263
2010eko apirila

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro

zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

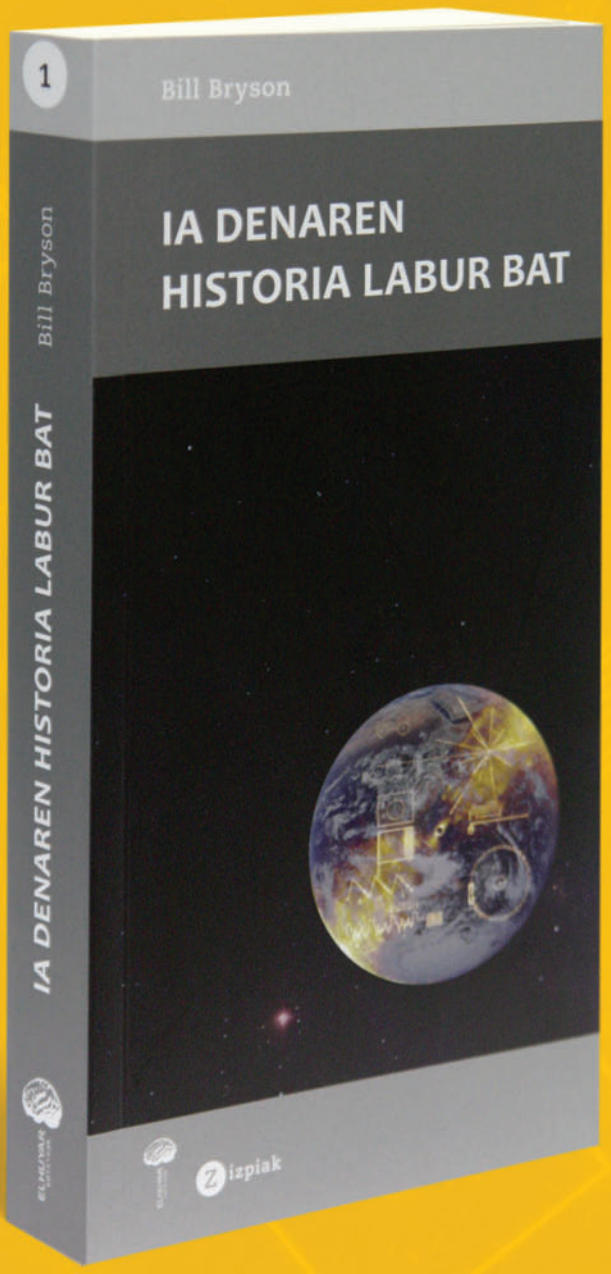
Elkarrizketa:
Manuel Carreiras
BCBLko zuzendaria

Enbrioi bat, haurdunaldi bat

Sidereus nuncius
izarretako albistaria

AUTO ELEKTRIKOAREN PROMESAK

ZIENTZIAZ GOZATZEA DENON ESKU



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

ELHUYAR edizioak

http://www.elhuyar.org/edizioak

Zizpiak
zientzia narrazio seriearen lehen liburua

263

"Ez ote gara dena aldatzen ari, berdin segitzeko?" 2

"Ilargia ez da perfektua" 16

"48 ordura, lau zelula izan behar ditu, hori da estadio perfektua" 28

"Ia egunero entxufatu beharko da" 35

"Aitzindari izateak arazoak dakartza beti" 53

atarikoa [

Hurrengo autoa, elektrikoa?

Joan den otsailean Donostian bizitakoaren ondotik, bazirudien dena egina eta prest dagoela. Auto elektrikoak bai ala bai eta berehala ordezkatuko dituztela ohiko autoak. Auto elektriko horiexek garatzen eta saltzen dituzten pertsonek, ordea, ez dute horren garbi autoak eta merkatua prest daudenik. Izan ere, gainditu beharreko zailtasunak ez dira huskeria.

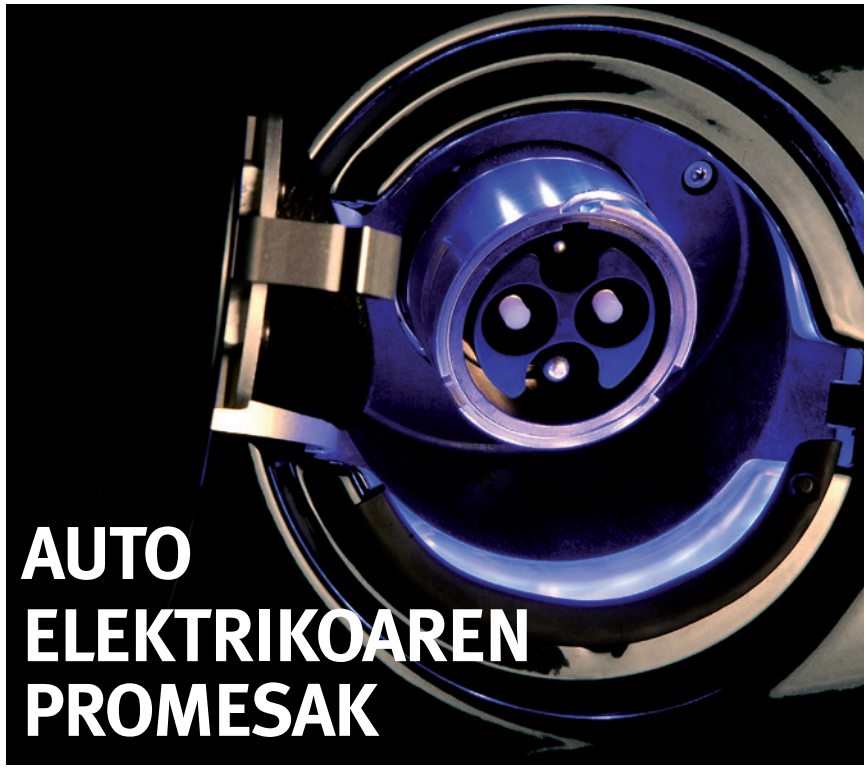
Ikuspegi teknologikotik, baterietan dago erronka handiena. Seriean garatu ahal izango diren bateria merkeak garatzeko modua asmatzea da erronketako bat, eta auto elektrikoei orain dutena baino autonomia handiagoa emango dieten bateriak garatzea beste bat. Hala ere, horretan ari direnek diote denbora kontua dela batez ere, eta bi urteko epean gai izango direla helburu horiek erdiesteko.

Oztopo teknologikoak baino handiagoak dira merkatuak eta gure bizimoduak berak gainditu beharrekoak. Izan ere, aldaketa sakonak dakartza eskutik auto elektrikoak. Potentzia eta autonomia handiko autoetara ohituta gaude, hiru minutuan tanga bete eta 700 kilometro egiteko askatasuna izatera. Auto elektrikoek, aldiz, 200 kilometroko autonomia emango digute onenera ere, eta autoa non, nola, eta zer abiaduratan kargatuko dugun, argitu gabeko auzia da oraindik ere. Sare elektrikoak badu gaitasuna hainbat milioi kotxe elektriko gauez birkargatzeko, baina gure bizimodua eta bizitokiak ez daude horretarako pentsatuta eta egokituta. Eta nago pizgarri ekonomikoak baino zerbait gehiago beharko dugula auto elektrikoetara masan aldatuko bagara. Zalantzarik gabe, ezinbestekoa dute auto elektrikoek gobernuen eta erakunde publikoen bultzada, baina erosotasuna funtsezkoa izango da erosleak erakarri eta asebetetzeko. Nekez egingo diogu uko horri.

Azkenerako, ironikoa ere bada, neurri batean, hau dena. Izan ere, ez ote gara dena aldatzen ari, berdin segitzeko? Petrolioa elektrizitatez ordezkatu, eta aurrera segituko dugu, ikaragarrizko aurrerapausoa eman dugulakoan, harro, baina nor bere automobilaren mende? Ohikoak baino hobeak dira auto elektrikoak, bai, baina barkaezina izango litzateke trantsizio honetan gure mugikortasun-ereduari astindurik ez ematea.

Eider Carton Virto
Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren zuzendaria

263
ELHUYAR
zientzia eta teknologia
10·04



AUTO ELEKTRIKOAREN PROMESAK

32

Badirudi petrolioaren mendeko ibilgailuari ordezkoa bilatzeko lasterketa auto elektrikoak irabazi duela dagoeneko. Hala ere, hainbat dira oraindik gainditu eta argitu beharreko alderdi teknikoak, eta, era berean, ezinbestekotzat jotzen da auto elektrikoak merkatzea, merkaturako jauzia arrakastatsua izan dadin.

SIDEREVS
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
vnicuique, præsertim verò
PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ à
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasij Publico Mathematico
PERSPICILLI
QVATVOR PLANETIS
MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.
VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M. D C X.

Izarretako albistaria

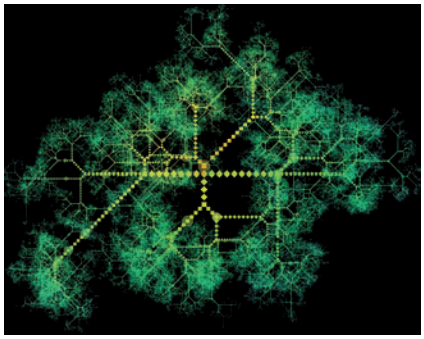
Ilargia ez da esfera perfektu bat, eta Jupiterrek sateliteak ditu. Galileo Galilei duela 400 urte jabetu zen horretaz, teleskopioz egindako behaketetan. Behaketak idatziz jaso zituen *Sidereus nuncius* liburuan. Egun hauetan, liburuaren lehen edizioetako bat ikusgai dago Iruñeko Planetarioan; gainera, euskarazko itzulpena ere egin du Elhuyar Fundazioak.

16

22

Sarearen
neutraltasunari erasoak

Telefónicak adierazi du Interneteko zerbitzu-hornitzaile handiei haien sareak erabiltzeagatik kobratzen hasteko asmoa duela. Sarearen neutraltasuna arriskuan jarriko luke horrek, eta baita Interneten izaera bera ere.



28

Enbrioi bat,
haurdunaldi bat

Geroz eta jende gehiagok jotzen du erreprodukzio- tekniketara; haurrak geroz eta beranduago ekartzearen ondorio zuzena da hori. Halako eskaera izanda, azken urteotan gehien aurreratu den medikuntzaren arloetako bat da. Eta erronka handi bat du aurrean: enbrioi bakarra erabili, eta haurdunaldia lortzea.

47

Errorea “h”-z ala “h”-rik gabe?

Hizkuntzetan bezala, matematiketan ere “h”-ak badu garrantzia. “H”-z kalkulatzen den errorea eta “h”-rik gabea, biak dira zuzen egin ez den zerbaiten neurria; baina ez da gauza bera “h”-z eta “h” gabe.

24

Manuel Carreiras

Mintzaira ikertzen dute Donostiako BCBL Basque Center on Cognition Brain and Language zentro berrian: garunak hizkuntza nola prozesatzen duen, elebitasunak zer abantaila dituen eta abar. Manuel Carreiras da zentro horren zuzendaria.

aurkibidea

4 FLASHA
Doñana fraktala

6 ALBISTEAK

16 ***Sidereus nuncius*: izarretako albistaria**

18 MUNDU IKUSGARRIA
Yosemite, zuhaitz erraldoien lurraldea

22 MUNDU DIGITALA
Sarearen neutraltasunari erasoak

24 ELKARRIZKETA
Manuel Carreiras

28 **Enbrioi bat, haurdunaldi bat**

32 **AUTO ELEKTRIKOAREN PROMESAK**

34 **Erreleboak aldaketa dakar**

40 **Bai, baina...**

44 **Urrutirako bidea hastapenetan**

47 GAI LIBREAN
Errorea “h”-z ala “h”-rik gabe?

ANALISIA

52 **Energia nuklearra krisi ekonomikoaren aurrean**
IGOR PEÑALVA.

54 **Espezie basatien eta pertsonen interesen arteko gatazkak.**
RAFA SAIZ.

56 GOGOETAN
Taula periodikoan izena zizelkatzeko gida

58 ISTORIOAK
Robert Remak, itzalean aritu zen judua

60 LIBURUTEGIA
Ia denaren historia labur bat?

61 UMORE GRAFIKOA
Satorrak Ilargian

62 ASTRONOMIA

64 HURRENGO ZENBAKIAN

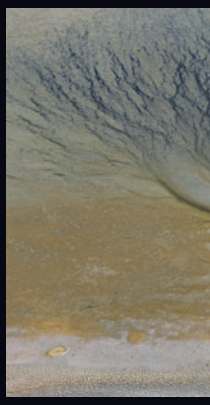
Doñana fraktala

Héctor Garrido argazkilariak Doñanaren formak erakusten dizkigu "Armonia Fractal de Doñana y las Marismas" argazki-erakusketan. Airetik ikusita, Doñanako paduretako bihurguneek, kurbek eta adarkatzeek fraktal-itxurako paisaia ikusgarriak osatzen dituzte. Naturaren formak dira, urak lurrean edo lokatzetan marrazten dituenak.

Goiko argazkian, esaterako, Guadalete ibaiak marraztatutako labirintoak ikus daitezke. Kolore ilunak bakterioen jarduera anaerobikoaren isla dira; berde biziak, berriz, algek jartzen dituzte. Eta eskalaren adierazle bakarrak, puntu txuri horiek: kaioak.

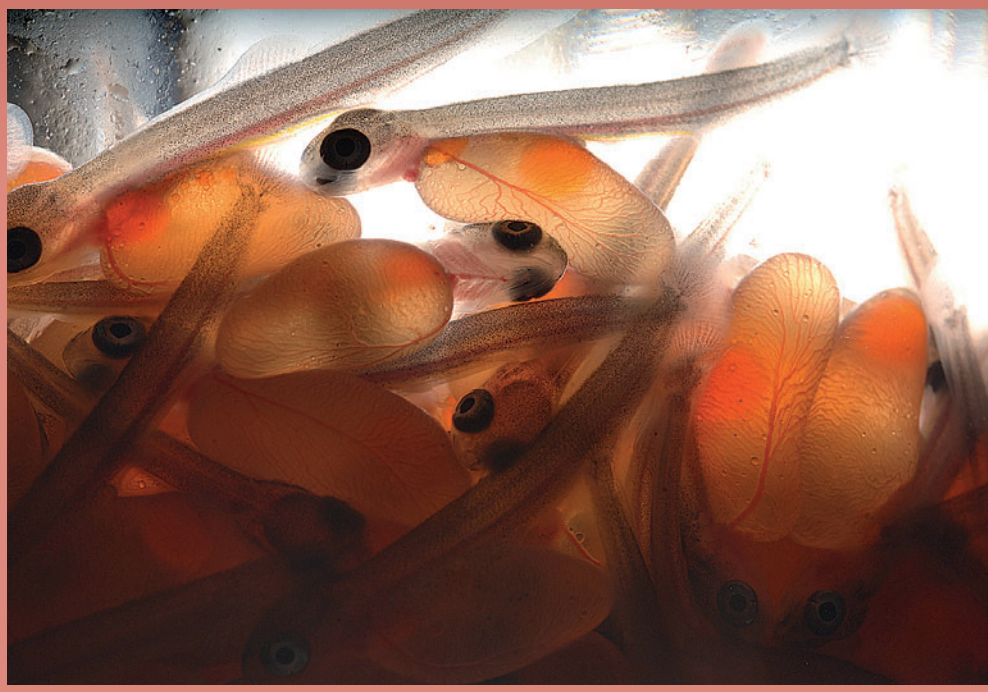
Apiril osoan izango da erakusketa, Gasteizen, Salburuako Ataria interpretazio-zentroan.

ARG.: HÉCTOR GARRIDO/CSIC. WWW.ARMONIAFRACTAL.COM



Zakatzak, arnasa hartzeko baino lehenago, ioi-trukerako

Amuarrain-larben garapenak iradokitzen du zakatzak ioi-trukerako sortu zirela



Amuarrainen larbetan, zakatzak arnasten baino lehenago ioi-trukean hasten dira. ARG.: MICHAEL BLOUIN.

Oxigenoa hartzen eta karbono dioxidoa kanporatzen baino lehenago, ioi-trukean hasten dira zakatzak ortzadar-amuarrainen larbetan. Horretan oinarrituta, British Columbia Unibertsitateko ikertzaile batzuek ondorioztatu dute bigarren behar horri erantzuteko sortu zirela zakatzak, eta ez arnasa hartzeko.

