307 2014ko apirila

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

elhuyar Zientzia

Big Banga
Inflazioaren teoriaren frogaz

Istorioa:
Giordano Bruno
Jose Ramon Etxebarriaren eskutik

FRACKING

HAUSTURA HIDRAULIKOAZ eztabaidatzen

4,70 euro

elhuyar
Zientzia

Elkargokide izateak bere saria du

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

Euskal Autonomia Erkidegoko elkargo hauekin dugu lankidetza-hitzarmena:

- Arabako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Odontologo eta Estomatologoen Elkartea
- Gipuzkoako Sendagileen Elkargo Ofiziala
- Euskadiko Fisioterapeuten Elkargo Ofiziala
- Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Peritu eta Industri Injineru Teknikoen Elkargo Ofiziala
- Bizkaiko Odontologo eta Estomatologoen Elkargo Ofiziala
- Euskadiko Biologoen Elkargo Ofiziala
- Topografia Ingeniari Teknikoen Elkargo Ofiziala. Arabako Ordezkaritza

Deskontu honetaz baliatu ahal izateko, idatzi mezu bat harpidetza@elhuyar.com helbidera, edo deitu telefono honetara: 943 36 30 40

www.elhuyar.org

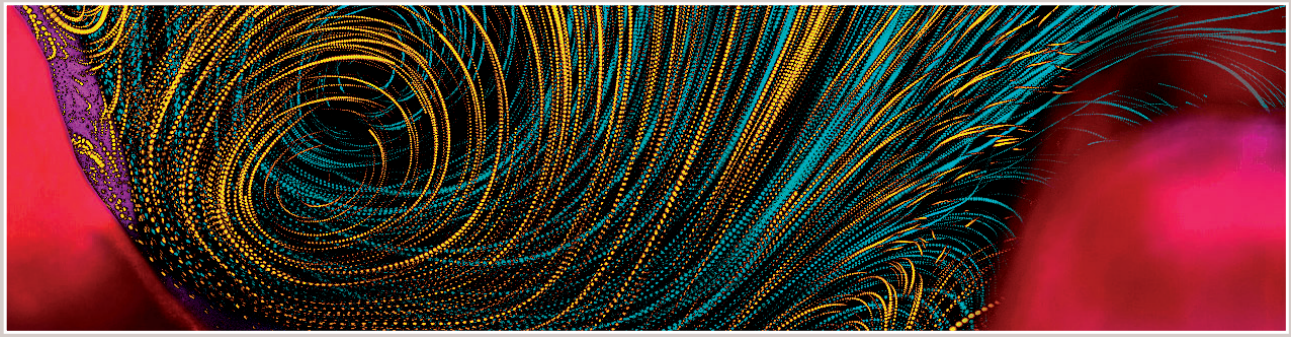
* Harpidedun berrientzat eta dagoeneko harpidedun direnentzat, 2014. urtean zehar

307

“30 urte itxaron du teoria berretsiko lukeen frogaren zain” 25

“Horrez gain, lurzoruan duen inpaktua dago. Nire iritziz, agian hori da inpakturik nabarmenena” 34

“Kostatzen den baino merkeago ari da saltzen, diru-laguntzak jasotzen dituelako” 35



“Nik badakit zuen eromen gorenak kondenatzen nauela. Zergatik? Egian bilatu nituelako argiak” 40

“Niretzat badago beste erronka bat, hori baino zirraragarriagoa: garuna” 43

atarikoa [

Fracking edo haustura hidraulikoa auzitan

Haustura hidrauliko bidez Araban gasa eraucteko asmoak eztabaida bizia eragin du proposatu zen unetik bertatik. Proposamenaren albistea 2011n izan genuen, orduko lehendakari Patxi Lopezek Dallasera egindako bidaia batean egindako adierazpen batzuen bidez. Berehala zabaldu zen gizartera teknika horren ingurumen-arazoen eta arriskuen berri, pospolo bat txorrotara hurbildu eta ura sutan erakusten zuten bideoekin batera. Esan liteke gaitzespena, mesfidantza eta ezjakintasuna direla nagusi haustura hidraulikoaren inguruan.

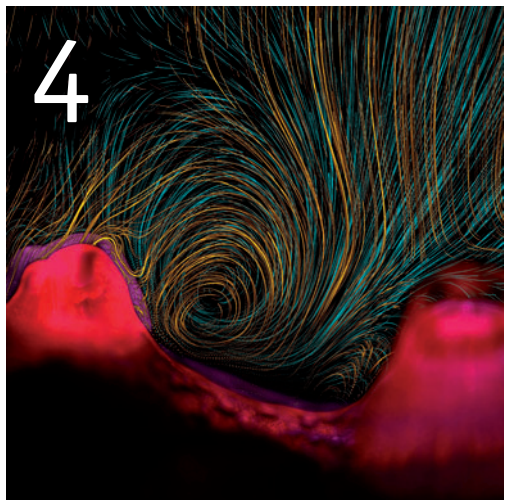
Haustura hidraulikoa arroken poroetan gordetako hidrokarburoa erauzteko teknika bat da. Gasa dagoen sakonerarainо zundatu, eta ura sartzen da presioan, beste hainbat konposaturekin batera, arrokak puskatzeko, haietan gordetako gasa putzura jariatu dadin, gero biltzeko.

Estatu Batuetan aspaldi erabiltzen den teknika izanagatik, gutxi hedatu da handik kanpora, ohiko gas-biltegiak ustiatzea baino garestiagoa delako, besteak beste. Hidrokarburoen gailurrera iritsi ahala, ordea, ez-ohiko iturriekiko interesa handitu egin da, lehen errentagarri ez zena lehiakorrago baita itxuraz orain.

Ingurumenaren ikuspegitik, teknikaren alde txar nagusiak dira akuiferoak kutsatzeko arriskua, kontsumitzen duen ur-kantitatea eta ustiaketek hartzen duten azalera handia. Teknikaren segurtasuna zalantzan jartzen ez dutenek, berriz, autonomia energetiko handiagoa eskuratzeko aukera eta sorraraziko duen jarduera ekonomikoa nabarmentzen dituzte alde onen artean.

Horretaz guztiaz ari dira barruko orrietan Itxaso Arostegi Olalde ingurumen-aholkularia eta Javier Arostegi Garcia EHUko Mineralogia eta Petrologia saileko irakaslea: teknikaren ezaugarriez, Arabako proiektuez, balizko arriskuez eta aukerez, bai eta errentagarritasun ekonomikoaz, diru-laguntzez eta gure estrategia energetikoaz ere. Haien esanean, alde handia dago haustura hidraulikoaren balizko kalteen eta onuren artean, eta epe luzera begiratzeko aldarria egiten dute, dugun dirua inbertituz aurrezten eta eraginkortasuna hobetzen lagunduko duten ikerketetan.

Eider Carton Virto
Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren zuzendaria



Zientzia irudikatzearen erronka

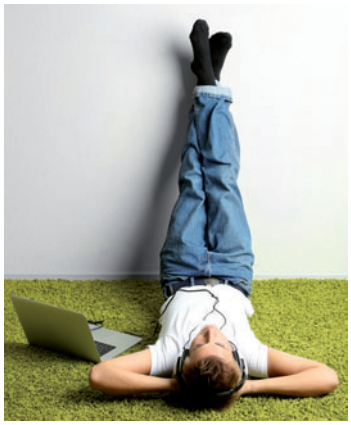
Zientzia begietatik sartzea lortzen duten lanak saritzen ditu urtero *Science* aldikzariak eta NSF-k antolatzen duten International Science & Engineering Visualization Challenge lehiaketak. Argazkien eta ilustrazioen kategoriako saridunak dituzue hurrengo orrietan.

HAUSTURA HIDRAULIKOARI buruzko eztabaida

Eztabaida bizia piztu du Arabako zenbait lekutan lurpeko gasa haustura hidraulikoaren bidez (ingelesez, *fracking*) erauzteko aukerak. Teknika horri buruz hitz egiteko, Javier Arostegi geologoarekin eta Itxaso Arostegi ingurumen-aholkulariarekin bildu gara. Haustura hidraulikoa erabiltzeak izan ditzakeen aukerak eta arriskuak aztertu dituzte, eta energiaren erabilerari buruzko gogoeta egin dute.

20
Irakurri beharrean, entzun

Azkenaldian makinekiko ahots bidezko komunikazioa gero eta gehiago hedatzen ari da, ahots-teknologiei esker. Hemen ere ari gara horretan lanean, eta *Elhuyar* aldizkaria eta Zientzia.net, irakurri beharrean, entzun egin daitezke orain.

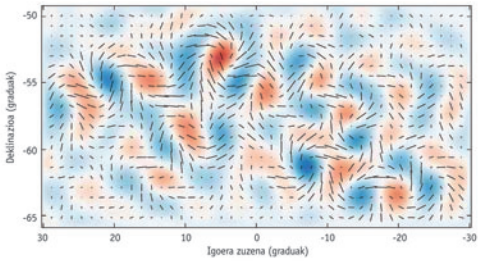


LEKUKOA

Ana Zubiaga

Genetikako katedraduna da, eta Giza Genetikako eskola teorikoak eta praktikoak ematen ditu EHUn. Irakasle izateaz gain, ikertzaile ere bada. Genetikaren historiaren azken urteei errepasoa egiteaz gain, aurrera begira jarrita, erantzun harrigarriak eman dizkigu.

43



Inflazioaren teoriaren frogaz

23

BICEP2 irrati-teleskopioak hondoko mikrouhin-erradiazioan egin duen detekzioak aztoramena sortu du, ez bakarrik kosmologoen, astronomoen eta fisikarien artean, baita komunikabideetan ere. Izan ere, BICEP2ko astronomoek aurreratu dute detekzioa berresten bada "mugarri" izango dela.

40
Giordano Bruno

Mundu bat baino gehiago zeudela aldarrikatzea eta beste hainbat heresia leporatuta, bizirik erre zuten Giordano Bruno 1600. urtean. Brunok hiltzeko bezperetan idatzitako poema euskaratu eta eskaini digu EHUko ingeniari eta fisikari Jose Ramon Etxebarriak.

sarean+

aurkibidea

4 FLASHA
Zientzia irudikatzearen erronka

10 ALBISTEAK

20 MUNDU DIGITALA
Irakurri beharrean, entzun

23 **Aztoramena, inflazioaren teoria indartzen duen frogaren ondotik**

28 **HAUSTURA HIDRAULIKOAZ EZTABAIDATZEN**

38 ANALISIA
BPGak ezkutatzen duena eta Giza Garapenaren Indizeak neurtzen ez duena
NEKANE JURADO

40 ISTORIOAK
Giordano Bruno

43 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Ana Zubiaga

44 GAI LIBREAN
Lurraz haragoko esploratzaileak
GORKA AZKUNE

48 GAI LIBREAN
Bota galdera!
IÑIGO LOPEZ-GAZPIO

51 GAI LIBREAN
Ardien biriketako adenokartzinomaren oinarri genetikoa
AMAIA LARRUSKAIN

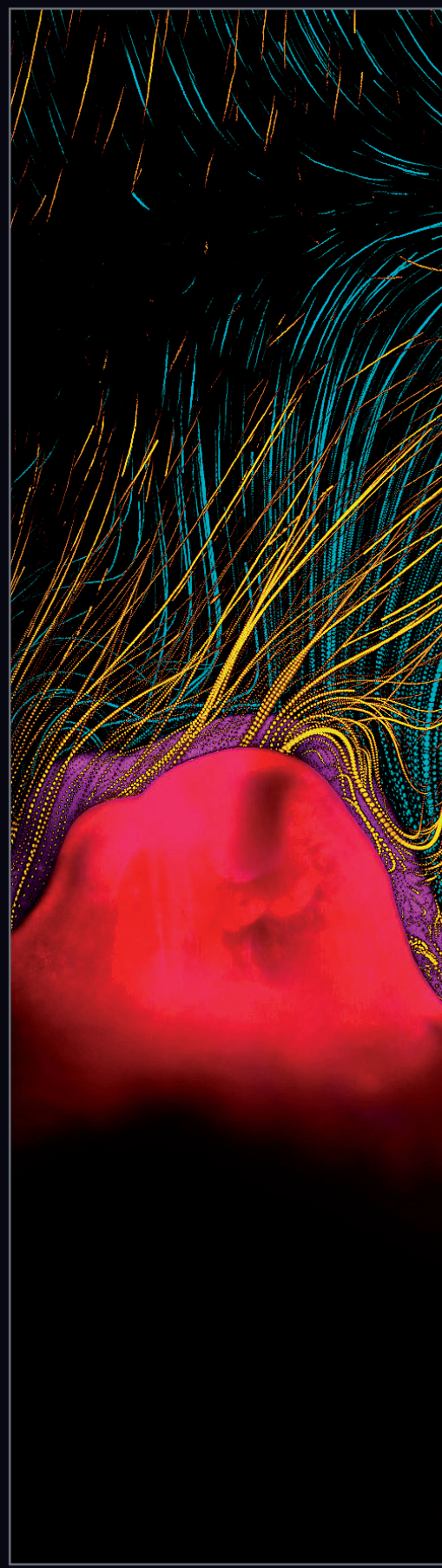
54 ASTRONOMIA

56 HURRENGO ZENBAKIAN

SCIENCE/NSF INTERNATIONAL SCIENCE & ENGINEERING VISUALIZATION CHALLENGE 2013

Zientzia irudikatzearen erronka

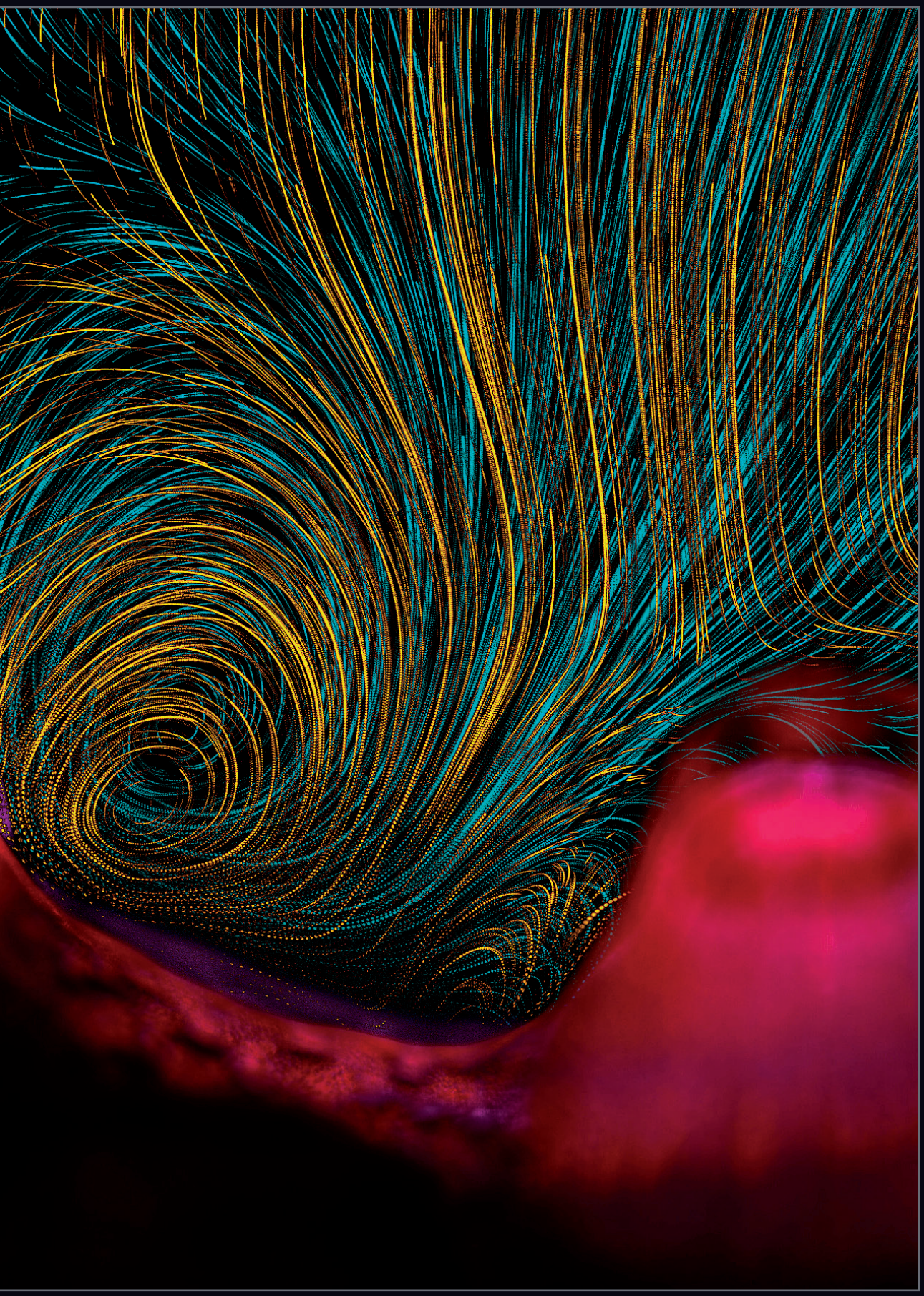
Zientzia begietatik sartzea lortzen duten lanak saritzen ditu urtero *Science* aldizkariak eta NSFk antolatzen duten International Science & Engineering Visualization Challenge lehiaketak. Aurten hainbat euskarritan egindako 18 lan saritu dituzte. Argazkien eta ilustrazioen kategoriako saridunak dituzue hemen.

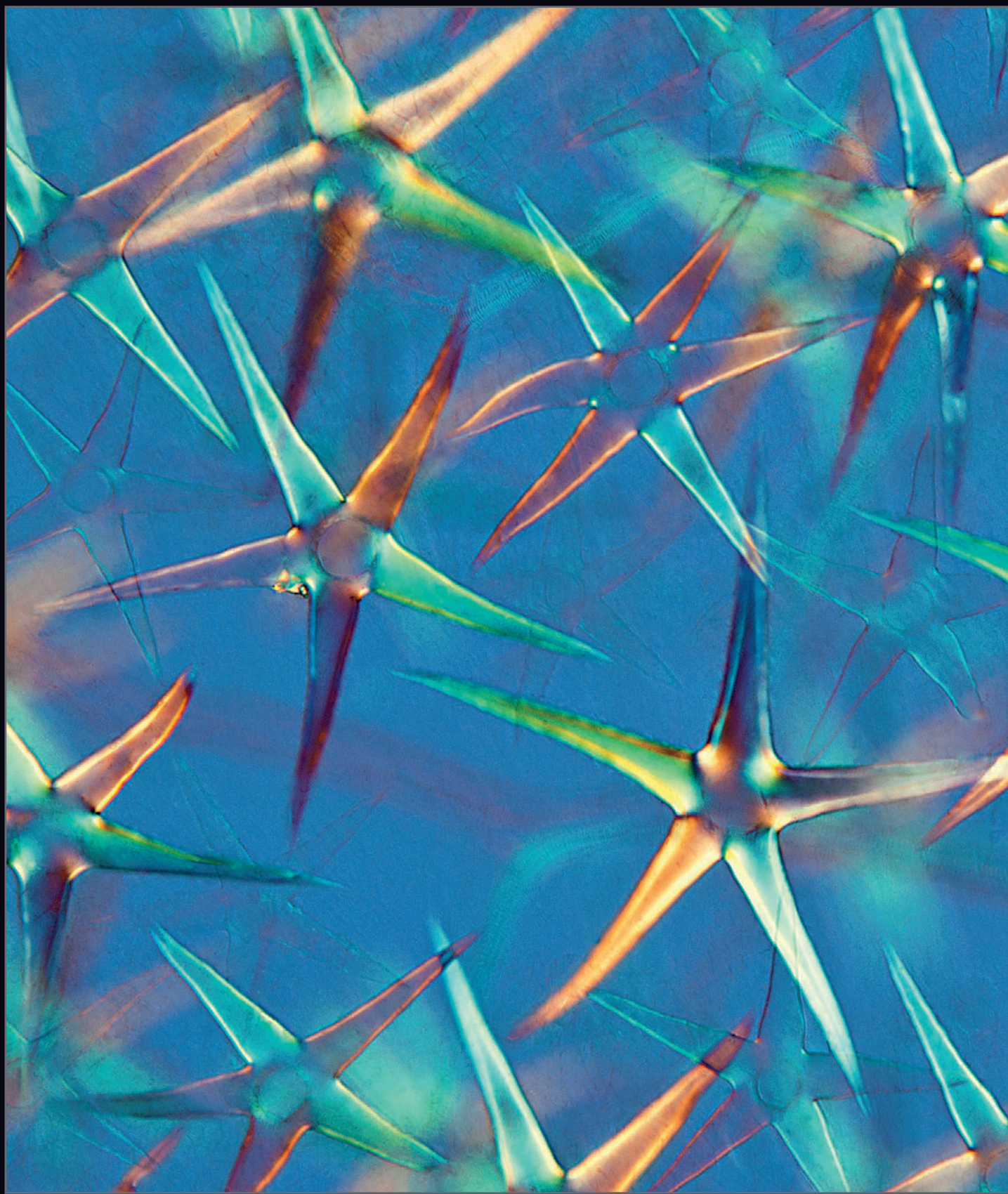


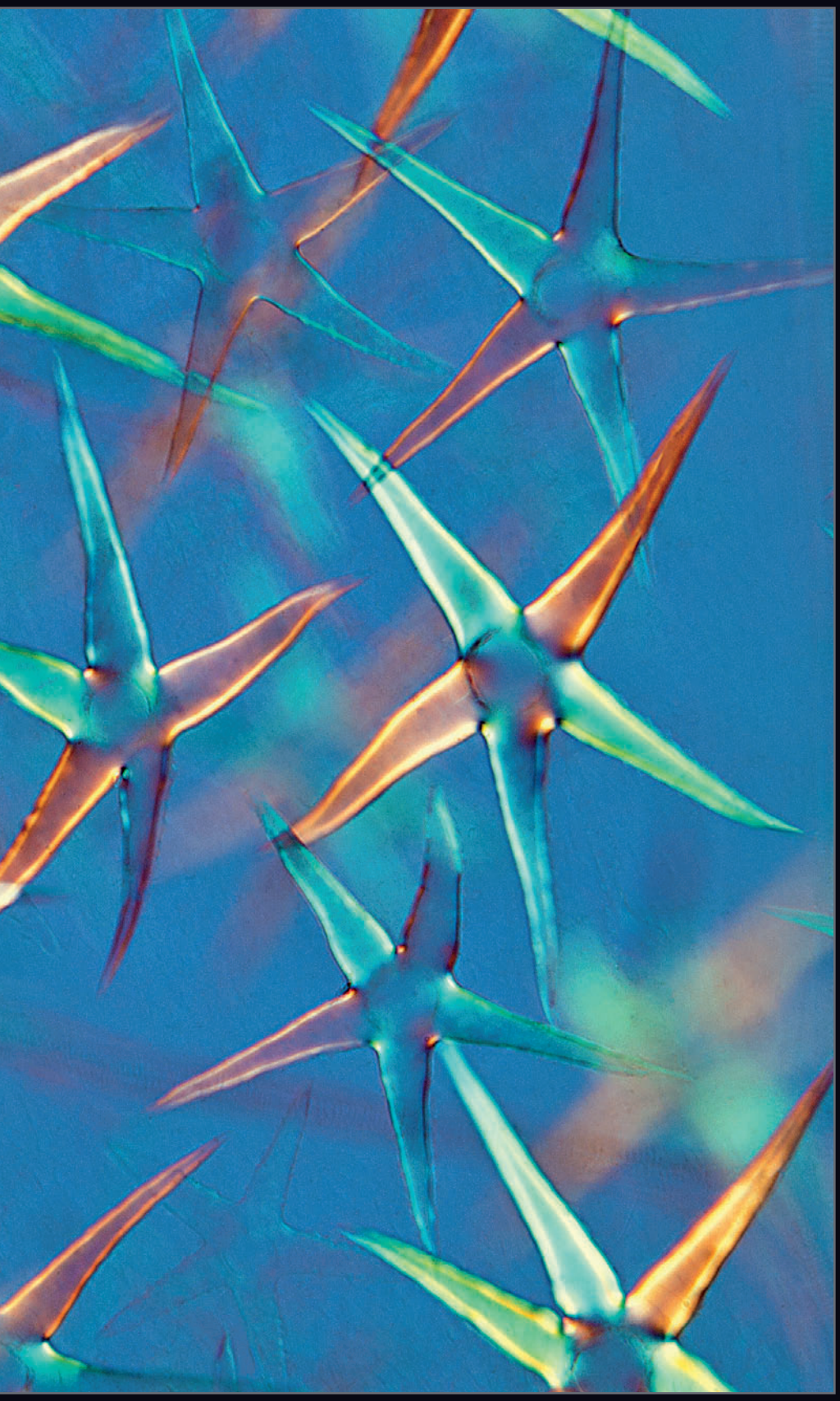
1. saria argazkietan

Koralek sortzen dituzten ur-zurrunbilo ikusezinak ikus daitezke argazki honetan. *Pocillopora damicormis* koralaren bi polipok (arrosaz) beren zilioekin eragindako ur-mugimendua ikusi ahal izateko, uretako partikulen mugimendua bideoz grabatu zuten, eta kolorea emanez irudi bakarrean jaso mugimendu guztia. Mugimendu horri esker lortzen dute polipoek elikagaiak erakartzea eta hondakinak kanporatzea.

Arg.: Vicente I. Fernandez, Orr H. Shapiro, Melissa S. Garren, Assaf Vardi eta Roman Stocker/MIT.







Aipamen berezia argazkietan

Izar hauek ileak dira, *Deutzia scabra* landarearen hostoetako ileak. Hosto latzak ditu *D. scabrak*; hain zuzen ere, zurgin japoniar batzuek lixa fin bezala erabiltzen dituzte. Argi polarizatuko mikroskopioaren laguntzaz, eta kaltzio sulfatozko kristal batetik argia iragaziz (XIX. mendeko teknika), landarearen ezkutuko edertasuna erakustea lortu du argazkilariak.

Arg.: Stephen Francis Lowry/Steve Lowry Photography.

1. saria ilustrazioetan

Neurozientzietan doktorea eta arte asiarraren zale amorratua da Greg Dunn, eta bere bi pasioak elkartu ditu lan honetan. Garuneko kortexeko neuronak irudikatu ditu, urrea, aluminioa eta beste hainbat material erabiliz. Neuronak margotzeko haize zorrotaden bidez zabaldu zituen pigmentuak mihisean.

Arg.: Greg Dunn, Brian Edwards (Greg Dunn Design)/ Marty Saggese (SfN)/ Tracy Bale (UPenn)/ Rick Huganir (Johns Hopkins University).

Gene bakarretik abiatuta sortzen dute mozorroa tximeletek

Gene berak erregulatzen ditu sexu-bereizketa eta hegoetako patroi imitatzaileak *Papilio polytes* tximeletetan

Papilio polytes tximeleta imitatzailearen ale bat (goian). *Pachliopta aristolochiae* tximeletaren hegoetako patroia imitatzen du (behean). ARG.: KHEW SIN KHOO; KRUSHNANEHG KUUTE.

