunetan edo 360 gradutan banatu.

Harri Aroko astronomoek Ilargiaren aldiei erreparatu zieten, Ilargia betea, erdi betea eta guztiz ilun zegoen uneen arteko gauak zenbatu zitzaizkela eta errepikatu egiten zirela ohartu baitziren. Hala, antropologo batzuen ustez gizakiak erabili zuen lehenengoetariko egutegia arrano-hezur batean eginiko koska batzuez osatua da, antzeko sinboloen multzokatze ezberdinen inprimaketa erregularrez eratua.



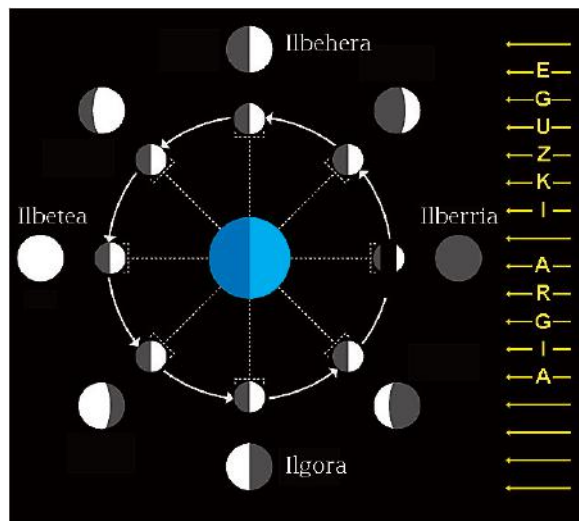
ARG.: © VLADIMIR VORONIN/123RF

Ilargiak 29 egun eta erdi inguru (29,5306 egun, hain zuzen) behar ditu bere aldi guztietatik pasatzeko: ilberritik ilgorara, ilgoratik ilbetera, ilbetetik ilbeherara eta azkenik, ilbeheratik ilberriera pasatzeko. Ilargiaren hamabi ziklo osok, gutxi gorabehera, lau urtarok betetzen dituzte, eta lau urtarok, orduko gizarteek dagoeneko urte bezala eza gutzen zutena osatzen zuten. Greziarrek, juduek, txinatarrek... ilargi-urtea erabili zuten, 29 egun eta erdiko 12 hilabetez osatua, eta orotara 354 egun zituen.

Ilargiaren aldietan oinarritutako egutegia zerabiltenek ez zuten denbora askorik behar izan, ordea, beren urteak akatsen bat zuela ohartzeko, beren egutegian 8 urte nahikoa baitira udaberriaren hasiera beren egutegiko udaren hasieran gertatzeko, eta, hala, 16 urtean, udaren hasiera neguaren hasierarekin bat etortzen zen. Ilargi-urtean antzeman zuten akatsa zuzentzeko, greziarrek 8 urtean behin 90 egun gehitzen zituzten beren egutegian, juduek ilargi-hilabete bat gehitzen zuten 3 urtean behin, eta matematikari txinatarrek 19 urtean behin 7 ilargi-hilabete gehitu behar zirela zioten.

ILARGI-URTETIK EGUZKI-URTERA

Sumertarrek K.a. XXI. mendean 360 eguneko urtea zerabilten, ilargi-hilabetea 30 egunera biribiltzearen ondorioa zena. Sumertarren sistema 6 eta 60 zenbakietan oinarritzen zen. Zenbaki bien biderketak 360 ematen du, eta zenbaki hori da oraindik ortzia edo edozein plano zirkular banatzeko erabiltzen



Ilargiaren aldiak Lurra erdian dela: Ilberria, Ilgora, Ilbetea eta Ilbehera. ARG.: ELISABETE ALBERDI.

Maia-izena		Egun-kopurua
20 kin	1 uinal	20 egun
18 uinal	1 tun	360 egun
20 tun	1 katun	7.200 egun
20 katun	1 batkun	144.000 egun

Maien egutegiko unitateak, haien arteko erlazioa eta bakoitzaren iraupena egunetan.

duguna. Babiloniarrek sumertarren zenbaki-sistema jarauntsi zuten, eta eguna 24 ordutan banatu zuten. Horren zergatia ez badakigu ere, badirudi zodiakoarekin lotura duen zenbakia dela eta astrologian zuten sinismenak eraman zituela horretara.