Oxigenoarekin eta karbono dioxidoarekin egiten duten bezalaxe, arrainak etengabe egoten dira kanpo-ingurunearekin ioiak trukatzen. Ortzadar-amuarrainek, eta ur gezatako gainerako arrainek, oso kontuz ibili behar dute truke horretan ioiak neurriz gain ez galtzeko, kanpo-inguruneak beren odolak baino ioi-kontzentrazio txikiagoa baitu.

Bi funtzio horiek zakatzen bidez egiten dituzte arrain helduek. Larbek, berriz, hasierako garapen-faseetan azalaren bidez egiten dituzte trukeak, eta, pixkanaka, espezializatuz joaten dira, eta zakatzek hartzen dituzte lan horiek. British Columbia Unibertsitatean jakin nahi izan zuten bi horietako zein hasten diren egiten lehenago ortzadar-amuarrainen larbetan, horrek iradokitzen baitu zein funtziori erantzuteko sortu ziren eboluzioan.

Bitan banatutako kutxatan jarri zituzten larbak; kutxaren alde batean burua zuten, eta, bestean, gorputza. Hala, zakatzak lanean hasten zirenean, burua zegoen aldean truke gehiago ikusiko zuten gorputza zegoen aldean baino, larruazalak trukea egiteari utziko ziolako. Bada, ikusi zuten zakatzak lehenengo ioi-trukean hasi zirela, eta, handik hamar egunera, arnasa hartzen.

Eskola 2.on erabiltzen den teknologiak ez dauka arriskurik

Hartutako konpromisoari jarraiki, Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Sailak egindako neurketek frogatu dute Eskola 2.0 programan erabiltzen den WiFi teknologia ez dela kaltegarria. Telekomunikazio Ingeniarien Elkargoak egin ditu neurketak, laborategian eta ikasgela arrunt batean, balizko kondizio okerrenak simulatuta. Egindako neurketetan ikusi dute neurtutako eremu elektrikoaren maila handiena indarrean dagoen araudiak erreferentziatzat ematen duen maila baino 150 aldiz txikiagoa dela: neurtutako maila handiena 0,39 V/m izan da, eta legeak erreferentziatzat ematen duena, berriz, 60 V/m.

Orain arteko erloju zehatzena

Orain arte aurkitutako erloju zehatzena garatu dute Estatu Batuetako National Institute of Standar and Technology institutuko fisikariek. Quantum Logic izeneko erlojuak aluminio-ioi baten bibrazioaren arabera definitzen du segundoa.

Ohiko erloju atomikoek segundo bateko desfasea izaten dute 30.000 urtetik behin. Quantum Logic erlojuak, berriz, 3.700 milioi urtetik behin izango luke desfase hori. Beraz, litekeena da erloju hori denbora neurtzeko erreferentzia bihurtzea, eta ohiko erloju atomikoei tokia kentzea.

Ordenagailuen clusterrak konfiguratzeko sistema aitzindaria sortu du EHUko ikasle batek

Bai *live* moduan bai instalatuta erabil daitekeen lehen banaketa-sistema da

Iker Castaños (Zalla, 1980) EHUko Gestio Informatikako Ingeniaritza Teknikoko ikasleak banaketa-sistema aitzindaria diseinatu du, ordenagailu-clusterrak automatikoki konfiguratu daitezen. Kalkulu-problema oso konplexuak askatzeko paraleloki lan egiten duen konputagailu-talde bat da clusterra, eta oso erabilgarria da informatikan eta beste zenbait alorretan.

Banaketa-sistemak ABC GNU/Linux du izena. Software librean (Ubuntu) oinarrituta dago, eta 254 ordenagailurainoko cluster bat automatikoki konfiguratzeko gai da. DVDtik zuzenean abiarazita (*live*) edo disko gogorrean instalatuta erabiltzeko aukera ematen duen lehen banaketa-sistema da. Izan ere, lehendik ere bada gisa horretako sistemarik, baina bakar batek ere ez du aukerarik ematen nola abiarazi erabakitzeko. Esaterako, Pelican HPC izeneko banaketa-sistemak *live* moduan egiten du lan soilik, eta Rocks banaketa-sistemak, berriz, instalatuta.

EHUko Sistemen Ingeniaritza eta Automatika Saileko Izaskun Garrido eta Aitor Josu Garrido doktoreen babesaz diseinatu du banaketa-sistema Castañosek. Cluster bat eskuz konfiguratzeko behar den denbora aurrezten da sistema horri esker. Gainera, oso onuragarria da programatzaile eta ikertzaileentzat, askok cluster bat eraikitzen jakin ez, baina, aldi berean, oso baliagarriak baitzaizkie beren ikerketetarako.

ABC GNU/Linux eskuragarri dago EHUko Kontrol Aurreratuko Taldearen webgunean: www.ehu.es/AC/ABC.

Iker Castaños, EHUko Gestio Informatikako Ingeniaritza Teknikoko ikaslea. ARG.: AMAIA PORTUGAL.

Zabor-DNAk badu zeresana zenbait kardiopatiatan

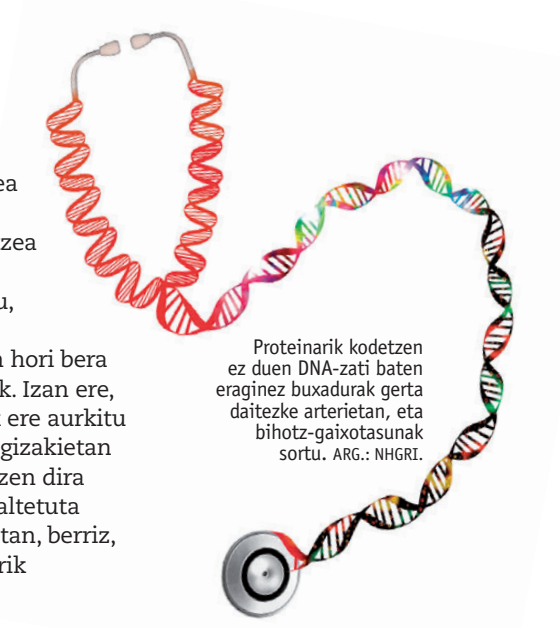
Proteinarik kodetzen ez duen DNA-zati bat kaltetzean, buxadurak gerta daitezke arterietan

Proteinarik kodetzen ez duen DNA-zati bat kenduta, saguetan bihotzeko gaixotasunak izateko arriskua handitu egiten dela ikusi dute Lawrence Berkeley Laborategi Nazionaleko ikertzaile batzuek.

9p21 deritzo orain dela hiru urteko ikerketa batean arteria koronarioko gaixotasunarekin lotu zuten DNA-zatiari. Milaka pertsonaren DNA aztertuta, ikusi zuten eskualde horretan nukleotido jakin batzuetan mutazioak zituzten pertsonek hein handiagoan pairatzen zutela gaixotasun hori.

Orain, Lawrence Berkeleyko zientzialariek ikusi nahi izan dute zer gertatzen zaien saguei DNA-zati hori ez badute. Bada, ikusi dute behera egin duela zelulen bikoizketa inhibitzen duten bi generen espresioak. Zelulen zikloa erregulatzen duten gene horiek normalean baino gutxiago espresatzeak arterietako zelulak ohi baino azkarrago bikoiztea eta bihotzerako odol-fluxua buxatzea eragin dezake.

Ezin da baieztatu, ordea, gizakietan funtzio edo eragin hori bera duenik 9p21 zatiak. Izan ere, desberdintasunak ere aurkitu dituzte. Adibidez, gizakietan gantz-plakak eratzen dira arterietan, 9p21 kaltetuta dagoenean; saguetan, berriz, ez dute horrelakorik behatu.



Proteinarik kodetzen ez duen DNA-zati baten eraginez buxadurak gerta daitezke arterietan, eta bihotz-gaixotasunak sortu. ARG.: NHGRI.

Adarrik gabeko zezenak eta behiak helburu

Zamudioko Teknologia Parkeko Aberekin enpresak adarrik gabeko behi eta zezenak jaiotzeko ikerketa bat jarri du martxan.

"Abeltzainen artean oso ohikoa da esnetarako behiei adarrak moztea. Abeletxe bateko eguneroko jardueren artean dago lan hori. Astero, txahal jaioberriei adarrak kauterizatzen dizkiete", dio Carlos Ugarte Aberekin enpresako kideak.

Batik bat, abeltzainen lana errazteko mozten zaizkie adarrak animalia horiei; adarkadek sortutako istripuak gutxitzeko, hain zuzen ere. Eta animalien arteko borrokak ere gutxitzen dira horrela. Esnetarako behien % 90i mozten dizkiete adarrak; eta haragitako ganaduaren kasuan, berriz, % 10i.

ABEREKIN

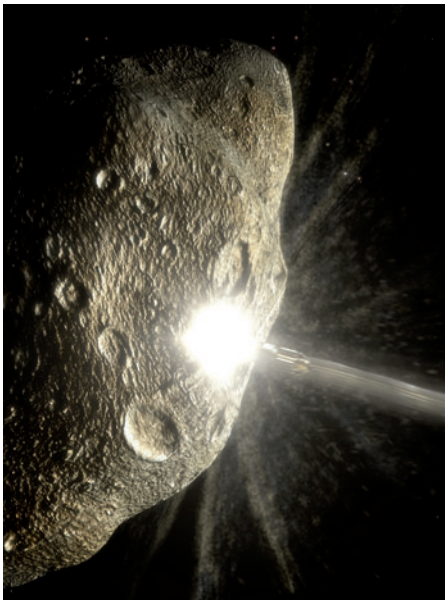
Aberekin enpresan adarrik gabeko zezenen hazia erauzi eta EHUko Genomika Zerbitzuko laborategira bidaltzen dute. Eta han, haziaren DNA aztertuz, ikusten dute zer probabilitate dagoen zezen horien ondorengoak adarrik gabekoak izateko.

"Limousina arrazako zezen batekin egin ditugu lehen intseminazioak, eta lehenengo emaitzak udazken aldera larreetan ikustea espero dugu", adierazi du Carlos Ugartek. "Etorkizunera begira, helburua da hazitarako animalien hautaketa egokia egiten jarraitzea, eta ondorengoak adarrik gabe jaiotzeko genea belaunaldiz belaunaldi transmititzen joatea. Modu horretan, adarrik gabe jaioko diren txahalen kopurua handitzen joango da pixkanaka. 10-12 urteko lanarekin, litekeena da jaiotzen diren txahalen % 50 adarrik gabekoa izatea", azaldu du.

Asteroideek Van der Waalsen indarrak dituzte euskarri

Normalean atomoekin eta molekulekin lotu ohi diren Van der Waalsen indarrak dira asteroide txikietako partikulei lotuta eusten dietenak, Colorado eta Nottingham Unibertsitateetako zientzialari batzuen arabera.

Asteroide txiki asko ziztu bizian biratzen dira eta oso grabitate-indar txikia dute, eta, hala ere, hainbat neurritako hauts- edo materia-partikulak izaten dituzte gainazalean. Asteroide horietan ezagutzen diren indarrek zer garrantzi duten ezagutzeko ikerketa batean, zientzialariek jo dute grabitate-indarra hain txikia izanda ezin dela gai izan partikulei eusteko; eta erakarpen-indar elektrostatikoak ere hutsaltzat jo dituzte.



Van der Waalsen indarrek eusten diete lotuta asteroideetako partikulei. ARG.: ESA.

Aldiz, ikusi dute Van der Waalsen indarrek eragin handia dutela metro batetik beherako diametroa duten partikulen artean. Izan ere, indar hori ez da partikulen masarekiko eta bolumenarekiko proportzionala, elkar ukitzen duten partikuletako azalerekiko baizik. Hortaz, zenbat eta txikiagoak izan partikulak, orduan eta handiagoa da Van der Waalsen indarren garrantzia.

NORTEKO FERROKARRILLA

Elhuyar Fundazioaren eskutik

zientzia gertuago

Euskadi Irratian:

Astearteetan 21:00etan

Eta Interneten:

http://norteko.elhuyar.org

eitb euskal irrati telebista

zientziaren ELHUYAR komunikazioa

Fluidoen mekanikaren erronkak mintzagai BCAMen

Fluidoen mekanika ezagutzea ezinbestekoa da, esaterako, aerosorgailuak diseinatzeko eta haien formak nolakoa izan behar duen kalkulatzeko, edo hegazkin gero eta seguruagoak, handiagoak eta arinagoak egiteko. Horren harira, fluidoen mekanika konputazionalak industrian, eta, bereziki, aeronautikan dituen erronkak aztertzeko mintegia antolatu zuen BCAM Matematika Aplikatuko Euskal Zentroak. Mintegia otsailaren 26an egin zen BCAMen eraikinean, Zamudioko Parke Teknologikoan. 60 pertsona inguru hurbildu ziren bertara: enpresariak, unibertsitateetako irakasleak, matematikariak...

Mintegiaren helburua zen nazioarteko esperientzietatik ikastea, ondoren, etorkizuneko ikerketa-azpiegiturak identifikatzeko eta eraikitzeko. Jean Claude André kalkulu zientifikoaren Toulouseko CERFACS ikerketa-zentroko zuzendaria eta Alejandro Moreno industria-haizagailuak egiten dituzten Mungiako Baltogar enpresako gerentea gonbidatu zituzten, hitzaldi bana emateko.

"Batetik, aproposa iruditu zitzaigun nazioarteko zentro bikain baten ordezkari bat gonbidatzea, bertako esperientziaren berri emateko, eta horregatik deitu genion Jean Claude Andréri. Bestetik, zientziaren, fluidoen dinamikaren, konputazioaren eta, oro har, matematikaren gaia jorratu nahi genuen, euskal industriaren ikuspuntutik; hala, bada, Baltogar enpresako Alejandro Morenori luzatu genion gonbidapena", aipatu zuen Enrike Zuazua BCAMeko zientzia-zuzendariak sarrerako hitzaldian.

Sarrerako hitzaldiaren ostean, bi hizlari horiek hartu zuten hitza, hurrenez hurren. Ordenagailuen potentzialtasunaz edo ahalmenaz hitz egin zuen batik bat Jean Claude Andrék. "Gaur egun, fluidoen mekanika konputazionala erabiliz motor bat bere osotasunean simulatzen dihardugu, besteak beste, gure enpresan" azaldu zuen.

Enrike Zuazua. ARG.: BCAM.

Alejandro Morenok ere aipatu zituen motorrak. "Fluidoen dinamikak markatzen du diferentzia 1 formulako automobiletan, mekanikaren gainetik. Alegia, 1 formulako lasterketa irabazten duen automobilak sistema fluidodinamiko bikaina izan ohi du", adierazi zuen Morenok.

Banakako bi hitzaldi horien ostean, mahai-inguru bat osatu zuten zenbait enpresatako ordezkariek. Fluidoen dinamika konputazionala lantzeko ikerketa-lerroak abiarazteko beharra, gai horiek ikerketa-zentroetara edo ikerketa-taldeetara bideratzeko interesak eta abar izan zituzten eztabaidagai, ordubetez gutxi gorabehera.

Jardunaldi horretan entzundako hitzaldien arabera eta zenbait enpresarik osatutako mahai-inguruan esandakoen arabera, "nabaria da enpresa askok antzeko beharrak dituztela fluidodinamikaren simulazioaren arloan, eta, horretarako, matematikari trebatuen inplikazioa behar da", ondorioztatu du Zuazuak.

Arlo hori oso landuta omen dago nazioarteko zenbait herrialdetan; Euskal Herrian, ordea, ezer gutxi egin dela aipatu du Zuazuak. "Arlo hori aurrera ateratzeko, Euskal Herriko erakundeen, enpresen eta ikertzaileen arteko sinergiak garatu behar dira" azpimarratu du.