Papilio generoko tximeletak imitatzaileak dira. Tximeleta toxikoen hegoetako patroiak imitatzeko gai dira, eta, horrela, harrapariak uxatzen dituzte, berez toxikoak ez diren arren. Gaitasun hori ez dute tximeleta guztiek, ordea. *Papilio polytes* espeziaren kasua muturrekoa da: tximeleta emeak bakarrik dira imitatzaileak; ez denak, eta, gainera, denek ez dute patroi bera imitatzen, baina arrak ez dira imitatzaileak.

Indiako Tata Institutuko ikertzaile batek zuzendutako nazioarteko talde batek tximeleta horiek ikertu ditu, ikusteko zer mekanismo genetiko eta erregulatzaile egon daitezkeen ezaugarri horien atzean, eta ikusi dute dimorfismo sexualari lotutako gene bat dela erantzulea: *doublesex* genea. Oso gene ezaguna eta ikertua da, izan ere, zelula somatikoen bereizketa sexuala erregulatzen du intsektuetan (*Drosophila melanogaster* fruta-eulian) desberdin espresatuz arretan eta emeetan. *Papilio polytes* tximeletan kasuan, funtzio erregulatzaile horretaz gain, hegoetan zer patroi garatuko den ere erregulatzen du gene horrek berak.

Gene bakarraz osatutako supergenea

Ikerketaren emaitzak *Nature* aldizkarian argitaratu dituzte, "Doublesex is a mimicry supergene" izenburupean (Doublesex imitazioaren supergene bat da). Ikertzaileek bi alderdi nabarmendu dituzte egindako lanetik. Batetik, gene bakar bat izatea tximeletan hegoetan patroi bat edo beste bat sortzearen aktibatzailea. Izan ere, beste hipotesi batek dio oso hertsi erlazionatutako gene multzoek erregulatzen dituztela halako ezaugarriak: “supergene” esaten zaie, hautespen naturalaren aurrean, multzo osoak unitate bakar gisa jokatuko lukeelako. Kasu honetan, ordea, gene bakarrak betetzen du supergenearen rola.

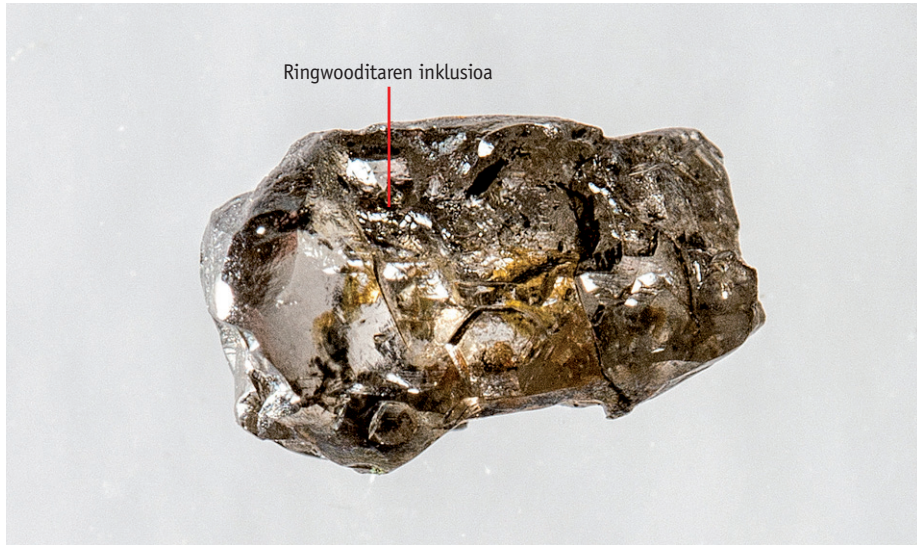
Papilio polytes tximeleta-espeziean emeak bakarrik dira imitatzaileak. Irudian ar eta eme ez-imitatzaileak ezkerrean, eta, eskuinean, eme imitatzaileak (hiru forma) eta imitatutako ereduak. ARG.: *NATURE* ALDIZKARITIK HARTUA.

Bestetik, ohartarazi dute tentagarria izan daitekeen arren iragartzea sexu bereizketaren bide molekularra behin baino gehiagotan faboratu duela hautespen naturalak, horren bidez erregulatzeko hegoetako patroi berezituak eta halako fenomeno polimorfikoak (sexu dimorfismoa bideratzeko aurrekonfiguratuta baitago bide hori), ez dela hori kasua. Adibidez, *Papilio glaucus* tximeleta-espeziaren kasuan, sexu-kromosometako aldaerak dira emeek dituzten ezaugarri mimetikoen erantzuleak.●

Zuzenketa-oharra

Aurreko aldizkariko (306) "Erradiografia margotuak" erreportajean aitortu gabe gelditu zen edukiaren zati baten iturria "Desayuno con fotones" bloga zela.

Mantuko uraren froga, diamante batean harrapatuta



Diamante honetan aurkitu da lehenengoz mantuan sortutako ringwoodita mineralaren lagin bat. 40 mikrometroko inklusioa non dagoen adierazi arren, ezin da ikusi eskala honetan.
ARG.: RICHARD SIEMENS, UNIVERSITY OF ALBERTA.

0,09 gramoko diamante baten ezpurutasun batean, mantuaren trantsizio-eskualdeko uraren lehen frogak aurkitu ditu Edomontongo Unibertsitateko ikertzaile-talde batek. Ezpurutasuna ringwoodita izeneko mineralaren 40 mikrometroko inklusio bat da. Oso presio handitan sortzen den olibinoaren forma bat da, eta, orain arte, meteoritoetan bakarrik aurkitu izan da, edo laborategian sintetizatu.

Brasilgo Juina distrituan (Mato Grosso estatua) aurkitu zuten diamantea, eta mantuaren trantsizio-geruzaren osaerari buruzko hipotesi nagusiaren aldeko lehen froga materiala zuen barruan. Hipotesi horren esanean, 410 eta 660 kilometro arteko sakonerako mantuaren geruza aberatsa da uretan, hala ematen baitu aditzera geruza zeharkatzen duten uhin sismikoen portaerak. Ur horren biltegietako bat ringwoodita izango litzateke, oso presio altuen ondorioz sortzen den olibinoaren forma bat.

Alfred Ringwood geologo australiarrak proposatu zuen lehenengoz hipotesi hori, 1950eko hamarkadan, baina orain arte ez zen inoiz aurkitu lurrazalean mantuan sortutako ringwooditaren laginik. Hipotesiaren arabera, trantsizio-eremuko presio handiek mantuko goi-geruzaren osagai nagusia den olibinoa formaz aldatzea eragiten dute, ringwoodita eta wadsleita formak sortzeko; forma horien kristalek ura biltegiratuko lukete, eta, mantuaren geruza hori urtsua izateak esplikatuko luke eremu horretan uhin sismikoek duten bat-bateko portaera-aldaketa. Hipotesiak 60 urte daramatza indarrean, eta, denbora-tarte horretan haren aldeko hainbat froga aurkitu dituzte zientzialariek: ringwoodita presio handiko talkak jasandako meteoritoetan detektatu zen lehenengo, eta, ondoren, laborategian sintetizatu ziren bai ringwoodita eta baita wadsleita ere, eta ikusi zen haien kristal-egiturek gaitasuna zutela ura biltegiratzeko.

Mineral preziatua eta iheskorra

Mantuan egon bazeudenaren froga materiala falta zen, eta hori da orain aurkeztu dutena Edomontongo Unibertsitateko ikertzaileek *Nature* aldizkarian. Raman espektroskopia bidez detektatu dute OH taldeen presentzia laginean, uraren adierazle. Neurketen arabera, aurkitutako ringwooditaren masaren % 1,4 da ura. (laborategian sintetizatutako kristalek emandako balioekin parekagarria). Laginaren ur-kantitatea 410 eta 660 km arteko geruza osora estrapolatuko balitz, mantuaren trantsizio-geruzan $1{,}4.10^{21}$ kg ur egongo liratekeela kalkulatu du Bayereuth Unibertsitateko geologo Hans Kepplerrek *Nature* aldizkarian argitaratutako analisi-artikulu batean, "Lurreko ozeano guztien ur masa batuta bezainbeste" dio. Estrapolazio hori ezin dela egin ohartarazten dute, hala ere, Kepplerrek berak eta aurkikuntzaren egileek. Izan ere, arroka urtsuekin lotutako jarduera bolkaniko bortitz baten emaitza dira diamante horiek, eta, jarduera hori ez da ohikoa. Ondorioz, gerta liteke diamanteak sortu diren mantuko eskualde jakinak bakarrik izatea urtsuak.

Edonola ere, aurkikuntza handia da geologoentzat. Diamanteak aurkitzea nekeza bada, are nekezagoa baita diamante batean "harrapatua" aurkitzea olibinoaren presio altuko forma bat. Izan ere, "diamantea mantutik lurrazalera gerturatu ahala presioa jaisten denez, ringwoodita atzera olibino bihurtzea da normalena" azaldu du Kepplerrek. "Geofisikariak konbentzituta zeuden arren mantuko ringwoodita existitzen zela, inork ez zuen ikusi gaurdaino, eta gehienek, nik barne, ez zuten uste inoiz ikusiko zutenik halako lagin bat", aitortu du. Lagina hain da preziatua eta txikia, hurrena zer neurketa egin ondo pentsatu behar duela adierazi du aurkikuntzaren egile Grahan Pearsonek *Nature* aldizkariaren webgunean: "40 mikrometro besterik ez ditu laginak; horrek esan nahi du analisi bat edo bi gehiago besterik ezingo ditugula egin".

Mantuko uraren jatorriaz

Mantuaren trantsizio-geruza zenbateraino den urtsua eta ur horren jatorria zein den ez dago argi. Hipotesi baten arabera, jarduera tektonikoaren ondorioz, subdukzio-gune ozeanikoetan itsas azalarekin batera hondoratutako ura da. Beste hipotesi baten arabera, berriz, Lurra sortu zeneko materialetan zegoen jatorrizko ura da mantuan dagoen hori. Ringwoodita-laginean aurkitutako hidrogeno-atomoen deuterio/hidrogeno arrunt proportzioa neurtzeak pista bat emango luke urak zer jatorri duen jakiteko, baina, neurketa hori suntsitzailea da laginarentzat, eta, Pearsonen taldeak ondo pentsatu nahi du zer neurketa egin hurrena.

Garai interesgarriak. Begirada independentea.

argia

Harpidetza etxean jaso nahi dut

ARGIAren urte osoko harpidetza

(46 zenbaki, 11 Larrun, Urtekaria)

Hego Euskal Herrian 12 € hilean
Ipar Euskal Herrian 15 € hilean

Izen-abizenak

Helbidea

Posta kodea Herria

Herrialdea

N.A./I.F.K.

Telefonoa

e-posta

Kontu zenbakia (20 digitu)

☐ Ikasle bazara (unibertsitate / euskaltegi) edo Gazte Txartela baduzu %25eko deskontua harpidetzan.

Postaz bidali edo 943 37 15 45 · harpidetza@argia.com

(Ongi tolestu zure datuak agerian egon ez daitezen)

TOLESTU

Jaso lekuan kobratu
SEILORIK EZ

argia
1-FD POSTA KUTXA
20160 LASARTE-ORIA
(GIPUZKOA)

ERANTZUN KOMERTZIALA
Baimen zkia. 17352
(B.O.C. 22/99-06-02koa)

TOLESTU

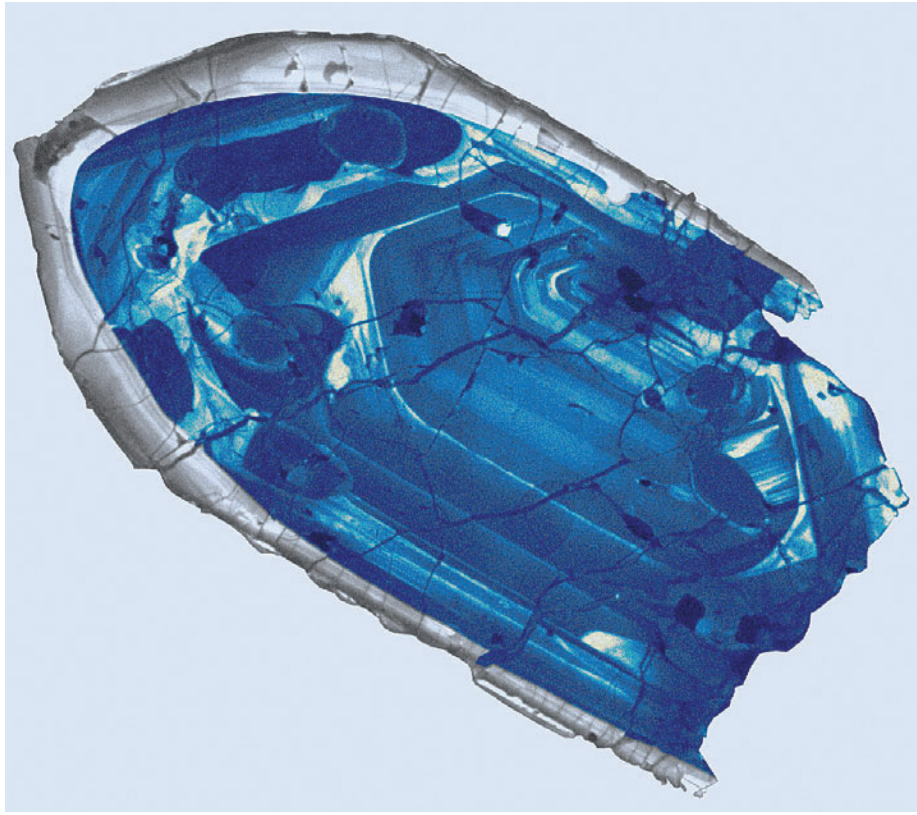
ZELO-PAPERA HEMEN ZIPRI

Ilargia sortu zen garaikoa da Lurreko harririk zaharrena

Australiaren mendebaldean aurkitutako zirkoi puska bat da lurrazalean solidotu zen material zaharrena. Wisconsin-Madison unibertsitateko ikertzaileen arabera, duela 4.400 milioi urte inguru sortu zen kristal hori; horrenbestez, lurrazala uste baino lehenago eratu zela ondorioztatu dute, Eguzki Sistema sortu eta 160 milioi urte geroago eratu zela kalkulatu baitute.

Ikertzaileek *Nature Geoscience* zientzia-aldizkarian argitaratu dute ikerketa. Artikuluan azaldu dutenez, magma solidotzean, uranio- eta berun-atomoak harrapatuta geratu ziren kristalean, eta haien desintegrazio erradioaktiboaren ratioa aintzat hartuta lortu dute jakitea zer adin duen. Beste metodo batzuen bidez lortutako emaitzek ere bat egiten dute horrekin; hortaz, 6 milioi urteko erroretartearekin, zirkoia duela 4.374 milioi urte eratu zela baieztatu dute.

Horrez gain, ikertzaileek Ilargiaren sorrerarekin lotu dute zirkoiaren eraketa. Hain zuzen ere, uste da garai hartan, Marteren neurriko astro batek Lurra jo zuela eta talka horren ondorioz sortu zela Ilargia. Aldi berean, talkak magma-itsaso bat sortu zuen Lurrean, eta magma kristaltzean eratu zen zirkoia. ●



Ikertzaileen arabera, zirkoi hau da Lurreko harririk zaharrena. ARG.: JOHN W. VALLEY/UW-MADISON.

Loditasunaren atzean, elkarrengandik urrun dauden bi generen elkarrekintza

Obesitatean zer genek eragiten duten argitzeko bidean urrats bat eman dute, *Nature* aldizkarian argitaratutako ikerketa baten arabera. Aurretik, genomako elkarrekintza orokorrak aztertzeko ikerketetan ikusia zuten gene bat, FTO delakoa, obesitatearekin lotuta dagoela. Ikerketa horietan, halaber, zehaztu zuten gene horren eskualde ez-kodetzaileko eremu jakin baten (introi baten) aldaerak zirela horren erantzuleak; alegia, horiek dituztenek joera handiagoa dutela obesitatea izateko. Orain, nazioarteko ikertzaile-talde batek argitu du genomako zer eskualderi eragiten dion FTO genearen introi horrek. Hain zuzen, IRX3 genearen espresioari eragiten diola ikusi dute, FTOtik ehunka mila base-parera dagoen gene bati.

"Gure datuek garbi adierazten dute IRX3 geneak gorputzaren masa eta konposizioa kontrolatzen eta erregulatzen duela", dio Marcelo Nobrega Chicagoko Unibertsitaeko irakasle eta ikerketaren egileetako batek. Hortaz, "FTO genearen eta obesitatearen artean loturarik badago, gene horrek IRX3ri eragiten diolako da", argitu du. Elkarrekintza hori, gainera, gizakietan, saguetan eta zebra-arrainetan behatu dute.

Ondorio horretara iristeko, FTO genearen bi aldeetara dauden milioi bat base-pare aztertu zituzten, eta bertako promotoreen erantzuna behatu. Promotoreek geneen espresioa aktibatzen duten eremuak dira, eta ikertzaileek ikusi zuten obesitatearekin lotzen zuten FTO genearen introiak ez zuela inolako eraginik FTO genearen promotorean. IRX3 genearen promotoreari erreparatzean, ordea, frogatu zuten introi horren aurrean erantzuten duela; hain zuzen, gene horren espresioa areagotzen du.

IRX3 genearen funtzioa egiaztatzeko asmoz, gene hori gabeko saguak diseinatu zituzten, eta haien metabolismoa eta gorputz-egitura aztertu zituzten. Bada, ikusi zutenez, saguok sagu normalak baino argalagoak dira, % 30 inguru, gorputzean gantz gutxiago metatzen dutelako. Gantzetan aberatsa den dieta emanda ere, sagu eraldatuek ez zuten pisurik hartzen, ezta gantz gehiago metatzen ere. Dieta hori sagu normalei ematean, berriz, pisua bikoiztu egin zuten. ●

Argi-izpiak metastasiaren ikerketan

Burmuineko metastasian ezinbestekoa den mekanismo bat aurkitu dute

Hamar urteko lanaren ondoren, Joan Massagué ikertzaileiaren taldeak minbizidun zelulen metastasian ezinbestekoa den mekanismo bat aurkitu du. Ikerketaren emaitzak *Cell* aldizkari espezializatuan argitaratu dira; artikuluan azaltzen dute nola eragiten duten biriketako eta bularretako minbiziek metastasia burmuinean. Mekanismo hori ezgaitzea lortuko balitz, metastasia saihestea eta minbiziaren ondoriozko heriotza-kopuruak gutxitzea espero du Joan Massaguék. "Emaitzak itxaropentsuan dira, baina helburua zaila da eta arrakasta ez dago ziurtatua" aitortu du Massaguék.

Ikertzaile kataluniarrak New Yorkeko Sloan Kettering zentroan egiten du lan, eta dagoneko hasi da metastasiari aurre egin ahal izango lioketen antigorputzak sortzeko lanean. Gero saguekin entseguak egin nahi ditu.

Joan Massaguéren arabera, metastasia da minbizi-kasu gehienetan heriotzaren eragile. Izan ere, askotan, hasierako tumoreek ez dute eraginik izaten organo nagusiengan; metastasiak, ordea, bai. Hori dela eta, ikertzailearen taldeak mende hasieran erabaki zuen hasierako tumoreei buruzko ikerketak alde batera uztea, eta metastasia ikertzen hastea.

Bere aurkikuntzaz hitz egitean, Massaguék dio metastasiaren kolonizazioaren mekanismo orokorra dirudiela. Dirudiela dio, beste tumore-mota bati eta beste organo batzuei eragiten dien metastasiaren mekanismoaren oinarria bera dela frogatu nahi duelako ondorengo hilabeteotan. "Hori horrela balitz —adierazi du kataluniarrak—, metastasiari aurre egiteko botika zehatzak garatu ahal izango genituzke".

Joan Massagué ikertzaile kataluniarra.
ARG.: E:B./SINC. CREATIVE COMMONS LIZENTZIA.

Massaguéren taldeak identifikatu duen mekanismoaren oinarrizko pieza plasmina izeneko entzima da, odolari koagulatzen uzten ez dion entzima bat. Burmuinean, gainera, odolaren bidez iristen diren minbizidun zelulen aurrean babes funtzioa du. Sloan Kettering zentroko ikertzaileek jakin dutenez, plasminak, batetik, minbizidun zelulak odol-hodietan itsastea saihesten du, eta tumore berriak sortzea eragozten du; bestetik, zelula tumoralen autosuntsiketa bultzatzen du.

Mekanismo hori minbizidun zelula gehienak suntsitzeko gai da, baina ez guztiak. Suntsitzen ez diren zelula horiek odol-hodietara itsasteko gaitasuna berreskuratzen dute, L1CAM izeneko molekula batez baliatuta, molekula horrek ezaugarri itsasgarriak ditu eta. Molekula hori blokeatzeko botikaren bat sortuko balitz, minbizidun zelulak ez lirateke odol-hodietara itsatsiko berriro, eta ezin izango lituzkete tumore berriak eratu.

Botikak sortzen hasi baino lehen, ordea, lehenik egiaztatu beharra dago burmuinean metastatasia eragiten duen mekanismoa eta beste organo batzuetan eragiten duena mekanismo bera direla. Hipotesia egiaztatzen bada, frogatzen bada, ondorengo hilabeteetan entseguak hasiko diuzte saguekin, eraginkorra izango den eta albo ondorio larririk izango ez duen botika aurkitu arte. "Baina, triunfalismorik gabe, metastasia oso mekanismo konplexua delako" ohartarazi du Massaguék.

Baleen ekolokazio goiztiarra, buru-hezur fosil batean

28 miloi urte dituen balea fosil bati esker, zetazeoen ekolokazioa oso goiz garatu zela ikusi du ikertzaile-talde batek, *Nature* aldizkariak argitaratu duenez. Kalifornian aurkitutako fosila, *Cotylocara macei* espezie berrikoa, oligozenokoa zen, eta ezaugarri anatomikoen azterketak erakutsi du ekolokazioa baliatzeko egokituta zegoela: hezurren dentsitate-aldaketak eta airearentzako barrunbeek hala ematen dute aditzera.

New Yorkeko Teknologia Institutuko Medikuntza Osteopatikaren Eskolako ikertzaile-talde batek egin du aurkikuntza. Haien esanean, gutxienez duela 32 bat milioi urte bereizi zen iraungitako familia batekoa da aurkitutako fosila. Horrek esan nahiko luke ekolokazioaren forma primitibo batek lehenago eboluzionatu zuela, *Cotylocara* familiako baleak eta gaur egungo horzdun baleen arbaso komuna bereizi aurretik, duela 32 eta 35 milioi urteren artean. Ikertzaileek nabarmendu dute fosilaren aurkikuntzak baleen dibertsifikazioa gertatzen ari zen garaian kokatu duela ekolokazioaren eboluzioa, "garai hartan ari ziren aldatzen baleen gorputzaren tamaina, garunaren tamaina erlatiboa eta elikadura patroiak", adierazi dute.

Duela 28 milioi urteko *Cotylocara macei* balearen buru-hezurra.
ARG.: JAMES CAREW ETA MITCHELL COLGAN.

Ilunpeko egonaldiek entzumena hobetzen dute

Saguekin egindako esperimentuek erakutsi dute ikusmen faltak soinuaren maiztasunak eta intentsitateak bereizteko gaitasuna handitzen duela

Astebetez ilunpean egon diren saguek hobeto prozesatzen dute soinua, argitan egon direnek baino. Marylandeko eta John Hopkins Unibertsitateetako neurologoek emaitza hori argitaratu dute *Neuron* aldizkari espezializatuan.

Ray Charles efektua deitu diote, itsuei gertatzen zaien efektua baita (eta Charles musikari itsua zen); jakina zen ikusmen faltak beste zentzumen batzuk areagotzen dituela, entzumena batez ere. Hala ere, zientzialariek bazekiten garun gazte bat gai dela neurona-sareak berrantolatzeko, entzumena areagotzeko behar den prozesua egiteko alegia. Ikerketa honek frogatu du garun helduak ere gai direla berrantolaketa hori egiteko, saguetan behintzat.

ARG.: DUNCAN HULL/CC-BY

Gazteen kasuan errazago izan arren, sagu helduen kasuan ere gertatzen da: neuronek konexio gehiago sortzen dituzte talamoaren eta entzumen-kortexaren artean, astebetez ilunpean egon ondoren. Gainera, neuronen soinuaren aurreko erreakzio-denbora murriztu egiten da, eta sentikortasun handiagoa garatzen dute soinu baxuekiko. Azkenean, ilunpean egon diren sagu haiek askoz hobeto bereizten dituzte soinuaren maiztasunak eta hainbat soinuren intentsitateak argitan izan direnek baino.

Neurologoen esperimentuetan, ilunpeko egonaldiaren efektuak iraunkorrak izan ziren saguak argi-ingurunera itzuli ondoren, eta ikusmena ez zitzaien inolaz ere kaltetu.

Adituek ez dakite zenbat egun egon beharko lukeen pertsona batek efektu bera izateko, baina litekeena da ilunpeko egonaldiak erabilgarri izatea entzumen-arazoak tratatzeko. ●

Lurreko bakterioak, elektrizitate-sortzaile

Lurrez betako eta landarez estalitako taulen itxura dute, baina energia sortzen duten panel bio fotovoltaikoak dira. Kataluniako Arkitektura Aurreratuaren Institutuak, IaaC-k diseinatu ditu eta Bartzelonako Valldaura herrian duen kanpusean probatzen ari dira. Lurretan dauden bakterioak dira, berez, elektrizitatea ekoizten dutenak. Landareek sortutako elikagaiak metabolizatzean, elektroiak askatzen dituzte bakterioek, eta anodoa eta katodoa lur horretan jarriz, zirkuitu batera bidera daiteke elektroijario hori, hau da, elektrizitatea sortu eta erabili.

Bateria bizidun honen oinarriak erraza dirudien arren, panela diseinatzeko garaian hainbat aldagai kontuan eduki behar izan behar dituzte ikertzaileek; alde batetik, sistema ahalik eta eraginkorrena izan dadin, eta prozesua kontrolatzeko, bestetik. Hala, ikertzaileek ikusi dute lur bustiak elektrolisia errazten duela, anodoek eta katodoek gertu egon behar dutela, eta katodoen eraginkortasuna ez dela inguruko lur-bolumenaren araberakoa. Bestalde, katodoen formak kiribilduak elektroi gehiago biltzea laguntzen duela ere baieztatu dute. Lur-motak, aldiz, ez du eraginik bakterio-kopurua ia antzekoa baita guztietan.

Emaitza, mosaiko itxurako panel bat izan da. Gelaxka bakoitza bateria txiki bat da, hiruki formakoa, eta gelaxkak elkarrekin lotuta daude seriean, ahalik eta tentsio altuena lortzeko. Eraginkortasun energetikoaren eta landareen sustraiek behar duten lekuaren arteko orekak ezarri du unitate bakoitzaren neurria eta proportzioa. Horrek, eta gelaxka guztiak berdin ureztatu beharrak, Voronoi matematikari errusiarrak zehaztu zuen diagrama edo mosaiko-forma erabiltzera eraman ditu diseinatzaileak, funtzionamenduaren aldetik antolaketa egokiena zelako.