Eguzki-urtea Lurra Eguzkiaren inguruan egiten duen translazio-mugimenduaren iraupena da, eta 365,242190 egunek osatzen dute. Duela 6.000 urte inguru, egiptoarra izan zen ilargi-urteak zuen errorea zuzendu eta eguzki-urtea hartu zuen lehenengo zibilizazioa. Haien egutegiak 30 eguneko 12 hilabete eta beste 5 egun gehigarri zituen. Bost egun gehigarri horiek Osiris, Isis, Horus, Neftis eta Set jainko-jainkosen egun bihurtu zituzten. Egiptoarrek eguzki-urtearen hain hurbilpen ona nola egin zuten misterioa bada ere, azalpenik sinesgarriena Nilo ibaian aurki dezakegu: Nilo ibaian ekainaren amaieratik urriaren amaierara arte uholdeak izaten ziren; ibaiak urritik otsailera uztarentzat lur ona uzten zuen, eta, ondorioz, otsailetik ekainaren amaierara arte, uzta oparoa biltzen zuten ibaiaren alboko lursailetan. Beraz, bertako biztanleek uholde baten eta hurrengoaren arteko egun kopurua kontatzea baino ez zuten egin behar eguzki-urtearen iraupena kalkulatzeko. Egiptoar astronomoak, halaber, ohartu ziren eguzki-urtea berek zerabilten egutegia baino egun-laurden bat luzeagoa zela, eta K.a. 238. urtean eguzki-urtearen iraupena 365 1/4 egunean ezarri zuten.

Baina ez ziren izan egiptoarrak 365 eguneko egutegia erabili zuten bakarrak. Maiek 3 egutegi-sistema erabili zituzten, eta, haietako batean, urtearen iraupena 365 eguneko zen. Maiek erabilitako egutegietako bat *egutegi zibila* (*haab*)

Months of the Maya calendar			
Pop	Uo	Zip	Zotz
Tzec	Xul	Yaxkin	Mol
Chen	Yax	Zac	Ceh
Mac	Kankin	Muan	Pax
Kayab	Cumhu	Uayeb	

Maien *haab* egutegiko 19 hilabeteak. Lehenengo hilabetea *pop* izeneko da, bigarrena *uo*, hirugarrena *zip*, etab. Azken hilabetea, *uayeb* izeneko da, 5 egunez osatua da, eta beste guztiak 20 egunekoak dira.

ARG.: © MILA GLIGORIC/123RF.

izeneko da, bigarrena *egutegi sakratua* (*tzolkin*) izeneko da, eta hirugarrena, *kontaketa luzea* izeneko da. *Haab* egutegiak 20 eguneko 18 hilabete eta 5 eguneko hilabete bat ditu, orotara 365 egun. Badirudi maiek ere bazekitela urtearen iraupena 365 1/4 eguneko zela, nahiz eta beren egutegian egun-laurdena kontuan hartzen ez zuten. *Tzolkin* egutegiak 260 egun ditu, eta *kontaketa luzea* izeneko sistema 360 eguneko unitatetan oinarritzen da, *tun* unitatea eta 20 zenbakia erabiliz. Maienztzat *batkun*-a 144.000 eguneko denbora tartea da, eta *batkun*-a 13 zenbakiaz biderkatuz ziklo luzea deiturikoa lortzen dute, 5.130 urte inguruko iraupena duena. Haiek uste zuten ziklo luze baten ostean ordura artekoa desagertu egiten zela, mundu berri bati bide emanek. 2012ko abenduaren 21ean bukatu da haien azken zikloa, K.a. 3114 inguruan hasitakoa. Ziur ez badakigu ere, maiek ere behaketa astronomikoetan oinarrituta eman zuten beren urtearen luzera.