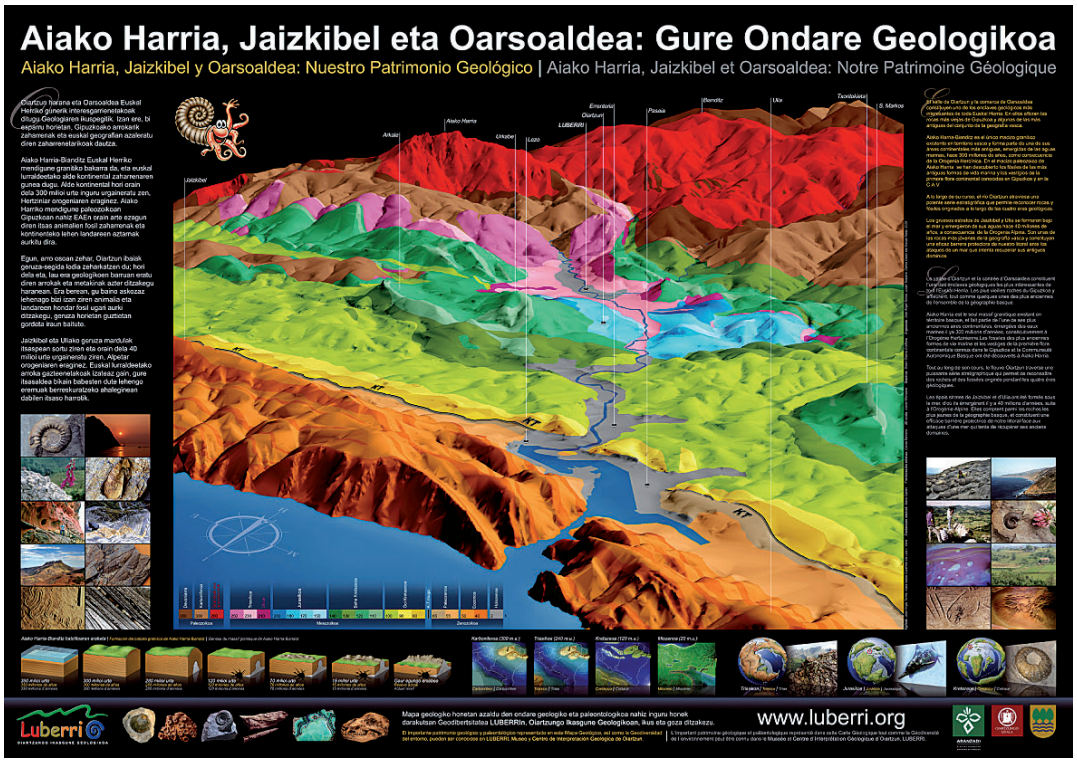
BCAMen konpetentzia horiek guztiak matematikaren ikuspuntutik sendotzen saiatzen dihardute.

Jean Claude André. ARG.: BCAM.

Alejandro Moreno. ARG.: BCAM.

Oiartzun haranaren eta Oarsoaldearen 400 milioi urteko historia geologikoa bildu dute mapa batean

Aiako Harriko parke naturala, Jaizkibel eta Oarsoaldea daude ikusgai Oiartzungo Luberri Ikasgune Geologikoak eta Aranzadi Zientzia Elkartearen Geologia Sailak egindako mapa geologikoan. Hiru dimentsioko mapa koloretsu bat da, eta eremu horretako ondare geologiko nahiz paleontologiko aberatsa erakusten du. Gipuzkoako arrokarik zaharrenak eta euskal geografian azaleratu ziren arroka zaharrenetako batzuk biltzen ditu, eta aukera ematen du historia geologikoan 400 milioi urte atzera egiteko. ●

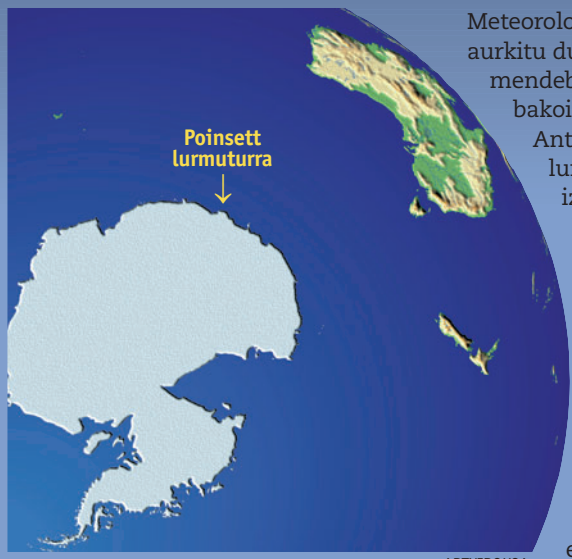


LUBERRI ETA ARANZADI

lanabesa
enpresa informazioa, euskaraz
Hilabetero, gure enpresen, erakundeen, industrien eta saltokien informazioa, gure hizkuntzan
info@lanabesa.com

Korrelazio meteorologiko harrigarria

Australiako lehorteak eta Antartikako elurteak lotu dituzte



ARTXIBOKOA

Meteorologoek konexio harrigarri bat aurkitu dute: Australiako hego-mendebaldean lehortea izaten den bakoitzean, aukera handiak daude Antartikako Poinsett lurmuturrean elurte handiak izateko; % 40ko probabilitatea, hain zuzen. Ohikoa da batean lehorteak izatea eta bestean elurteak, baina meteorologoak harrituta daude, bien arteko korrelazioaren portzentaia hori oso handia delako.

Korrelazioa horren ideia ez da berria. Duela 30 urte susmatzen zuten meteorologoek halakorik egon zitekeela. Horregatik, orain, Australiako Antartikaren Dibisioko zientzialari batzuek bi tokietako eguraldiaren datuak konparatu dituzte. Antartikako Poinsett lurmuturraren izotzetik 700 urtetik gorako geruzak erauzi dituzte, elurteen erregistro bat lortzeko, eta Australiako hego-mendebaldeko eurialdien datuak bildu dituzte. Eta korrelazioa aurkitu dute.

Zientzialariek ez dakite zein den korrelazio horren zergatia, baina, simulazio matematiko batzuen arabera, karbono dioxidoaren zikloekin zerikusia izan dezake. Bai izotz-geruzetan, bai eta simulazioan ere, ikusten da gizakion isurketaren eraginez handitu egiten dela efektua.

Ukipen-pantailen hobekuntzek, tunel-efektu kuantikoa lagun

Elektrizitatea tunel-efektuan oinarrituta transmititzen duen material berri bat erabiliko dute, aurki, gailu mugikorrak fabrikatzen dituzten hainbat etxek. Peratech enpresa ingelesaren "Quantum Tunneling Composite" konposatuak ukipen-pantailak egiteko balioko du. Horri esker, pantailari egiten zaion presioaren arabera, azkarrago edo mantsoago egin ahal izango da gora edo behera zerrendetan eta orrietan.

Materialak, oinarrian, mazo puntadunen itxurako nanopartikula eroaleak ditu, polimero batean berdin banatuta. Partikulek ez dute elkar ukitzen, baina, pantailari egiten zaion presioaren arabera, materiala hein berean deformatuko da, eta partikulak gehiago edo gutxiago hurbilduko zaizkio elkarri. Eta, zenbat eta hurbilago egon, aukera gehiago dago partikulen artean tunel-efektu deritzon fenomeno kuantikoa gertatzeko, eta, horrenbestez, korronte gehiago edo gutxiago pasatzeko.

Mekanika kuantikoak dio partikula batzuk gai direla barrera edo inpedantzia jakin batzuk zeharkatzeko, mekanika klasikoaren arabera mugimendu hori egiteko energia nahikorik ez badute ere; hori da, hitz gutxitan, tunel-efektua.

Bada, kasu honetan, nanopartikulen arteko materiala da elektrizitateak zeharkatzen duen barrera.

Egiten den presioaren arabera, azkarrago edo mantsoago egin ahal izango da gora edo behera zerrendetan eta orrietan.
ARG.: © ALEXEY ARKHIPOV/PHOTOXPRESS.

TEKNOSKOPIOA LEHIAKETAREN HIRUGARREN ETA AZKEN FASEA MARTXAN DA

Sortu zure bloga, eta irabazi ordenagailu ultraeramangarri bat!

14-18 urteko gazteentzako lehiaketa

Hirugarren fasearen epea: apirilaren 1etik maiatzaren 31ra

http://www.zientzia.net/teknoskopioa

innobasque
berrikuntzaren euskal agentzia · agencia vasca de la innovación

ELHUYAR fundazioa

theWeek Astea la Semana 9

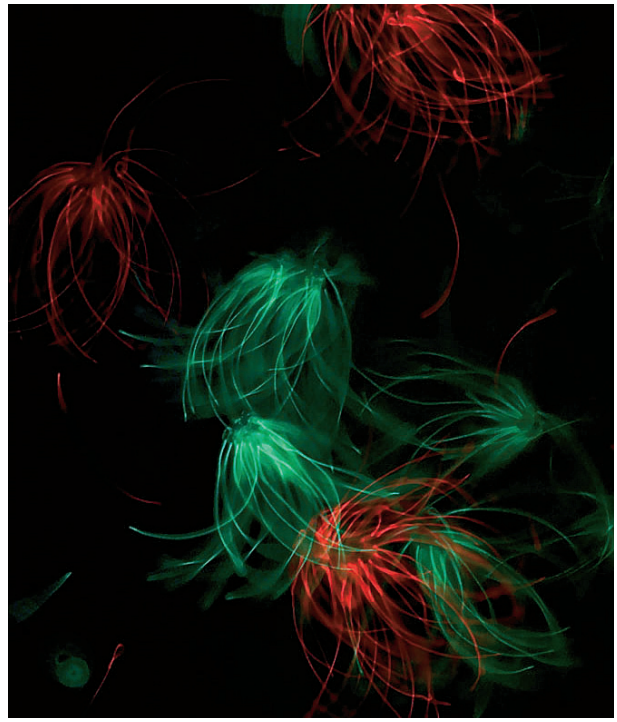
Batasunak indarra dakar

Saguen espermatozoideak ahaideekin elkartzen dira, obulura azkarrago iristeko

Sagu-espezie batzuen espermatozoideak gai dira espermatozoide ahaideak ezagutzeko eta elkarri lotzeko, *Nature* aldizkarian argitaratutako ikerketa baten arabera. Taldean % 50 azkarrago mugitzen direla ere ikusi du ikerketa egin duen Harvard Unibertsitateko taldeak.

Bi sagu-espezierekin egin zituzten azterketak ikertzaileek: *Peromyscus polionotus* eta *P. maniculatus* saguekin, hain zuzen. Berez, Estatu Batuetan leku desberdinetan bizi dira bata eta bestea, baina elkar ernal dezakete. Zientzialariek bi espezieetako arren espermak elkartu zituztenean, ikusi zuten espermatozoideen hiru laurden beren espezieko kideekin lotu zirela buruan dituzten kakoen bidez.

Pixka bat urrunago joanda, probatu nahi izan zuten espermatozoideak gai izango ote ziren banakotik banakorako bereizketa egiteko; alegia, espermatozoide horiek sortu zituen banakoaren gainerako espermatozoideak ezagutzeko. Eta ikusi zuten esperimentuetan erabilitako bi espezieetatik batean bakarrik izan zirela horretarako gai espermatozoideak, *P. maniculatus* espeziean. Izan ere, espezie hori poligamoa da, eta, zientzialarien ustez, elkartuz gero beste banakoen espermatozoideekin lehiatzeko gaitasun handiagoa lortzen dute.



Peromyscus maniculatus espezieko bi arren espermatozoideak kolore desberdinekin tindatuta; ar bakoitzak sortutako espermatozoideek elkarrekin biltzeko joera dute. ARG.: HEIDI S. FISHER/HARVARD UNIBERTSITATEA.

Toxinak, algen ehizarako tresna

Alga batzuek toxinak ekoizten dituzte beren harrapakinak paralizatzeko

Marea gorrietan, harrapakinak ehizatzeko erabiltzen dituzte toxinak alga batzuek.
ARG.: MARUFISH/ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

Minnesota Unibertsitateko biofisikari-talde batek frogatu du *Karlodinium veneficum* alga dinoflagelatuek ekoizten dituzten toxinek harrapakinak ehizatzea errazten dietela.

Karlodinium veneficum espezieko dinoflagelatuak ohikoak dira marea gorrietan. Dinoflagelatu horiek, eta beste hainbatek, toxinak ekoizten dituztenez, kalte handiak eragiten dituzte aldian-aldian gertatu ohi diren bat-bateko alga-hazkuntza horiek.

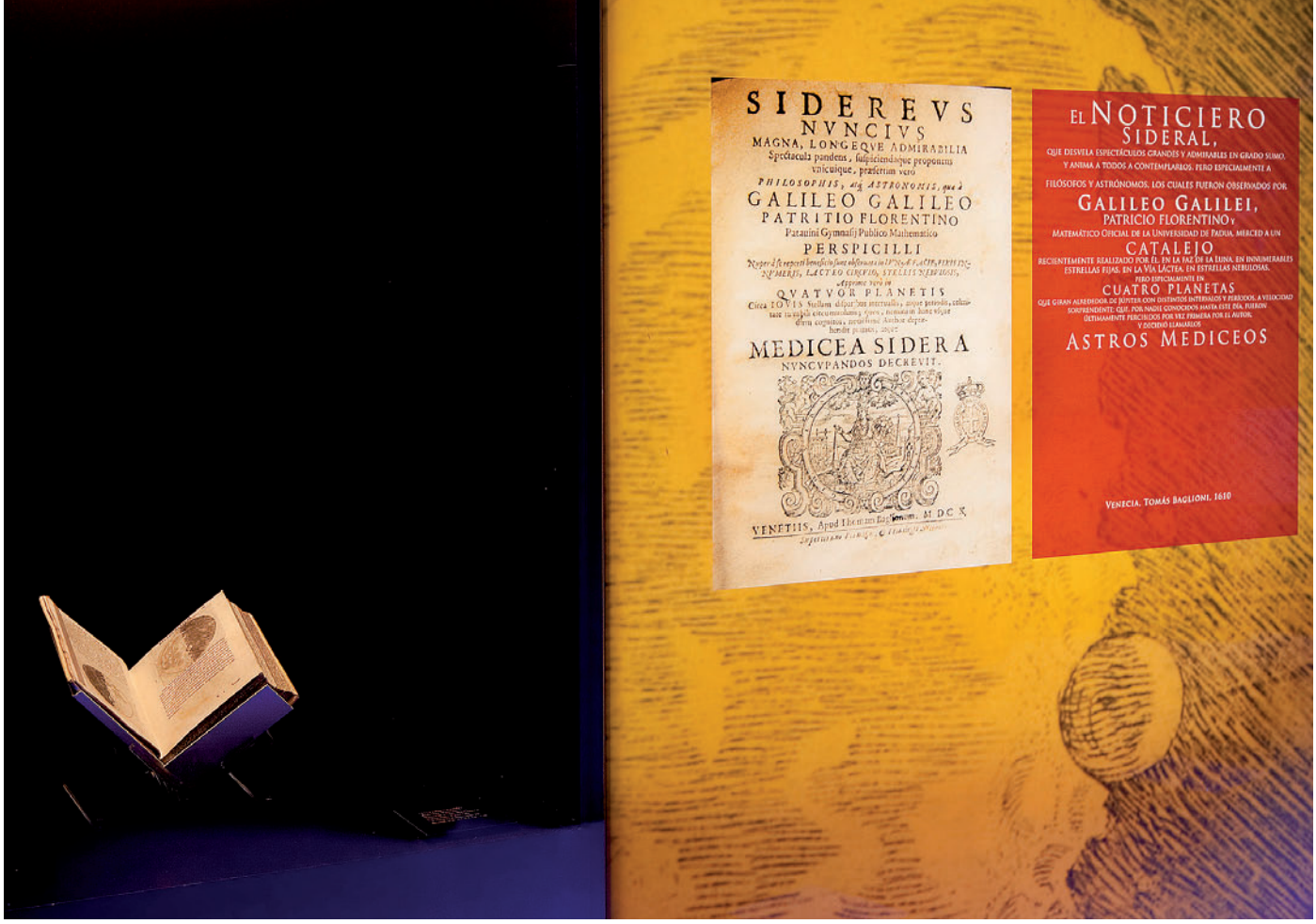
Toxinak ekoizteak, baina, energia asko eskatzen du, eta zientzialariek jakin nahi zuten energia-inbertsio hori harraparietatik babesteko eta lehiakideekin norgehiagoka aritzeko baino gehiagorako erabiltzen ote dituzten. Eta susmoa zuten harraparitzan aritzeko ere erabiltzen dituztela. Izan ere, dinoflagelatu horiek bizi eta haz daitezke fotosintesia bakarrik eginez, baina, beste alga batzuk harrapatuta eta janda, hazkuntza-abiadura bikoiztera irits daitezke.

Laborategian, aipatutako dinoflagelatuen bi andui erabili zituzten: batetik, toxinak ekoizten zituen bat, eta, bestetik, ekoizten ez zituen bat. Andui horietako bakoitzarekin harrapakinak jarri zituzten, eta batzuen eta besteen portaera aztertu zuten. Ikusi zuten harrapakinen jarduera-maila hein handiagoan jaitsi zela andui toxikoekin elkartu eta berehala: harrapakin bikoitza zegoen geldirik andui toxikoaren uretan. Eta, esperimentua hasi eta bost ordura, harrapakin horien % 90etik gora zegoen geldirik.