Panelaren barneko lurrean dauden bakterioek sortzen dute elektrizitatea. ARG.: APOSTOLOS.

Garatzaileen kalkuluen arabera, bi panel bio-fotovoltaiko nahikoa lirateke bonbilla bat pizteko, zortzi mikrouhin-labe bat martxan jartzeko eta hamasei, berriz, erradiadore batek funtziona dezan. ●

Zientzia
eta teknologia
Euskadi Irratiaren
sintonian,
Guillermo Roaren
eskutik

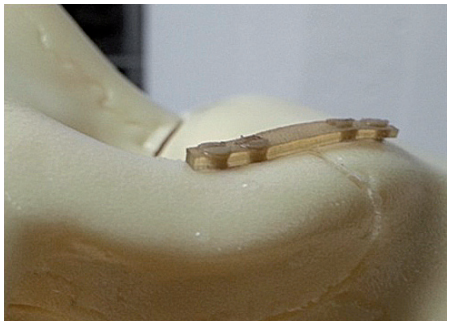
NORTEKO FERROKARRILLA

Larunbatetan, 15:00etan

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

eitb elhuyar Zientzia

Begi-orbitako hezur-haustura bat, % 100 zetazko torlojuekin eta plakekin finkatua. ARG.: GABRIEL PERRONE.



Zetazko torlojuak. Ohiko fabrikazio-prozesuak etabiliz sintetizatu dituzte ikertzaileek. ARG.: GABRIEL PERRONE.

Zetaz egindako inplante kirurgikoak garatu dituzte hautsitako hezurrak osatzeko

Estatu Batuetako Tufts unibertsitateko ikertzaileek zetaz egindako inplante kirurgikoak garatu dituzte; zeta-harren kapuluetatik eratorritako zeta puruaren proteinak erabiliz, plaka eta torloju kirurgikoak egin dituzte.

Hautsitako hezurrak osatzeko tratamenduetan, hezur zatiak lotu eta haustura sendatzeko, torlojuak eta plakak erabili behar izaten dituzte medikuek maiz eta, kasu gehienetan metal-aleazioz egindakoak dira. Baina metalek badituzte zenbait eragozpen: zurrunak direnez hezurretan presioa eragin dezakete, eta infekzioak sorrarazteko arriskua dute. Kasu askotan, gainera, hezurrak osatzen direnean inplantea kendu behar izaten da beste ebakuntza baten bidez.

Zetaz egindako inplanteek metal aleaziozkoek baino emaitza hobeak eman dituzte hezurren lesioak sendatzeko prozesuan. Eta oso baliagarria den beste ezaugarri bat dute: metalezkoak ez bezala, gorputzak xurgatu egiten ditu denborarekin. Ikertzaileen esanean, "egituraz hezurraren antzekoak, oso indartsuak, muturreko baldintzatan egonkorrak eta esterilizatzeko errazak" dira, eta osagai bioaktiboak gehitzeko aukera ere ematen dute, adibidez, antibiotikoak.

Egindako saioek oso emaitza onak eman dituzte: "Jarri genituen inplanteetatik batek ere ez zuen huts egin", argitu du ikerketaren arduradun David Kaplanek. Lehenengo probak laborategian egin zituzten, in vitro. Ondoren, arratoiekin aritu ziren, zetazko 28 torloju jarri zizkieten. Zetaz egindako torlojuak aurpegiko lesioak sendatzeko erabiltzea zen ikerketaren helburu nagusietako bat. Baina mota askotako hezur hausturak osatzeko erabil daitezke. Ikerketaren emaitzak *Nature Communications* aldizkarian kaleratu dituzte. ●

Plastisferaren arriskua aztergai

Ozeanoetako hondakin plastikoek mikrobioen ekosistema berrien habitat bihurtu dira; orain, hiru biologok mikrobio-komunitate horietako batzuk aztertu dituzte, Atlantikoaren iparraldean jasotakoak, eta *Vibrio* generoko bakterioak topatu dituzte, itsas ingurune horretan ohikoak ez diren bakterio kaltegarriak. Azterketaren emaitzak Sea Education Elkarteko Erik Zettler, Woods Hole Oceanographic Institutioneko Tracy Mincer- eta Linda Amaral-Zettler-ek argitaratu dituzte.

Aztertu dituzten mikrobio-komunitateak ekosistema osoak ziren; autotrofoak, heterotrofoak, harrapariak eta sinbionteak topatu dituzte. Hondakin plastikoetan bizi dira, itsas barruko inguru hidrofobikoa delako, eta, horrela, normalean garatzen ez diren komunitateek arrakasta izan dezakete. Material plastikoak ekosistema berriak sortu ditu ozeanoetan, eta ekosistema berrien multzoari plastisfera deitu diote zientzialariek.

Hiru biologoek aurkitutako bakterio batzuek polimeroen kateak degradatzen dituzte, alegia, hondakin plastikoak berak; hala ere, hondakinak iraunkorrak dira, eta beste bakterio eta alga askorentzat habitat egokia izaten jarraitzen dute. Aztertutako lagin batean, *Vibrio* generoko bakterioak azaldu dira, eta, genero horretako espezie batzuek gizakiarengan kolera eragiten dutenez, adituen ustez aurkikuntzak adierazten du plastisferan mikrobio kaltegarriak hedatzeko arriskua dagoela. ●

Sinbiosian bizi diren bakterioak eta protozooak, hondakin plastikoen mikrozuntzek osatutako inguru batean hazten. Irudia SEM mikroskopio elektroniko bidez hartutako argazki bat da, eta erakusten duen eremua 160 mikra zabal da. ARG.: ERIK ZETTLER, SEA EDUCATION ASSOCIATION©

Albiste gehiago webgunean +ZIENTZIA

Oparitu zientzia, oparitu *Elhuyar* aldizkariaren harpidetza

aldizkaria.elhuyar.org

elhuyar Zientzia

Irakurri beharrean, ENTZUN

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea

Gizakien arteko komunikazio-modu zaharrena eta ohikoena hizketa bidezkoa den arren, ordenagailuekiko elkarrekintza, tradizioz, idatzizkoa edo bisuala izan da. Azkenaldi honetan, baina, makinekiko ahots bidezko komunikazioa gero eta gehiago ari da hedatzen, eta hizketa automatikoki gero eta hobeto tratatzeko gai dira. Hemen ere ari gara horretan lanean, eta *Elhuyar* aldizkaria eta Zientzia.net, irakurri beharrean, entzun egin daitezke orain.

Ahots-teknologiak berriki arte asko erabili ez badira, ez da izan beharrik ez zegoelako, baizik eta teknologia oraindik nahiko heldua eta aurreratua ez zegoelako. Beharrak eta aplikazio posibleak ugariak izan dira betidanik.

Erabilera posible horietatik burura lehenengo etortzen zaiguna gailu digitalekiko interakzioa da. Ordenagailu, telefono edo tabletari aginduak teklatuan idatziz edo saguaz klik eginez eman beharrean, erosoagoa eta azkarragoa izan daiteke, kasu askotan, ahoz esanda egitea. Eta makinaren emaitza jasotzeko ere, pantailan irakurri beharrean, maiz erosoagoa izan daiteke entzutea. Ahots bidezko interakzioaren adibide dira gailu mugikorretan gero eta gehiago ikusten diren Siri moduko elkarrizketa-agenteak (2012ko urtarrilean hitz egin genizuen horiei buruz).

Pertsonen arteko komunikazioan ere lagundu dezakete. Itzulpen automatikoarekin konbinatuta, ahots-teknologiekin ahots-itzultzaileak egin daitezke.

Beste aplikazio bat informazioaren kudeaketa da. Idatziz dagoen informazioa erraz eta azkar maneiatzen dute ordenagailuek, eta tresna oso baliagarriak egiten ahal dira, bilatzaileak esaterako. Baina informazioa audio-grabaketak direnean, makinak ez dira gai ulertzeko, eta transkribatu egin behar dira. Aldiz, ahots-teknologien bidez hizketa ulertzeko gai badira, makinek berek bihurtuko lukete ahotsa testu, eta audiofitxategiak erraz indexatu ahal izango lirateke bilaketarako (horrela ari da, adibidez, BBC bere historia guztiko irratiko audio guztiak bilaketarako katalogatzen), edo filmak automatikoki azpititulatu.

AHOTSAREN SINTESIA

Ahots-teknologien barruan, arlo garrantzitsu bat ahots-ezagutzarena da; baina artikulu honetan kontrako norabideko teknologian zentratuko gara: ahots-sintesian, ingelesezko TTS (*Text To Speech* edo testutik hizketara) izenaz ere ezaguna. Teknologia horrek hizketa baten audioa sortzen du testu batetik, ahots sintetiko edo artifizialez, molde ahalik eta naturalean. Eta hori, neurri batean, nahiko lortua dago, intonazio neutro baterako behintzat. Bitxia bada ere, zientzia-fikziozko film zaharretan agertzen ziren robotak makina oso adimendunak ziren, eta ez zuten arazorik esaten zitzaiena ulertzeko; berek hitz egin, ordea, oso modu artifizial eta robotikoan (jakina) hitz egiten zuten. Baina errealitatean kontrakoa gertatu da: gaur egun nahiko ongi hitz egin dezakete makinek, ulertu, baina, ez hain ongi, eta adimendun izateko tarte handia falta da oraindik...

Ahots-sintesi emozioduna ere lantzen ari dira ikertzaileak, hau da, ahots sintetikoak haserrea, poza, harridura, pena eta horrelako emozioak ere adieraztea. Izan ere, kasu askotan ez da nahikoa gauzak intonazio neutroarekin esatea, adibidez, filmak-eta automatikoki bikoiztu nahi badira.

Sortzen den ahots sintetikoak naturala iduri dezan, benetako pertsonen grabaketa asko egin behar izaten dira, eta, hala, pertsona horren ahots bera duen hizketa lortzen da, benetako pertsona batek esandakoa dela ematen duena. Baina horrek badu arazo bat, ahots ezberdin asko behar direnean ez baitu balio (goian aipatutako filmen bikoizketarako, adibidez). Horregatik, ahotsen transformazioaren teknologia ere existitzen da, hau da, grabaketetan oinarritutako ahots sintetiko batek beste norbaitena dela eman dezan lortzeko teknologia. Hori era-

biltzen da, adibidez, hitz egiteko gaitasuna galdu duen jendearentzat bere ahotsaren antza izango duen ahots-sintetizadoreak egiteko.

EUSKARAZKO AHOTS-SINTESIA *ELHUYAR* ALDIZKARIA ETA ZIENTZIA.NET ENTZUTEKO!

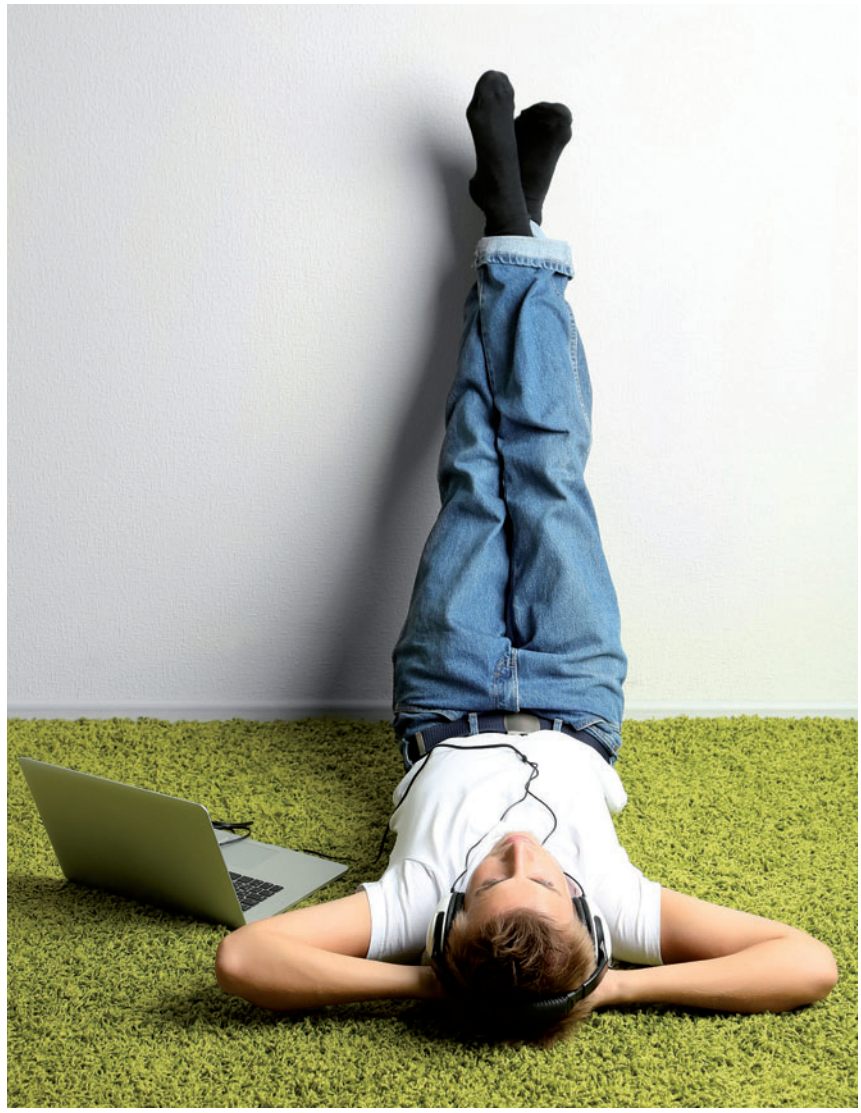
Arestian esan dugu ahots-teknologiak gaur egun nahikoa aurreratuta daudela eta gero eta gehiago erabiltzen direla. Teknologia horiek, baina, hizkuntzaren araberakoak dira (beharbada hizlariaren detekzioaren salbuespenarekin), eta ez daude garapen-maila berean hizkuntza guztietarako. Beti bezala, teknologiok oso garatuta daude hizkuntza gutxi batzuetarako (betikoak: ingelesa, gaztelania, alemana, txinera...), eta gainerako gehienetarako askoz atzerago.

Garapen onena duten hizkuntza horien mailan ez badago ere, euskara ez da, zorionez, azkeneko bagoian doazen horietakoa. Urteak daramatzagu euskararentzako ahots-teknologiak lantzen. Eta lan horretan aitzindari eta erreferente EHUko Aholab ikerketa-taldea dugu. Aipatutako teknologia guztiak landu dituzte eta lantzen ari dira.

Aholabek euskararentzat aurreratuen daukan teknologia, jakina, ahots-sintesiarena da. Oso kalitate oneko ahots sintetiko neutroa lortzen dute, aplikazioetan erabiltzeko modukoa. Horregatik, Aholabekin elkarlanean, Elhuyarreko Hizkuntza eta Teknologia unitateak webguneak irakurri beharrean entzuteko teknologia garatu du ahots-sintesi bidez.

Izan ere, jada ez dugu soilik mahai gaineko ordenagailuetatik nabigatzean webean. Gero eta gehiago ibiltzen gara Interneten gure smartphone eta tabletetatik. Eta horietan, webguneak irakurtzeko baldintzak ez dira sarri oso egokiak: pantaila txikia da (batez ere, telefonoetan), mugimenduan joaten gara maiz (oinez, trenean, autobusean...) eta abar. Aldiz, horrelako gailuetan, oso ohituta gaude edukia (musika, podcastak...) entzungailuez entzuten. Horregatik, oso interesgarria iruditu zitzaigun webguneak entzun ahal izateko teknologia hori garatzea. Erabiltzailea ordenagailu edo gailu mugikorrean edukia irakurri ordez entzuten joan ahal izango da, bitartean beste zerbait egiten duelarik.

Oraingoz, *Elhuyar* aldizkariaren webgunean (http://aldizkaria.elhuyar.org/) eta Zientzia.net-en (http://zientzia.net/) jarri dugu teknologia hori. Bertako eduki batean gaudela (artikulu bat, erreportaje bat...), barra bat agertuko zaigu, eta han "play" itxurako botoi tipiko bat. Hori sakatuta, artikulua entzuten hasiko gara. Entzuketa esaldiz esaldi egiten da, eta entzuten ari garen esaldia markatuta agertzen da. Era berean, entzuketan



ARG.: © SEREZNIY/123RF

nabigatu ahal izateko botoiak ere badaude (aurreko edo ondoko esaldira, aurreko edo ondoko paragrafora, edo nahi dugun tokira joateko). Gainera, ahotsa (emakumezko eta gizonezko baten artean), bolumena zein abiadura alda ditzakegu. Horrez gain, aldizkariko zenbaki batean bagaude, entzuteko botoia sakatuta, zenbaki horretako artikulu guztiak entzun ahal izango ditugu bata bestearen atzetik; hori oso interesgarria izan daiteke kotxean gidatzen-edo bagoaz bidaia luze samar batean, irratia entzun beharrean aldizkari osoa entzun baitezakegu. Azkenik, elkarrizketetan, aukeratutakoa ez beste ahots batekin irakurtzen dizkigu galderak, galderak eta erantzunak bereiz ditzagun. Eta hori guztia, HTML5 teknologia estandarra erabiliz egin da (HTML5ez 2010eko otsailean hitz egin genizuen).

Aukera ederra, beraz, euskarazko ahots-teknologiak ezagutu eta baliatzen hasteko. Probatu, eta ikusi!●

> *"Aholabekin elkarlanean, Elhuyar Fundazioko Hizkuntza eta Teknologia unitateak webguneak irakurri beharrean entzuteko teknologia garatu du"*

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!

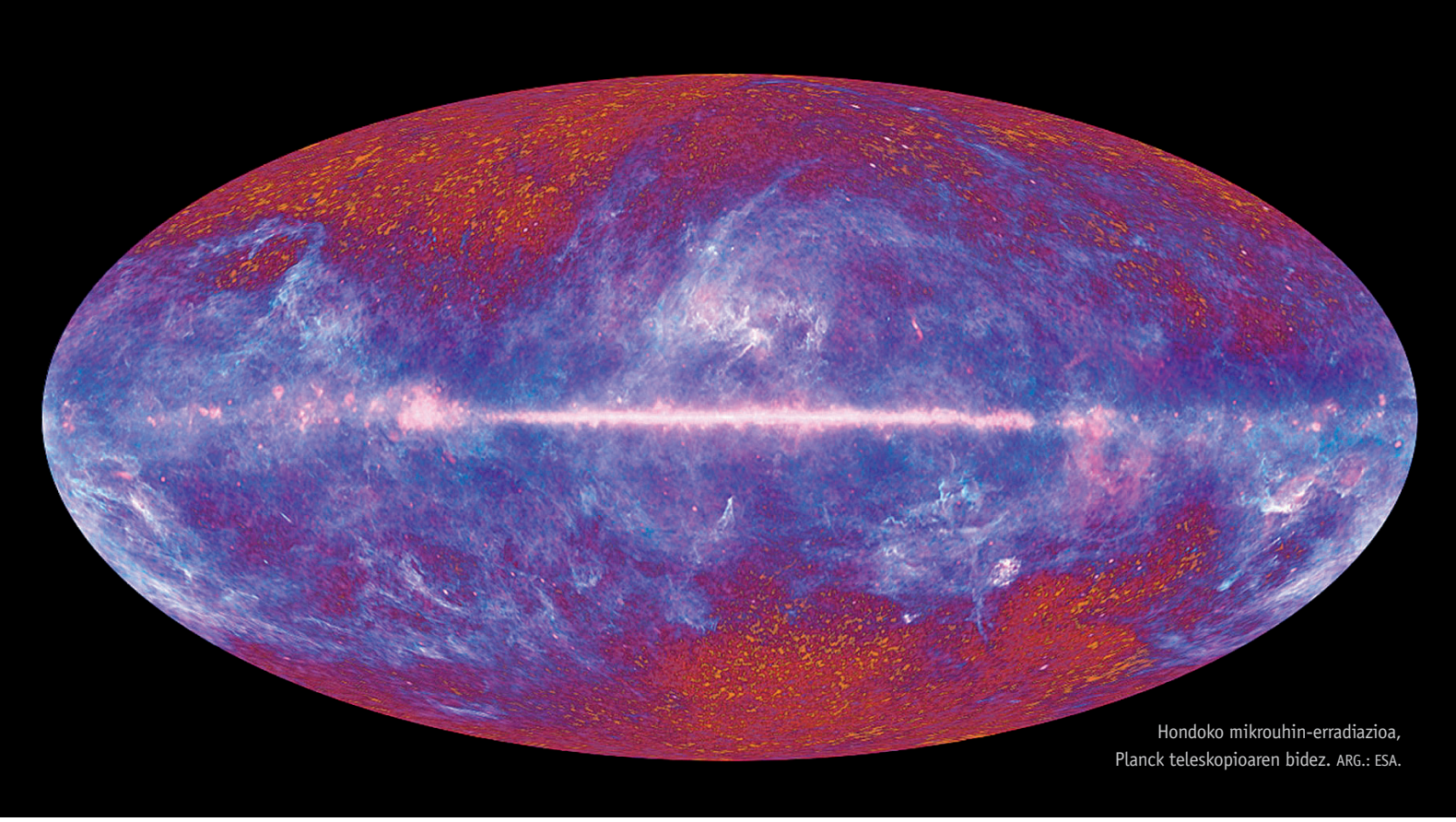
www.elhuyar.org/bazkidetza

Zuk ere Elhuyar izan nahi duzu?

65 €/urtean

+ **Deskontuak eta abantailak produktuetan. Proiektuetan parte hartzeko aukera**

elhuyar



Hondoko mikrouhin-erradiazioa, Planck teleskopioaren bidez. ARG.: ESA.

Aztoramena, inflazioaren teoria indartzen duen frogaren ondotik

Ana Galarraga Aiestaran
Elhuyar Zientzia

BICEP2 irrati-teleskopioak hondoko mikrouhin-erradiazioan egin duen detekzioak aztoramena sortu du, ez bakarrik kosmologoen, astronomoen eta fisikarien artean, baita komunikabideetan ere. Izan ere, BICEP2ko astronomoek aurreratu dute detekzioa berresten bada "mugarri" izango dela.

Nature aldizkariak ere hitz bera erabili du albistea ematean, eta nabarmendu du aurkikuntzak hiru ekarpen nagusi biltzen dituela: "Einstenek iragarritako uhinen ebidentzia zuzenena ematen du; fisikariek irrikaz itxaroten zuten inflazio kosmikoaren froga da; eta naturaren oinarrizko indarrak eta grabitazio kuantikoa bateratzeko bidea zabaltzen du".

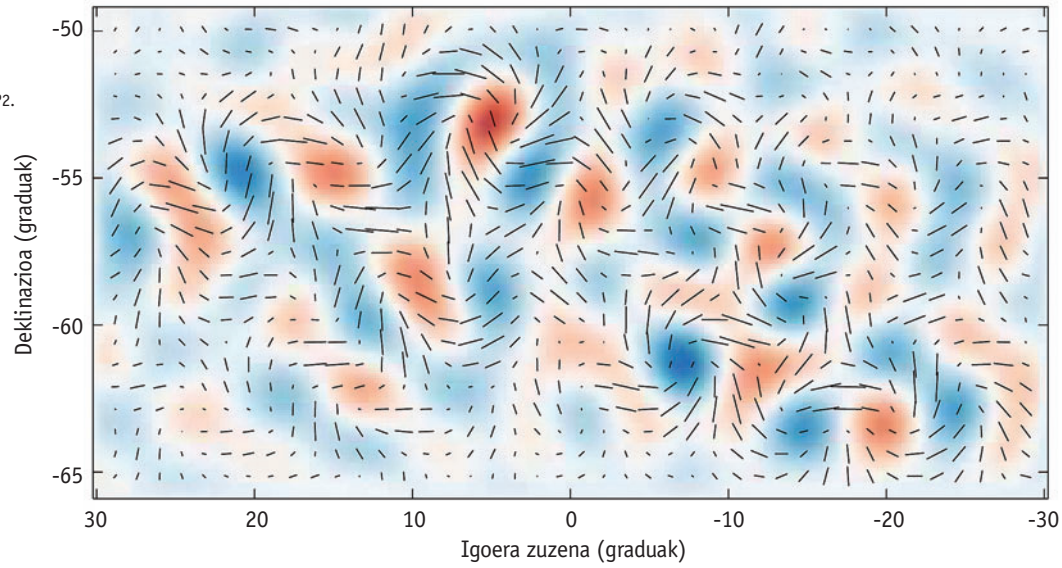
John Kovack Harvard-Smithsonian Astrofisikako Zentroko ikertzaileak eta BICEP2ko taldearen buruak azaldu du zer den lortu dutena: Big Bangaren ondorengo grabitazio-uhinen arrastoak detektatu dituzte, hondoko mikrouhin-erradiazioan. Polarizazio-mota jakin bat da arrasto hori, B modu deitutakoa, hain zuzen ere.

Itziar Aretxaga Mexikoko Astrofisika, Optika eta Elektronika Institutuko astrofisikariak gogorarazi duenez, hainbat talde dabiltza B moduko polarizazioa detektatu nahian, hala nola SPT, ABS, ACTpol eta CLASS lur gaineko teleskopioenak, EBEX, SPIDER eta PIPER globoenak eta Planck sateliteareenak. Eta, antza denez, horiei guztiei aurre hartu die BICEP2 teleskopioaren taldeak.

Denek helburu bera dute, Miguel Querejeta Max Planck Institutuko astrofisikariaren esanean: grabitazio-uhinak detektatzea, haiek baitira Alan Guthek 1980ko hamarkadan proposatutako inflazioaren teoria berresten duten froga.

INFLAZIOA, TEORIA ELEGANTEA

Hain zuzen, Aretxagak dioen moduan, "inflazioa ez da orain arte frogatu, baina beharrezkoa da Big Bangaren teoria klasikoak dauden zenbait arazo konpontzeko". Arazo horien artean, hondoko mikrouhin-erradiazioaren tenperaturaren uniformetasuna aipatu du Aretxagak: "Hondoko mikrouhin-erradiazioak oso tenperatura berdintsua



B moduko polarizazioaren seinalea. ARG.: BICEP2.

Ruth Lazkoz Sáez: "Detekzioak, zirrara ez ezik, buruhaustea ere sortu digu"

ARG.: RUTH LAZKOZ

EHUko Fisika Teorikoa eta Zientziaren Historia Saileko irakaslea da, eta, besteak beste, Grabitazioa, Kosmologia eta Unibertsoko beste egitura batzuen Ikerketa Taldean dihardu ikertzen, datu esperimentalen tratamenduan espezializatuta. Aipatzekoa da taldea erreferente dela nazioartean, erlatibitate klasikoaren arloan. Lazkoz bera kosmologiaren zenbait alderditan dabil lanean, baina, batez ere, unibertsoaren azelerazioan dago interesatua, zehazki, energia ilunean eta inflazioan. Horrenbestez, zuzenean eragin dio B moduko polarizazio detektatu izana.