GURE EGUTEGIA: EGUTEGI GREGORIARRA

Gaur egun, munduko lekuri gehienetan dabilgun egutegia gregoriarra da, XVI. mendean Gregorio XIII.a aita santuak ezarria. Haren helburua zen egutegi horretako urtearen



Eguzki-urtea Lurra Eguzkiaren inguruan egiten duen translazio-mugimenduaren iraupena da, eta 365,242190 egunez osatua dago. ARG.: © PAVEL ISUPOV/123RF.

iraupena eta eguzki-urtearena ahalik eta berdintsuenak izatea. Egutegi gregoriarra eguzki-egutegia da: 365 egunez eta 12 hilabetez osatua, eta bisurteetan egun gehigarri bat sartzen du. Urte bat bisurtea da lau zenbakiaren multiploa denean. Salbuespena 100en multiploak diren urteak dira: haiek bisurteak dira bakarrik 400en multiplo direnean. Adibidez, 1700., 1800. eta 1900. urteak ez dira bisurteak, baina 2000a bisurtea da. Egutegi gregoriarra Julio Zesarrek K.a. 45. urtean ezarritako egutegi juliotarra ordezkatu zuen. Haien arteko ezberdintasun nagusia zera da, egutegi juliotarrean 4 zenbakiaren multiplo ziren urte guztiak zirela bisurteak. Egutegi juliotarreko urteak, batez beste, 365,25 egun zituen. Egutegi gregoriarrean, aldiz, 100en multiplo diren 4 urtetik hiru bisurteak ez direnez, 400 urteko ziklo batean 100 bisurte izan beharrean 97 bisurte daude, eta, ondorioz, $400 \times 365 + 97 = 146.097$ egun. Eta horrek $146.097/400 = 365,2425$ eguneko batez besteko iraupena duen urtea ematen digu. Beraz, egutegi gregoriarra egutegi juliotarra baino hobeto hurbiltzen da eguzki-urtera.

Egutegi juliotarrak martxan zeramatzan 1.600 urte inguruan egutegi gregoriarrekin (eta baita eguzki-urtearekin ere) 10 bat eguneko errore metatua zeukan; alegia, 10 egun atzetik zihoan. Errore hori konpontze-

ko, egutegi gregoriarra ezarri zenean, egutegi juliotarreko 1582ko urriaren 4ari, egutegi gregoriarreko 1582ko urriaren 15ak jarraitu zion. Herrialde katolikoek, hala nola Espainiak, Portugalek eta Italiak, segituan onartu zuten egutegi gregoriarra.

Hala eta guztiz ere, egutegi gregoriarra ere ez du eguzki-urtearen iraupen zehatza ematen; bien arteko diferentzia $3,1 \cdot 10^{-4}$ egun da. Hau da, egutegi gregoriarra eguzki-urtearekiko egun gehigarri bat sartzen du gutxi gora-behera 3.225 urtean behin. Egutegi horren errorea txikituko duen beste egutegi batean pentsa al dezakegu?

Egutegi gregoriarren iraupena honela kalkula daiteke:

$$365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{100} + \frac{1}{400} = 365,2425$$

Egutegi gregoriarreko urtea eguzki-urtea baino luzeagoa denez, adibidez, bisurte batzuk ken daitezke eguzki-urtearen iraupenera gehiago hurbil dadin. Esaterako, 3.200en multiploei bisurte-izaera kenduz gero, hauxe litzateke urtearen iraupena:

$$365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{100} + \frac{1}{400} - \frac{1}{3.200} = 365,2421875$$

Hau da, baldin eta bisurtea 4 zenbakiaren multiplo bada, baina 100en multiplo de-

nean bakarrik 400en multiplo ere badenean, baina 3.200 zenbakiaren multiplo ez denean, eguzki-urtera hobeto hurbiltzen den egutegia dugu. Ez da arraroa 3.200 zenbakia agertzea, aurretik esan den bezala egutegi gregoriarra 3.225 urtean behin egun gehigarri bat sartzen baitu.

BUKATZEKO...

Egutegi gregoriarrean, 2014. urtea da aurten-goia; korear egutegian, 4347a; maien egutegian, aldi berriko 2. urtea; txinatarrean, zaldiaren urtea... Guztien helburua eguzki-urtera ahalik eta gehien hurbiltzea da. Eguzki-urtea zenbaki arrunta balitz, guztia errazago litzateke, eta ez genuke bisurteen beharrik izango. 3.200 urtetik behin egun bat kenduta egutegi gregoriarren zehaztasuna hobetzen bada ere, horren premiarik ez dago, epealdi horretan egun bateko errorea sartzea ez baita ezer, eta epealdi horretan, gainera, Eguzkiaren, Lurraren eta abarren zikloak aldatu egingo baitira.