Bi batera,
sarea eta papera

.info

aukera ezazu bizi euskaraz



IRUÑEKO PLANETARIOA

Sidereus nuncius izarretako albistaria

Ilargia ez da perfektua. Horretaz jabetu zen lehenengoa Galileo Galilei izan zen. Eta, *Sidereus nuncius* liburuaren bitartez, berri hori dibulgatzen saiatu zen. Horregatik, askorentzat hura izan zen zientziaren historiaren lehen dibulgazio-liburua. orain, *Sidereus nuncius* horren lehen edizioaren ale bat ikusgai dago Iruñeko Planetarioan, Galileoren beste zenbait objektu ere ikus daitezkeen erakusketa batean. Eta, erakusketa horrekin batera, liburuaren hainbat itzulpen ere aurkeztu dituzte, tartean Elhuyar Fundazioaren bitartez euskaratutakoa.

Guillermo Roa Zubia
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

"Dibulgazio-liburu perfektua izateko, gauza bakarra falta du: latinez ez izatea" dio Ramón Núñez, *Sidereus nunciusen* jatorrizko edizioko ale bat erakusten duen erakusketaren komisarioak. "Beste liburu guztiak herriaren hizkuntzan idatzi zituen, garai hartako italieratzat har daitekeen hizkuntzan".

Perfektua izan ala ez, liburu ausarta da, inondik ere. Galileok teleskopio bidezko behaketan izandako lehen ezustekoen berri ematen du. Ilargiaren mendien berri ematen du, bai eta begi hutsez ikusten ez diren izar askoren berri ere; eta, bukatzeko, Jupiterren lau sateliteren berri ere bai. "Albiste oso garrantzitsu bat ematen du" dio Núñezek. "Albiste hori da unibertsoari buruz XVII. mendearen hasieran geneukan ideia, Aristotelesen ideia, ez zela zuzena".

Berez, ikerketa-oharren multzo bat zen liburua. "Galileok egunero sei ordu ematen zituen *betaurrekotik* begira, eta, bukatutakoan, ikusitakoa oharretan jasotzen zuen. 1609ko azaroan hasi zen, eta martxoaren 2rako bukatua zuen lana. Tartean, 16 eguneko atsedena hartu zuen; hau da, zerua lainotuta zegoela eta ezin ikus zezakeen ezer", esaten du Ibon Plazaolak. Berak egin du euskarazko itzulpena, Elhuyar Fundazioarien enkarguz, eta ederki ezagutzen du garai hartako historia.

Galileok teleskopiotik ikusitakoaren oharrak bildu, eta izarretako albistari batean argitaratu zituen (sidereus nuncius *batean). Ohiturari jarraituta, egilea, edukia eta zeinen omenez idatzita dagoen zehaztu zituen izenburuan.*

Galileok lan hori bildu, eta izarretako albistari batean argitaratu zuen (*sidereus nuncius* batean). Dena den, liburuaren izenburua ez dira bi hitz horiek bakarrik. Garaiko ohiturari jarraituta, egilea, edukia eta zeinen omenez idatzita dagoen zehazten ditu izenburuak. Azken xehetasun hori oso garrantzitsua da. Izan ere, liburua argitaratzeko prest zuela, Galileok berak ez zekien zeinen omenez idatzi behar zuen: Medici familiako Kosme II.a dukearen omenez edo familia osoaren omenez. "Izenburua gerorako utzita inprimatzen hasi zen liburua, eta aholkua eskatu zuen" dio Núñezek. "Azkenean, Jupiterren sateliteei Medicitar astroak deitzea erabaki zuen, izena egokiagoa zelakoan, eta liburu osoa inprimatu zuen". Hala ere, historiak estali egin du Medici izena, eta guk galileotar sateliteak deitzen diegu astro haiei.

Ibon Plazaola:

"Galileoren latina ez da batere erretorikoa"

Bakun enpresako itzultzailea

Elhuyar Fundazioaren enkarguz, Sidereus nuncius *liburua euskaratu du Ibon Plazaolak, latinetik zuzenean. Itzulpena Iruñeko Zientzia Komunikazioaren kongresuan aurkeztu dute.*

Liburu historikoa dela esaten dugu. Liburu guztiak dira historikoak.
Bai. Ez da ulertu behar historiko hitza kortse moduan. Liburua garrantzitsua izan zelako da historikoa. Hainbat behaketaren berri eman zuen liburu horretan Galileok, tramankulu berri edo berri usteko bati esker egindako behaketen berri, hain zuzen.

Teleskopioa...
Teleskopioa deitzen diogu, baina Galileok artean ez zekien esku artean zuen hura teleskopioa zenik, *teleskopio* hitza geroxeago asmatu baitzuten. Hori oso bitxia da; testua itzultzen ari nintzela, horrek eman dit buruko minik handienetako bat: berak darabilen hitza euskaraz nola eman, ez baitzitekeen teleskopio hitza erabili (anakronismoa da).

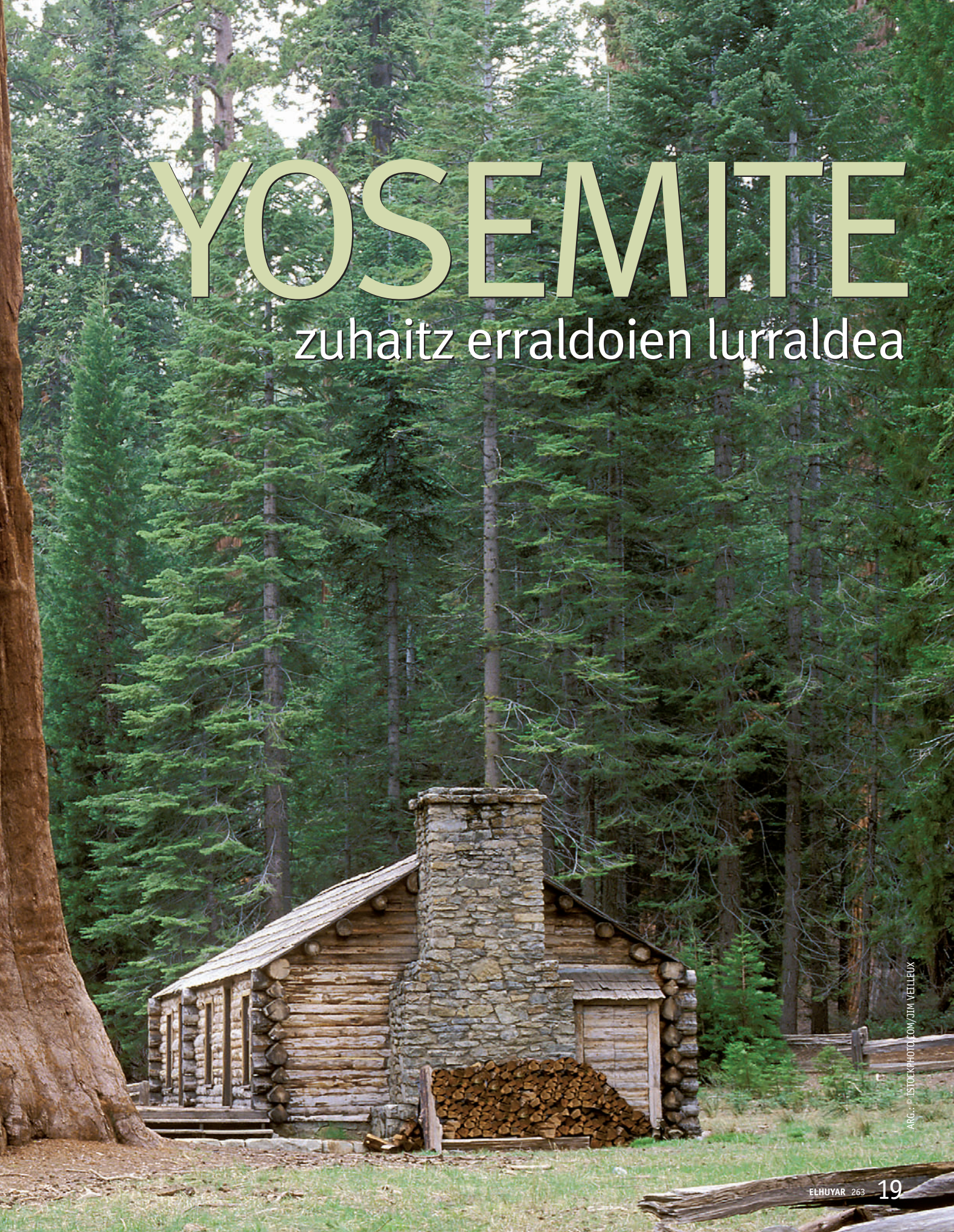
ARG.: AINHOA IRIBAR

Zure aukera betaurreko izan da.
Bai. Hark ere latinez halaxe darabil: perspiculum. Inguruko hizkuntzetan ere halaxe itzultzen dute: *lunette* frantsesez, *anteojo* gaztelaniaz, *spyglasses* ingelesez,... Eta euskaraz ere hala behar zuen. Jupiterren sateliteen izenak ere —Ganimedes, Io, Europa eta Kalisto— gerokoak dira. Galileok Medicitar astroak esan zien.

XVII. mendeko latina eta "gaurkoa" berdinak dira?
Ez, bistan da, ez dira berdinak. Hizkuntza hila da; hala diote. Gaur egun, oker ez banago, latinez ondo hitz egiteko gai diren bakarrak Galileo kondenatu zutenak dira, Vatikanoko kardinalak eta halakoak. Beraz, gaur egun, latina edo greziera klasikoa ikasten direnean, testuetako latina edo greziera ikasten dira. XVII. mendeko latinari neolatina deitzen zaio; hainbat moldaketa morfosintaktiko eta abar izan ziren hor. Orduan, latinaren barruan dagoen beste latin bat da; Galileok zerabilen latina ez da inondik inora nik dakidana. Baina ni gauza naiz latin hura ulertzeko eta itzultzeko.

Testu zaila da?
Esaldi luzeak eta erretorikoak dira. Hala ere, Galileoren estiloa oso da argia eta diafanoa. Haren latina ez da batere erretorikoa. Oso latin dotorea darabil, baina ez da batere "alanbikatua".

Nola sortu zitzaizun liburu garrantzitsu hau itzultzeko aukera?
Menturaz gertatzen dira gauza gehienak; zorion handienak ematen dutenak ere bai. Nik itzulpen honi ekin nion enkargu bat egin zigutelako. Nik Bakun itzulpen-enpresan egiten dut lan, eta itzulpen-enpresari Elhuyar Fundazioak galdetu zion ba ote zegoen "eroren" bat latinetik euskarara itzultzeko gai zena, eta Bakun enpresan bazen ero bat: ni neu. Eta Galileoren obra ezagutzen nuen eta garaia ere bai. Garaia eta garaiko latina izugarri estimatzen ditut. Beraz, halaxe gertatu ziren gauzak. Eta oso gustura egin dut.



YOSEMITE

zuhaitz erraldoien lurraldea

ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/JIM VEILLEUX

GRANITOZKO HAITZ IZUGARRIAK, UR-JAUZI AMAIGABEAK ETA SEKUOIA ERRALDOIEN BASOAK. Yosemite parkea Kaliforniako ekialdean dago, eta Sierra Nevada mendilerroaren 3.000 kilometro karratu inguru hartzen ditu. Garai batean Miwok herriaren bizileku izan zen eremu hau, eta munduan Parke Nazional izendatutako lehenengoa da.

Yosemiteko mendiak eta haranak duela hamar milioi urte sortu ziren, lurrazalaren tolestura baten ondorioz. Baina mendietako glaziarrak izan dira Yosemiteko amildegien azken modelatzaileak; errekek eragindako V-itxurako ibarrak U-formako arroil sakon bilakatu dituzte, izan ere. Orain, 1.200 metrorainoko horma bertikal hauek erronka dira mundu osoko eskalatzaileentzat; erronka zaila.

Parke osoan 1.400 landare-espezie aurki daitezke. Haien artean sekuoia erraldoia da ospetsuena. Haiek dira munduko landarerik handienak: 85 metroko altuera eta 7 metroko diametroa izatera irits daitezke.

Udaberria iristean, mendigailurretan urtutako elurrak ur gardenez betetzen ditu parkeko aintzirak eta errekak. Eta orduan erakusten du bere edertasun osoa Ipar Amerikako ur-jauzirik altuenak. Yosemiten urak lanean jarraitzen du etenik gabe, etorkizuneko paisaia tantaz tanta zizelkatzen.

© ISTOCKPHOTO.COM/OLEKSANDR BUZKO

© ISTOCKPHOTO.COM/PETER WEY

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

Izan
Elhuyar
Fundazioko

BAZKIDE

www.elhuyar.org/bazkidetza

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

ELHUYAR fundazioa

Sarearen NEUTRALTASUNARI ERASOAK

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea

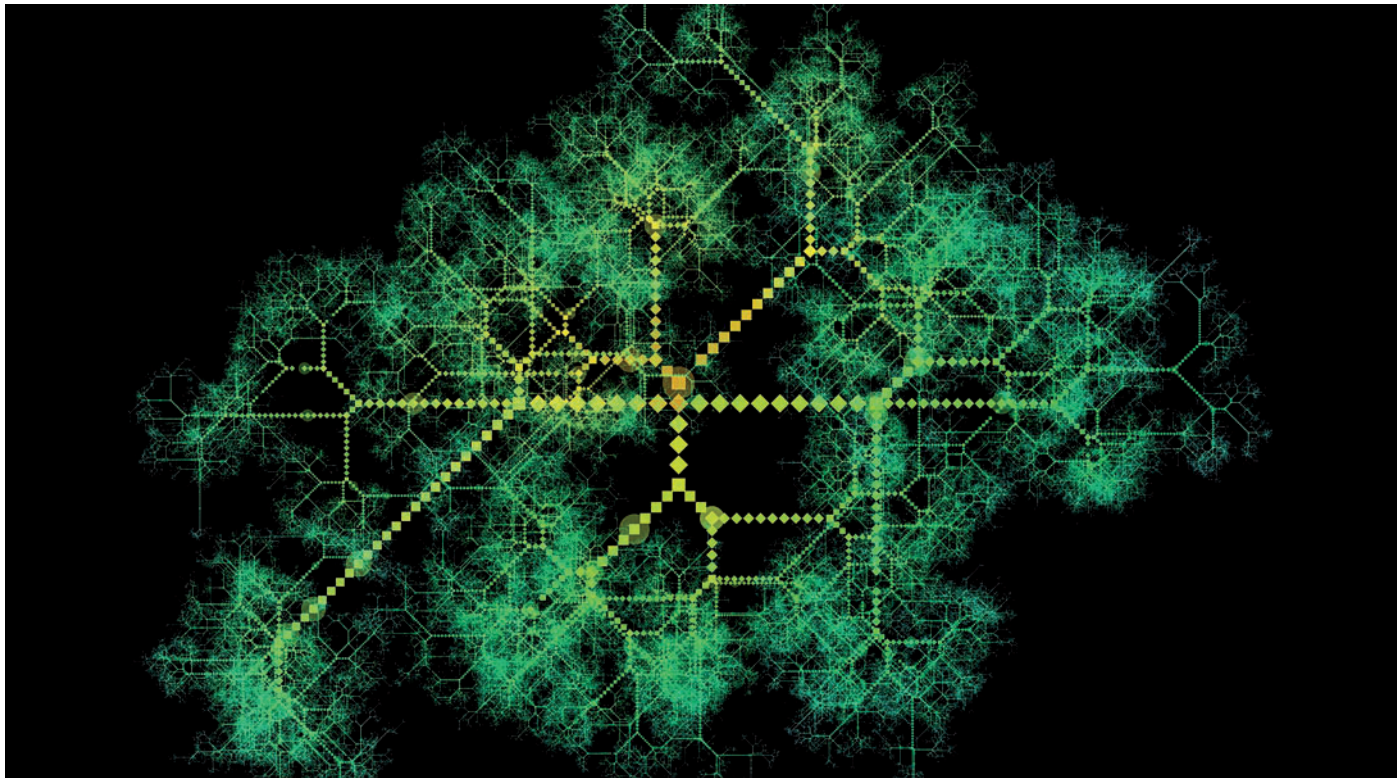
Joan den otsailean Telefónica-ko presidente César Aliertak Bilbon izandako jardunaldi batzuetan esandakoak hautsak harrotu ditu sarean: Googleri eta beste bilatzaileei eta Interneteko zerbitzu-hornitzaile handiei haien sareak erabiltzeagatik kobratzen hasteko asmoa dutela adierazi du, telekomunikazio-operadorearen azpiegiturari esker kosturik gabe negozioa egiten ari direla argudiatuta. Askok pentsatuko dute asmo hori ez dela hain arraroa ere, oso ohikoa dela asko dutenengandik sos batzuk ateratzen saiatzea. Googlek, adibidez, horrelako asko jasan behar izaten ditu: egunkariek Google News zerbitzuaren irabaziak haiekin partekatzeko eskatu izan diote askotan, haien edukien kontura aberasten ari omen delako. Bat baino gehiago ados egongo da eskaerarekin, eta justua iritziko dio gehien duenak banatzeari. Baina asko dago jokoan Telefónicak bere nahia egin edo ez horretan: sarearen neutraltasuna arriskuan legoke, eta, horrekin batera, Internetek gaur egun ezagutzen duguna izaten jarraitzea.