Zer iritzi duzu detekzioari buruz? Zure ustez, zein da gakoa?
Maila teorikoan garrantzitsua den edozein efektu detektatzea berri ezin hobea dugu. Kasu honetan, gakoa da behatutako efektua uste baino askoz indartsuagoa dela. Honek zenbait ondorio ditu. Esaterako, gaur egunera arte ontzat jotzen ziren hainbat teoria kolokan ipini dira, haiek aurresandako efektua askoz ahulagoa baitzen. Eta, hain zuzen, ahultasunaren alde zeuden teoriek zituzten jarraitzaile gehien. Gainera, ahultasun hori dela eta, espezifikazio tekniko oso sentikorrez eraiki dira lasterketan atzean geratu diren hainbat proiektu.

Nola hartu duzu zuk? Zirrara sortu dizu ala hotz utzi zaitu?
Atzean geratu diren proiektu horien artean Kanarietako Quijote esperimentua dugu. Gure taldea teleskopio horrek egingo zuen neurketaren simulazioak egiten ari zen, lankidetza baten barruan. Orain, detekzioaren ondorioz, gure simulazioak errepikatu eta zabaldu beharko ditugu, eta horrek nahiko denbora behar du. Beraz, detekzioak, zirrara ez ezik, buruhaustea ere sortu digu.

Zer espero dezakegu hemendik aurrera? Zein izango dira (edo izan beharko lukete), zure iritziz, hurrengo pausoak?
Hurrengo pausoa izango da beste taldeek errepikatzea detekzioa, eta baita oraingo detekzioaz batzuek adierazi dituzten zalantzak argitzea ere. Horren ondoren, edo horrekin batera, horren azpiko eredu teorikoen garapen eta ulerpen sakonagoa egin beharko da. Hemendik aurrera, espero dezakegu hau modako gaia bihurtzea, eta askoz berri gehiago etortzea honen inguruan.

du (2,7K) edozein norabidetan neurtuta, baina, erradiazio hori unibertsoak 380.000 urte zituela sortu bazen, berez, ez dago denborarik unibertso osoan tenperatura orekatzeko, informazioa ezin baita transmititu argiaren abiadura baino azkarrago. Arazo horri oso irtenbide elegantea ematen dio inflazioak".

Big Bangaren ondorengo grabitazio-uhinen arrastoak detektatu dituzte hondoko mikrouhin-erradiazioan.

Inflazioaren teoriak proposatzen du Big Banga gertatu eta 10^{-35} segundotan gutxi gorabehera, unibertsoa 10^{40} aldiz handitu zela. "Izan ere, hori horrela balitz, hondoko mikrouhin-erradiazioa askatzen duten lekuak kalkulu klasikoan baino 10^{40} aldiz gertuago egongo lirateke inflazioa gertatu aurretik, eta, beraz, ez legoke inolako arazorik oreka termikoa lortzeko".

Alan Guthen hitzetan, "Big Bangaren Banga" izango litzateke inflazioa. Teoriaren arabera, espazio-denboraren hedatze izugarri azkar eta handi horrekin batera, grabitazio-uhinak ere sortuko lirateke, eta grabitazio-uhin horiek hondoko mikrouhin-erradiazioan arrastoa utziko lukete: B moduko polarizazioa.

Izan ere, bi polarizazio-mota daude, E moduak eta B moduak. Lehenak grabitazio-uhinen bidez sor daitezke, baina baita unibertsoan dagoen materiarekin lotutako beste fenomeno batzuen ondorioz ere. B moduak, aldiz, jatorrizko grabitazio-

uhinek baino ezin dituztela sortu uste izan da, nahiz eta iaz SPT teleskopioarekin egindako detekzioan ikusi zuten leiarren bidez ere sor daitekeela. Hala ere, leiarren bidezkoa dela baztertuz gero, polarizazio-mota hori aurkitzeak frogatuko luke grabitazio-uhinak existitzen direla, eta, aldi berean, haiek iragartzen dituzten teoriak zuzenak direla.

TEORIA BAIEZTATZEN DUEN EBIDENTZIAREN AURREAN

B moduko polarizazioaren bila ari ziren, beraz, hainbat talde, eta horregatik hunkitu zen hainbeste Andrei Linde, Guthen proposamena osatu zuen fisikaria, hura detektatu zutela jakinarazi ziotenean. Eta ez da harritzekoa: aipatu zuen moduan, 30 urte itxaron du teoria berretsiko lukeen frogaren zain: Big Bangak sortu zituen jatorrizko uhinen aztarna. Albistea jasotzean egindako adierazpenetan, Lindek aitortu zuen beldur zela "ederra zelako soilik" sinetsi izan zuela egia zela. Beldur hori uxatzeko ere baliagarria izan da B moduko polarizazioa detektatzea.

Linde ez ezik, beste fisikari, astronomo eta kosmologo asko ere poztu dira albistearekin. Aretxagak, adibidez, jai-eguna zuen arren, egun osoa ordenagailu aurrean igaro zuen: "lehenik, hitzaldi teknikoa streaming bidez entzun nahian, baina ezin izan nuen Harvardeko zerbitzaria kolapsatuta zegoelako; gero prentsaurrekoaren zain, eta lortu nuen horren berri zuzenean jasotzea, eta, azkenik, artikulu teknikoa irakurtzen eta sare sozialetan beste astrofisikari eta kosmologoen iruzkinak irakurtzen eta komentatzen".

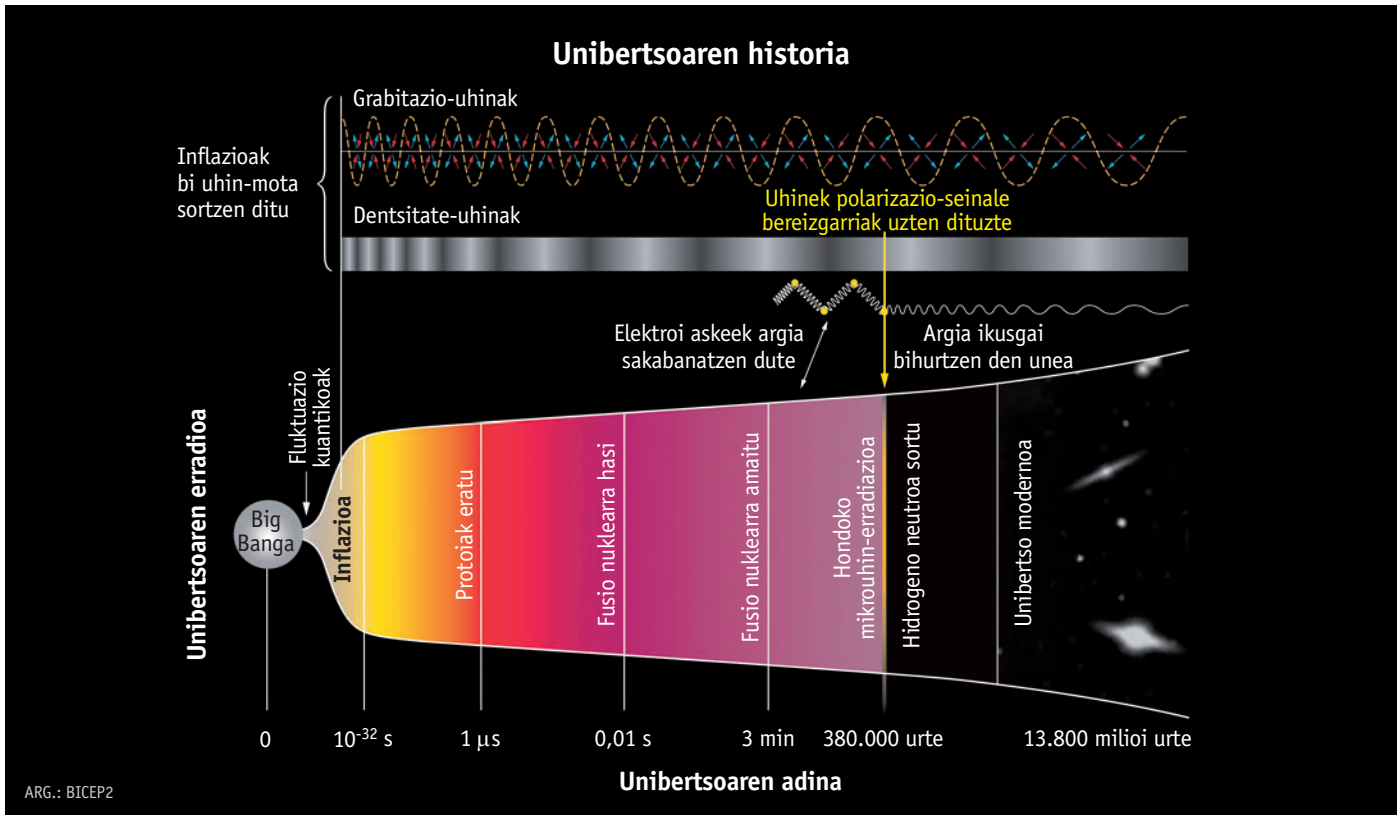
> *Albistea jasotzean, Lindek aitortu zuen beldur zela "ederra zelako soilik" sinetsi izan zuela egia zela.*

1992an hondoko mikrouhin-erradiazioan tenperatura-fluktuazioak detektatu ziren aldia gogorarazi dio oraingo albisteak: "Orduan tesia egiten ari nintzen Madrilen, eta nire saileko katedradunak ate joka zebiltzan, berria ematen, erabat asaldatuta. 1992ko emaitza hori egunkari guztien lehengo orrian agertu zen, eta, gero, 2006an, Fisikako Nobel saria eman zieten aurkikuntza egin zuten taldeen ikertzaile nagusiei, aurkikuntza ondo berretsi ondoren". Higgs bosoiarekin ere antzekoa gertatu dela uste du, baina, oraingo hau are "zirraragarriagoa" delakoan dago, inflazioaren teoria ez baitzegoen aurreko biak bezain onartua.

Miguel Querejetarentzat ere "atsegina" izan da aurkikuntzaren berri jasotzea. Hala ere, ohartarazi du komunikabide batzuek notizia puztu eta

Itziar Aretxaga. Mexikoko Astrofisika,Optika eta Elektronika Institutu Nazionaleko astrofisikaria.
ARG.: ITZIAR ARETXAGA.

Miguel Querejeta. Max Planck Institutuko astrofisikaria.
ARG.: DANEL SOLABARRIETA.



ARG.: BICEP2

BICEP2 irrati-teleskopioaren bidez detektatu dute grabitazio-uhinen arrastoa. Teleskopioa Hego poloan dago; izan ere, leku aproposa da seinaleak garbi jasotzeko, han apenas baitago seinaleak distortsionatuko lituzkeen hezetasunik. ARG.: BICEP2.

desitxuratu dutela: “Esaterako, nire atletismoko taldekideek galdetzen zidaten ea hau Big Bangaren behin betiko froga ote den… baina Big Banga gertatu zela dagoeneko argi geneukan, duela 50 urte Penziasek eta Wilsonek hondoko mikrouhin-erradiazioa aurkitu zutenetik!”.

BERRESPENAREN ZAIN

Pozarekin batera, baina, zuhurtzia ere adierazi dute bai Aretxagak, bai Querejetak. BICEP2ko ikertzaileek ere onartu dute beste talde batek berretsi beharko lukeela detekzioa, ontzat emateko guztiz. Eta hori bera uste du Aretxagak: “Horrek ziurtasuna emango lioke emaitzari. Horrekin batera, datuetan antzematen diren zenbait efektu arraro ere argitu ditzakete”.

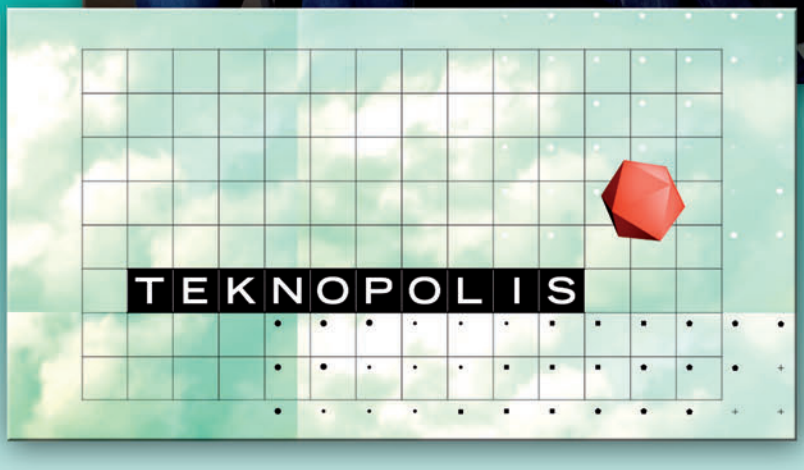
Aretxagaren esanean, “nahiko argi dago” B moduko polarizazioa detektatu dutela, “eta BICEP2ko taldekoek baieztatu dute ez dela hondoko mikrouhin-erradiazioaren eta gure artean dagoen materiaren anplifikazioak sortutako B moduko polarizazioa, baina hori berretsi beharko da.”

Horrez gain, haren ustez, oraindik zehaztu gabe dago zer intentsitate duten grabitazio-uhinek eta zer inflazio-mota izan daitekeen. Are gehiago: “Datuen eta modeloen arteko alderaketa ez da oraindik oso ona eskala batzuetan, eta, beharbada, datuen tratamenduan egon daiteke horren gakoa. Xehetasunak izan daitezke, baina xehetasunak ondo ulertu behar dira halako aurkikuntza potolo baten aurrean”.

Querejetak ere ezinbestekotzat jo du beste talde batzuek ere emaitzak lortzea, eta, haiekin, BICEP2koen detekzioa berrestea: “Alde batetik, inflazio-motaren ezaugarriak hobeto ezagutzeko, beharrezkoa izango da hondoko mikrouhin-erradiazioa sakonago aztertzea, eta, horretarako, Planck sateliteak emaitza berriak ematea espero dezakegu. Bestetik, grabitazio-uhinen bestelako detekzioak egitea ere interesgarria izango litzateke. Hain zuzen ere, grabitazio-uhinek, inflazioarekin ez ezik, espazio-denbora oso kurbaturik dagoen edozein egoerarekin dute zerikusia, esaterako, zulo beltzen inguruan; eta norabide honetan badago hainbat ikertzaile-talde lanean”.

Aretxagak dioenez, “pazientzia pixka bat izan beharko dugu beste taldeek lana burutzen duten arte”.

SAREAN+ Ikusi webgunean Andrei Lindek zer erreakzio izan zuen detekzioaren berria jasotzean.



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

eitb

elhuyar Zientzia

BABESLEAK

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO
HEZKUNTZA, HIZKUNTZA POLITIKA ETA KULTURA SAILA
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN, POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO
EKONOMIAREN GARAPEN ETA LEHIAKORTASUN SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO Y COMPETITIVIDAD

CIC nanoGUNE nanoscience cooperative research center

Tknika

upna Universidad Pública de Navarra

MONDRAGON UNIBERTSITATEA

UPV-EHU

Eztabaida bizia piztu du Arabako zenbait lekutan lurpeko gasa haustura hidraulikoaren bidez (ingelesez, *fracking*) erauzteko aukerak. Teknika horri buruz hitz egiteko, Javier Arostegi geologoarekin eta Itxaso Arostegi ingurumen-aholkulariarekin bildu gara. Haustura hidraulikoa erabiltzeak izan ditzakeen aukeren eta arriskuen berri emateaz gain, energiaren erabilerari buruzko gogoeta ere egin dute.

***Fracking* hitza ezaguna egiten zaigu, baina agian komeni da azaltzea zer den.**

Javier Arostegi: Teknika azaldu baino lehen, jakin behar da hidrokarburoak gordetzen dituzten arroka biltegiak bi eratakoak izaten direla: ohikoak eta ezohikoak. Ohiko biltegietan, hidrokarburoak arroken poroetan eta arrakaletan daude harrapatuta, eta poro eta arrakala horiek elkar lotuta daude; arroka porotsuak eta iragazkorrak dira. Hortaz, zundaketa bat egiten bada, jariakinak, likidoa izan zein gasa izan, berez isurtzen da kanpora, biltegian presio altuan baitago harrapatuta. Hondartzan zulo bat egiten dugunean bezala da: zuloa betetzen duen ura kendu ahala, ura sortzen da zuloan, ura gordetzen duten poroak elkar lotuta baitaude.

Bestalde, ezohiko biltegiak daude. Biltegi horietan, hidrokarburoak arroken poroetan eta arrakala txikietan daude, baina, aurrekoen aldean, poroak ez daude elkar lotuta, ez dira iragazkorrak. Horrenbestez, putzu bat eginez gero, zundaketa egin den lekuan dagoen hidrokarburoa baino ez da aterako; gainerako, ez litzateke jariatuko. Hain justu, horretarako erabiltzen haustura hidraulikoa, poroak eta arrakalak elkar konektatzeko, eta, horri esker, erauzketaren eraginkortasuna handitzeko.

Bide batez, esan beharra dago ezohiko biltegi horiek direla, berez, hidrokarburoak sortzen dituzten arroka amak. Ohiko biltegietan, ez dira sortzen hidrokarburoak; arroka ametan sortzen dira, eta, denborarekin migratu egiten dute, eta arroka porotsuetan harrapatuta geratzen dira, ohiko biltegietan, alegia. Ezohiko biltegietan, berriz, hidrokarburoak sortu diren leku berean daude, arroka aman.

Ana Galarraga Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Argazkiak: © Luis Jauregialtzo/argazki press

Haustura hidraulikoari buruzko

EZTABAIDA

Itxaso Arostegi Olalde

Ingurumen Zientzietan lizentziatua, ingurumen-aholkulari egiten du lan.

Javier Arostegi Garcia

Geologian doktorea, EHUko Mineralogia eta Petrologia saileko irakasle da.

Arroka horretatik hidrokarburoak ateratzeko metodoa da, hortaz, haustura hidraulikoa.

Ja. A.: Hori da. Haustura hidraulikoan, zundaketa bat egiten da hidrokarburoa dagoen sakoneraraino, eta ura sartzen da presioan, arrokak puskatzeko, eta poroak eta arrakalak elkar lotu daitezen. Hartara, gasa putzura jariatzen da, eta bildu egiten da.

2005. urtetik aurrera gutxi gorabehera, teknika hau aldaera berriekin erabiltzen hasi ziren. Hala, zundaketa bakoitzean, haustura hidraulikoa tarteka egiten da. *Multi-stage* deitzen zaio horri. Gainera, azaleko plataforma bakar batetik zenbait zundaketa egiten dira, 4-10 inguru, horizontalean, norabide ezberdinetan. Horri esker, ustiatutako azalera handitzen da, eta erauzketa hobetu.

Urak arrokak puskatu ditzan, lehenik hodia zulatu behar da, noski. Hori leherketa txikien bidez egiten da. Hala, zuloak sortzen dira hodian, eta zulo horietatik ateratzen da ura, presio handian, arrokak pitzatzeko.

Urak, berriz, hainbat substantzia ditu nahastuta. Injektatzen den % 5 inguru area da, eta haren zeregina da pitzadurak ixtea eragoztea. Areaz gain, beste gai batzuk ditu, prozeduraren eraginkortasuna areagotzeko, adibidez, biskositate-modulatzaileak, area ondo jariatu dadin; antikorrosiboak, hodiak ez herdoiltzeko; biozidak, bakterioek ez dezaten hidrokarburoa kontsumitu eta sulfhidrikoa sortu, horrek gasaren kalitateari kalte egingo bailioke; azido klorhidrikoa, arrokak hausten laguntzeko; lubrifikatzaileak, hodiak babesteko; tentsio-erregulatzaileak...

Haustura hidraulikoa aspalditik erabiltzen da Estatu Batuetan, baina hemen ez. Zuen iritziz, zer dela eta sortu da orain metodo hau hemen erabiltzeko interesa?

Itxaso Arostegi: Nire ustez, interes horren muinean, hidrokarburoekiko dugun mendekotasuna dago. Gure jendartea energiaren kontsumoan oinarritzen da, bai elikagaiak ekoizteko eta eskuratzeko, bai gainerako ondasun materialak lortzeko. Eta energia horren % 80 hidrokarburoetatik dator. Kontuan izan behar da petrolioaren eta gasaren gailurrera iristen ari garela, eta horri irtenbidea eman nahi diote hidrokarburo ezohikoak ustiatuta, haustura hidraulikoaren bidez.

> *"Haustura hidraulikoan, zundaketa bat egiten da hidrokarburoa dagoen sakoneraraino, eta ura sartzen da presioan, arrokak puskatzeko"*
>
> JAVIER AROSTEGI

Ja. A.: Hori da. Erauzketaren sabaiari deitzen zaio hidrokarburoen gailurra; hau da, gehien erauzten den unea. Hortik aurrera, ordura arte erauzten zena lortzeko, gero eta energia gehiago beharko da

It. A.: Ez hori bakarrik; gainera, garestitu egiten da, geratzen dena erauzten zailagoa baita.

Ja. A.: Adibidez, garestiagoa da itsasoan erauztea lurrean baino. Horregatik, hidrokarburoen gailurrera iritsi ondoren, gehiago inbertitu beharko da ekoizpenari eutsi ahal izateko, eta hori, noizbait, ekonomikoki jasangaitza izango da.

It. A.: Edonola ere, hidrokarburoen erreserbak, ezohiko biltegietan dagoena ere aintzat hartuta eta egungo erauzketa-erritmoarekin jarraituta, 2040-2050 ingururako agortuko direla kalkulatzen da.

Ja. A.: Hor nonbait izango da, bai. Baliabideak ez dira infinituak, are gutxiago baliabide fosilak. Eta aintzat hartzen badugu kontsumoa areagotzen ari dela...

It. A.: Bada, hain justu, kontsumo horri eusteko, eta gailurraren ondoren etorriko den beheraldia moteltzeko, beste bide batzuk bilatu behar dituzte. Eta horietako bat da orain arte ustiatzen ez zen gasa erauztea, haustura hidraulikoa erabilita.

Asmo horien aurrean, zer dio araudiak?

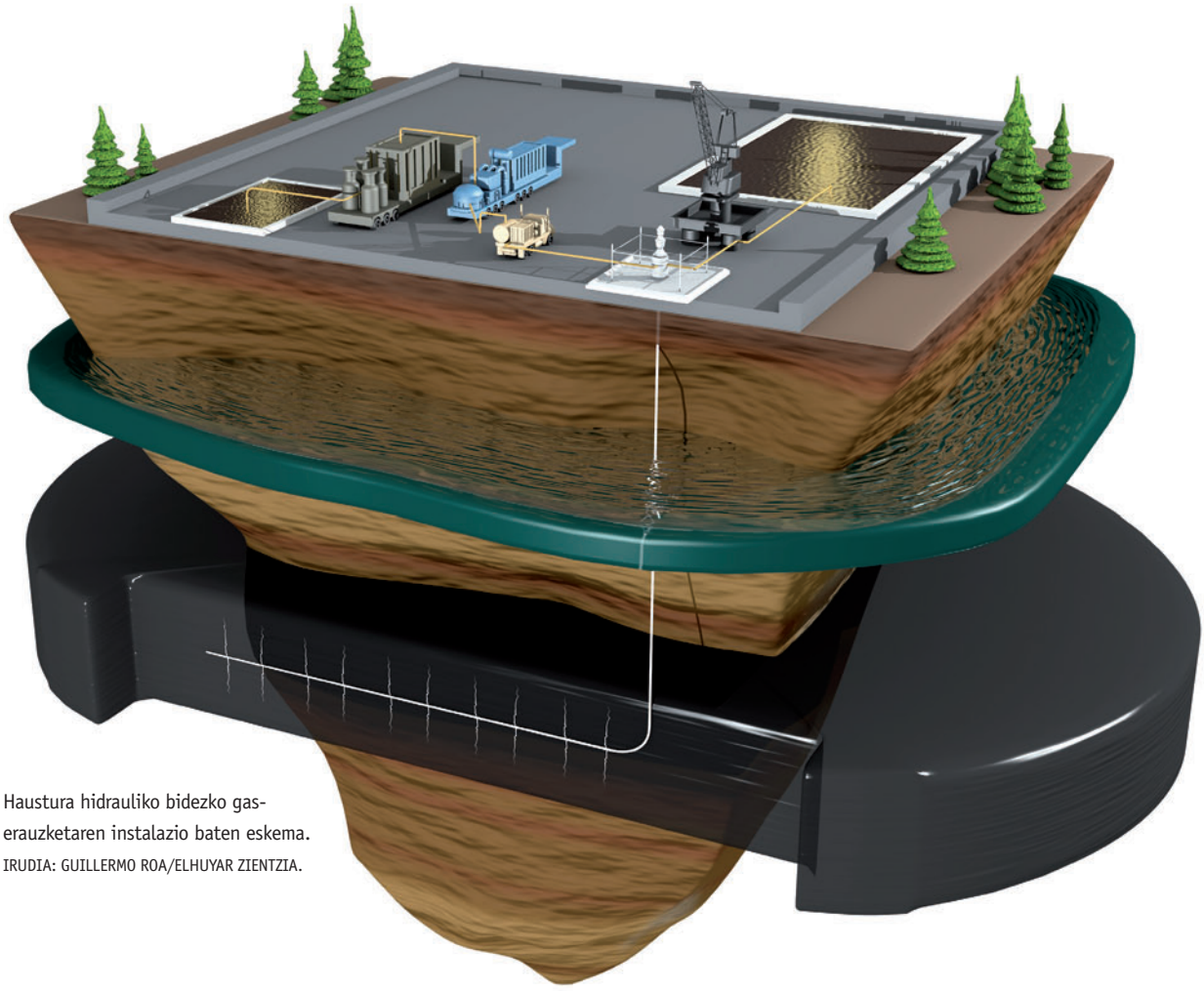
It. A.: Eskalaren araberakoa da: zenbat eta eskala handiagoa, orduan eta erraztasun handiagoa ematen du teknika hori erabiltzeko. 2012ko azaroan, Europako Legebiltzarrak legez besteko ebazpen bat atera zuen haustura hidraulikoaren araudiaren lehen harria jartzeko. Berez ez du arautzen; bakarrik esaten du Europako Batasuneko kide diren herrialdeak izango direla haustura hidraulikoaren erabilera arautuko dutenak.

Europako ebazpenak ez du haustura hidraulikoa debekatzen, baina baldintza batzuk jartzen ditu, ingurumen-babesari eta segurtasunari buruzko legeak betetzea, adibidez.

Ja. A.: Ez da oso espezifikoa, gidalerro orokorrak baino ez ditu ematen.

It. A.: Hala da. Edonola ere, oso garbi uzten du herrialde bakoitzaren ardura dela ezohiko biltegietatik gasa erauzteko araudia ezartzea. Estatu-mailan, bi mugarri daude. Bat, 2013ko urriaren 29ko legea, elektrizitate-hornidurari buruzkoa, eta ematen badu ere ez duela zerikusirik haustura hidraulikoarekin, teknikari aipamena egiten dio, eta aurreikusten du erabiltzeko aukera. Atea irekitzen dio, nolabait. Ez du arautzen, hidrokarburoen legea aldatzen du, eta artikulutxo bat sartzen du, teknika baimentzen duela esanaz.