Ez gara izango gu ezarria izan zenetik aldaketarik jasan ez duen egutegi gregoriarra aldatuko dugunak, ziklo-aldaketei utziko diegu lan hori egiten. Nork daki, agian eguzki-urtearen iraupena 365 egun zehatzekoa izatera pasatuko da, eta, era horretan, egutegia egiteko lanak erraztuko ditu. ●

BIBLIOGRAFIA

http://www.nueva-acropolis.es/cultura/historia/origen_calendario.htm

Astronomical Almanac for the Year 1989.

Washington, D. C.: Government Printing Office, 1988.

BLACKBURN, B.; HOLFORD-STREVESEN, L.: *The Oxford Companion to the year: An exploration to calendar customs and time-reckoning.* Oxford University Press, New York, 1999.

DESHOWITZ, N.; REINGOLD, E.M.: *Calendrical calculations.* Cambridge University Press, New York, 2008.

Duncan, D.E.: *Calendar. Humanity's Epic struggle to determine a true and accurate year,* Avon Books, Inc., New York, 1999.

SHALLIT, J.: *Pierce expansions and rules for the determination of leap years,* Fibonacci Quarterly, 32, 1994, 416-423.



Ilargiaren efemerideak

- 1** 11:15ean, Ilberria.
20:51an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena). 357.111 km (aurreko apogeoan baino 49.165 gutxiago).
- 2** 11:46an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin, 2°-ra.
- 8** 3:40an, Ilgora.
- 9** 11:29, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 11** 12:36an, konjuntzio geozentrikoa Pleiadeekin 6,3°-ra.
- 15** 5:06an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin, 4,9°-ra.

- 16** 1:47an, apogeoetik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 406.526 km (perigeoan baino 49.415 gehiago).
4:53an, Ilbetea (Otsoena). Hilaren 15ean, ekialde ipar-ekialde horizontetik aterako da, Eguzkia sartu baino lehentxeago; eta hilaren 16an sartuko da mendebalde ipar-mendebalde horizontetik, Eguzkia atera baino ordu-laurden bat lehenago.
- 23** 3:50ean, konjuntzio geozentrikoan Marterekin, 3,5°-ra.
9:44an, konjuntzio geozentrikoan Virgoko Spica izarrekin, 1,3°-ra.

- 24** 2:52an, goranzko nodotik pasatuko da. 5:20an, Ilbehera.
- 25** 13:58an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 0,6°-ra.
- 26** 9:44an, konjuntzio geozentrikoan Antaresekin, 7,6°-ra.
- 29** 2:36an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin, 2,3°-ra.
- 30** 9:42an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 357.098 km (aurreko apogeoan baino 49.428 gutxiago).
21:39an, Ilberria.

Beste efemeride batzuk

- 1** Asteazkena. Eguerdian, 2.456.659. egun juliotarra hasiko da.
Egunak 9 ordu eta 3 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 9 ordu eta 53 minutuko, hilaren 31n.
Hilaren 9ra arte minutu beraren barnean argituko du, 8:40an (ordu ofiziala).
Hilaren 1etik 5era, Lurak EH 1 asteroidearen ibilbidea zeharkatuko du. Horren ondorioz, izar uxo Kuadrantidak ikusiko dira.
- 4** 11:59an, perigeotik pasatuko da Lurra, eta orduantxe izango da 2014ko tarterik txikiena Lurraren eta Eguzkiaren artean. Une hori urtarilaren 1eko 22:00ak eta 5eko 8:00ak artean gerta daiteke. Lur-Ilargi sistemak bere barizentroaren inguruan egiten duen mugimenduak eragiten du alde hori Periheliorik hurbilenak Ilbeheran izaten dira, eta urrunenak, Ilgoran.
- 20** 0:26an, Eguzkia Capricornius konstelazioan sartuko da itxuraz (299,85°).
Astrologiaren arabera, Eguzkia Aquariusen sartuko da (300°).
- 31** Txinatar egutegiko (Ilargi-Eguzki egutegia) 4712. urtearen lehen eguna. Zaldiriaren urtea. Neguko solstizioaren eta udaberriko ekinozioaren distantzia berera dagoen egunetik hurbileneko Ilberrian hasten da.