ZER DA SAREAREN NEUTRALTASUNA?

Sarearen neutraltasunaren kontzeptua hobeto ulertzeko, beharrezkoa da Interneten funtzionamenduaren oinarrizko gauza batzuk ezagutzea. Elkarri konektatutako milioika sarek (pribatu nahiz publiko, akademiko nahiz enpresarial, handiago nahiz txikiago) osatzen duten sare erraldoi deszentralizatua da Internet. Maila fisikoan azpiko sare horiek teknologia oso ezberdinak erabiltzen badituzte ere, maila logikoan guztiek TCP/IP protokolo-familia erabiltzen dute, eta, horrela, sare bakar bat bezala funtzionatzen du praktikan. Protokolo horietan (eta, beraz, Interneten), helbide batetik bestera helarazi behar den edozein informazio (postamezu bat, eskaera bat, web-orri bat, irudi bat...) paketetan banatzen da; gero sarea osatzen duen nodo bakoitzetik hurrengo nodora bideratzen dira paketeak, hainbat parametro kontuan hartuta (trafikoa, nodo eroriak...), helmugara ahalik eta ondoen eta azkarren irits daitezen; eta, bertan, informazioa berriz osatzen da, (pakete batzuen birbidalketa eskatuta, beharrezkoa bada). Beraz, edozein informazio ahalik eta modu eraginkorrenean bideratzeko pentsatuta dago sarea.

Sare horretara konektatzen dituzte enpresa zerbitzu-emaileek euren zerbitzariak, eta bezero edo erabiltzaileek (telekomunikazio-enpresa baten bidez) euren ordenagailuak. Eta bezero batek zerbitzu bat erabili nahi duenean, horren abiadura baldintzatuko duten parametro bakarrak amaiera-puntu horien ezaugarriak izango dira (bezeroak kontratatua duen abiadura, enpresa zerbitzu-emaileak jarri duen zerbitzariaren ahalmena...); baina Internet sarean beste edozeinen tratamendu bera jasoko du informazio horrek, edozein delarik haren sorburua edo helmuga.

Sarearen neutraltasuna, beraz, Internet sarea gaur egun dena eta etorkizunean izan beharko lukeena definitzen duen printzipioa da, eta hau dio: saretik doan informazioak ez du inolako diskriminaziorik jasango edukia, jatorria, helmuga, plataforma, aplikazioa edo protokoloa edozein delarik ere, eta erabiltzaileak kontratatutako banda-zabalera duen komunikazio-kanala eskaintzera mugatuko da telekomunikazio-enpresa, bertatik doan informazioan inongo esku-sartzerik egin gabe.



© KHENG HO TOH/123RF

NEUTRALTASUNIK GABE, AKABO EZAGUTZEN DUGUN INTERNET

Telefónicak egin nahi duena sarearen neutraltasunaren aurka doa erabat; izan ere, ordaintzen ez badiete neurriak hartzeko asmoa izango dute ziur, beraiekiko konexioak mantsotu edo moztea, adibidez. Horren aurrean, logikoena da Googlek eta besteek Telefónica antzarrak ferratzera bidaltzea. Nork kontratatuko du horiekiko konexioak poliki edo batere ez dabiltzan zerbitzua? Baina eta telekomunikazio-enpresa guztiak ados jarriko balira eta berea egingo balute? Internet guztiz aldatuko litzateke, Internet ez den beste zerbait bihurtzeraino.

Hasteko, esan bezala, telekomunikazio-enpresei ordaintzen dieten zerbitzu-emaileekiko trafikoa azkarrago joango litzateke, eta besteenekikoa polikiago. Horrekin akabo enpresa txikiek Interneten lehiatzeko gaur arte izan duten aukeraberdintasuna. Edo, bestela, ordaintzen ez dietenen trafikoa azkar joatea nahiko bagenu, erabiltzaileok ordaindu beharko genuke, eta erabili nahi ditugun zerbitzuen araberako tarifa ezberdinak egongo lirateke. Baina, gainera, behin ate hori irekita eta neutraltasunarekin amaituta, nahi dutena egingo dute telekomunikazio-enpresek. Beraien konpetentzia diren webgune eta zerbitzuekiko trafikoa mantsotu edo moztu lezakete, Skype eta haren antzekoak galaraziz, adibidez. Edo, zergatik ez, edozeinek ordain liezaieke bere konpetentziaren aurka egiteko...

Asko dago jokoan: sarearen neutraltasuna arriskuan legoke, eta, horrekin batera, Internetek gaur egun ezagutzen duguna izaten jarraitzea.

Gainera, proposatzen dutena ez da bideragarria ekonomikoki ere. Gaur egun Interneterako sarbidea nahi duen edozeinek, erabiltzaile nahiz zerbitzu-emaile izan, telekomunikazio-enpresaren bati ordaintzen dio bertara konektatuta egoteagatik, baina bati soilik, eta orduan beste edozeinekin komunikatu daiteke; baina Telefónicaren gurariak arrakasta balu, ez berak soilik, Internet osatzen duten milioika sare txikiagoetako edozeinek bidesaria kobratu ahal izango lioke bertatik pasatu nahi duen edozeini. Interneten egotearen kostua bideraezina litzateke enpresa txikientzat, eta, handientzat ere, nork daki!

PARTIDA, UNE ERABAKIGARRIAN

Ez da hau sarearen neutraltasunak jasaten duen lehen erasoa. Egile-eskubideen defentsarako elkarteen lobbyak aspalditik ari dira eskatzen P2P programen trafikoa mugatzeko Espainian, Frantzian eta beste herrialde batzuetan. Baina, orain, Espainiako Industria ministroak esan du Telefónicaren asmoa ona izan daitekeela, eta badirudi Espainiako Gobernuak Europako Batasuneko presidentetza baliatu nahi duela legea SGAE eta Telefónicaren nahietaramoldatzeko. Aldiz, AEBko presidente Barack Obamak argi dauka sarearen neutraltasuna babestu beharreko printzipioa dela. Bere hauteskunde-programan defendatu zuen, eta, oraingoz, behintzat, arlo horretan esandakoa betetzen ari da. Ikusi behar bi interes kontrajarri hauetatik zein gailentzen den.

Manuel Carreiras:

BCBL neurozientzietako zentroaren zuzendari zientifikoa

ARGAZKIAK: JON URBE/ARGAZKI PRESS

Irati Kortabitarte Eiguren
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

"Mintzairaren ikerketa aukera garrantzitsua izan liteke neuroendekapenezko gaixotasunen detekzio goiztiarra egiteko"

Manuel Carreiras elebiduna da txikitatik —bere lehen hizkuntza galegoa da—, eta hainbat urtetako esperientzia du neurozientzien eta mintzairaren alorrean. Santiagoko Unibertsitatean Psikologian doktoratu zen, eta, ondoren, La Laguna Unibertsitatean egin du bere karrera profesionalaren zati handi bat. Beste herrialde batzuetako unibertsitateetan ere aritu da: Estatu Batuetan, Australian, Suedian eta Erresuma Batuan. Gaur egun, Donostiako BCBL Basque Center on Cognition Brain and Language zentro berriaren zuzendaria da.

Gizon-emakumeok mintzaira erabiltzen dugu gure artean komunikatzeko, baina, nola definituko zenuke mintzaira?
Mintzaira oso konplexua da definitzeko. Gu geu oraintxe bertan egiten ari garena da; komunikazio-ekintza bat. Baina mintzaira errealitatea irudikatzeko aukera bat da, halaber. Izan ere, mintzairarik gabe, errealitatearen irudikapena ez litzateke bera izango, mintzairak eragina baitu gure bizimoduetan; egunero erabiltzen dugu, edozertarako.

Hainbat urte igaro dituzu unibertsitate batetik bestera mintzairaren eta neurozientzien alorra ikertzen. Zer ondorio izan du zuretzat BCBL zentroaren zuzendari-lanak betetzeko hautatua izateak?
Niretzat erronka oso garrantzitsua da BCBL zentroaren zuzendari izatea. Izendatu ninduten unean esan nuen bezala, eskerrak eman nahi dizkiet hain lan interesgarria egiteko hautatu nauten guztiei. Edozein ikertzaileren ametsa da aitzindaria izango den zentro batean ideia-multzo bat praktikan jartzea. Erronka oso interesgarria da; ahalegin handia eskatzen du, baita lan asko ere, baina ilusio handiarekin egingo dugu. Izan ere, badakigu konfiantza osoa ezarri dutela gugan, eta espero dugu aurreikuspenen mailan egotea.

Batik bat mintzaira ikertuko da BCBL zentroan, baina zeintzuk dira ikerketa-lerro nagusiak?
Nagusiki prozesu kognitiboek eta mintzairaren ekoizpena eta ulermena ikertuko ditugu BCBL zentroan. Dena den, elebitasuna ikertzeko ikerketa-lerro espezifiko bat izango dugu. Oinarrizko ikerketa egingo dugu honako arlo hauetan: mintzairaren ulermena, haren jabetzea eta ekoizpena; mintzairaren asaldurak edo prozesamenduaren neuroendekapena eta baita elebitasuna ere.

> *"Edozein ikertzaileren ametsa da aitzindaria izango den zentro batean ideia-multzo bat praktikan jartzea."*

Zer eskainiko digute ikerketa horiek?
Hasiera batean, ez du inolako aplikazio praktikorik zu eta ni oraintxe bertan egiten ari garena ulertzeak. Ni ekoizten ari naiz; zenbait ideiatatik abiatuta soinu batzuk sortzen ari naiz, alegia. Soinu horiek zugana iristen dira, eta horrekin guztiarekin nik nahi dudana da transmititzen ari naizen horren ideia bat izatea zuk. Horrela ikusita, badirudi horrek guztiak ez duela inolako ondoriorik. Baina, zer gertatzen da, esaterako, norbaitek gaitasun hori galtzen duenean edo arazoak dituenean mintzaira edota irakurketa eta idazkera bereganatzeko? Orduantxe sartzen gara bete-betean gaian. Beti jartzen dut kotxearen adibide bera: litekeena da automobilek nola funtzionatzen duten ez dakiten mekanikariek automobilak konpontzea, baina konpondu ahal izateko nola funtzionatzen duten jakitea litzateke egokiena. Hala, bada, komunikazio-ekintza honek nola funtzionatzen duen dakigunean, alegia, naturaren sekretuak argitu eta zure eta nire prozesuak ezagutzen ditugunean, aukera izango dugu arazoak dituzten pertsonei laguntzeko. Mintzaira zenbait azpiunitatez osatutako sistema da. Mintzairaren azpiunitate

horien ikerketa aukera garrantzitsua izan liteke neuroendekapenezko gaixotasunen detekzio goiztiarra egiteko tresnak diseinatzeko.

Zenbat dakigu gaiaz?

Hainbat gauza dakizkigu, baina oraindik ere asko dugu ikertzeke eta ikasteke. Egia da aurrerapauso handiak eman direla, batik bat gaur egun dugun teknologiari esker; hala nola erresonantzia magnetiko funtzionala, magnetoentzefalografia, elektroentzefalografia... Halaber, azken 20 urteotan aurrerapauso teoriko garrantzitsuak egin dira. Dena den, oraindik ere badago zer aurkitu, ezbairik gabe. Gizakia Ilargira heldu da, eta oraindik ere ez gara gai zu eta ni hizketan ari garenean zer gertatzen ari den ulertzeko. Arazo konplexua da; hala ere, horretan dihardugu.

Horretarako, arestian aipatutako erreminta teknologikoak erabiltzen ditugu, eta herrialde ezberdinetako goi-mailako adituekin dihardugu lanean. Gainera, lurralde oso interesgarria da. Izan ere, ezaugarri tipologiko oso ezberdinak dituzten bi hizkuntza ditugu. Horrenbestez, mintzaira ikertzeko leku pribilegiatua da, eta horretarako baliabide guztiak ditugu.

Beraz, zentroaren kokapena eta elebitasunaren ikerketa lotuta daude, ezta?

Bai, jakina. Gaur egun, elebidun ugari daude han eta hemen, baina hutsegite bat litzateke Euskal Autonomia Erkidegoan dugun elebitasuna ez aprobetxatzea. Izan ere, zenbait abantaila ditu. Elebidun goiztiarrak, hau da, jaiotzetik bi hizkuntzak jasotzen dituzten pertsonak, eta elebidun berantiarrak, alegia, bi hizkuntza horietako bat pubertaroaren ondoren jasotako pertsonak ditugu. Beste leku batzuetan ez da erraza mota horretako populazioa aurkitzea.

Beraz, nik uste dut zentroaren kokapenak horrekin guztiarekin zerikusia izan duela. Hala ere, Ikerbasqueko arduradunei galdetu beharko genieke, haiek sortu baitute zentroa.

Zeu ere elebiduna zara.

Bai, neu ere elebiduna naiz. Nire lehen hizkuntza galegoa da. Eskolara joateko ikasi nuen gaztelera. Dena den, elebitasun ezberdina da, hemengo elebitasunarekin alderatuta. Izan ere, gaztelerak eta galegoak elkarren antz handia dute; bi hizkuntza horiek erromanikoak dira.

Zenbait ikerketen arabera, elebitasunak zenbait onura eragiten ditu gizakion garunetan. Zer iritzi duzu gai horretaz?

70eko hamarkadan elebiduna izatea txarra zen. Gaur egun, berriz, badakigu zenbait abantaila dituela eremu kognitibo batzuetan; horrek ez du esan nahi elebidunak elebakarrak baino gehiago direnik, ezta gutxiago ere. Dena den, etengabe hizkuntza batetik bestera aldatzeko ohitura horrek elebidunoi zenbait arreta-kon-

trolen inguruan abantailak dakarzkigula esan liteke. Alegia, zenbait ikerketak egiaztatzen dute arreta eta aldaketa eskatzen duten zenbait eginkizunetan elebidunok elebakarrek baino erraztasun handiagoa dugula aldaketa horiek egiteko.

Beste ikerketa baten arabera, elebidunek edota beste hizkuntza batekin kontaktuan dauden pertsonek neuroendekapenezko gaixotasunak garatzeko arrisku txikiagoa dute. Dena den, egiaztatu egin behar da ikerketa hori.

Badugu Erasmus programako ikasleekin egindako ikerketa bat, eta, egia esan, emaitza interesgarriak ematen ari da. Pentsa, ikusi dugu beste hizkuntza batekin kontaktuan egoteak —hiru edo lau hilabeteko egonaldiak baino ez badira ere— zenbait arreta- eta kontrol-prozesutan abantailak ematen dituela.

"Ikusi dugu beste hizkuntza batekin kontaktuan egoteak —hiru edo lau hilabeteko egonaldiak baino ez badira ere— zenbait arreta- eta kontrol-prozesutan abantailak ematen dituela."

Modu berean ikasten dugu hitz egiten edo irakurtzen eta idazten?