Bestea, 2013ko abenduaren 9koa da, ingurumen-inpaktuaren ebaluazioari buruzkoa, eta hor bai, hor garbi esaten da haustura hidraulikoak beste proiektuek



Haustura hidrauliko bidezko gas-erauzketaren instalazio baten eskema.
IRUDIA: GUILLERMO ROA/ELHUYAR ZIENTZIA.

bete behar dituzten ingurumen-inpaktua ebaluatzeko prozedura berdinak bete beharko dituela.

Erkidego-mailan, berriz, 2/2013 legea dugu, urriaren 10ekoa, natura babesteko 16/1994 legea aldatzen duena. Artikulu bakarra du, baina bi ataletan, hirugarrenean eta seigarrenean, erauzketa jarduerak arautzen ditu. Horietako bat haustura hidraulikoa da. Baina bakarrik arautzen ditu babestutako naturaguneetan. Adibidez, hirugarren atalean esaten du (sic.): "jarduera horiek bateragarriak direnean babesten diren ingurumen-balioekin, natura-eremu babestuetako erauzte-jarduerak egiteko proiektuek, beren osotasunean, hau da, bai erauzte-lanak bai instalazioek, beharrezkoa den banakako ingurumen-inpaktuaren ebaluazioa bete beharko dute. Ebaluazio horrek aurreko egoerara leheneratzeko lan guztiak eta lehendik zeuden ingurumen-balioak berreskuratzea jaso beharko ditu".

Eta seigarrenean dio (sic.): "planaren aldaketan ezarriko dira ekosistemen morfologia egokia eta paisaia berreskuratzeko neurriak, ustiapenaren titularrak baimena lortu ahal izateko baldintza berezi gisa leheneratze-planean aurkeztu beharko dituenak".

Nolanahi ere, babestutako naturaguneetan garatuko diren erauzketa-jarduerei bakarrik eragiten die, gainontzeko eremuak arautu gabe.

Aipatu behar da ere zer gertatzen den maila lokalean. Izan ere, ikusi dugu, eremua gerturatzen doan heinean, haustura hidraulikoarekiko aurkakotasuna handitzen dela, eta, maila lokalean, udal askok uko egin diotela teknika horri. Berez, udalen adierazpenek ez dute lege-baliorik, baina herritarren iritzia erakusteko balio dute.

Eta zer lekutan nahi lukete erauzi gasa, haustura hidraulikoaren bidez?

Ja. A.: Bi putzu zundatzekotan ziren Gasteizen, hain zuzen ere Subijana eremuan, baina azkenean ez dituzte zulatu. Bestela, bai garai batean, bai orain, teknika hau erabiltzeko interes handiena ikerketa-baimen handi batean dago: Gran Enara.

Baimen horrek Arabaren zati handi bat hartzen du, baita Gaztela eta Leonen zati bat ere. Hidrokarburoen Euskadiko Elkartea da zundaketak egiteko interesa duena, eta haustura hidraulikoa erabiltzeko asmoa duena. Hala, zundaketak egiteko hainbat leku proposatu izan dituzte, eta arrazoi bat dela, bestea dela, aldatzen joan dira. Adibidez, Subijanan, Gasteizko Udalak jarduera-baimenak ukatu zituen.

Orain ingurumen-inpaktuaren ebaluazioak egiten eta azterketa horiek ministeriora bidaltzen dabiltza, onar-

pena jasotzeko zain. Prospekzio-zundaketak izango lirateke. Aurreko legealdian, Eusko Jaurlaritzakoak Gran Enarako baimenean 185.000 milioi metro kubiko zeudela esatera iritsi ziren. Bueno, hori pila bat da. Zenbat dagoen jakiteko, prospekzio-zundaketak egin behar dira.

Esan baharra dago, baimen honetaz gain, hego Euskal Herri osoan ikerketa fase ezberdinetan dauden beste hamabi baimen daudela.

Eta zein da adituen iritzia? Zer iritzi duzue zuek?

Ja. A.: Hemen esperientziarik ez dugun arren, Estatu Batuetan urteak daramatzate teknika hau erabiltzen, eta badakigu zer arrisku dituen. Ingurumen-arriskuei dagokienez, hasteko, lurpeko ura kutsatzeko arriskua dago; akuiferoak, alegia. Kontuan izan behar da injektatzen den urak daramatzan substantziek zein gasak berak ura kutsatzeko arriskua dutela.

Egia da gaur egungo teknologiak badituela hori saihesteko neurriak; adibidez, putzuen estaldurak, erabiltzen diren hodiak… teknikoki onak dira, ondo isolatuta daude. Hala ere, arriskua inoiz ez da desagertzen guztiz. Zenbait adituk, esaterako, aipatzen dute putzuen % 1-2 akatsak izan ditzaketela.

Bada kontuan hartu beharreko beste faktore bat: gasa duen geruzaren eta akuiferoaren artean dagoen tartea; zenbat eta hurbilago, orduan eta kutsadura-arrisku handiagoa, jakina.

Bestalde, prospekzio-zundaketa bat ez da ustiaketa bat. Ustiaketetan, zundaketa pila bat daude, bata bestearen ondoan, eta batean gertatzen denak eragina izan dezake beste batean.

> *“Ikusi dugu eremua gerturatzen doan heinean haustura hidraulikoarekiko aurkakotasuna handitzen dela”*
>
> ITXASO AROSTEGI

Akuiferoak kutsatzeko arriskuaz gain, teknikak kontsumitzen duen ura dago. Zundaketa bakoitzeko, 20.000 metro kubiko ur behar dira, eta lehendik ere sistema hidrikoek estres handia jasaten dute, lehorteengatik, gehiegizko kontsumoarengatik... Haustura hidraulikoak estresa areagotuko luke.

Lurpeko urak alde batera utzita, putzutik ateratzen den uraren kudeaketa dago. Izan ere, putzuan sartzen

den uraren % 50 kanpora ateratzen da gero, eta hori kudeatu egin behar da. Ur asko da, eta ur kutsatua, bai gehitutako substantziengatik, bai gasarengatik. Kontuan hartu behar da, ura eta arearekin batera, zundaketa bakoitzeko 100.000 litro substantzia injektatzen direla, hauetako batzuk kutsatze-gaitasun handia dutenak, eta erabilera guztiz gardena izaten ez dutenak. Ur hori tangetan edo estalperik gabeko urmaeletan biltzen da, eta gero araztegira eramaten da. Baina ez da erraza, bolumen handia baita. Ez dakit horretarako prestatuta ote gauden. Eta ez ditugu aipatu ere egingo istripuz gerta daitezkeen isuriak. Bestalde, aipatu ditugunez gain, arrisku sismikoa ere badago.

Zeren ondorioz sortzen da, bada, arrisku sismikoa?

Ja. A.: Berez, zundaketen ondorioz sortzen diren mikroseismoen intentsitatea txikia den arren, ezin da baztertu leku batean sortutako mikroseismo batek beste nonbait seismo handiago bat eragitea. Araban zundatu nahi duten eremua ez da sismikoki Nafarroako Leitza ingurua edo Iruñeko faila bezain ezegonkorra, baina arriskua ez da hutsala. Arazoa sismikotasun induzitua da: estres tektonikoa jasaten duen pitzadura edo ahulgune bat jokoan sartzea eragin dezakete mikroseismoek.

Horrez gain, lurzoruan duen inpaktua dago. Nire iritziz, agian hori da inpakturik nabarmenena. Izan ere, horrelako ustiaketa batek azalera izugarria hartzen du. Egia bada Gran Enaran esaten duten adina gas dagoela, esan nahi du, hori ustiatzeko, milaka zundaketa egin beharko direla Araban, milaka zundaketa-plataforma.

It. A.: Eta zundaketa-plataforma bakoitzak bere azpiegitura behar du.

> *"Atmosferara isurtzen duen berotegi-gasaren arabera erabaki behar bada zein den gutxien kutsatzen duena, prozesu osoa hartu beharko da kontuan"*
>
> ITXASO AROSTEGI

Ja. A.: Bai, bai. Horregatik, nire ustez, hartzen duen azaleragatik, baztertu egin beharko litzateke. Baztergarria da guztiz. Egin kontu: bi plataformak kilometro karratu bat hartzen dute, gutxi gorabehera. Bada, horrelako milaka egin beharko lituzkete, gasa ustiatzekotan, bakoitzeko eremu txiki bateko gasa baino ezin daitekeelako erauzi.

It. A.: Horrek nekazaritzarako aproposak diren lurrak galtzea ekarriko luke. Eta ibilgailuentzako azpiegiturak ere egin beharko lirateke.

Ja. A.: Zundaketa batek 3.000 kamioi-bidaia behar ditu. Kamioi astunak.

It. A.: Azpiegitura berriak eginda ere, egungoak saturatu egingo lirateke. Eta denok dakigu zer eragina duen garraioak atmosferaren kutsaduran. Bestalde, zabalduta dago gas naturala eta ezohikoa garbiagoak direla petrolioa edo beste hidrokarburo batzuk baino, erretzean ez dutelako hainbeste berotegi-gas askatzen. Kalkulu horietan, ordea, ez dute era egokian sartzen ihes egiten duen gasa, eta zundaketetan gas dezente isurtzen da zuzenean atmosferara.

Hain zuzen ere, atmosferara isurtzen duen berotegi-gasaren arabera erabaki behar bada zer hidrokarburo den gutxien kutsatzen duena, prozesu osoan isuritako gasa hartu beharko da kontuan, ez bakarrik amaieran erretzen dena. Alabaina, askotan, kalkuluetan, ez zaio prozesu osoari begiratzen. Ezin da ukatu ezohiko gasa, erretzean, garbiagoa dela petrolioa baino, eta zer esanik ez ikatzarekin alderatzen badugu. Baina erauztean ihes egiten duen gasa aintzat hartuz gero, ez da esaten den bezain garbia. Teknikoki, erauzketa garbiagotzat jotzen da metano-isurketak % 3 baino txikiagoak badira, gutxi gorabehera. Bada, ikerketa fidagarri batzuetan ustiaketa batzuetan% 4-9ko isurketak neurtu dituzte.

Eta alderdi ekonomikotik begiratuta? Zein da zuen irakurketa?

Ja. A.: Abiapuntua da gasa behar dugula. Erkidegoan kontsumitzen dugun energiaren % 42 inguru gasa da, eta dena kanpotik ekarritakoa da. Baina lurpean dugun gasa ateratzea lortuko bagenu ere, ez litzateke panazea izango.

Hala ere, batzuen ustez, haustura hidrauliko bidez gasa erauztea aukera ona da.

Ja. A.: Bai, bai. Dirudienez, batzuek uste osoa dute ezohiko biltegietako gasak hidrokarburoen erreserbetan dagoen jaitsiera orekatuko duela. Gainera, lanpostuak sortuko direla diote, ez dakit zenbateko irabaziak ematen dituela… Eta hori ez da guztiz egia. Zuhurtziaz ikusi behar da kontua. Izan ere, zundaketa arrunt baten kostua 7 milioi dolarrekoa da, gutxi gorabehera. Bada, putzua errentagarria izateko, mila oin kubikok gutxienez 5 dolar balio beharko lituzkete putzuaren ahoan. Eta Estatu Batuetan 3,5 dolarretan ari da merkaturatzen.

It. A.: Alegia, kostatzen den baino merkeago ari dela saltzen, diru-laguntzak jasotzen dituelako. Eta 5 dolarreko kostu hori, gainera, putzuaren ahoan da; berez, garestiagoa da, garraioak eta banaketak kostua areagotu egiten baitute, eta errentagarria izateko merkaturatzeko salneurria 7-9 dolar izan beharlo litzateke.

Ja. A.: Horrez gain, erreserbak puzten ari dira. Energia Informaziorako Administrazioak, EIAk, dagoeneko jaitsi ditu ezohiko gasaren aurreikuspenak; eta ez gutxi: gutxienez erdira jaitsi ditu. Lanpostuak ere puztuta daude, eta, gainera, ez dute esaten lanpostu batzuk galdu ere egiten direla.

It. A.: Adibidez, nekazaritzan, turismo-arloan…

Ja. A.: Dena dago oso puztuta. Normala: inbertitzaileak erakarri behar dituzte, gasa erauzteko dirua jar dezaten. Eta, aldi berean, ez dute esaten gasa erauzten duten konpainia batzuek hondoa jo dutela. Aurrerantz ihes egiten saiatzea da hori, baina burbuila bat da. Atera kontuak: Estatu Batuetan, egiaztatutako erreserbek ez dut uste 20 urte baino gehiagorako emango dutenik, eta Europan aurreikuspenak are txikiagoak dira, hemengo arro geologikoek ez baitituzte hangoen neurriak. Eta populazio-dentsitatea handiagoa da hemen, eta baita ingurumenarekiko kontzientzia ere. Orduan, haustura hidraulikoa egiteko, hemen bestelako baldintzak daude.

Edonola ere, gas hori ezinbestekotzat jotzen dute batzuek. Badago beste aukerarik?

It. A.: Lehenengo gauza kontsumoa jaistea da, beste era bateko jendarte baterantz joatea. Eta, gero, oinarrizkoa da energia aurreztea eta eraginkortasun energetikoa hobetzea. McKinsey izen handiko aholkularitzaren arabera, 2030erako posible da eraginkortasuna % 30 hobetzea.

Ja. A.: Baina zer gertatzen da? Esaten dute ezinbestekoa dela haustura hidraulikoa ikertzea; ezin diogula uko egin jakiteari zenbaterainoko erreserbak ditugun gure lur-zatiaren azpian. Ados, informazioa inoiz ez da txarra. Baina, era berean, zergatik egiten diogu uko eraginkortasuna hobetzeko ikertzeari, jakinda % 30eko tartea dugula hobetzeko eraginkortasunean eta aurreztean? Bada, hori alde batera uzten da. Izan ere, haustura hidraulikoa ikertzen inbertitzen duguna ez dugu aurreztean eta eraginkortasuna hobetzean inbertitzen. Hortaz, haustura hidraulikoan inbertitzeak beste arloa atzeratzea dakar.

It. A.: Hirugarren pausua energia berriztagarriak garatzea izango litzateke, eta horretarako inbertsio handiak behar dira. Hori bai: orain arteko bideari jarraituz gero, energia-iturri berriztagarrietatik lortutakoa ez litzateke nahikoa izango eskaera asetzeko. Hain zuzen, estrapolazioa eginda, 2035erako orain kontsumitzen duguna baino % 50 energia gehiago beharko genuke. Horregatik, lehenengo neurria kontsumoa gutxitzea izan behar du, eta horren ondoren datoz eraginkortasuna hobetzea eta iturri berriztagarriak garatzea. Alabaina, lehentasuna horri eman beharrean, beste zerbaiti eman diote, eta horrek dena atzeratzea ekartzen du. Eta zenbat eta gehiago atzeratu, orduan eta traumatikoagoa izango da egokitzapena.

Ja. A.: Beste egoera batera egokitu beharko baikara, halabeharrez. Hori ziurra da, oraingoa amaitu egingo baita. Horren aurrean, etorkizun energetikoa zer eperako planifikatzen dugun pentsatu behar dugu. 10 urterako planifikatuko dugu? Nik uste dut epe luzerako planifikatu behar dugula. Baliabideak eraginkortasunez kudeatu behar ditugu, datozen belaunaldiak bizi daitezen. Eta, jakina, baliabideak mugatuak dira, eta, gainera, haiek ustiatzeak ondorioak ditu ingurumenean. Hortaz, atzeratzen den heinean, kaltea handiagoa izango da, eta egokitzapena, gogorragoa.

It. A.: Ez dago beste aukerarik: ekonomia globalizatutik eskala txikiagoko ekonomiarantz joan behar dugu.

Ja. A.: Izan ere, eskala horietan baliabideen kudeaketan eraginkorra izatea eta aurreztea errazagoa da.

It. A.: Gainera, kontuan izan behar dugu erabilera batzuetan, gaur egun oso zaila dela hidrokarburoak ordezkatzea. Eta hidrokarburoen barruan ere, denak ez dute denerako balio. Adibidez, hegazkinek petrolioa erretzen dute, eta ezin da gasarekin ordezkatu. Etorkizuneko planifikazioa egitean eta beste energi-iturrietan oinarritutako jendarterako trantsizioan lehentasunak jartzeko, horrelako gauzak ere kontuan hartu behar dira.

Ja. A.: Hori da, eta epe luzera begiratu, eta 50 urteko ikuspegiarekin kudeatu dauden baliabideak: gasa, petrolioa, ikatza... Eta, bitartean, ikertu eta trantsiziorako presatzen joan. Ez dago besterik.

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 zuten baino jakintsuago uzteko’

Apirilaren 23an, Liburuaren Eguna, gozatu Elhuyarrekin!

Lunatikoak

Zientziaren bidezidorretatik

Egoitz Etxebeste Aduriz, zientzia-kazetaria

Zizpiak

Helduentzako zientzia-dibulgazioko liburua

www.elhuyar.org/edizioak

elhuyar

Nekane Jurado Pérez
Ekonomialaria

BPGak ezkutatzen duena eta Giza Garapenaren Indizeak neurtzen ez duena

Bihotz indigenako emakume batek hala galdetu zidan behin: Ekonomialariek zergatik jotzen duzue nire herria garatugabetzat, gure erkidegoan egunero bizitzak oparitzen diguna partekatzen badugu eta inork, ez haur, ez adineko, babesgabetasuna eta arimaren bakardadea ezagutzen ez badu? Eta, horri buruz gogoeta egitean, ohartu nintzen Barne Produktu Gordinaz (BPG) eta gizarte-kohesioaz hitz egin behar niola.

BPGa moneta-adierazle bat da, eta merkatuan negoziatzen den egiteko guztia islatzen du. Zenbat eta segurtasun txikiagoa izan gizarte garatu batek, orduan eta gehiago gastatzen du defentsan eta barne-babesean, eta horrek igoarazi egiten du BPGa; edo, zenbat eta gaixoagoa izan, orduan eta elementu farmakologiko gehiago kontsumitzen ditu, eta horrek ere igoarazi egiten du BPGa. Bizi-kalitateak, zorionak eta BPGak ez dute zertan norabide bera izan, eta errealitateak erakusten digu gutxitan izaten dutela norabide bera.

1968an, R. Kennedyk adierazi zuen BPGa suntsitze-maila neurtzeko erabil daitekeela: "Gure BPGak, zenbatespenak egitean, kontuan hartzen ditu poluzioa eragiten duten ekoizpenak, baina ez atmosfera-poluzioa; barnean hartzen ditu tabakoari buruzko publizitatea eta gure errepideetako zaurituen bila joaten diren anbulantziak (baina ez errepideen segurtasuna). Gure etxeak babesteko jartzen ditugun segurtasun-sistemen kostuak eta gure etxeetara ustekabean sartzen direnak giltzapetzeko espetxeak erregistratzen ditu. Berekin dakar basoak suntsitzea eta haien ordez urbanizazio kaotikoak egitea. Barnean hartzen du arma nuklearren ekoizpena eta gizarte-atsekabez egindako manifestazioak erreprimitzeko poliziak erabiltzen dituen ibilgailu blindatuen ekoizpena (...)".

Hala, kontuan izan behar da Euskal Herrian bizi-kalitatea etengabe narriatzea eragiten ari diren askotariko faktoreak daudela, nahiz eta BPGaren maila, bizi-itxaropenarena edo hezkuntza-maila altuak izan (horiek dira Giza Garapenaren Indizearen gaur egungo neurgailuak).

Garapenaren ikusmolde berri batek gogor egin behar die aurre hazkunde ekonomikoko gaur egungo ereduei eta horrek berekin dakartzan ondorioei, nola ingurumen-inpaktuei (ekosistemak narriatzea, baliabideak agortzea...) hala inpaktu sozialei (langabezia, bazterkeria, dualitatea, gerrak...). Horretarako, ezinbestekoa da "gaur eguneko garapen-prozesuak eta, batez ere, orain arte izan den ekonomia-ikusmoldea aldatzea lortzea eta nazioartean esku hartzeko jarraibide berriak eta garapen-eredu berri bat ezartzea, eta, hala, iparraldearen eta hegoaldearen arteko desberdintasunak gaindituz, ekologiaren ikuspegitik bideragarria eta sozialki bidezkoa den mundu bat lortu ahal izatea" (Ríoko Batzarra-1991).

"Giza garapena" kontzeptuak, neurri batean, horri erantzuten dio; izan ere, garapen-maila neurtzeko metodo berri bat hartzen du barnean, eta gaitasunak —osasun-egoera eta ezagutza hobeak, besteak beste— garatzeari ematen dio garrantzia, baina alde batera uzten ditu funtsezko zenbait adierazle, hala nola aberastasunaren edo lana eskuratzeko

aukeraren banaketa, lanaren kalitatea, ingurumen-kalitatea, kultura-integrazioa, eta etxebizitza-beharrak, behar psikikoak eta afektibitate-beharrak asebetetzea.

Baina giza garapena ez litzateke hor bukatuko: badira beste aukera batzuk ere, askatasun politiko, ekonomiko eta sozialetik hasi, eta giza eskubideen bermea izanik sortzailea eta emankorra izateko aukeraraino. Euskal Herrian giza garapenerako aukera emateak egiazko demokrazian sakontzea ekarriko luke, eta, handik abiatuta, erabilgarri dauden giza baliabideak eta baliabide naturalak arrazoiz eta modu harmonikoan erabiltzeari lehentasuna ematen dion eredu ekonomiko bat bilatzea eta gauzatzea, kide guztien banakako eta taldeko beharrak asetzeko, etorkizuneko belaunaldiek beren beharrizanak asetzeko izango duten gaitasuna arriskuan jarri gabe.

Krisia ez da krisi ekonomikoa soilik; horrez gain, krisi ekologikoa, elikadura-burujabetzarena, osasunari dagokiona, genero-harremanei dagokiena eta balioena ere bada. Kapitalismoak garatutako zibilizazioaren paradigmaren krisia da; azken batean, kapitalismoak oinarri duen eredu ideologikoaren krisia.

"Bizi-kalitateak, zorionak eta BPGak ez dute zertan norabide bera izan"

Krisian dauden balio horien eraginez, Euskal Herria gizarte prekarioa da eta legearen zamapean dago. Herritar gehienek (etorkinak, emakumeak, gazteak eta adineko pertsonak) dituzten bizi-baldintzak okertzea sektore publikoaren eskuhartzeak ekarri du, lan-merkatua eta gizarte-babesa araugabetzen eta babesik gabe uzten dituzten legeen bidez. Baina errealitate hori ezkutuan geratzen da garaipen-ukituak dituzten batezbesteko estatistikoetan, non ez baitira aipatzen muturrak eta desberdintasunak.

Gizarte bat benetan jasangarria izan dadin, ezinbestekoa da jasangarria izatea maila fisikoan (baliabideak modu jasangarrian erabiltzea) eta maila sozialean (gizarte- eta lurralde-desberdintasunak gainditzen dituena). Ezin da jasangarritasunik izan berdintasunik ezean.

Benetan jasangarria den gizarte batek garapenari ematen dio lehentasuna hazkundeari eman ordez; kualitatiboari (bizi-kalitatea), kuantitatiboari eman ordez (bizi-maila); eta elkartasunari, lehiakortasunari eman ordez. Komunitate guztiaren nahikotasunera, justiziara eta berdintasunera hedatzen den demokrazia ekonomikoa izan daiteke, beharbada, baliorik handi eta osoena, eta balio hori ez du BPGak neurtzen, ez eta haren zuzentzaileak —gaur eguneko Giza Garapenaren Indizeak— ere.

ARG.: MARCK HILLARY/CC_BY

JOSE RAMON ETXEBARRIAREN ESKUTIK

GIORDANO

Ez zion beldurrik heriotzari. 1600eko otsailaren 17an, Giordano Bruno lasai agertu zen Erromako Campo dei Fiori plazan, bera bizirik erretzeko prestatutako sutzarraren aurrean. Orain, Brunok berak hil aurretik iragarri bezala, haren estatua bat dago plaza hartan; pentsamendu- eta ideia-askatasunaren aldeko monumentu bat.

Teologoa eta filosofoa izan zen Bruno; oso gizon polemikoa (400 urte geroago ere polemika eragiten jarraitzen du, Cosmos telesail berriaren lehen kapituluan agertu izanak eztabaida sutsua piztu baitu). Kopernikoren heliozentrismoa eta Lukrezioren espazio infinituaren ideia defendatu zituen, eta Nikolas Cusakoari irakurritako jainkoaren infinitotasunarekin lotu zuen unibertsoarena. Beste hipotesi bat ere bota zuen: eguzkia izar bat zela, eta gainerako izarrak ere inguruan planetak zituzten eguzkiak zirela.

Munduen aniztasuna aldarrikatzea izan zen sutara kondenatzeko arrazoietako bat. Baina beste heresia asko leporatu zizkioten: Hirutasun Santuaren eta Jesusen aurka egitea, esaten baitzuen Jesus ez zela Jainkoa, azti iaio bat baino; Mariaren birjintasuna zalantzan jartzea; fede katolikoaren eta haren ministroen aurka hitz egitea; asmakeriatan aritzea...