Behatzeko proposamena

Teleskopioarekin:

Hilaren 27an, 4 ilargi galileotarrak lerrokatuta egongo dira ordena naturalean planetaren mendebaldean: Io, Europa Ganimedes eta Kalisto. Hori ikusteko, gutxienez 100 mm-ko teleskopioa behar da.

Prismatikoekin:

Hilaren 9ra arte, Artizarra arratsaldearen amaieran ikusi ahal izango da, eta hilaren 10an, egunsentia baino lehentxeago. Egun horretan, arratsalde ere ikusiko da, eta, hilaren 11n, berriro egunsentia baino lehentxeago. Egun horretan, arratsalde ere ikusiko da, eta, hilaren 12an, egunsentia baino lehentxeago. Hilaren 13tik aurrera, egunsentia baino lehen bakarrik ikusi ahal izango da.

Planetak (Lurraren orbita-abiadura urtarrilean: 107.280 km/h)

Merkurio

Arratsaldearen amaieran ikusi ahal izango da, hilaren 15etik aurrera; orbita-abiadura: 172.440 km/h.

Arratsaldean itzuliko da zerura, mendebalde hego-mendebaldeko horizontean. Eguzkia sartu eta handik 45 minutura izango duen distira dela eta (-1,2), erraz ikusi ahal izango da. Hilaren 31n izango du ekialdeko elongaziorik handiena (18,3°). Eta egun horretan, Eguzkia baino ordu eta erdi geroago sartzen da. 19 h eta 22 h bitarteko igoera zuzena. -24° eta -12° bitarteko deklinazioa. Saggitariusen hasiko du hila, ondoren Capricornusera igaroko da, eta Aquariusen amaituko du azkenik. Magnitudea -1,2tik -0,7ra jaitsiko zaio.

Artizarra

Arratsaldearen amaieran ikusi ahal izango da hilaren 12a baino lehen, eta egunsentia baino lehenago, hilaren 9tik aurrera; orbita-abiadura: 126.000 km/h.