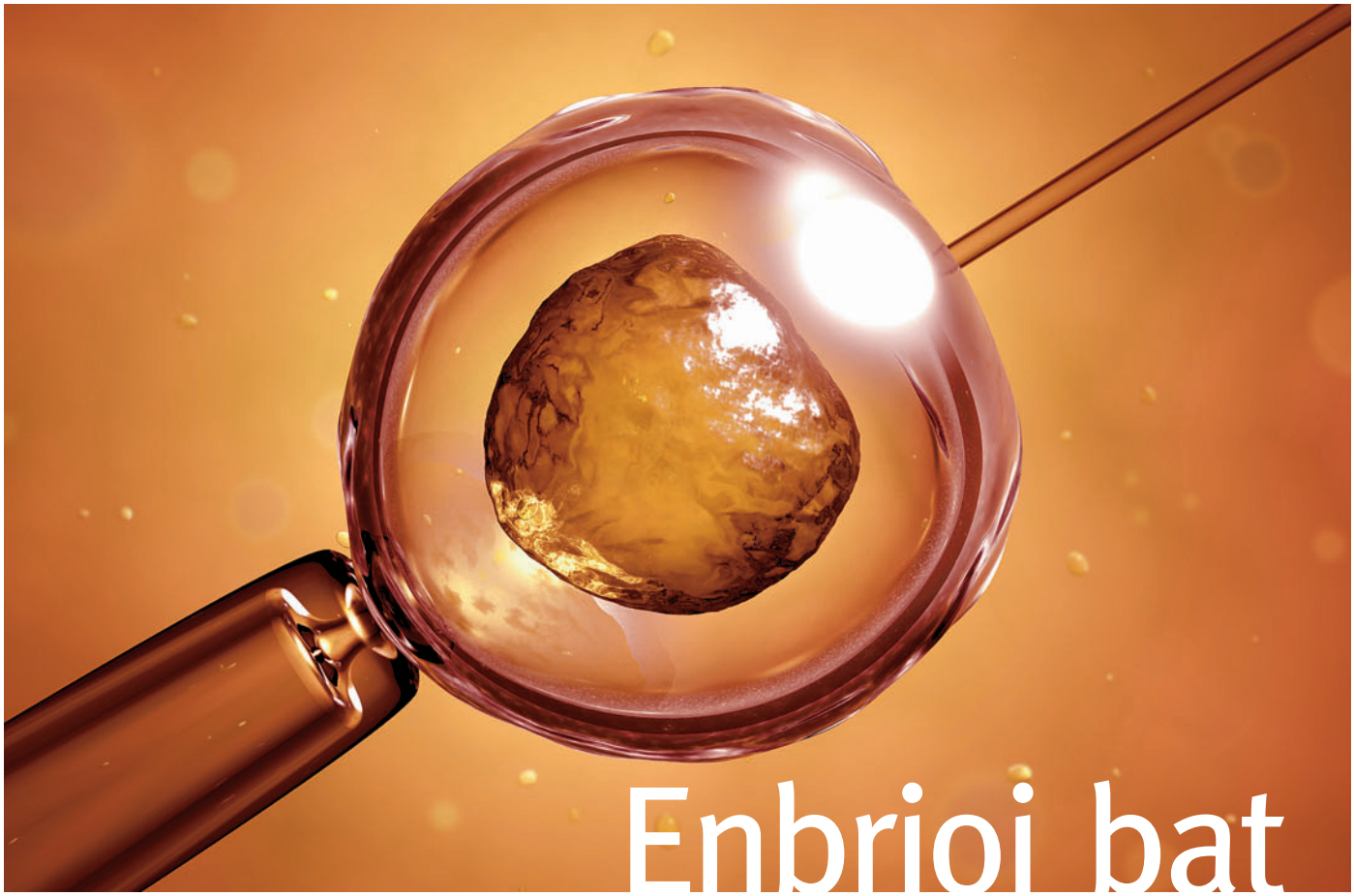
Bi gauza oso ezberdinak dira. Mintzaira senaren modukoa da. Inork ez du zalantzan jartzen armiarma bat armiarma-sarea egiteko gai izango ez denik. Gizakiok modu naturalean, irakaskuntzarik gabe, jasotzen dugun jarduera bat da hizkuntza. Behar dugun gauza bakarra da isolatuta ez egotea, batzuk besteekin komunikatu ahal garen komunitate batean egotea. Irakurketa, ordea, irakaskuntza behar duen abilezia da. Batetik, hizkuntza behar da, eta bestetik, grafema-fonemen maping-a, hau da, soinu bakoitzari letra bat dagokiola ikastea. Laburbilduz, bi prozesu horiek erabat ezberdinak dira: hizkuntza inolako ahaleginik gabeko ikasketa naturala da; irakurketak, ordea, ahalegina eta ikasketa arautua eskatzen ditu.

Hizkuntza jaso eta irakurtzen ikasi ahala garuna nola aldatzen den ulertzeak arazo asko sortzen ditu?

Hizkuntza bat geureganatu ahala gure garuna nola aldatzen den azaltzen duen ikerketa asko ez dago. Izan ere, oso zaila da haurren garunetan gertatzen diren aldaketak behatzea. Haurra jaiotzen den unetik ari da hizkuntza bereganatzen, nahiz eta gero denbora-tarte batean hura erabiltzeko gai ez izan. Oso zaila da aldaketa horiek identifikatzea, arazo etikoak baitaude tartean. Gainera, ez da oso ohikoa erresonantzia magnetikoak egitea adin horretako haurrei. Hala ere, haurretan aplikatzeko teknika berriekin, hala nola NIRS teknikarekin (infragorri hurbileko espektroskopia), lan egiten hasita daude ikertzaileak. Beraz, litekeena da datozen urteetan aurkikuntza erakargarriak izatea.

Irakurtzen ikasten dugun heinean garuna nola aldatzen den ulertzen lagunduko digun artikulu bat argitaratu genuen duela hilabete batzuk *Nature* aldizkarian. Materia grisa eta materia zurian aldaketak gertatzen zirela ikusi genuen. Materia grisa, nolabait esateko, neuronek eta dendritek osatzen dute. Materia zuria, berriz, axoiek; hirien arteko autobideen parekoek. Ikerketa berriak aurrera eramateko aurkikuntza garrantzitsua da hori. Izan ere, jarduera jakin bat egiteko zein eremu aktibatzen diren edo garrantzitsuak diren aztertzeaz gain, garrantzitsua da jakitea eremu horiek nola dauden konektatuta.

Halaber, interesgarria litzateke ezagutzea irakurtzen ikasten dugun heinean garunean gertatzen diren aldaketak berdinak diren edo ez, hizkuntza edota irakurketa-maila edozein dela ere. Litekeena da datozen hilabetetan edo urteetan arlo horretako ezagutzan aurrerapauso garrantzitsuak egitea. ●



© ISTOCKPHOTO.COM/HENRIK 5000

Enbrioi bat HAURDUNALDI BAT

Nagore Rementeria Argote
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Lagundutako ugalketaren tekniketan, *in vitro* ernalkuntzak du haurdunaldi-tasa onena. Eta orain erronka handi bati egin behar dio aurre: enbrioi bakarra transferituta lortzea haurdunaldia. Horretarako, berebizikoa da laborategian ernaldutako enbrioien artean kalitate onenekoa zein den bereiztea.

Donostiako Quirón ospitalean, Miren Mandiola doktorea bederatzi enbrioiren aurrean dago. Hiru egunen ondoren bizirik jarraitzen duten enbrioiak dira. Hamabost obozito erauzi zizkioten haurrik izan ezin zuen emakume bati, obarioak hormonekin estimulatu eta gero. Obozito bakoitzari espermatozoide bat sartu zion Mandiolak, mikroinjekzio bidez. Bada, hamabost haietatik bederatzi enbrioik egin dute aurrera. Eta, orain, bederatzi horietatik hiru aukeratu behar ditu emakumeari ezartzeko. Ez da edonolako erabakia, enbrioiaren kalitatearen baitan baitago haurdunaldia lortzeko probabilitatea.

Mandiolak hainbat ezaugarri izaten ditu kontuan enbrioiak aukeratzeko: “Irizpide morfologikoen arabera egiten dugu aukeraketa”. Irizpide bat hazte-abiadura da: “obozitoa espermatozoidearekin ernaldu, eta, 48 ordura, lau zelula izan behar ditu, hori da estadio perfektua, eta 72 ordura estadio perfektua zortzi zelulakoa da”. Kalitate morfologikoa neurtzeko puntuazio antzeko bat egiten dute. “Badira hainbat ezaugarri morfologiko enbrioiaren eboluzio onaren edo txarraren seinale direnak. Behar baino zelu-

la gehiago edo gutxiago baditu, ez da egokia; zelulak tamaina berekoak ez badira, ezta ere; detritu-zatiak baditu, ezta ere. Puntuazio altuena duten bi edo hiru enbrioi aukeratzen dira, umetokiari itsasteko ahalmen handienekoak direlakoan".

Baina itxura oneko enbrioiek ez dute zertan sanoak izan. "Itxura oneko enbrioi asko transferitzen ditugu, baina proportzioan oso emakume gutxi geratzen dira haurdun" azaltzen du Mandiolak. Enbrioi horietako batzuk mutazioak izan ditzakete geneetan, edo aneuploidiak, hau da, kromosoma-kopuru anormala. Halako kasu askotan enbrioiak ez dira itsasten, edo itsatsi eta hiru hilabete baino lehen abortua eragiten dute. Enbrioi horiek baztertzeko modu bakarra, gaur egun, diagnosi genetiko bat egitea da, Ezarpenaren Aurreko Diagnosi Genetikoa (DGP).

Enbriologoek eskertuko lukete enbrioi sanoak aukeratzen lagunduko liekeen teknika bat, azkarra, erraza eta ez-inbasiboa. Baina, gaur egun ez dago horrelakorik.

Baina diagnosi genetikoa ez da beti egiten, kasu jakinetan bakarrik. Esate baterako, gaixotasun genetiko larri bat duten familietan, gaixotasuna ez duten enbrioiak aukeratzeko. Huntington-en gaixotasuna, fibrosi kistikoa, edo Steinert-en distrofia muskularra, adibidez. Emakumeak behin eta berriz abortuak izan dituenean ere egiten da DGPa, abortuen jatorria enbrioien kromosomen ezohiko kopuruan edo egituran egon daitekeelako.

DGPa egiteko, enbrioiari zelula bat erauzten zaio; hortaz, teknika inbasibo bat da. "Enbrioia manipulatzea ez da ona, noski" kontatzen du Mandiolak, "zenbat eta gutxiago ukitu, hainbat hobeto; bideragarriagoa izango baita. Dena dela, DGPa egiteko erabiltzen diren teknikekin aurrera egiten du enbrioiak normalean, garatzeko ahalmen ona badu. Horregatik, DGPa enbrioiaren estadio egokian egin behar da, 6 eta 8 zelula artean dituenean. Horrela enbrioia hazten jarraitzeko gai da, nahiz eta zulo bat egin eta zeluletako bat erauzi".

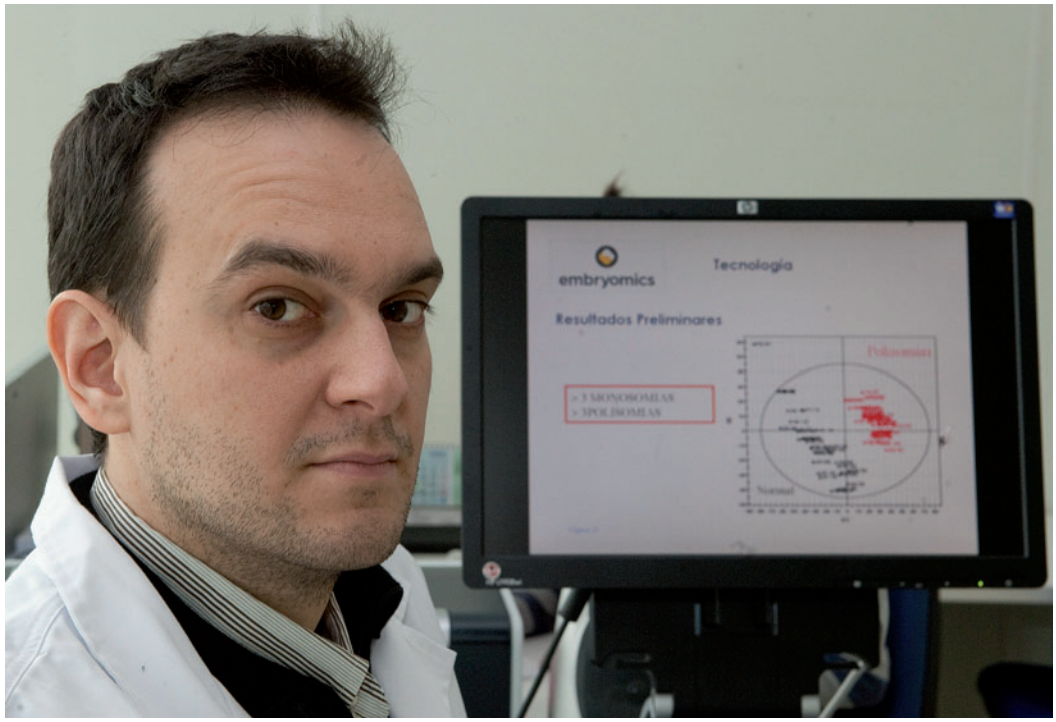
ENBRIOIEN UBERAN

Enbriologoek eskertuko lukete enbrioi sanoak aukeratzen lagunduko liekeen teknika bat, azkarra, erraza eta ez-inbasiboa. Baina, gaur egun ez dago horrelakorik. Embryomics-en horretan ahalegintzen ari dira; enbrioien hazkuntza-inguruneko metabolitoak aztertzen dituzte, enbrioien osasunari buruzko informazioa lortzeko. Metabolomikaren esparrukoa da ikerketa hori. Embryomics-eko Francisco Dominguez-en ustez "enbriologoei eta ginekologoei enbrioien aukeraketan lagunduko dien informazio biokimikoa ematera dator metabolomika".

Miren Mandiola enbrioiak inkubagailuan sartzen. Donostiako Quirón Ospitaleko Ugalketa Lagunduko eta Genetikako laborategiko zuzendaria da Mandiola. ARG.: NAGORE REMENTERIA.

Metabolitoak enbrioiaren metabolismoan agertzen diren molekulak dira, enbrioiak elikatzeko ingurunetik hartzen dituenak, edo hondakin gisa kanporatzen dituenak. Glukosa, pirubatoa, laktosa…, esate baterako, metabolitoak dira.

Embryomics enpresa lagundutako ernalkuntzaren testuinguruan sortu zen, Valentziako IVI Fundazioan. Ikerketa-proiektu bat zen jatorrian,



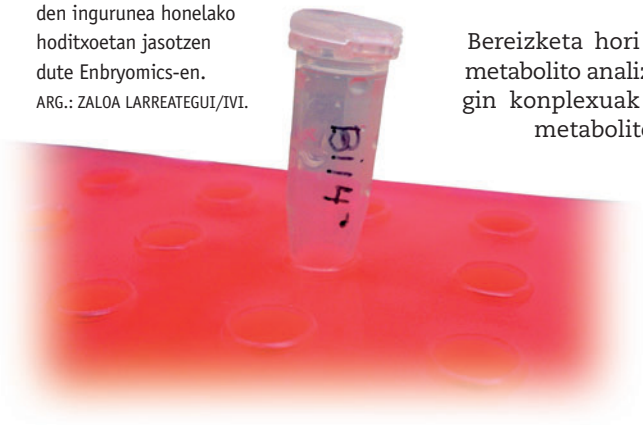
Francisco Dominguez Embryomics enpresaren zuzendari zientifikoa da. Enpresa berria da, eta ikerketaren lehenengo emaitzak urtea amaitu baino lehen argitaratzea espero du.
ARG.: MONIKA DEL VALLE/ARGAZKI PRESS.

eta, arrakasta izan zezakeela ikusita, Bizkaiko Parke Teknologikoko Biokabira etorri ziren, bioteknologia-arloko enpresak sortzeko gunera, hain zuzen ere. Embryomics-en DGPa egindako enbrioien hazkuntza-inguruneak aztertzen dituzte. Horrela, ingurunearen azterketa metabolomikoa eta DGParen emaitza pareka ditzakete, hau da, enbrioi normalen eta ez-normalen metabolitoen profilak konparatzen dituzte.

Dominguezen esanean, "anomalia kromosomiko ugariko enbrioiak eta normalak % 100ean bereizten dira metabolitoen profilari begiratuta. Beste kasu batzuetan bereizketa ez da hain garbia; adibidez, monosomia bakar bat dagoenean —kromosoma-bikote bat beharrean kromosoma bakarra dagoenean— zailagoa da desberdintasunak topatzea, enbrioi normaletik gertuago dagoelako, baina kasu horietan ere bereizten dira".

Bereizketa hori egiteko, milatik gora metabolito analizatzen dituzte. "Oso lagin konplexuak dira, metabolismoak metabolito ugari ditu, eta guk ahalik eta gehienak analizatzen ditugu", azaltzen du Dominguezek. "Metabolito horietako batzuk ezagutzen ditugu, baina gehienak identifikatu gabe ditugu; besterik gabe, masaren eta erretentzio-denboraren arabera bereizten ditugu". Izan ere, analisirako erresonantzia magnetikoa eta masa-espektroskopia erabiltzen dituzte. Kontzentrazio oso txikiak neurtzeko gai dira teknika horiekin. Baina tresneria oso garestia da, eta jende trebatua behar da. Horregatik, Embryomics-ek Owl Genomics-ekin batera egiten du lan: azken honek baliabide teknikoak eta metabolomikan duen esperientzia jartzen ditu. Zentro hori ere Bizkaiko Parke Teknologikoan dago.