Azken unean ere, apaizak eskainitako gurutzeari musu emateari muzin egin zion Brunok. Eta bare-bare jarraitu zuen, sugarretan desagertu arte. "Bera lasai zegoen, bazekielako zuzen zegoela" zioen Jose Ramon Etxebarria EHUko irakasle, ingeniari eta fisikariak martxoko *Elhuyar* aldizkariko Lekukoak atalean. "Ni bezala hiltzea... hori ez da heriotza, ez! Horrela hiltzea bizia da" esan zuen Brunok hiltzeko bezperatan idatzitako poeman. Poema horixe euskaratu eta eskaini digu, Etxebarriak.●

Esan. Zein da nire krimena? Susmorik ote daukazue, behintzat?
Eta akusatu egiten nauzue, inoiz deliturik egin ez nuela jakinik!
Erre nazazue; izan ere, bihar, sutzarra piztuko duzuen tokian,
historiak estatua bat eraikiko du nire ohorez.
Nik badakit zuen eromen gorenak kondenatzen nauela.
Zergatik? Egian bilatu nituelako argiak;
ez pentsamendua lausotzen duen zeuen zientzia faltsuan,
zeina beste garai batetik ostutako dogma eta errituekin osatua den,
baizik eta munduko unibertsoaren liburu eternoan,
zeinak iraupen luzeko orrietan gordeta dauzkan
etorkizun emankor baten kimu bedeinkatuak,
eta justizian oinarritua den, arrazoian funtsatua.
Halere, badakizue ezen, gizonak bere kontzientzian
kausen kausak bilatzen baditu, azken zergatiaren bila badabil,
Bibliaren ordez zientzia hartu beharko duela laster,
tenpluen ordez eskola, fedearen ordez, arrazoia.
Nik badakit horrek ikaratu egiten zaituztela,
den-denak beldurtzen zaituzten bezala,
eta ni gezurtatu nahi izango nindukezuela.
Are gehiago, zeuen kontzientziak ere gezurtatu nahi dituzue,
negarra sorrarazten duen serbilismoaren lokatzean sartuak...
Baina han ere, sakon-sakonean, kontzientziek ondo dakite
ideia hori ukiezina dela, eternoa, jainkotiarra, inmateriala...
Ez direla zuen jainkoa eta erlijioa aldaketekin
historia sortzen dutenak, ideia bera baizik.
Bera dela hezurtegitik bizia ateratzen duena,
bera dela hautsezko gizona sortzaile bihurtzen duena,
kalbarioko eszena odolez idatzi zuena,
Taborrekoa argiz idatzi ondoren.
Baina betiko berberak zarete, fariseo zaharrok,
jendeak ikus zaitzakeen tokietan otoitz egin eta makurtzen zaretenok,
fede-itxurak eginez, faltsuak zarete Jainkoari deika, ateo halakoak,

BRUNO

Egoitz Etxebeste Aduriz
Elhuyar Zientzia

Poemaren itzulpena: Jose Ramon Etxebarria

Irudia: Manu Ortega/CC BY-NC-ND

karraskatzeko gorpu baten bila zabiltzaten txakalak.
Zein da zuen dotrina?, asmakerien oihala;
zuen ortodoxia, gezurra; zuen patriarka, errege bat;
elezahar bat da zuen historia, fantastikoa eta arrotza;
zuen arrazoia, indarra; eta zuen legea, urrea.
Antzinako jentilen bizio guztiak dauzkazue.
Bakanalak dituzue, haien gaiztokeria doilorra.
Haiek bezala, faltsuak, hipokritak eta zitalak zarete.
Haiek bezala, egia hil nahi duzue.
Halere... alferrik ari zarete! Horretan inor bada,
neu naiz garaile, zeren historiak esango baitu geroan,
"Errespetua Bruno bezala hiltzen direnei".
Zuen izenak, ordea,... Nork esan ahalko ditu?
Ai ene, mila aldiz nahiago dut neure heriotza, zuen zortea baino.
Ni bezala hiltzea... hori ez da heriotza, ez!
Horrela hiltzea bizia da: zeuen bizitza, ostera, heriotza.
Horregatik, garaile bat egongo da, eta ez Erroman... Neu naiz!
Esaiozue zeuen aitasantuari, zeuen jaun eta jabeari.
Esaiozue heriotzari emana naizela amets bati balitz bezala.
Zeren heriotza baita Jaikoarengana eramaten gaituen amets bat...
Baina ez zeuen jainko zoritxarrekoarengana, bizio eta pasiodunarengana,
biziarekin batera gizonari madarikazioa ematen dionarengana,
baizik eta Jainko-Ideia horrengana, zeinak, mila modutan,
materiari forma ematen dion, eta kreazioari, bizia.
Ez guduen jainkoari, bai pentsamenduaren Jainkoari,
bai kontzientziaren Jainkoari, bai nigan bizi den Jainkoari,
sua, argia, lurra eta haizea animatzen dituen Jainkoari,
ontasunen Jainkoari, eta ez mugagabeko haserrearen jainkoari.
Esaiozue ezetz, sukarrez, eldarnioz eta gosez igarotako hamar urteek
ezin izan zutela apurtu ene borondatea.
Uka dezala Pedrok Jesus Maisua, baina jakin dezala ezen,
egiaren martirioaren aurrean, neu ez nauzuela apostataraziko.
Aski da!... Zuen zain nago! Amaitu egizue zeuen lana.
Koldarrak! Zerk gerarazten zaituzte?... Etorkizunaren beldur al zarete?
Ai ene! Dardarka zaudete. Faltan duzue nik sobera dudan fedea.
Begira egidazue!... Ni ez nago dardarka. Neu naiz, ordea, hil behar duena!

berria

Elkarrekin, 2014an sendoagoa egingo dugu

izan zaitez **berria**laguna

BERRIAlagunak:

- Egunero BERRIA PDFan jasoko du.
- BERRIAren produktuak merkeago izango ditu.
- Bestelako eskaintza eta deskontuetarako aukera izango du.

BERRIAk:

- Aukera izango du gero eta proiektu sendoagoa egiten jarraitzeko.

Euskal Herriak irabaziko du:

- Euskal kultura sustatuko delako.
- Euskal hedabide sarea egonkortuz eta hobetuz joango delako.

Ekarpena egiteko aukerak:

☐ 100 € urtean ☐ 10 € hilabetean
☐ 200 € urtean ☐ beste kopuru bat

Erabili bide hauek eskaera egiteko:

- 943-30 43 45
- laguna@berria.info
- berria.info/berrialaguna

Ana Zubiaga Elordieta

Genetikako katedraduna

Ana Zubiaga (Gernika, 1959) Genetikako katedraduna da, eta Giza Genetikako eskola teorikoak eta praktikoak ematen ditu EHUn. Irakasle izateaz gain, ikertzaile ere bada, eta, hain zuen, Minbiziaren Biologia Molekularra ikerketa-taldearen arduraduna da. Bestalde, EHUko Ikerkuntzarako Zerbitzu Orokorretako Adierazpen Genikoko Unitatearen arduraduna da, eta Animalien Ongizaterako Etika Batzordeko kidea. ARG.: ANA ZUBIAGA.

"Agian, pentsamendua nola sortzen den ulertzera irits gaitezke"

Aurkikuntza, aldaketa eta iraultza txikiz beteta dago genetikaren historia; azken urteetan, gainera, arlo horretan garatutako zenbait ikerketak oihartzun handia izan dute gizartean. Horregatik, ez da erraza bakar bat nabarmentzea. Eta horregatik da hain interesgarria Ana Zubiagak lehenengo galderari emandako erantzuna. Baina, agian, harrigarriagoa da bigarrenari erantzundakoa...

Ana Galarraga Aiestaran
Elhuyar Zientzia

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

Zaila da bat aukeratzea, hainbeste gauza gertatu dira urte hauetan: giza genomaren sekuentziazioa, PCR (polimerasaren kate-erreakzioa) teknika garatzea, Dolly ardia... Hala ere, bat aukeratu beharko banu, biologia molekularraren garapenarekin geratuko nintzateke. Hain zuzen, horrek ekarri du gainerako guztia.

Gure arloan, aurrerapenak hamarkadaka gertatu dira gutxi gorabehera. Aurrena, 1950eko hamarkadan, DNA molekularen egitura ikusi zuten, helize bikoitza. 1960ko hamarkadan, berriz, material genetikoaren kodea deszifratu zen. Hortik aurrera hasi gara ulertzen material genetikoaren funtzionamendu molekularra, eta galdera egokiak egiten.

Horrela, biologia molekularrari esker, 1970ko hamarkadan bidea ireki zitzaion ingenieritza genetikoari. Aipatzekoa, 1980ko hamarkadako PCRa, hau da, DNA modu azkar eta merkean anplifikatzeko metodoa. Hori sekulako aurrerapena izan da biologian.

1990ean giza genoma proiektua abiatu zen, Dolly ezagutu genuen geroxeago, eta 2001ean giza genomaren zirriborroa aurkeztu zuten. Proiektua hasi zutenean, ezin zuten imajinatu ere egin hain denbora gutxian lortuko zutenik, baina teknologiaren garapenak posible egin zuen epe horretan genoma osoa sekuentziatzea.

Hori guztia pentsaezina izango litzateke biologia molekularraren oinarriak finkatu izan ez balira. Gainera, ondorio oso garrantzitsuak izan ditu beste arlo batzuetan, adibidez, medikuntzan, aurkitu direlako hainbat eta hainbat gaixotasunen geneak, eta horrek tratamendu berrien bidea zabaldu duelako. Horri esker, urte gutxitan, izugarri aurreratu da minbiziaren ezagutzan.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Oraintxe esan dudanaren haritik, sekuentziazio masiboari esker, minbiziaren oinarriak ezagutzen ari gara. Nik horretan ikertzen dut, eta orain badakigu minbiziak hainbat gaixotasun ezberdin direla. Orain arte, tumoreak sailkatzeko modu bakarra euren morfologian oinarritu da, baina metodo hori ez da batere zehatza. Orain, ordea, maila molekularrean bereizteko aukera dugu minbizi bakoitzaren mutazio sorta. Datozen urteetan, beraz, ikusiko dugu mutazioetan oinarrituriko minbiziak tratatzeko terapia espezifikoak sortzen direla.

Hala ere, niretzat badago beste erronka bat, hori baino zirraragarriagoa: garuna. Hor ez dakit zer etorriko den. Orain abiatu da BRAIN proiektua, baina uste dut ez garela gai oraindik aurreikusteko zer izango den. Besteetan bezala, aurrena teknologia garatu beharko da, eta horrek ekarriko du garunaren funtzionamendua ezagutzea. Horren atzean egon daiteke nanoteknologia, konputazioa... Hortik uste dut hasiko garela ulertzen jarduera neuronalaren dinamika, eta, agian, pentsamendua nola sortzen den ulertzera irits gaitezkeela.

Lurraz haragoko esploratzaileak

Gorka Azkune Galparsoro
Adimen artifizialean ikertzailea/DeustoTech

Gizakiaren historia bilaketen eta aurkikuntzen historia izan da. Gure arbasoek beren jakin-mina asetzen zuten itsasontzi batean begiek ere ikus ez zitzaketen lekuetara bidaiatuz. Balentria handiak egin zituzten, alajaina! Gaur egun, grina berbera dugu barruan. Asko da ezagutzen duguna, baina oraindik gehiago ezagutu nahi duguna. Gizakiak mundu berriak aurkitu eta esploratu nahi ditu. Mundu berri horiek, ordea, gure planetatik urrun geratzen dira, itxura batean helezinak diruditen lekuetan. 1969an lehen pauso handia eman genuen mundu berri horiek bertatik bertara aztertzeko: gizakia Ilargira heldu zen. Orain, gure begiak Marte planetan pausatu dira. Nola aska ditzakegu planeta gorriak planteatzen dizkigun misterioak?

Martera bidaiatzeak dituen arriskuak eta arrazoi ekonomikoak direla medio, gizakiak ezin izan du bertara iritsi oraindik. Baina bere ordez, jada bidali ditu esploratzaile berezi batzuk: **robotak**.

1997an, NASAren lehen robota iritsi zen Martera: *Sojourner* robota. 2004an, berriz, bi robot biki iritsi ziren planeta gorria ikuskatzera: *Spirit* eta *Opportunity*. Hasiera batean haien misioak 3 hilabete iraun behar bazuen ere, *Opportunity* oraindik ere lanean ari da! *Spirit*ek, bestalde, 2010ean bidali zuen bere azken seinalea.

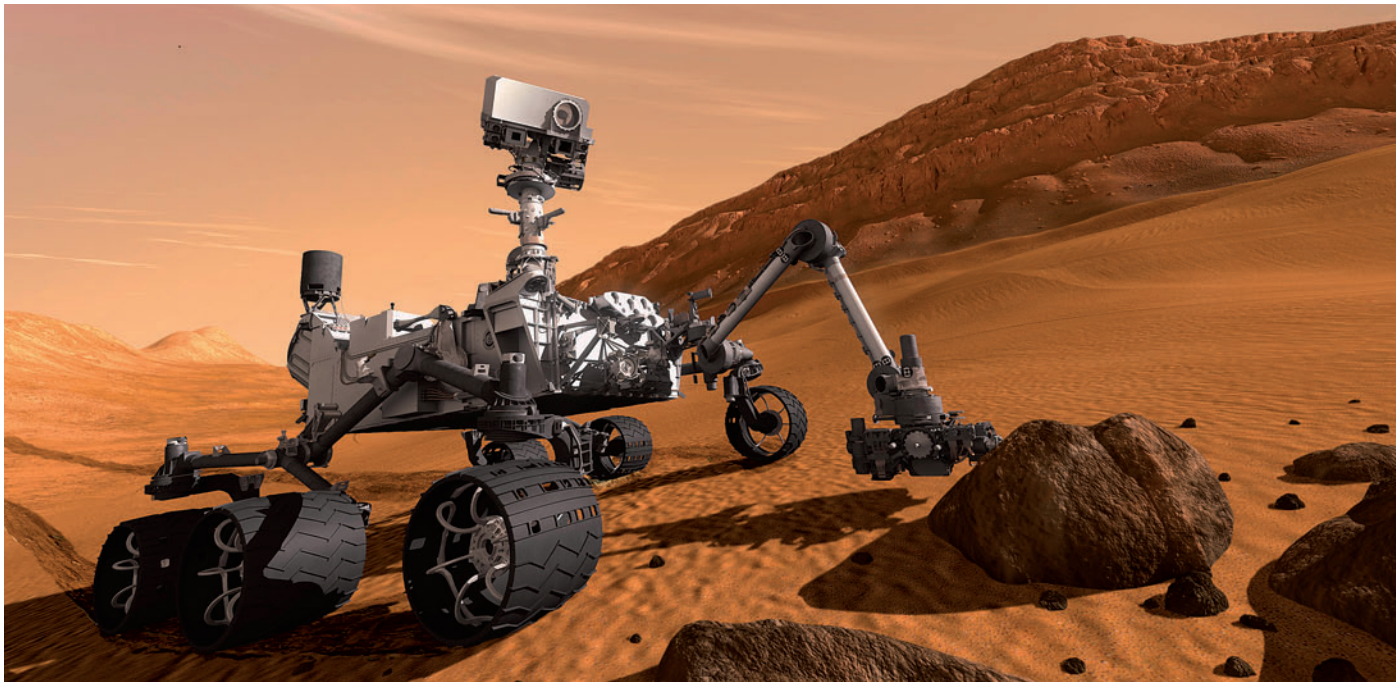
Azkenik, 2012. urteko abuztuan, *Curiosity* robota iritsi zen Martera (ikus 1. irudia). *Curiosity* bere aurrekarien anaia zahartzat jo dezakegu. Teknologikoki aurreratuagoa, tamainaz ere handiagoa, jada ari da Marteko lurrazala eta eguratsa aztertzen, eskura dituen sentsore eta aparatu guztiak erabiliz.

MARTEKO LABORATEGI ZIENTIFIKOA

Curiosity ez da robot bat soilik; asmo handiko helburu zientifikoak dituen laborategi osatu bat da. Helburu hauek ditu:

- Marten inoiz bizi-formarik egon den zehaztea.
- Marteko klima ezagutzea.
- Marteko geologia aztertzea.
- Gizakien etorkizuneko bidaiak prestatzen laguntzea.

Lana behar bezala egiteko, robota laborategi mugikorra bilakatu dute, eta maila goreneko ekipamenduz hornitu. 2. irudian ikusten dira robotaren gailu nagusiak. Laburbilduz, *Curiosity*k hainbat helburutako 17 kamera ditu, Lurrarekin komunikatzeko



1. irudia. *Curiosity* robota Marten. IRUDIA: NASA/JPL.

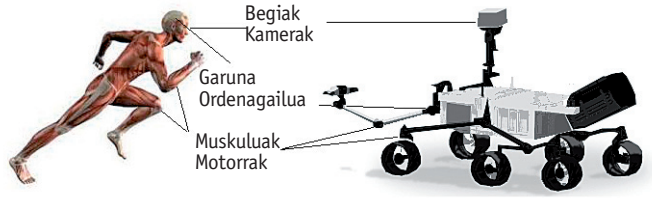
antenak, sentsorez hornituriko beso robotiko bat, eta hamaika aparatu lurzoruko laginak aztertzeko. Aipatzekoak dira, batez ere, ura detektatzeko *DAN* gailua eta klima aztertzeko estazioa (*REMS*).

Hori guztia ikaragarria izateaz gain, *Curiosityk* han-hemenka ibiltzeko gaitasuna behar du gailu horiek beren lana egin, datu mordoxka bat bildu eta Lurreko ikertzaileei helarazteko. Hots, gure robotak Marten zehar mugitu behar du, leku interesgarrienetara heldu eta han bere aparatuak martxan jartzeko. Noski, horretarako ditu sei gurpilak. Baita beso robotiko bat ere. Beraz, badirudi nahikoa litzatekeela Lurrean pertsona bat izatea, *Curiosityren* kamerak jasotzen duten informazioarekin robota gidatzen dakiena. Bideo-joko baten modukoa izango litzateke. Ala ez?

ROBOT AUTONOMOEN BEHARRA

Lurretik ezin da Marten dagoen robot bat gidatu. Bi arrazoi nagusik egiten dute ezinezko:

1) Komunikazio-atzerapena: Marteren eta Lurraren posizio erlatiboak kontuan hartuz, seinale batek 8-42 minutu behar du joan-etorria egiteko.



3. irudia. *Curiosity* robotaren eta gizaki baten arteko konparazioa. IRUDIA: GORKA AZKUNE.

2) Aldizkako komunikazioa: Lurraren eta Marteren arteko komunikazioa Marteren orbitan dauden zunda batzuen bitartez egiten da. Zunda horiek Lurrera begira egon behar dute informazioa igorri ahal izateko. Ondorioz, robotarekin komunikazioa ezin da etengabea izan.

Gauzak horrela, urrutiko kontrola ez da nahikoa. Zerbait aurreratuagoa behar dugu arrakastarik izan nahi badugu. Gakoa **autonomia** da.

Nahiz eta autonomiaren kontzeptua roboten funtzio askori aplika dakiokeen, gaitasun batean zentratuko dugu guk: mugikortasunaren autonomia edo **nabigazio autonomoa**. Trebetasun hori guztiz oinarrizkoa da beste planeta batean dagoen robot bat erabilgarria izan dadin.

Gizakiok badugu aipaturiko trebetasun hori. Horretarako, ezinbestekoa zaigu, ordea, ingurunea hautematea (zentzumenak), hautemandakoa intepretatzea (garuna), interpretatutakoaren gainean erabakiak hartzea (garuna) eta erabaki horiek exekutatzea (muskuluak). Lan handia egin da robotei ere gaitasun berak emateko. Emaitza 3. irudian dugu: begien ordez, *Curiosityk* kamerak ditu; garunaren ordez, ordenagailuak; eta muskuluen ordez, motorrak ditu gurpiletan. Beraz, baditugu autonomia izateko behar ditugun elementu guztiak, baina orain beste pauso bat falta zaigu. Nola erabil daitezke elementu horiek robotak modu autonomoan nabiga dezan?

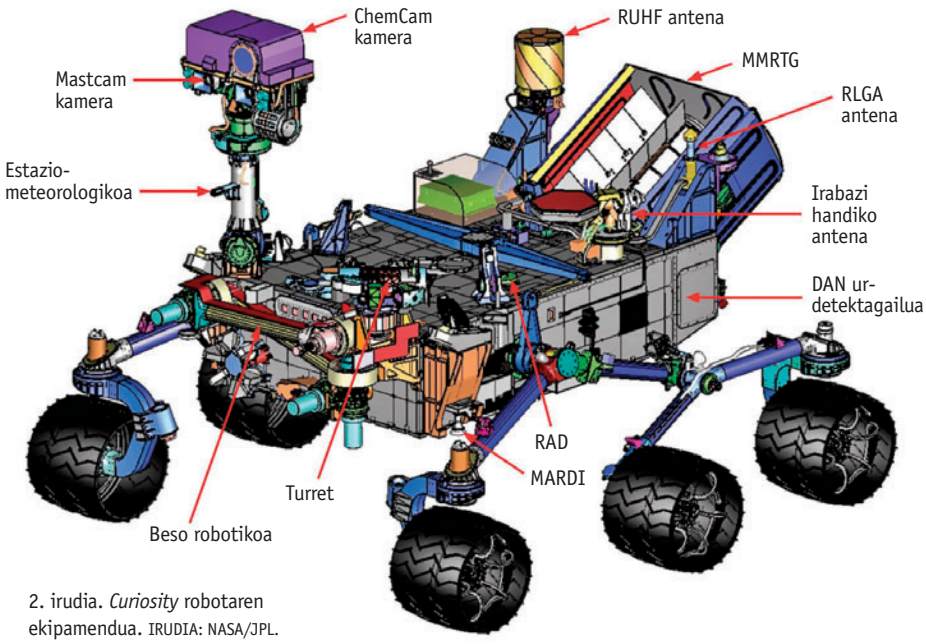
NABIGAZIO AUTONOMOA

Ezinbesteko gaitasun baten aurrean gaude. Robot bat ezin bada mugitu bere ingurunea miatzeko, ezer gutxirako balioko digu. Ingurune bateko puntu batetik beste puntu batera oztopoak saihestuz mugitzeko gaitasun gisa definitzen da nabigazio autonomoa. *Curiosityren* kasuan, nabigazioaren arazoa hiru azpiblokeetan zatitzen da: **ingurunearen interpretazioa, ibilbidearen plangintza** eta **kokapenaren zenbatespena**. Ikus ditzagun banan-banan.

Ingurunearen interpretazioa

Gure robota ingurune ezezagun batean dagoenez, nahitaezkoa zaio inguruan dituen objektuak eta lurzoruaren ezaugarriak hautematea edozein mugimendu egin aurretik. Aurrean harri bat badu, ez luke aurrera jo behar harriarekin talka egin baitezake. Harria saihesteko, ezinbestekoa du ingurunetik jasotzen dituen datuak interpretatzea.

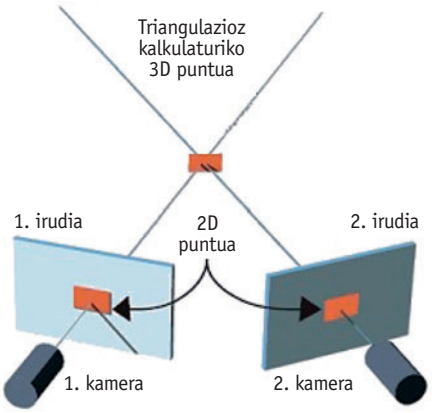
Horretarako, *Curiosityk* bi kamera erabiltzen ditu, eta ez da halabeharrez. Gizakiok 3 dimentsioko ikusmena badugu, bi begi erabiltzen ditugulako da, hein handi batean. 4. irudian ikus daitekeenez, robotentzat ere eredu berari jarraitu zaio. Ideia sinplea da. Bi kamerek ingurune beraren bi irudi ezberdin egiten dituzte. Bi irudien artean despla-



2. irudia. *Curiosity* robotaren ekipamendua. IRUDIA: NASA/JPL.

zamendu txiki bat dago, kameren arteko distantziarekin proportzionala den alde bat. Irudi bakoitzean puntu bera bereiziz gero, oso erraz kalkulatzen da, triangulazio bidez, puntu horrek ingurunean duen 3 dimentsioko posizioa.

Bi irudietan puntu asko parekatzeko gai bagara, ingurunearen puntu-laino bat lor dezakegu. Puntu-laino bat 3 dimentsioko puntu-multzo bat da. Adibide gisara, 5. irudian baso batean lortutako puntu-laino bat



4. irudia. 3 dimentsioko ikusmenaren funtzionamendua. Irudi bakoitzean, puntu berak posizio ezberdinak ditu. Triangulazioz, puntuaren 3 dimentsioko posizioa kalkulatzen da, bi kameren arteko distantzia jakinda.
IRUDIA: VISIONRTtik MOLDATUA/GORKA AZKUNE.

dugu. *Curiosityk* modu horretako puntu-lainoak lortzen ditu Marten, eta haren lana da ingurunearen ezaugarriak ezberdintzea laino horien bitartez. Adibidez, zeharkatu ezin dituen tokiak, maldak, zuloak eta abar. Prozesu horren emaitza da ingurunearen nabigazio-mapa bat, non eremu nabigagarriak eta ez-nabigagarriak bereizten baitira.

Ibilbidearen plangintza

Autoetako GPS gailuek egiten duten antzera, *Curiosityk* ere biderik laburrena kalkulatzen du bere tokitik helburu-puntura. Plangintza hori kameren bidez lortutako nabigazio-mapen gainean egiten du, 6. irudian ikus daitekeenez. Horretarako, robotak exekuta ditzakeen ibilbide denak kontuan hartzen ditu. Ibilbide horiek eremu ez-nabigagarrietan sartzen badira, alde batera uzten dira. Ibilbide posibleen artean, mugimendu-kopurua minimizatu eta oztopoetatik urrunen daudenak aukeratzen dira, bilaketa-algoritmoak erabiliz.

Kokapenaren zenbatespena

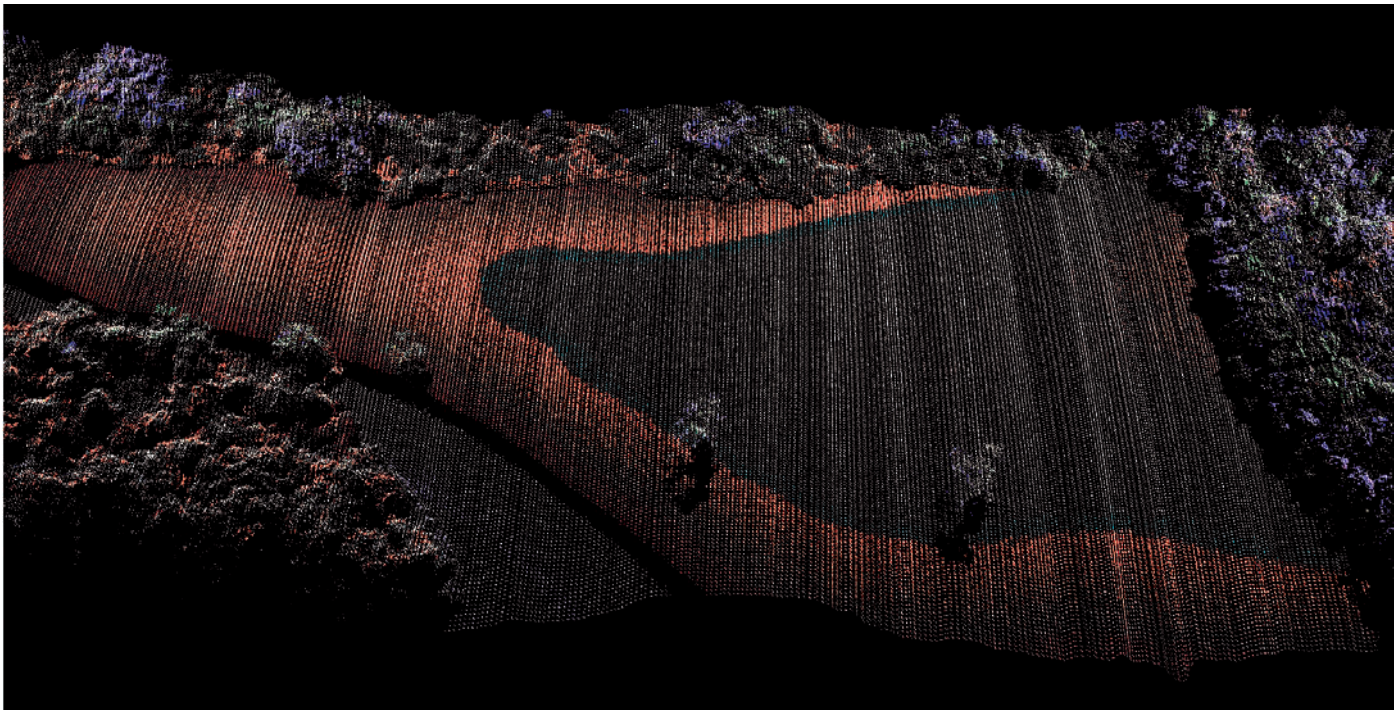
Nabigazioa ez da posible ez baldin badakigu non gauden gure helburu puntuarekiko. Gauden lekutik 10 metro aurrera egiteko agintzen badigute, ezinbestean jakin behar dugu une oro zenbat desplazatu garen hasierako puntutik, eta, beraz, non gauden helburuarekiko. Desplazamendu horiek neurtzeko modurik onena *ikusmen bidezko odometria* erabiltzea da. Beste behin, bi kameraz baliatuz inguruneko puntu esanguratsu pilo bat bereizi eta beraien 3 dimentsioko koordenatuak kalkulatzen dira. Irudi berri bat iristen denean, lehengo irudiko puntu berak identifikatzen dira eta irudi zaharrarekiko izan duten desplazamendua neurtzen da. Hala, bada, desplazamendu hori robotaren mugimenduaren ondorio denez, robotaren benetako desplazamendua kalkulatzen da. Prozesu horren emaitza 7. irudian dakusagu.