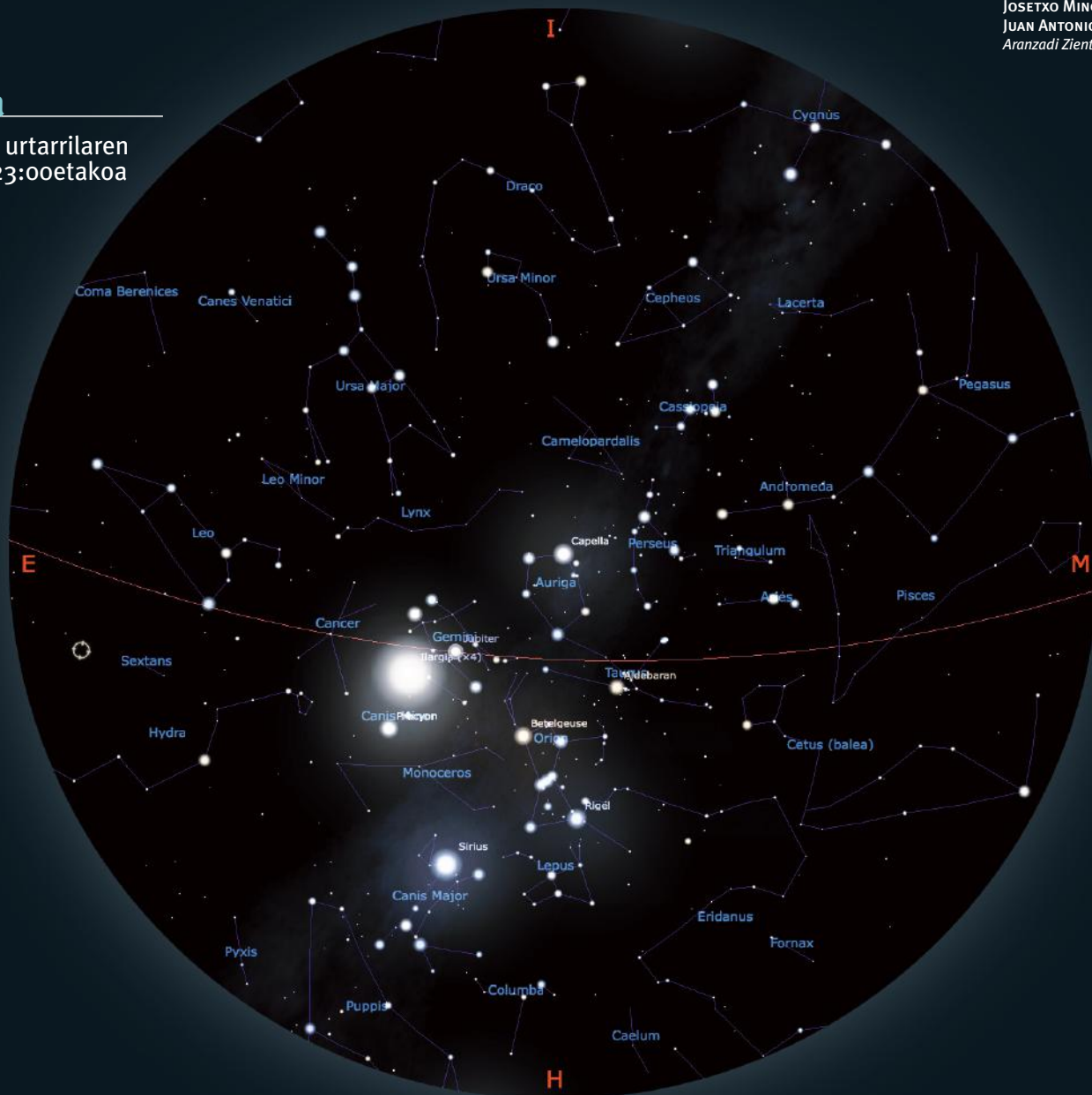
Eguzkia baino ordu eta erdi geroago ezkutatuko da hilaren 1ean, eta hura baino bi ordu lehenago aterako da hilaren 31n. Behe-konjuntzioan izango da hilaren 11n. Eta ohiz kanpo, hilaren 9tik 12ra arratsalde ere goizez ikusi ahal izango da. Izan ere, konjuntzioan ez da Eguzkira hurbiltzen 5°-ra baino gutxiagora, eta egun horietako ekliptikaren inklinazioak ez dio uzten. 20 h eta 19 h bitarteko igoera zuzena. -18° eta -15° bitarteko deklinazioa. Saggitariusen igaroko du ia hil osoa, eta, azkenean, Scutum konstelazio txikitik pasatuko da. Magnitudea -4,1etik -4,5ra aldatuko zaio.

urtarrila 2014

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		

Zerua

2014ko urtarrilaren
15eko 23:00etakoa



Marte

Gauaren bigarren zatian ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 86.760 km/h.

Hilaren 1ean, gauaren erdialdera aterako da, eta hilaren 31n, gauaren hasiera aldera. Hilaren 3an, Mendebaldeko Koadraturan egongo da, eta hilean zehar distira handituz eta behatzeko aukerak hobetuz joaten dira, harik eta 3 hilabeteren buruan oposizioan izan arte. 13 h-ko igoera zuzena. -03° eta -06° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Virgin izango da. Magnitudea azkar aldatuko zaio 0,8tik 0,2ra.

Jupiter

Gau osoan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 47.160 km/h.

Oposizioan hilaren 5ean. Eguzkia sartu eta ordu-laurden batera aterako da hilaren 1ean, eta 2 ordu eta erdi baino gehiago lehenago hilaren 31n. Behatzeko kondizioak bikainak izango dira.

7 h-ko igoera zuzena. 22° -tik 23° -ra bitarteko deklinazioa. Hil osoan Geminin izango da. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, $-2,7$ tik $-2,6$ ra.

Jupiterren hurrengo oposizioa 2015eko otsailaren 6an izango da.

Saturno

Gauaren amaieran ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 34.560 km/h.

Eguzkia baino 4 ordu lehenago aterako da hilaren 1ean, eta 5 ordu eta erdi lehenago, 31n. Hilaren 15ean, egunsentian, hegoalde hego-ekialdeko horizontetik 20° -ra izango da. Teleskopio batekin, planetaren itzala ikus daiteke, ipar-mendebaldeko eratzunen diskoan. 15 h inguruko igoera zuzena. -16° -ko deklinazioa. Libran izango da hil osoan. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 0,6tik 0,5era.