Enbriologoa hainbat enbrioiren artean aukeratzeko kinkan dagoenean, puntuaketa morfologikoaz gain beste datu bat izango luke, aukerarik onena egiteko.



Enbrioia hazten egon den ingurunea honelako hoditxoetan jasotzen dute Enbryomics-en.
ARG.: ZALOA LARREATEGUI/IVI.

PROIEKTU BAT, ORAINGOZ

Urtearen amaierarako emaitzak publikatuta izango dituztela espero du Dominguezek; hala ere, argi utzi nahi du: "proiektu bat da, eta, oraingoz, ikerketa-fasean gaude; baina produktua garatzen ari gara, eta, hasiera batean, behintzat, IVI klinikei eskainiko diegu". Eskainiko dutena zerbitzu bat izango da. Laborategian en-

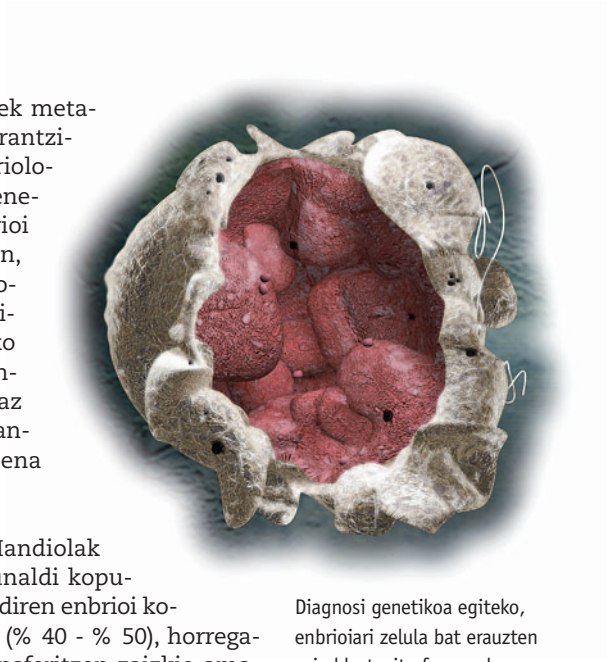
brioiak hazitako inguruneak jaso (40 mikrolitro inguruko tantatxoak) eta Embryomics-era bidaliko dituzte; 24 orduren bueltan jasoko dute emaitza. Horri esker, "enbrioi normalak eta eznormalak hobeto bereizi ahal izango ditu enbriologoak".

Tresna bat gehiago izango da enbriologoarentzat. Mandiolaren iritziz, "seguruenik hemendik urte batzuetara metabolomikak aplikazio kliniko garbi bat izango du. Baina berde samar dago oraindik. Eta, horretaz gain, metabolomikak esango du ze enbrioi itsatsiko den errazago, ikuspegi kromosomiko batetik. Kasu normaletarako balioko du, ohiko *in vitro* ernalkuntzetarako. Baina ez DGPa ordezkatzeko. DGPan zeren bila zabiltzan garbi izan behar baituzu".

Ideala enbrioi bakar bat transferitzea izango litzateke; horretan datza metabolomikaren erronka handia: enbrioi bideragarriena aukeratzeko tresna izatea.

Esther Fernandez bat dator Mandiolarekin. Espainian DGPak egiten aitzindarietako bat izan zen enbriologo honi iruditzen zaio giza enbriologian aplikazio asko izan ditzakeela metabolomikak, baina ez omen da bete-betean DGParen ordezkoa izango. Azaltzen duenez, besteak beste "gaixotasun larri baten eramaileak diren bikoteen enbrioietan erabiltzen da Ezarpenaren Aurreko Diagnostiko Genetikoa (DGP), bai eta gaixotasun genetiko jakinak edo asaldura kromosomikoak —heredagarriak biak— diagnostikatzeko ere. Eta DGP hori ezingo du inoiz metabolomikak ordezkatu".

Dena dela, Fernandezek metabolomikari paper garrantzitsua ikusten dio enbriologiaren erronka handienetako batean: enbrioi bakarra transferitzean, hain zuzen ere. Enbriologoa hainbat enbrioiren artean aukeratzeko kinkan dagoenean, puntuaketa morfologikoaz gain beste datu bat izango luke, aukerarik onena egiteko.



Diagnosi genetikoa egiteko, enbrioiari zelula bat erauzten zaio blastozito fasean dagoenean. ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/RAULOV.

Gaur egun, ordea, Mandiolak azaldu bezala, haurdunaldi kopurua txikia da, ezartzen diren enbrioi kopuruarekin alderatuta (% 40 - % 50), horregatik, bi-hiru enbrioi transferitzen zaizkio amagaiari ziklo bakoitzean; ahal denean, behintzat. Horrek haurdunaldi anizkoitzak izateko arriskua dakar; eta bikien —eta, batez ere, hirukien— haurdunaldia berez da arriskugarria amarentzat zein haurrentzat. Horregatik, ideala enbrioi bakar bat transferitzea izango litzateke; horretarako, ordea, segurantzia handia behar da enbrioi horrek aurrera egingo duela. Horretan datza, beraz, metabolomikaren erronka handia: enbrioi bideragarriena aukeratzeko tresna izatea.

Enbrioi bat berdin haurdunaldi bat ekuazioa, oraingoz, behintzat, errealitatetik urrun dago. Laborategian, bederatzi enbrioi haietatik hiru onenak aukeratu ditu Mandiolak, eta, kirofanoan, emakumeari transferitu dizkiote. Orain horietakoren bat itsatsiko den esperantzan zain egotea besterik ez da gelditzen.●

AVENTURA Sobrón ABENTURA

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

Etor zaitez ezkutuko ingurune natural hau ezagutzera eta abenturaz gozatzera

Sobrongo abentura-zentroa

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

Eskola-umeentzako prezio bereziak

Auto elektrikoa denen ahotan dabil azkenaldian. Badator, nahiz eta oraindik bidea gelditzen zaion. Izan ere, asko dago hobetzeko eta erabakitzeko, bai ikuspegi teknologikotik bai ikuspegi ekonomiko-komertzialetik. Baina lasterketa ziztu bizian abiatu da, eta negozio-aukera handiak sortuko dira garaileentzat. Era berean, erreleboak eragin nabarmena izango du erabiltzaileen bizi-ohituretan eta azpiegituren antolaketan.

Auto elektrikoaren PROMESAK

Aldaketak bizi-ohituretan eta azpiegituretan

34

Auto elektrikoetan hobetu beharrekoak

40

Ez dira berehala sartuko merkatuan

44

ARG.: THE NEWSMARKET

AUTO ELEKTRIKOAREN ARRAKASTAK ERAGIN HANDIA IZANGO DU ERABILTZAILEEN BIZI-OHITURETAN ETA AZPIEGITUREN ANTOLAKETAN

Errele boak ALDAKETA dakar

Manex Urruzola Arrate
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Esan eta esan ari dira: auto elektrikoa badator. Badirudi petrolioaren mendeko ibilgailuari ordezkoa bilatzeko lasterketa auto elektrikoak irabazi duela dagoeneko, lehiakideak atzean utzita.

Duela pare bat urte arte, hidrogenozko autoa aipatzen zen kiniela guztietan. Izan ere, abantaila garrantzitsuak ditu hidrogenoak: oso ugaria da, eta ur-lurruna soilik sortzen du hondakin gisa, berotegi-efektua eragiten duten gasak sortu ordez. Baina hidrogenoa lortzea oso garestia da oraindik, eta, gainera, energia-iturri gisa erabiltzeko, oztopo nagusi bat dago: biltzeko modu eraginkorra aurkitu beharra. Izan ere, sukoia izateaz gainera, hidrogenoa oso gas arina da, eta kantitate txikiak bolumen ikaragarri handia betetzen du. Horregatik, oso presio altuan edo tenperatura baxuan mantendu behar da metatu ahal izateko. Segurtasun-arazoak, zailtasun teknologikoak eta kostu handiak sortzen ditu horrek.

Etorkizuneko autoa hidrogenozkoa izan zedin, hobekuntza nabariak ez ezik, iraultza teknologiko bat beharko zela jakina zen. Iraultza hori ez da oraindik etorri, ordea. Eta, bitartean, auto elektrikoen bateriak asko hobetu dira: merkatu egin dira, autonomia gehiago dute, eta segurtasun-arazoak ere gainditu dira, neurri batean. Gobernuek diru laguntza eta hitzarmenen bidez babestu dute auto elektrikoa, eta horrek erabat okertu du balantza: automobilgintzako konpainia gehienak modelo elektrikoak merkaturatzeko bidean dira.

Aldaketak geldiezina dirudi eta, aurreikuspenak betetzen badira, automobilgintza hankaz gora jarriko da urte batzuen buruan. Baina errele boak ez dio automobil-industriari soilik eragingo: azpiegitura elektrikoan eta bizi-ohituretan ere aldaketa nabarmena izango da.

AZPIEGITURA ELEKTRIKOA

Munduan dauden 800 milioi auto ingurutik askok bateriekin funtzionatu behar badute, autoak kargatzeko sare elektrikora konektatu beharko dira, eta horrek eskari elektrikoa asko handituko du.

Iberdrolak adierazi duenez, auto elektrikoak arazorik gabe eta masiboki kargatzeko, informazio- eta komunikazio-teknologien (IKT) bidez kontrolatu beharko dira kargak. Izan ere, milaka auto aldi berean elektrizitate-eskari handieneko uneetan entxufatuko balira, sare elektrikoa kolapsatu egingo litzateke. Alegia, sistema elektrikoan banaketa-sare adimendunak txertatu beharko dira, elektrizitate-eskari-

rik handieneko orduetan kargatzea eragozteko. Horrek, gainera, energia berriztagarriak hobeto integratzea ekarriko luke. Izan ere, sare adimendunak jakinaraziko du zer unetan dagoen elektrizitatea neurriz gain sarean, eta, hortaz, noiz komeni den auto elektrikoak kargatzea. Hala, adibidez, haize handia dabilenean, auto gehiago kargatuko dira, eta haizerik ez dabilenean, berriz, gutxiago. Beste adibide bat: dorre eolikoek gauez ederki funtzionatzen dute, baina, askotan, eskari faltagatik, saretik deskonektatu egin behar izaten dira. Denbora-tarte horretan hainbat auto elektriko entxufatzeak energia askoz hobeto ustiatzea ekarriko luke.

ALDAKETA BIZI-OHITURETAN

Dena dela, azpiegitura elektrikoaz gain, erabiltzaileen bizi-ohituretan ere aldaketa ekarriko du auto elektrikoak. Gaur egun, autoaren depositua pare bat minututan betetzen da erregaiez gasolindegian, eta 700 kilometro baino gehiagoko autonomia lortzen da horrela. Baina auto elektrikoarekin asko aldatuko dira gauzak.

Hasteko, auto elektrikoen autonomia ez da gaur egungo autoena bezain handia izango, prototipo gehienek 150 kilometro ingurukoa baitute. Hori dela eta, kasu askotan, auto elektrikoa kargatzeko, ia egunero entxufatu beharko da. Bestalde, autoa energia elektrikoz asetzea askoz geldoagoa izango da gasolindegi batean tanga betetzea baino: karga estandar batek sei-zortzi ordu inguru iraungo ditu, eta gauez egitea komeniko da.

Milaka auto aldi berean elektrizitate-eskari handieneko uneetan entxufatuko balira, sare elektrikoa kolapsatu egingo litzateke.

Baina auto elektrikoaren autonomia mugatua dela eta, bateria kargatzeko, batzuetan, ezingo da gauera arte itxaron. Horregatik, karga azkarreko instalazio trifasikoak —potentzia altuagoa eskaintzen duten entxufeak— prestatuko dira, eta ordu-erdian bateriaren ahalmen osoaren % 80raino kargatu ahalko da. Hori bi arrazoi hauengatik egin daiteke: alde batetik, baterien karga ez delako lineala, lehendabiziko minutuetan askoz eraginkorragoa baita; bestetik, sistema trifasikoek eskaintzen duten potentzia altuagoa denez, bateriak azkarrago kargatzen direlako. Kontuan izan behar da, ordea, potentzia handiko kargatze azkarrak aplikatuz gero bateriaren bizitza baliagarria laburtu egiten dela.

Autonomia mugatuaren arazoa gainditzeko beste aukera bat bateriak aldatzeko zentro batera joatea izan daiteke, deskargatutako bateriaren ordez erabat kargatutako beste bat emango bailukete han. Renault konpainia da bateriak aldatzeko teknologiaren alde agertu direnetako bat. Baina beste ekoizle batzuek aukera hori ez dute

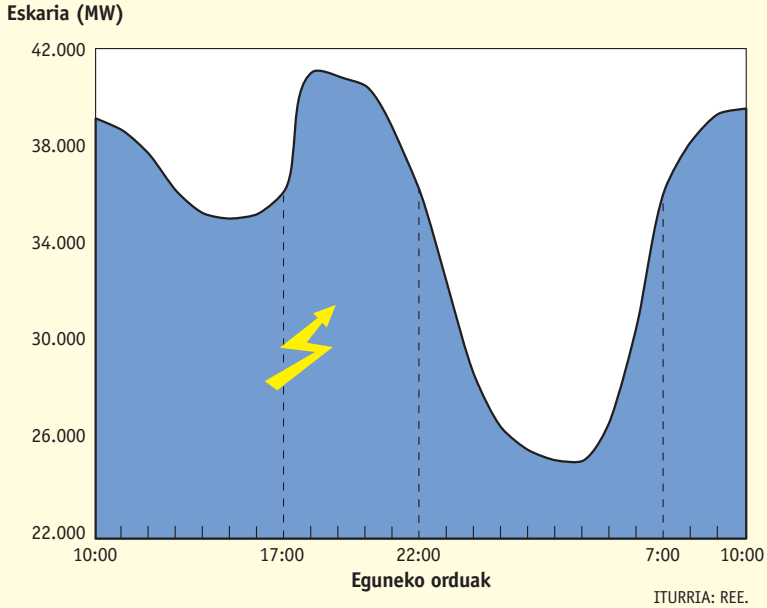
ARG.: RAUL BOGAJO/ARGAZKI PRESS

Eskariaren gorabeherak

Herrialde baten energia-eskaria ez da planoa eta konstantea; alderantziz, eguneroko elektrizitate-eskarian tontorrak eta haranak agertzen dira. Gehienetan, puntako eskari horiek lanetik irteteko orduekin batera agertzen dira —17:00etatik aurrera—, baita goizeko lehen orduetan ere —7:00etatik aurrera—, mundu guztiak mikrouhin-labea pizten duenean eta fabrikak eta enpresak martxan jartzen direnean. Aldiz, gauean, elektrizitate-eskaria oso txikia den sakonuneko ordu batzuk egoten dira.

Ignacio Sánchez Galán Iberdrolako presidenteak baieztatu duenez, kargak gauean eginez, sarearen baliabideak optimizatuz, edota energia berriztagarriek batzuetan sortzen dituzten soberakinak aprobetxatuz, Espainiako sare elektrikoa gai litzateke gaur egun hamar milioi ibilgailu elektriko kargatzeko, instalatutako potentzia handitu beharrik gabe. Horrek ez du esan nahi ikatz, gas edo dena delako energia primarioaren kontsumoa handituko ez denik, baina ez legoke zentral gehiagorik eraiki beharrik. Alegia, grafikoan zuriz agertzen den azalera urdindu egingo litzateke, baina puntako eskariek ez luketete gorago joko.

Sare elektrikoaren kudeaketaz arduratzen den REE erakundea ez da Iberdrola bezain baikorra: haren kalkuluen arabera, sare elektrikoa zazpi milioi ibilgailu elektriko kargatzeko gai da. Dena dela, zazpi edo hamar milioi auto izan, dagoeneko sarea prest izatea ez da abiapuntu makala, kontuan izanda gaur egun Espainian guztira hogeita bi milioi auto inguru daudela. Sare elektrikoa baino gehiago kargatze-lekuak nola ugaldu izango da arazoa.



ITURRIA: REE.

THE NEWSMARKET

beharrezko ikusten. Izan ere, bateriak aldatzeko aukera sortzeak auto-modeloetako baterien erabateko bateragarritasuna eskatuko luke. Bestalde, kontuan izatekoa da pisuak ere ez lituzkeela gauzak batere erraztuko, bateriek 150 kilotik gora pisatzen baitute."Europako gidarien % 80k egunean 80 kilometro baino gutxiago egiten dituztenez, ez dute bateriarik aldatu beharrik" dio Going Green enpresako José Manuel Caramések.