Azaldutako hiru gaitasun horiek konbinatuz lortzen du *Curiosityk* Marten mugitzea eta Lurreko langileek agindutako lekuetara bere kasaka joatea. Prozesuaren deskribapen laburtu bat ikusten da 8. irudian.

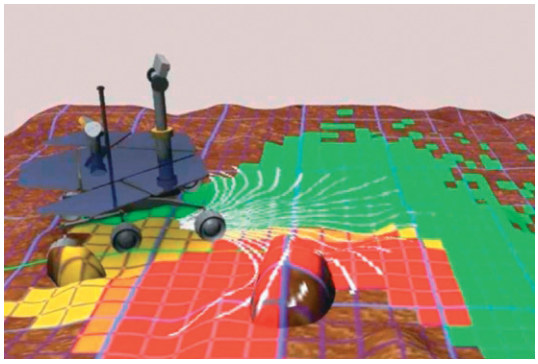
ETORKIZUNA

Marte sakonago ezagutzeko egitasmo handiak daude martxan. Beharbada erakargarriena *Mars Sample Return*[1] deritzona da. Hain zuzen, NASA eta ESA (Europako Espazio Agentzia) elkarlanean ari dira robot berri bat Martera bidali eta han biltzen dituen laginak Lurrera ekartzeko. Zeregin horretarako robot berriak autonomia-maila handiagoa izan beharko du.

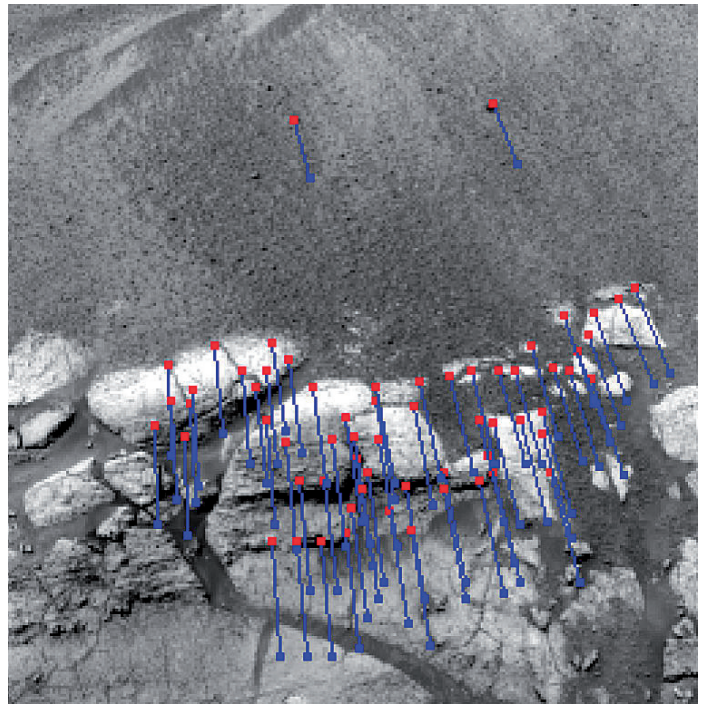
Misioa epe jakin baterako izango da, Martera bidalitako ontzia itzularaztea zailagoa baita denbora pasatzen den heinean.



5. irudia. Baso batean lorturiko 3 dimentsioko puntu-laino bat. IRUDIA: CARNEGIE MELLON UNIBERTSITATEA/ROBOTIKA INSTITUTUA.



6. irudia. Robotak nabigazio-mapa batean kontuan hartzen dituen bide posibleak. Maparen koloreek nabigagarritasuna adierazten dute: gorria, ez-nabigagarria; horia, arriskutsua; berdea, nabigagarria; eta marroia, ezezaguna. IRUDIA: NASA/JPL.

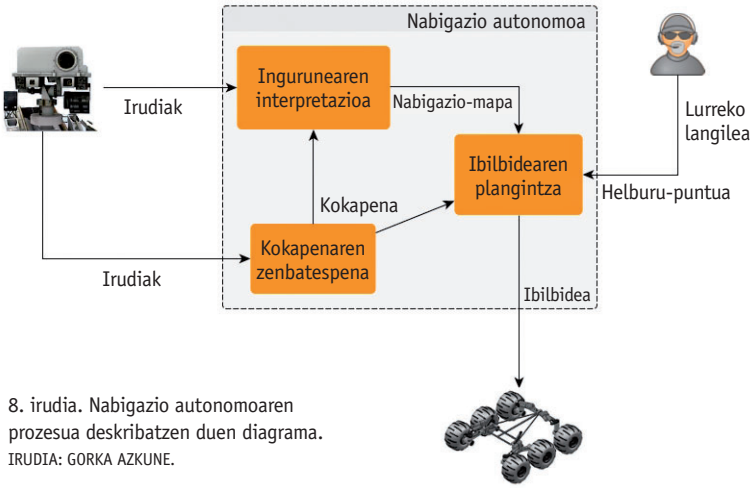


7. irudia. Ikusmen bidezko odometriaz neurturiko desplazamenduak. Irudian ikusten diren marra urdinek puntu esanguratsu batzuen mugimendua erakusten dute. Mugimendu horiek kameren mugimenduak dira, eta, beraz, hasieratik bukaerara arte kamerak nola mugitu diren kalkula daiteke. IRUDIA: NASA/JPL.

Hori dela eta, robotak bere inguruneareen mapa osatuak egiteko gaitasuna izan beharko du. Ontzitik laginak bildu dituen lekuraino egin dituen ibilbideak gogoratu beharko ditu, plangintza azkarragoak lortzeko. Nabigazioa hobea izateko, lurzoruaren ezaugarriak ezagutu beharko ditu ikusmena erabiliz: harea ala lokatza den, ingurune irristakorrak saihesteko eta abar.

Hori guztia lortu da jada Lurrean; beraz, zergatik ez Marten? Arrazoi nagusi bat dago: espaziora bidaltzen diren ordenagailuek dituzten mugak. Tenperatura-aldaketak, erradiazioa eta energia-kontsumoa direla medio, *Curiosity*ren bi ordenagailuek gure etxeetan orain dela 10 urte zeuden ordenagailuen ahalmena dute. Eta, horrela, oso zaila da behar duten autonomia-maila lortzea.

Ondorioz, espaziorako ordenagailuetan eta algoritmoen eraginkortasunean lan handia dago egiteko. Eta lan hori egingo da. Robot gehiago bidaliko dira, bai planeta gorrira, bai beste batzuetara. Haiek izango dira gure esploratzaile eta aurrekariak. Egunen batean gizakia bera ere iritsiko delako Lurraz haragoko mundu liluragarri horietara. ●



8. irudia. Nabigazio autonomoaren prozesua deskribatzen duen diagrama. IRUDIA: GORKA AZKUNE.

BIBLIOGRAFIA

Bajracharya, M.; Maimone, M.W.; Helmick, D.: "Autonomy for mars rovers: Past, present, and future". *Computer,* 41 (12) (2008), 44–50.

Helmick, D.M.; Cheng,Y.; Clouse, D.S.; Matthies, L.H.; Roumeliotis, S.I.: "Path following using visual odometry for a mars rover in high-slip environments" In *Aerospace Conference, 2004.* Proceedings. 2004. *IEEE,* volume 2 (2004), pages 772–789. IEEE.

Howard, T.M.; Morfopoulos, A.; Morrison, J.; Kuwata, Y.; Villalpando, C.; Matthies, L.; McHenry, M.: "Enabling continuous planetary rover navigation through fpga stereo and visual odometry" In *Aerospace Conference, 2012 IEEE,* (2012) pages 1–9. IEEE.

Leger, P.C.; Trebi-Ollennu, A.; Wright, J.R.; Maxwell, S.A.; Bonitz, R.G.; Biesiadecki, J.J.; Hartman, F.R.; Cooper, B.K.; Baumgartner, E.T.; Maimone, M.W.: "Mars exploration rover surface operations: Driving spirit at gusev crater" In *Systems, Man and Cybernetics, 2005 IEEE International Conference on,* volume 2 (2005), pages 1815–1822. IEEE.

BOTA GALDERA!

IÑIGO LOPEZ-GAZPIO
EHUko IXA Taldeko ikertzailea

Gogoan al duzue txikitan irakasleak gai bat amaitzean "ea, bota itzazue galderak!" esaten zuenean? Une hartan bertan hasten zen ezkutaketa-jolasa: aurreko ikaskidearen sorbalda atzean, mahai azpian, ikasgelako atearen atzealdean... edozein ihes-mugimendu baliozkoa zitzaigun irakaslearen begiradarekin topo ez egiteko. Lotsati horiei guztiei berri on bat dakarkiegu, gaurtik aurrera konputagailuak jasango baititu muxu-gorriak gure ordez.

Ondorengo lerroetan, corpus bat oinarri hartuta esaldi-mailan galderak automatikoki eta masiboki sortuko dituen sistemaren[1] hastapenak azalduko ditugu. Horretarako, sukaldaritzan jaki goxo bat prestatzeko egiten dugun antzera, galdera-sorkuntzan ere beharrezkoa izango da pauso zehatz batzuei jarraitzea. Izan ere, galderak automatikoki sortzeko eta, adibidez, *pizza* bat egiteko jarraitu beharreko urratsak oso parekoak dira. Kontu hori guztia martxan jartzeko jarraituko dugun prozesuak lau urrats ditu, sekuentzialki jarraitu beharrekoak:

1. SARRERA-CORPUSA PROZESATZEA

Lehen urratsa, sarrera-corpusa prozesatzea —linguistikoki analizatzea— helburu duena. Hortaz, bada, atal honetan, sarrera-corpusetik abiatuta ahalik eta **informazio gehiena** lortzen ahaleginduko gara. Informazio-bilaketa hori hizkuntzaren prozesamenduko hainbat eremutan errepikatzen bada ere, funtsezko ataza da zentzuz aurrera jarraitu nahi badugu behintzat. Atal honi gogoz ekiteko, beharrezkoa izango dugu hizkuntza-baliabide desberdinak erabiltzea, hala nola analizatzaile sintaktikoak, analizatzaile morfologikoak, analizatzaile semantikoak, lematizatzaileak, tokenizatzaileak... Hala, jatorrizko esaldietan aditzak —jokatuak eta jokatu gabeak—, izenak, izenondoak, aditzondoak... identifikatzeko gai izango gara, eta, horrez gain, hitzak eta horiek osatzen dituzten izen-sintagmak, izen-sintagmen deklinabide-kasuak, aditzen arteko sintagma-konposaketak —aditz sinpleak, konposatuak, laguntzaileak... —eta esaldietako hitzen dependentzia sintaktikoak ere identifikatu beharko ditugu.

Sukaldaritzan aritzen garenean ere, konturatu gabe, hasieratze horren antzeko **analisi** bat egiten dugu: informazioa eta lanabesak prestatzen ditugu. Lehendabizi, jakia prestatzeko behar dugun eskuliburua hartzen dugu; ondoren, zer osagai behar ditugun irakurtzen dugu, haiek zerrendatu eta bilatzen ditugu; eta, gero, behar ditugun lanabesak sukaldeko mahaiaren gainean kokatzen ditugu, errezetaren pausoak trabarik gabe egiteko.

1. ADIBIDEA

Sarrera-corpusa:

Pizzak asko gustatzen zaizkit; horregatik, afaltzeko hori prestatuko dut.

Analisi linguistikoaren emaitzak (bertsio murriztua):

```
<!— Pizzak —>
<hitza id="t1"  lemma="pizza" pos="N.IZE-ARR" case="ERG" />

<!— asko —>
<hitza id="t2"  lemma="asko" pos="A.ADB-ARR" />

<!— gustatzen —>
<hitza id="t3"  lemma="gustatu" pos="V.ADI-SIN" />

<!— zaizkit —>
<hitza id="t4"  lemma="izan" pos="V.ADL" />

<!— horregatik —>
<hitza id="t5"  lemma="horregatik" pos="A.ADB-ARR">

<!— afaltzeko —>
<hitza id="t6"  lemma="afaldu" pos="V.ADI-SIN" case="GEL">

<!— hori —>
<hitza id="t7"  lemma="hori" pos="D.DET-ERKARR" case="ABS">

<!— prestatuko —>
<hitza id="t8"  lemma="prestatu" pos="V.ADI-SIN">

<!— dut —>
<hitza id="t9"  lemma="*edun" pos="V.ADL">
```

[1] Sistema hauek QG (Question Generator) izenez ezagutzen dira.

ARG.: © ANDREI KOVALEV (FOLLOW)/123RF

2. GALDEREN EMAITZAK HAUTATZEA

Behin errezetako jakiak zerrendatu ditugunean —hobe gure hozkailuan egotea dendan baino!—, **haien bila joatea** da hurrengo urratsa. Tomatea eta urdaiazpikoa hozkailuan, gazta sukaldeko mahai gainean, ura iturrian, irina apalean, gatza armairuan... ; dena den, aitonaren baratzeko tomateak erabili **ordez**, aurreko eguneko tomate-saltsa erabiliko dugu, oso goxoa baitzegoen, eta, ziur, primeran geratuko dela.

Garatzen ari garen galdera-sortzailearen bigarren pauso honetan, sukaldean egin dugun modura, **galderen emaitza egokienen bila joatea da helburua**. Atal honetan ere, nahitaezkoa da hizkuntzaren prozesamendu naturaleko baliabideak erabiltzea, aurretik **sailkatu ditugun osagaien artean hoberenak hautatu** behar baititugu. Hautaketa hori egiteko, informazio-iturri desberdinak erabili daitezke, esaterako: sare semantikoak; bizidunen eta bizigabeen hiztegiak edota artikuluen, albisteen, erakundeen, pertsonaia ospetsuen ... datu-baseak. Hala, hitz eta sintagma guztien artean, informazio gehien ematen digutenak aukeratuko ditugu, eta, ondorioz, sortuko ditugun galderak interesgarriak izateko aukera gehiago izango dituzte.

2. ADIBIDEA

Behin-behineko hautagaien zerrenda (sukaldaritza-hiztegi sinple batean oinarrituz):

[Pizzak] —> Hitzaren lema (pizza) semantika-hiztegian aurkitu dugu jaki gisa
[asko] —> Informazio gehigarririk ez dugu lortu
[gustatzen] —> Informazio gehigarririk ez dugu lortu
[zaizkit] —> Informazio gehigarririk ez dugu lortu
[horregatik] —> Informazio gehigarririk ez dugu lortu
[afaltzeko] —> Hitzaren lema (afaldu) semantika-hiztegian aurkitu dugu jateko ekintza gisa
[hori] —> Informazio gehigarririk ez dugu lortu
[prestatuko] —> Informazio gehigarririk ez dugu lortu
[dut] —> Informazio gehigarririk ez dugu lortu

Behin betiko hautagaien zerrenda:
[Pizzak] —> Jakia (lema = pizza)
[afaltzeko] —> Jateko ekintza (lema = afaldu)

3. GALDETZAILEAK AUKERATZEA

Gutxi falta da amaitzeko, labea berotzen hasi eta dagoeneko prestatzen ari garen jakia usaintzeko gai gara. Osagaiak mahai gainean ditugu, beharko ditugun tresnak ere bai. Hortaz, eskuak zikintzeko garaia heldu zaigu, **osagai bakoitza prestatu** beharko baitugu: irin-orea osatu, gazta zuritu eta arraspatu, tomateari haziak kendu, urdaiazpikoari plastikozko banatzekoak kendu...

Orobat, galderak sortzeko jarraitzen ari garen prozesuan egin beharreko lanak antzekoak dira. Izan ere, corpusa analizatu eta galderen emaitzak identifikatu ditugu; hortaz, aurrera jarraitzeko, eskuak zikindu beharko ditugu, birtualki bada ere, **sortuko ditugun galdera-motak prestatu** behar baitira. Galdera-mota —eta horrekin batera, galdetzailea— aukeratzea aurreko faseetan egindako lanarekin lotuta dagoen ataza da. Hala, sarrera-corpusean datak identifikatzea lortu badugu, zentzuzkoa litzateke denbora-motako galdera bat sortzea, “noiz” —edo tankera horretako— galdetzaile bat erabiliz horretarako. Aitzitik, pertsonaia ospetsuak identifikatzea lortu badugu, zentzuzkoa litzateke pertsonaia bati loturiko galdera bat osatzea, eta “nor” galdetzailea erabiltzea kasu horretan. Azaldu den gisa lan egingo dugu, aurreko fasean identifikatutako hautagai guztientzat galdera-mota zehaztu dugun arte.

3. ADIBIDEA

[Pizzak]
Galdera-mota —> Bizigabe baten inguruko galdera, jakia alegia
Erabili beharreko galdetzailea —> Zer

[afaltzeko]
Galdera-mota —> Bizigabe baten inguruko galdera, jateko ekintza alegia
Erabili beharreko galdetzailea —> Zer

4. GALDERAK ERAIKITZEA

Dena prest dugu, azken txanpa bakarrik geratzen da, hots, **egindako lan guztia bateratzea**; hala eta guztiz ere, kontuz ibili behar dugu, azken uneko akats batek egindako lan guztia honda baitezake. Prestatu ditugun osagai guztiak errepasatu ondoren, lanari ekiten diogu: *pizza*ren orearen gainean tomatea zabaldu, gazta eta urdaiazpikoa gainetik sakabanatu, eta, azkenik, jakia labean sartu. Orain, hogei bat minutu itxaron besterik ez dugu egin behar; bitartean, platerak, mahai-tresnak eta edalontziak prestatu baino ez dugu egin behar, labeko alarmak jakia ateratzeko ordua heldu dela ohartarazten digun arte.

Galdera-sortzailearen sistemaren azken urratsean ere, pareko lanak egin beharko ditugu. Hau da, jatorrizko esaldia hartu eta patroi zein erregela batzuetan oinarrituz **galdera eraiki** behar baitugu. Horrez gain, beste hainbat moldaketa ere egin beharko dira, esaterako, loturazko lokailuak ezabatu, puntuazio-markak egokitu, aditzen kasuak eta markak egokitu...; baina ez hori bakarrik, bururatzen zaizkigun beste hainbat gauza ere egin daitezke, galderak hobetzea helburu duen lan oro ongi etorria izango baita, hala nola anaforak ebaztea eta galderekin zerikusirik ez duen informazioa baztertzea —esaldiak laburtzea, alegia—.

4. ADIBIDEA

Jatorrizko esaldia:
Pizzak asko gustatzen zaizkit; horregatik, afaltzeko hori prestatuko dut.

Jatorrizko esaldia orrazten:

- Esaldiak laburtu (puntuazio-ikurrak egokitu ditugu)
  1. Pizzak asko gustatzen zaizkit.
  2. Afaltzeko hori prestatuko dut.

- Anaforak ebatzi [hori —> pizza]
  1. Pizzak asko gustatzen zaizkit.
  2. Afaltzeko pizza prestatuko dut.

- Galderak eraiki (aditzaren kasua ere egokituko dugu)
  1. Zer gustatzen zaio asko ? —> [Emaitza : Pizza]
  2. Zer egingo du ? —> [Emaitza : Afaldu]
  1. Zer prestatuko du afaltzeko ? —> [Emaitza : Pizza]

ONDORIOAK

Ikusi duzuenez, galderak masiboki sortzen dituen sistema martxan jartzeko, lau urrats egin behar dira: sarrera-corpusa prozesatu, galderen emaitzak hautatu, galdetzaileak aukeratu eta, azkenik, galderak eraiki. *Pizza* bat egitea bezain erraza!

Garatu dugun sistema galdera-sortzailea —oso oinarrizko QG sistema dena— eta ariketak automatikoki sortzeko gai diren beste hainbat sistema irakaskuntza-ikaskuntza arloarekin erabat loturik dauden baliabideak dira, irakasleek materiala prestatzeko behar duten denbora nabarmen murrizten baitute. Oro har, ariketak sortzeko sistema automatikoak e-learning plataforma handiagoetan integratuta egoten dira, eta, hala, lan-karga txiki baten ordainetan parte hartzen duten eta, aldi berean, ikasten dabiltzan erabiltzaile mordoa izateko aukera ematen dute.

Amaitzeko, hasieran aipatutako lotsati guzti horiei, jada badakizue zuen lotsak pizza bat egitea bezain erraz desager daitezkeela (hogei minutu baino denbora gehixeago beharko baduzue ere); beraz, atera zaitezte zuen ezkutalekuetatik, eta **bota itzazue galderak!** ●

HTTP://OPENCLIPART.ORG WEBGUNEKO IRUDIETAN OINARRITUTA SORTUA. DOMEINU PUBLIKOAN.

BIBLIOGRAFIA

Wikipediako webgune ofiziala, http://www.wikipedia.org.

IXA taldeko Eihera aplikazioaren gunea, http://ixa.si.ehu.es/Ixa/Produktuak/1273220198

IXA taldeko Eulia aplikazioaren gunea, http://ixa.si.ehu.es/Ixa/Produktuak/1274694158

IXA taldeko Ixati aplikazioaren gunea, http://ixa.si.ehu.es/Ixa/Produktuak/1273220525

Aldabe, I.; Lopez de Lacalle, M.; Maritxalar, M.; Martinez, E.; Uria, L.: *Arikiturri: An Automatic Question Generator Based on Corpora and NLP Techniques.* UPV/EHU.

Yao, X.; Bouma, G.; Zhang, Y.: *Semantics-based Question Generation and Implementation. Johns Hopkins University, University of Groningen.* Saarland University.

Ardien biriketako adenokartzinomaren oinarri genetikoa

Amaia Larruskain Mandiola
Biologian doktorea. Euskal Herriko Unibertsitatea

Aspalditik da ezaguna ardien biriketako adenokartzinoma (ABA) eritasuna. XIX. mendean deskribatu zen (1865), nahiz eta minbizi hori eragiten duen erretrobirusa ez zen modu ziurrean identifikatu 1990eko hamarkadara arte. ABA eredu ezin hobea da ostalari-birus elkarrekintza aztertzeko; bai eta gaixotasun kutsakorren transmisioa, minbiziaren garapena eta erretrobirus endogenoen eragina ikertzeko ere.

ABA ERRETROBIRUS BATEK ERAGINDAKO MINBIZIA DA

Erretrobirusek askotariko RNA birusen familia ugaria osatzen dute, zeinek ostalari-espezie anitz infektatzen baitituzte. Horien artean, *Betaretrovirus* generoko Jaagsiekte ardien erretrobirusa (Jaagsiekte Sheep Retrovirus; JSRV) dago, hain zuzen, ABAren eragilea. Bereziki ardiei eragiten dien arren, ahuntzek eta ardi-espezie basatiek ere izan dezakete gaixotasun hori. JSRVaren transmisioa arnas aparatuaren bidez gertatzen da batez ere, kutsatutako animaliekin kontaktu zuzena izanez gero (1. irudia).

JSRVa berezia da birusen artean, biriketako zelula epitelialak baitira bere itu-zelulak (II motako pneumozitoak eta Klara zelulak). Horrez gain, kontuan izanda JSRVak soilik proteina esentzialak kodetzen dituen genoma sinplea daukala, berezia da, halaber, minbizia eragiteko erabiltzen duen mekanismoa. Birusaren bilgarriaren Env proteinak bihurtzen ditu itu-zelulak minbizi-zelula (2. irudia). ABAren garapena geldoa da, eta gaixotasunaren azken fasean soilik agertzen dira sintoma klinikoak; besteak beste, biriketako tumoreen tamaina handitu eta ABAren berezkoa den fluidoa metatu ahala, animaliek arnasa hartzeko izaten dituzten zailtasunak.

ARG.: AMAIA LARRUSKAIN

ZERGATIK DAKIGU HAIN GUTXI ABARI BURUZ?

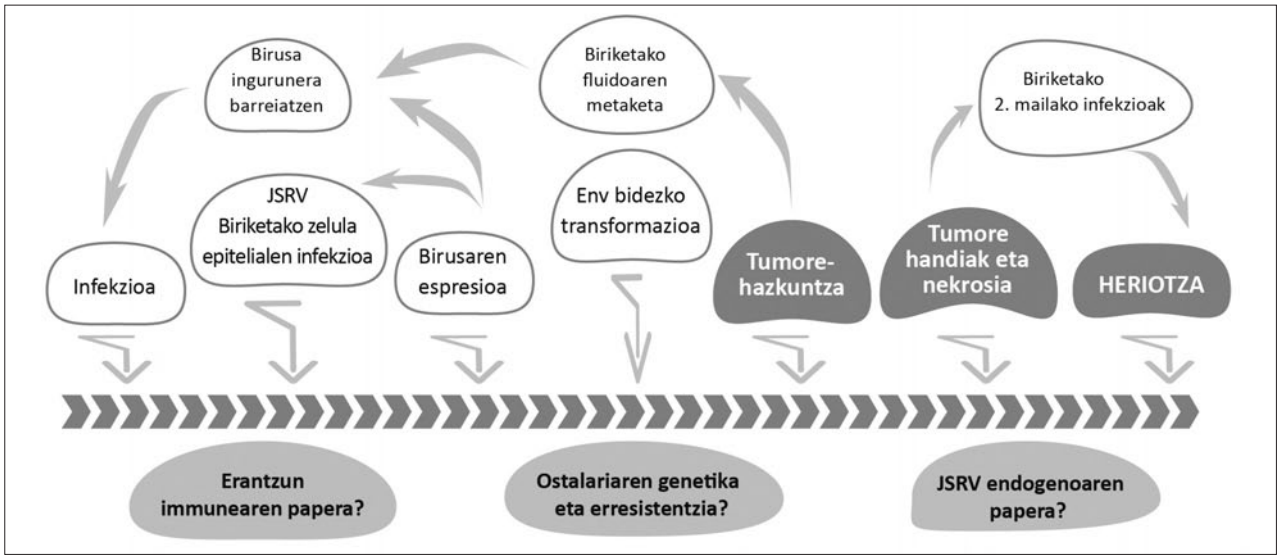
Oro har, gutxi ikertu izan da ardien gaixotasunen oinarri genetikoa, interes ekonomiko handiagoa duten beste etxe-abere espezie batzuekin alderatuta. Hortaz, eskuragarri dagoen informazioa eta baliabideak urriak izan ohi dira sarritan.