Urano

Gauaren lehenengo zatian ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 24.480 km/h.

Argi-poluziorik ez badago, begi hutsez ikusi ahal izango da oraindik gauaren hasieran, 40° -ra hego-mendebaldeko horizontearen gainean. 0 h-ko igoera zuzena. $+03^{\circ}$ -ko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, 5,8tik 5,9ra.

Neptuno

Gauaren lehenengo orduetan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 19.440 km/h.

Ikusgai den aldia amaitzen ari da. 22 h-ko igoera zuzena. -11° -ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen izango da. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, 7,9tik 8ra.

* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

Gu = gure zelulak + gure mikroorganismoak



Azken urte hauetan, ikerketa ugari egin dira ikusteko zer elkarreragin dagoen hesteetako mikroorganismoen (mikrobiotaren) eta gure gorputzaren artean. Ikerketa horiek orain arteko ikuspegia aldatzea ekarri dute, ikertzaileek frogatu baitute elkarreragina uste baino askoz ere estuagoa eta garrantzitsuagoa dela. Izan ere, lehen irudikatu ere egiten ez ziren alderdi askotan eragiten du mikrobiotak, hala nola metabolismoan, immunologian eta neurologian. Jose Ramon Bilbao genetikariarengana eta Miren Basaras mikrobiologoarengana jo dugu argibide gehiagoren bila.

IRUDIGILEA: STEVEN H. LEE /NATURE.



Droneak, zeruaren kolonizatzaile berriak

Gidaririk gabeko ibilgailuei buruzko berri gero eta gehiago entzuten da azkenaldian. Gerra-tresna gisara sortu ziren, eta, orain arte behintzat, gehienbat horretarako erabili dira, espionatze-lanetarako edo eraso selektiboak egiteko. Eta gizartera ere iritsi dira. Dagoeneko inor gutxi harritzen da airetik ateratako argazkiak edo bideo-irudiak ikustean, baina aurrera begira badirudi erabilera mugagabea izan daitekeela. Lanbide Heziketaren munduan ere sartu dira droneak, eta, gauzak asko aldatzen ez badira, etorkizuneko hainbat lanbideren oinarri izan daitezke.

ARG.: BEÑARDO KORTABARRIA/ELHUYAR ZIENTZIA.

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

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

Publizitate-arduraduna: Maier Tapia, m.tapia@elhuyar.com

Hizkuntza-arduradunak: Eider Arrizabalaga,
Alfontso Mujika, Patxi Petrirena.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeite, Ana Galarra,
Beñardo Kortabarría, Guillermo Roa.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin
eta Josexto Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea),
Elisabete Alberdi, Itziar Cortes, Dani Fano, Edorta Ibarra,
Oier Lakuntza, Igor Leturia, Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: NASA, ESA, J. Hester eta A. Loll (Arizona
State University)

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetza: Izaro Aizpurua, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 51 €*. Beste herrialdeak: 76 €*.
*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo
dizugu harpidetza-sarian.

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

CC BY-NC-ND Elhuyar
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 0213-3687

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

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

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



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, HIZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA



DANOBATGROUP

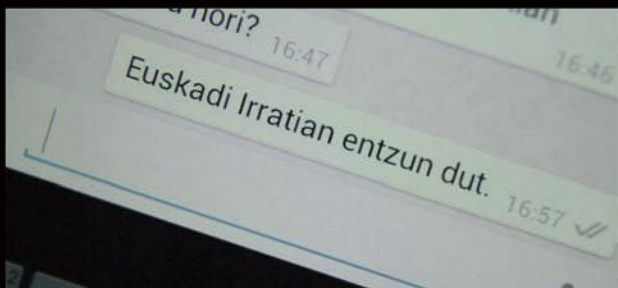
ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; IKERLAN Koop. Elk.;
Mccgraphics; Eika Koop. Elk.; ALECOP Koop. Elk.; ULMA

Oparitu zientzia, oparitu **Elhuyar** aldizkariaren harpidetza



aldizkaria.elhuyar.org





 **euskadi
irratia**
gertu