Horrez gain, ABA aztertzen hasi ziren ikerlariek arazo batekin egin zuten topo. JSRVaren oso antzeko 30 kopia baino gehiago daude ardiaren genoman, JSRV endogenoak (enJSRVak). Elementu horiek, JSRVaren antzinako kolonizazio baten ondorioz, ostalariaren genomaren parte bihurtu ziren. JSRVa zein enJSRVak, biak, karakterizatu behar izan ziren ikerketak egin ahal izateko. JSRVaren aurkako erantzun immunearen inguruko datu oso gutxi dauden arren, gauza bat argi dago: ABAren ezaugarrietako bat da JSRVaren aurkako antigorputz-erantzun bat falta dela. Uste da enJSRVetako batzuen espresioak JSRVarekiko immunologikoki jasanbera bihurtu dituela ardiak.

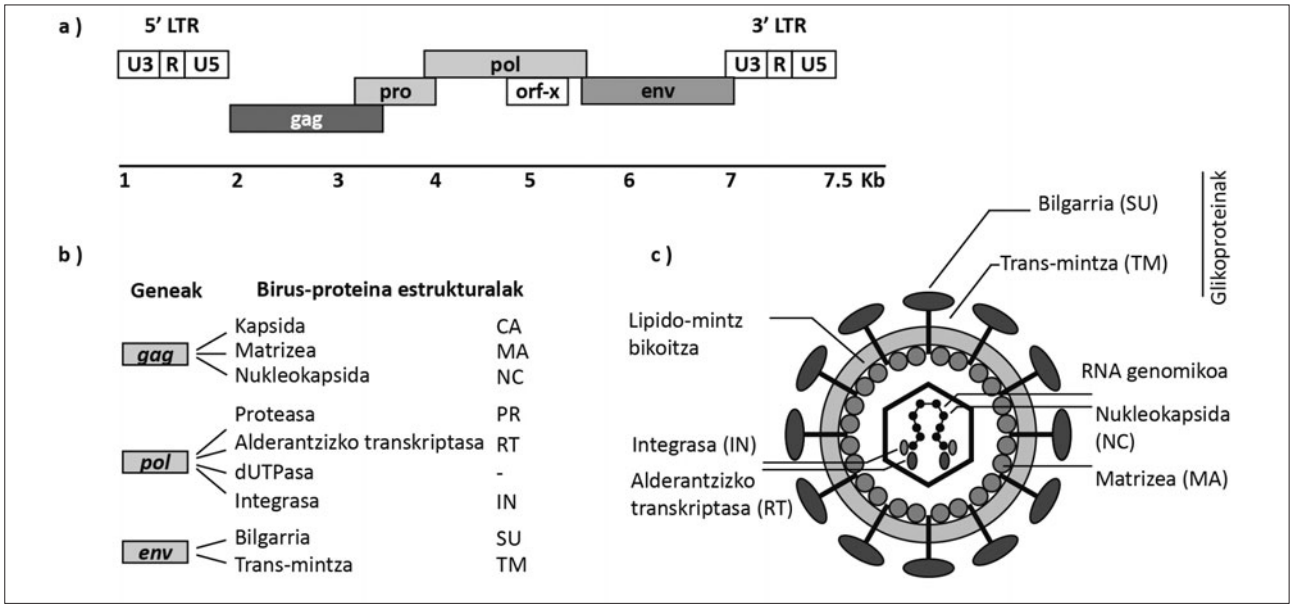
KONTROLA ETA GARRANTZIA

Erretrobirusen infekzioak zailak dira kontrolatzen. ABAren kasuan, animalia infektatuak eta gaixoak kentzea da kontrolatzeko modu bakarra, baina badu beste zailtasun bat. Izan ere, JSRVaren aurkako antigorputzik sortzen ez denez, ezin dira erabili ohiko test serologikoak hura detektatzeko. Soilik PCR (polimerasaren erreakzio kateatua) bidezko metodo molekularrak daude eskuragarri, baina, odolean birus-kopurua baxua izan ohi denez, ez dira beti fidagarriak izaten. Ondorioz, testean emaitza negatiboa eman duen animalia batek birusa sar dezake artaldera.

ABA oso hedatuta dago gaur egun: Australia, Zeelanda Berria eta Islandia dira, ustez, gaixotasunetik libre dauden herrialde bakarrak. ABA da minbizi-prozesu ohikoena ardietan, eta eragin ditzakeen galerak nabarmenak izan daitezke (3. irudia). Ardi hel-



1. irudia. Ardien biriketako adenokartzinomaren patogenesia.



2. irudia. a) JSRVaren genoma, b) gene bakoitzak kodetzen dituen proteinak eta c) birioiaren egitura.

du gazteei erasaten die, batik bat, eta horrek galera ekonomikoak eragiten ditu, ekoizpena murriztu eta animaliak behar baino lehen hiltzen direlako. Gainera, animalien ongizateari dagokionez ere ardura bat da, animalien heriotza ezin delako ekidin.

JSRVaren kasuan, ezin izan da txerto edo tratamendu eraginkorrik garatu, ez baita ezagutzen zer gene edo prozesu immunologiko egon daitezkeen erlazionatuta erresistentziarekin. Horrelako kasuetan nahiz patogenoek txertoekiko erresistentzia garatzen dutenean, erabil daitekeen beste estrategia bat baden arren, hots, berezko erresistentzia duten animaliak hautatzea, estrategia horrek ere indibiduo erresistenteak aukeratzeko behar diren markatzaile genetikoak identifikatzea eskatzen du.

ABAren ikerketa ardientzat ez ezik gizakientzat ere onuragarria izan daiteke. Izan ere, bi espezieen arnas aparatuak oso antzekoak dira, eta, hortaz, ardia eredutzat erabil daiteke giza eritasun asko ikertzeko. ABAk giza minbizi jakin baten antz nabarmena du, kartzinoma bronkoalbeolarrarena hain zuzen. Azken horren intzidentzia handituz doanez, markatzaile genetikoen premia dago, minbizia garatzeko arriskuan nor egon daitekeen identifikatu ahal izateko. Beraz, ABA ikertzea lagungarria izan daiteke gizakien biriketako kartzinogenesia hobeto ezagutzeko ere.

ERRESISTENTZIA- EDO SENTIKORTASUN-GENEEN BILAKETA

Ostalarien eta birusen arteko elkarrekintza konplexua da, eta, sarritan, ez dira elkarrekintza horren xehetasunak guztiz ezagutzen. Ostalariek zenbait mekanismo garatu dituzte birusen eta beste patogeno batzuen erasoetatik babesteko, berezko immunitatea eta immunitate adaptatiboa kasu. Zenbait giza eta animalia-populaziotan, frogatu da gaixotasun batzuekiko sentikortasuna/erresistentzia zehazten duen aldagai genetikoa dagoela, sarritan, erantzun immuneko geneetako polimorfismoek eragina.

ABAren inguruan ikerketa oso gutxi egin diren arren, badirudi ostalariaren aldagai ge-

3. irudia. ABAren biktima ezagunena Dolly ardia da, lehen ugaztun klonatua. ARG.: ROSLIN INSTITUTUA.

netikoak eragina izan dezakeela infekzioaren eta gaixotasunaren garapenari dagokionez. Zenbait ardi-arraza edo familiatan, JSRVaren prebalentzia eta ABAk eragindako hilkortasun-maila desberdinak behatu dira. ABAren patogenesia hobeto ulertzeko, beharrezkoa da infekzioari eta minbiziaren garapenari erresistentzia eman diezaiokeen oinarri genetikoa zein den argitzea.

Erresistentzia/sentikortasuna ematen duten geneak identifikatzeko modu bat dira asoziazio-analisiak. Analisi-mota horretan, funtzioan oinarrituz hautatutako geneetako (gene hautagaiak) markatzaile polimorfikoak aztertzen dira animali gaixoetan eta kontrolekoetan. Maiztasunetan aldeak egoteak adieraz dezake gaixotasunari sentikortasuna/erresistentzia eman diezaioketen geneak direla.

Ardi latxen populazio bat hartuta, EHUko Genetika Saileko Animalien Osasuna eta Genomikak egindako ikerketa batean lortutako datuetatik ondoriozta daitekeenez, hainbat funtziotan, hala nola berezko immunitatean eta immunitate adaptatiboan, parte hartzen duten geneek eragina izan dezakete ABAren patogenesian.

Histobateragarritasun Konplexu Nagusia (HKN) sakon aztertu izan da, bere aldakortasun handiagatik, eta duen funtzioagatik: antigenoak inmunitate-zelulei aurkezteko, hartzaileak kodetzea. Gainera, HKNko geneek ABAren garapenean eragina dutela iradokitzen zuten zenbait lanek. Gure lanak ardi latxen HKNko geneetako aldaki jakinak asoziatu ditu minbiziaren garapenarekin, DRB1 geneko antigenoaren lotura-gunea kodetzen duten hiru alelo barne. Leku horretako polimorfismoek antigeno-loturari eta aurkezpenari eragin diezaiokete.

Horrez gain, lehen aldiz deskribatu dugu bi gene-hautagaientzako asoziazioa. Batetik, MX1 (Myxovirus Resistance-1) geneko aldakiak sentikortasunarekin erlazionatu ditugu. Gene horren eginkizuna birusen zikloa mugatzea da, ardiaren eta JSRVaren kasuan zehazki zer pauso mugatzen duen ez dakigun arren. Beste espezie batzuetan ikusi denez, gene honetako polimorfismoek MX proteinaren eraginkortasunari eragin diezaiokete, eta baliteke ardietan ere antzeko efektu bat izatea. Bestetik, CCR5 (C-C chemokine receptor type 5) erresistentziarekin asoziatu dugu. CCR5a erantzun immuneko zelulen kimiotaxiaz edo mugimenduaz arduratzen da, eta, beraz, garrantzia du gaixotasun infekziosoen aurkako borrokan. Jakina da polimorfismoek genearen espresioari eragiten diotela. Gainera, CCR5 beste gaixotasun erretrobiral batzuekin lotu izan da, ardien biriketako beste gaixotasun kutsakor batekin, Visna/Maedi, barne.

Hala, bada, asoziazio-analisian lortutako emaitza horiek, beste lagin edo ardi-arrazaren batean erreplikatu beharko diren arren, oinarritzat erabil daitezke etorkizunean txertoen edo terapien diseinuan nahiz animalia erresistenteen hautaketa-programetan.●

BIBLIOGRAFIA

ARNAUD, F.; VARELA, M.; SPENCER, T.E.; PALMARINI, M.: "Coevolution of endogenous Betaretroviruses of sheep and their Host". *Cell Mol Life Sci,* 65 (2008), 3422–32.

ASSIRI, A.M.; OTT, T.L.: "Cloning and characterizing of the ovine MX1 gene promoter/enhancer region". *Dev Comp Immunol,* 31 (2007), 847-57.

DUKKIPATI, V.S.R.; BLAIR, H.T.; GARRICK, D.J.; MURRAY, A.: 'Ovar-Mhc'-ovine major histocompatibility complex: structure and gene polymorphisms. *Genet Mol Res,* 5 (2006), 581-608.

GRIFFITHS, D.J.; MARTINEAU, H.M., COUSENS, C.: "Pathology and pathogenesis of ovine pulmonary adenocarcinoma". *J Comp Pathol,* 142 (2010), 260-83.

HERRMANN-HOESING, L.M.; WHITE, S.N.; MOUSEL, M.R.; LEWIS, G.S.; KNOWLES, D.P.: "Ovine progressive pneumonia provirus levels associate with breed and Ovar-DRB1". *Immunogenetics,* 60 (2008), 749–58.

HOFACRE, A.; FAN, H.: "Jaagsiekte sheep retrovirus biology and oncogenesis". *Viruses,* 2 (2010), 2618-48.

PALMARINI, M.; FAN, H.: "Retrovirus-induced ovine pulmonary adenocarcinoma, an animal model for lung cancer". *J Natl Cancer Inst,* 93 (2001), 1603-14.

SUMMERS, C.; NORVAL, M.; DE LAS HERAS, M.; GONZALEZ, L.; SHARP, J.M.; WOODS, G.M.: "An influx of macrophages is the predominant local immune response in ovine pulmonary adenocarcinoma". *Vet Immunol Immunopathol,* 106 (2005), 285-94.

WHITE, S.N.; MOUSEL, M.R.; REYNOLDS, J.O.; LEWIS, G.S.; HERRMANN-HOESING, L.M.: "Common promoter deletion is associated with 3.9-fold differential transcription of ovine CCR5 and reduced proviral level of ovine progressive pneumonia virus". *Anim Genet,* 40 (2009), 583-9.

YORK, D.F.; QUERAT, G.: "A history of ovine pulmonary adenocarcinoma (jaagsiekte) and experiments leading to the deduction of the JSRV nucleotide sequence". *Curr Top Microbiol,* 275 (2003), 1-3.

Eskertza

Eskerrak eman nahi dizkiet lan hau finantzatu duten erakundeei, Begoña Jugo zuzendariari, laborategiko lankideei (Koldo Garcia, Maialen Sistiaga eta Aitor Esparza) eta Imanol Salegiri.

Ilargiaren efemerideak

1 2:33, beheranzko nodotik pasatuko da.

2 Gehieneko librazioa longitudean (l = 5,55º).

6 21:33an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin, 5,3º-ra.

7 8:32an, Ilgora.

8 Gehieneko librazioa latitudean (b = 6,86º).
15:10ean, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 404.522 km (aurreko perigeoan baino 38.819 gehiago).

14 15:59an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin, 3,4º-ra.

15 4:19an, konjuntzio geozentrikoan Virgoko Spica izarrarekin, 1,7º-ra.
7:06an, ilargi-eklipse osoa. Amerika osoan ikusiko da. Ez da Europan ikusiko, fenomenoa hasi baino pixka bat lehenago sartuko delako. 5:58an hasiko da sartzen itzalean; erabat itzalean egongo da 7:06tik 8:24ra; eta 9:33ean aterako da erabat itzaletik.
7:43an, Ilbetea. Egunsentian, ekialdeko eta mendebaldeko horizonteak erabat oskarbi badaude, Eguzkia ekialde ipar-ekialdetik irteten eta, ia aldi berean, Ilargia mendebalde hego-mendebaldean sartzen ikus daitezke.
13:22an, goranzko nodotik pasatuko da.

17 7:09an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 0,4º-ra.

18 12:56an, konjuntzio geozentrikoan Antaresekin, 8,1º-ra.

22 Gutxieneko librazioa latitudean (b = 6,77º).
7:52an, Ilbehera.

23 0:36an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 369.767 km (aurreko apogeoan baino 34.755 gutxiago).

25 20:03an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrarekin, 4,1º-ra.

28 11:38, beheranzko nodotik pasatuko da.

29 06:15ean, Ilberria.
6:00etan, eraztun-itxurako eguzki-eklipse ez-zentrala. Antartikan baino ez da ikusiko.

30 21:05ean, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin 6,9º-ra.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 2an, 2:00etan, Perseusko Algol izar aldakorraren distira minimoa; 3,3tik 2,1era aldatzen zaio magnitudea. Hilaren 4an, 7an, 10ean, 13an, 16an, 19an, 22an, 25ean, 27an eta 30ean izango dira beste minimoak.

Hilaren 3an, Ilgora eder bat ikus daiteke arratsaldearen amaieran, eta haren argi grisaxka mendebaldeko horizontean, Hyadeen eta Pleiadeen artean.

Hilaren 4an, 11:00etan, Delta Cephei izar aldakorraren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,366 egunean behin. Hilaren 9an, 15ean, 20an eta 25ean izango dira beste maximoak.

Hilaren 5ean, 21:00etan, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorraren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 13an, 20an eta 27an izango dira beste maximoak.

Teleskopioarekin:

Hilabete osoan ikusi ahal izango da Marteren Ipar Polo zuria.

Hilaren 1ean, Jupiterren lau sateliteak ikusi ahal izango dira: Io, Europa, Ganimedes eta Kalisto lerrokatuta egongo dira ordena naturalean planetaren ekialdean.

Beste efemeride batzuk

1 Asteartea. Eguerdian, 2.456.749. egun juliotarra hasiko da.

3 21:59an, Eguzkitik zehazki unitate astronomiko (ua) batera pasatuko da Lurra: 149.597.870,691 km edo 8,316746 argi-minutu.

15 12:00etan, denboraren ekuazioa zero izango da.

19 0:35ean, Eguzkia Ariesen konstelazioan sartuko da itxuraz (28,89º).

20 Pazko-eguna. Udaberriko lehen Ilbetearen mende dago. Aurten aurreko asteartean izan da, hilaren 15ean.

22 Lirida izeneko izar iheskorren maximoa. Lurrak Thatcher kometak (periodo luzekoa) utzi duen hautsa zeharkatuko du, eta izar iheskor hauek sortuko ditu.

apirila 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				

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

Merkurio

Ezin da ikusi hilabete honetan; orbita-abiadura: 172.440 km/h.

Konjuntzioan izango da hilaren 26an. 23 h eta 2 h bitarteko igoera zuzena. –06 eta +16º bitarteko deklinazioa. Aquariusen hasiko du hila, eta gero Piscisera, Cetusera, Piscisera eta Ariesera igaroko da. Magnitudea –0,3tik –2ra aldatuko zaio.

Artizarra

Egunsentia baino lehen ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 126.000 km/h.

Eguzkia baino 1 ordu eta 45 minutu lehenago aterako da hilaren 1ean, eta ordu eta erdi baino gutxiago lehenago hilaren 30ean. Abuztura bitartean, goizez ikusi ahal izango dugu egunsentia baino ordubete lehenagotik, 5-10º-ko altitudean ekialde hego-ekialdeko horizontean. Distiraren magnitudea –4,3tik –4,1era aldatuko zaio hilaren 1etik 30era, eta erraz bereiziko da begi hutsez egunez ere. 22 h eta 23 h bitarteko igoera zuzena. –12 eta –02º bitarteko deklinazioa. Capricornusen hasiko du hila, gero Aquariusera igaroko da, eta Piscisen amaituko du. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, –4,3tik –4,1era.

Marte

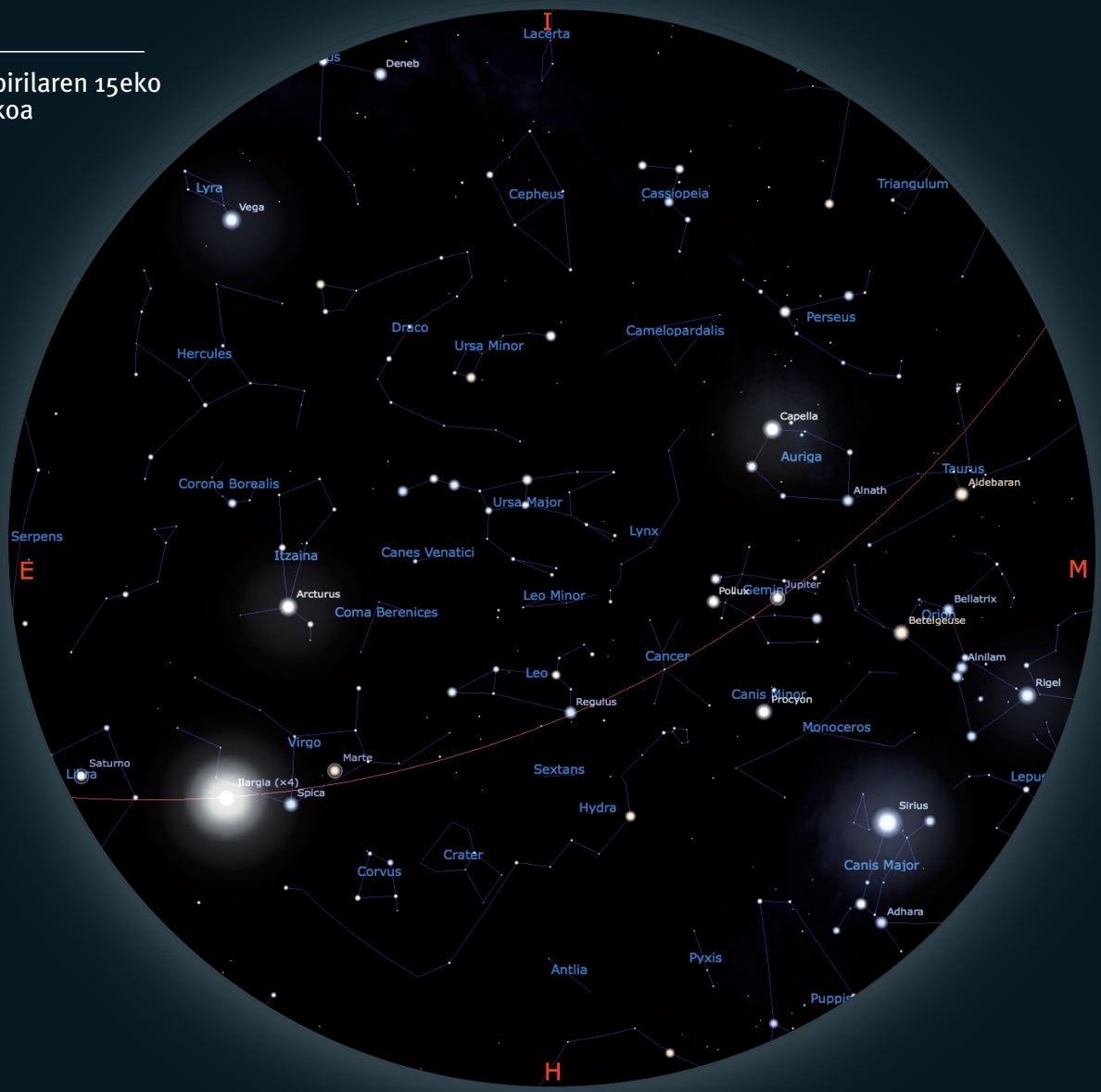
Gau osoan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 86.760 km/h.

Oposizioan hilaren 8an, eta Lurretik gertuen hilaren 14an. 100 mm-ko teleskopioarekin, Ipar Poloaren zuri bizia hautemango da. Udan, ur izoztuzko erreserba hori elur karbonikozko

Josetxo Minguez
Juan Antonio Alduncin
Aranzadi Zientzia Elkartea

Zerua

2014ko apirilaren 15eko
23:00etakoa



estalkitik bereizten da, eta ur-lurrunezko kantitate itzelak askatzen dira planetaren atmosferara. Horren eraginez, harea-ekaitz izugarriak eratzen dira, eta planeta estaltzen dute erabat. 13 h-ko igoera zuzena. –05 eta +03° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. Magnitudea –1,4tik –1,5ra handitzen zaio lehendabizi, eta gero –1,3ra jaitsi.

Jupiter

Gauaren lehen zatian bakarrik ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 47.160 km/h.

Hilaren 1ean, koadraturan izango da Eguzkitik ekialdera. Hilaren 30ean, ilunabarraren amaieran, 30°-ra mendebaldeko horizontean, eta Eguzkia sartu eta handi bost ordura sartuko da mendebalde ipar-mendebaldeko horizontean. Ikusten den aldia txikitzen ari da. 7 h-ko igoera zuzena. +23°-ko deklinazioa. Hil osoan Geminin izango da. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, –2,2tik –2,0ra.

Saturno

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

Eguzkia sartu eta 3 ordu baino gehiagora aterako da hilaren 1ean; 30ean, berriz, hura sartu eta handik 1 ordu baino gutxiagora. Hilabete falta da oposizioan izateko. Diskoaren itzala pixkanaka desagertuz doa eraztunen ipar-mendebaldeko partean. 15 h-ko igoera zuzena. –16°-ko deklinazioa. Libran izango da hil osoan. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, –0,2tik 0,1era.

Urano

Eguzkitik hurbilegi dago behatu ahal izateko; orbita-abiadura: 24.480 km/h.

Konjuntzioan izango da hilaren 2an. 1 h-ko igoera zuzena. +05°-ko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. 5,9ko magnitudeari eutsiko dio.

Neptuno

Egunsentia baino lehentxeagotik ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 19.440 km/h.

22 h-ko igoera zuzena. –10°-ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen izango da. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 8,0tik 7,9ra.

* Gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeko.

Iñaki Alegriari elkarrizketa

Iñaki Alegria Loinaz UEUko zuzendaria da martxotik, baina, ardura berriak hartzeko, ez ditu utzi EHUko Informatika Fakultatean egiten dituen lanak. Hala, hizkuntzaren prozesamenduan irakasten eta ikertzen jarraitzen du. Izan ere, badu zer ikertu eta zertan sakondu, arlo hori puri-purian baitago, hemen eta nazioartean. Horretaz guztiaz hitz egingo digu, eta, nola ez, baita UEUk dituen asmo eta erronka berriei buruz ere. ARG.: © JON URBE/ARGAZKI PRESS.

2013ko CAF-Elhuyar sariak

Apirilaren 10an banatuko dira 2013ko CAF-Elhuyar sariak. Sari-banaketako ekitaldia Bergaran izango da, Errekalde Jauregian, eta maiatzeko zenbakian argitaratuko ditugu dibulgazio-artikuluen kategoriako bi lan sarituak, dosier berezi batean. ARG.: 2013KO EDIZIOKO KARTELA.

Baloi platonikoak

Futbolaren munduak zaleak ditu, zale sutsuak, bai eta harekiko maitasun platonikoa bizi duenik ere. Maitasunak maitasun, bestelako ezaugarri platoniko bat ere badago futbolari lotuta: baloia. Izan ere, baloiei matematikaren ikuspuntutik begiratuz gero, poliedro platonikoak ikus daitezke oinarrian. ARG.: JURIAAN SIMONIS.

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: Izaro Aizpurua, harpidetza@elhuyar.com.

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

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin eta Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Gorka Azkune, Nekane Jurado, Amaia Larruskain, Igor Leturia, Iñigo Lopez-Gazpio, Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: Ilya Glovatskiy/123RF.com

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

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

Harpidetzak: Maier Tapia, m.tapia@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 lizentziapean dago, "Aintzatespen – Ez Komertzial – Obra Eratorririk gabeko (by-nc-nd)" lizentzia. Beste jabetza batekoak diren edukiak jabeak adierazitako lizentziapean 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

Gipuzkoako Foru Aldundia

ORONA Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; Eika Koop. Elk.; Ekin Koop. Elk.; Cikautxo Koop. Elk.

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 berritua.

⇢ **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 irakuragailuetan instala dezakezu: Kindle Paperwhite, Kindle Classic, Kindle Touch eta Kindle DX.

⇢ **www.elhuyar.org/hiztegiak-kindle**

elhuyar

elhuyar

Asko daukagu zuri kontatzeko,
eta orain, gainera, ESAN egingo dizugu

entzun zientzia.net!

www.zientzia.net

entzun *Elhuyar* aldizkaria!

http://aldizkaria.elhuyar.org

zientzia.net webguneko eta *Elhuyar* aldizkariko
edukiak entzungai daude EDONORENTZAT!

Piztu bozgorailuak, eta
GOZATU zientziaz!

Elhuyarreko Hizkuntza eta Teknologia unitateak, EHUko Aholab taldearekin elkarlanean, ahots-sintesi bidez webguneak entzuteko egindako lanaren emaitza da hau.