Kontu asko geratzen dira oraindik erabakitzeko, eta garrantzitsuenetako bat bateriak kargatzeko azpiegitura eraginkorra —operadore elektrikoak eta erabiltzaileak asebetetzen dituena— sortzea izango da. Izan ere, non kargatuko dituzte gauez autoak garajerik ez duten gidariek, alegia, biztanle gehienek? Edo nola konpondu 200 kilometrotik gorako bidaia luze bat egin behar denean? Auto elektrikoa hirirako irtenbide egokia izan daitekeela ez dago zalantzarik, baina landa-inguru nerako edo biztanleria oso barreiatuta dagoen eremu zabaletarako gabezia eta oztopo nabariak izango ditu. "Kontuan izatekoa da autoa bera bezain garrantzitsua izango dela auto elektrikoek funtzionatzeko jarri beharko den azpiegitura" dio Energiaren Euskal Erakundeko Enrike Monasteriok.

KARGAGAILU UNIBERTSALA

Hain zuzen ere, auto elektrikoek behar bezala funtziona dezaten instalatu beharreko azpiegiturak kargagailuak izango dira. Horretan, telefono mugikorrekin gertatutakoa eskarmentu egokia izan daiteke: 2012ko urtarrilaren 1etik aurrera, telefono mugikor guztiak bateria-kargagailu unibertsalarekin merkaturatuko dira, edozein marka edo modelotakoak izanda ere. Lehenengo telefono mugikorren agerpena baino 20 urte geroago gertatuko da hori. Gaur egun, 50 mugikor-kargagailu baino gehiago daude, eta, askotan, zaila izaten da norberarena ez den kargagailu bateragarri bat topatzea.

Baina ez da gauza bera bateriagatik telefonorik gabe geratzea eta errepidean ez atzera eta ez aurrera gelditzea. Horregatik, auto-ekoizleek eta auto elektrikoa kargatzeko azpiegiturak jarri behar dituzten konpainiek entxufe bakarra egitea garrantzitsua izango da. "Europan, gutxienez, instalazio publiko guztietan behar da kargatzeko modelo estandarra, fakturazio automatiko eta errazekoa, mugikorren *roaming*arekin egiten denaren antzekoa", dio Peter Moosek, Smart autoaren bertsio elektrikoaren garapen-arduradunak.

Auto-ekoizleek eta auto elektrikoa kargatzeko azpiegiturak jarri behar dituzten konpainiek entxufe bakarra egitea garrantzitsua izango da.

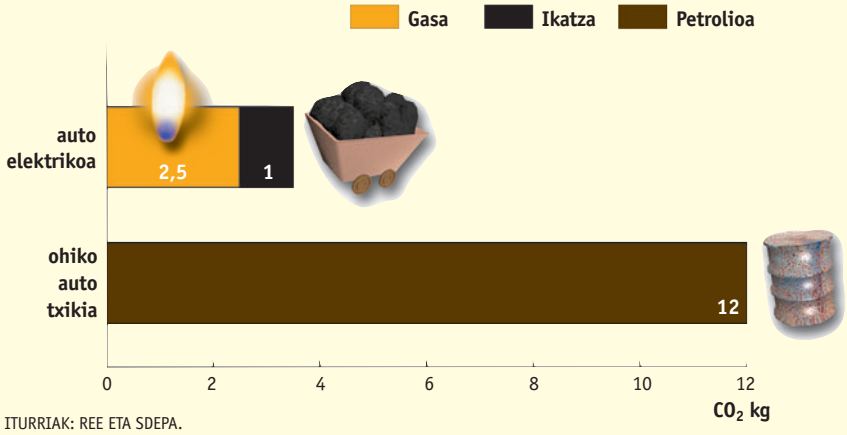
Gidatze eta mantentze-lana

Mondragon Unibertsitateak REVA markako auto elektriko pare bat erosi ditu probak egiteko eta ikerketarako. Auto elektrikoa gidatzean, autonomia mugatuaz gain, gehien nabaritzen dena zaratarik eza dela dio unibertsitate horretako ikertzaile den David Garridok. "Gidatzean, norberaren autoaren ordez, ondoko autoen zarata entzuten da, eta gurpilek errepidearen kontra egiten duten zarata. Errepidea sentitzen da, autoaren ordez". Baina bada beste alderik ere: auto elektrikoetan ez da martxarik, eta, beraz, abiadura-palankarik ere ez.

Auto elektrikoa sinpleagoa da —olio- eta iragazki-aldaketarik ez du behar, adibidez— eta horrek mantentze-lana errazagoa eta merkeagoa egingo du, Garridoren iritziz. "Ohiko autoetan erregai-tanga, katalizatzailea, pistoiak... daude, eta horiek guztiak, gainera, pieza mugikorrak dira. Mugikorrak diren piezak errazago hausten dira. Auto elektrikoak, aldiz, motorra, bihurgailua eta bateria ditu osagai nagusiak. Mugitzen den bakarra motorra da, eta biratzeko soilik". Iritzi berekoa da Garridoren lankide Ibon Ajuria ere: "Auto elektrikoan, gehiena elektronika da, eta elektronikak ez du mantentze-lanik behar. Bateriek ere ez dute mantentze handirik behar".

Ibon Ajuria eta David Garrido ikertzaileak, Mondragon Unibertsitateak probak egiteko erosi duen REVA auto elektrikoaren ondoan. ARG.: RAUL BOGAJO/ARGAZKI PRESS.

CO_2 emisioak 100 kilometroko



ITURRIAK: REE ETA SDEPA.

Euskal Herriko elektrizitatearen % 75 zentral termikoetatik datorrenez —% 9, ikatz-zentraletatik; % 66, gas naturala erabiltzen duten ziklo konbinatuko zentraletatik—, auto elektrikoek ere CO_2-a sorraraziko dute, ohiko autoek baino askoz gutxiago bada ere: % 29, ohiko auto txiki batekin alderatuta.

Euskal Herrian zentral nuklearrik ez dagoen arren, Espainiako elektrizitate-ekoizpenaren % 22 zentral nuklearretatik datorrela ere kontuan izatekoa da. Izan ere, nuklearren jarduerak sortzen dituen hondakin erradioaktiboak, erradiazioa, eta inguruko uretan eragiten duen ekotoxikotasuna ere auto elektrikoek kontsumituko duten elektrizitatearen ondorio izango dira, ezinbestean.

Duela urtebete baino gehiago hasi ziren autoekoizle garrantzitsuenak (Audi, Fiat, Renault, Ford, Mitsubishi, Toyota…), alde batetik, eta konpainia elektriko nagusiak (Endesa, EDF, E-On, Enel, EDP, RWE…), bestetik, bateria-kargagailu unibertsala sortzeko akordio bila. Adostutako modeloa Nazioarteko Batzorde Elektrikoan (IEC) aurkeztuko dute hilabete gutxi barru, kargagailu bakartzat onar dezan. Horretarako, ordea, hainbat ezaugarri bete beharko ditu: karga eta erabilera anitzekoa izan beharko du, segurua, fidagarria eta adimenduna, eta industriajabegoko eskubideetatik libre egon beharko du. Emaitza, laster ikusiko da.

KARGATZEA, MERKEAGOA

Kargagailura entxufatuko denez, auto elektrikoaren ezaugarri nagusia da, noski, petroliotantarik ez duela beharko kilometroak egiteko, eta, horri esker, kargatzea bera askoz merkeagoa izango da. Egungo elektrizitate-prezioarekin, eta bateriadun auto elektrikoen batez besteko kontsumoa ikusita, ehun kilometro ibiltzeko euro eta erdi inguru besterik ez da gastatu beharko. Auto elektriko bat erosteko hasierako inbertsioa arazoa da, oraingoz, baina erabilera-kostua izango du indarguneetako bat. Izan ere, kasurik onenean, motor xumea duen ohiko auto txiki batek 4,5 litro kontsumitzen ditu 100 kilometro egiteko. Horrek, gasolioaren prezioa kontuan izanda (litroko 1,2 € inguru), 5,4 €-ko kostua dakar 100 kilometro egiteko; alegia, auto elektrikoak baino ia 4 € gehiago.

Ibilgailu hibridoekin alderatuta ere, aldea nabarmena da. Auto hibridoen batez besteko kontsumoa 100 kilometroko 4 litro ingurukoa izaten da, kasurik onenean, ohiko autoena baino zertxobait txikiagoa. Horrek 5 € inguruko kostua dakar, auto elektrikoaren euro eta erditik oso urrun oraindik.

"0" EMISIODUN AUTOA?

Petroliorik kontsumituko ez duenez, ihes-hoditik ere ez du gasik botako auto elektrikoak. Horregatik, behin baino gehiagotan esan izan da "0" emisiodun autoa izango dela. Baina iruzurti samarra ere izan daiteke baieztapen hori; izan ere, auto elektriko batek kutsatzea edo ez kutsatzea kargatzeko erabiltzen duen elektrizitatearen araberakoa izango da. Elektrizitatea energia berriztagarrietatik badator, orduan bai, "0" emisiodun autoa izango da. Baina elektrizitate hori ikatz- edo gas-zentraletatik badator —Euskal Herrian, halakoetatik dator % 75a— argi dago auto elektrikoaren erabilerak atmosfera kutsatzen duten gasen emisioa ekarriko duela.

Dena dela, auto elektrikoek sortuko dituzten gasen emisioa elektrizitatea ekoizten duten zentraletara mugatuko da. Beraz, ohiko autorik gabeko eta auto elektrikoz betetako hiria, ihes-hodirik gabeko hiria izango da, autoek eragindako poluziorik gabekoa eta aire garbiagokoa, baita kutsadura akustikorik gabekoa ere, motor elektrikoak askoz isilagoak baitira errekuntza-motorrak baino.

Argi dago: zenbat eta auto elektriko gehiago izan, orduan eta txikiagoa izango da petrolioarekiko mendekotasuna, baina elektrizitatearekiko mendekotasuna handitu egingo da. Auto horien gidariak, berriz, inoiz baino *Homo electricus*agoak izango dira.

Auto elektrikoen batez besteko kontsumoa ikusita, ehun kilometro ibiltzeko euro eta erdi inguru besterik ez da gastatu beharko.

Nabarrak zure fideltasuna saritu nahi du. Horregatik, harpidedun eginez gero, urtean 36 euro besterik ez duzu ordainduko (6 euroko deskontua) eta aldizkaria etxean bertan jasoko duzu inolako arazorik gabe. Modu horretan, Nabarraren proiektua lagunduko duzu euskarazko kultur eta gizarte hilabetekaririk osoena irakurtzen duzun bitartean, eta hori guztia, poltsikoari kalterik egin gabe!

nabarreria.com

Nabarra · Kale nagusia 50 behea · 948 22 71 25 · 31001 · Iruñea · nabarrapubli@nabarreria.com · nabarra@nabarreria.com

RAUL BOGAJO/ARGAZKI PRESS

Auto elektrikoei buruz hitz egitean, geroaldiko aditz-denbora erabiltzen dugu. Komunikabideen eraginez bertan daudela irudi dezakeen arren, gehien-gehienetan proiektu pilotuez, lankidetza-hitzarmenez, aurreikuspenez eta abarrez hitz egiten dute. Etorkizunari egiten diote erreferentzia, halabeharrez. Izan ere, auto elektrikoek asko dute oraindik hobetzeko merkatuan lehiakor bihurtzeko eta erabiltzaileak erostera animatzeko.

Auto elektrikoekin lanean ari diren agente guztiak bateriei begira daude gaur egun. Igor Cantero Cegasako I+G zuzendariak dioen bezala, “bateriak dira auto elektrikoen faktore erabakigarria”. Bateriek mugatzen dituzte, hein handi batean, autoen ezaugarriak, hala nola zer autonomia duen, azeleratzeko zer gaitasun duen, birkargatzeko zenbat denbora behar duen eta abar.

Aditu gehienek esaten dute gaur egun dauden bateriak ez direla nahikoak auto elektrikoek dituzten beharrak asetzeko. Izan ere, orain auto elektrikoetan gehien erabiltzen diren bateriak nikel-metal hidrurozkoak dira, telefono mugikorrek eta ordenagailu eramangarriek orain dela urte batzuk zituzten bateriak bezalakoak.

Aurrerago, litio-ioizkoak sartu ziren gailu elektronikoetan, askoz ezaugarri eta gaitasun hobeak ematen baitzituzten, eta, orain, litiozkoak besterik ez dira ikusten. Bada, auto elektrikoetan oraintxe hasi dira sartzen litiozko bateriak, eta 60-80 kilometroko autonomia izatetik 150 kilometroko autonomia izatera pasatu dira. Hemendik aurrera, baina, garapen mantsoagoa izango dute litio-ioizko bateriek. “Orain, 150 watt-ordu eman ditzakete bateriek kilogramoko, eta asmoa da datozen urteetan kilogramoko 200 watt-ordu ematea”, dio Canterok.

Aurrerapen hori ez da nahikoa izango auto elektrikoak errekuntzazko autoek duten autonomia izatera iristeko, gaur egungo energia-

GAINDITU ETA ARGITU BEHARREKO HAINBAT ALDERDI DAUDE AUTO ELEKTRIKOEN TEKNOLOGIETAN

Bai, baina...

Oihane Lakar Iraizoz
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

dentsitateekin tona bateko bateriak beharko lirateke eta. Asmoa ez da hori, ordea. 200-250 kilometroko autonomia lortzea dute helburu ikertzaileek; "autonomia nahikoa egunean ehun kilometroko ibilbideak egiten dituztenentzat", zehaztu du Iñaki Madinak, Cegasako industria-arloko arduradunak.

litiozko bateriekin, 60-80 kilometroko autonomia izatetik 150 kilometrokoa izatera pasatu dira auto elektrikoak.

Bidaia luzeagoetarako, auto hibridoak erabiltzea proposatzen dute. Gaur egun, merkatuan sistema paraleloa duten auto hibridoak bakarrik daude, Mondragón Automoción erakundeko Mikel Uriberen arabera; motor elektrikoa eta errekuntzazkoa dituzte auto horiek, eta trakzio-indarra motor batetik edo bestetik hartzen dute. Aurki, berriz, beste teknologia bateko hibridoak ere izango ditugu, Uribek aurreratu duenez: seriean lan egiten duten hibridoak. Motor elektrikoak izango du beti trakzioaren ardura, eta elektrikoa ez den motorra bateria energiaz hornitzen joango da.

Cegasan aurrerapauso bat eman nahi dute, eta azkeneko auto hibrido horiek ere "zero emisiodunak" izatea lortu nahiko lukete etorkizunean. Nola? Bada, petrolioaren ordezko teknologiaren lasterketan atzera gelditu diren hidrogenozko pilak erabilita. Canterok azaldu bezala, "asmoa da hidrogenozko pilak izatea auto hibridoen bateriak hornitzen dituztenak".

Think auto norvegiarra gaur egun salgai dagoen turismo bakarretako bat da. Bateriek 92 watt-ordu ematen dituzte kilogramoko. Denera, 150 kilometro inguruko autonomia du autoak, eta bederatzi ordu behar ditu bateriak guztiz kargatzeko.
ARG.: GOING GREEN.

Igor Cantero
Cegasako I+Gko zuzendaria da. Cegasan hamar urte daramate litio-ioizko bateriak ikertzen, eta auto elektrikoentzako baterien merkatuan sartu nahi dute. Litio-ioizko baterien fabrikatzaile bakarra izango dira Espainian. Horretarako, hainbat elkarlan eta proiektu dituzte eskuartean. Cidetecekin elkarlan estuan ari dira, eta Seat enpresarekin proiektu batean lanean ari dira bateriak egiteko. ARG.: IGOR CANTERO.

Kantitate handietan fabrikatzen direnean, nikelezko bateriena baino txikiagoa da litiozko baterien produkzioa.

SEGURTASUNA, GERO ETA HANDIAGOA

Litiozko bateriekin oso maiz lotzen den beste kontu bat segurtasunarena da. Asko entzun zen orain dela urte batzuk zenbait gailu elektronikoren bateriak neurriz gain berotu eta eztanda egin zutela. Auto elektrikoetan arazo izugarria izango litzateke horrelakorik gertatzea, kontuan hartuta bateriek 150 kilotik gora dituztela.

"Leherketa-arazoak, baina, gaindituta daude", argitu du Iñaki Madinak. Hain zuzen, leherketa-arazoak zituzten materialak askoz seguruagoak diren batzuekin ordezkatu dituzte, eta hozte-sistema bereziak jarri dizkiete bateriei inoiz egon litezkeen tenperatura-igoerei aurre egiteko.

Eztanda-arazoak gaindituta, orain bateriak autoan "non kokatu" aztertzen ari dira. "Segurua den lekuren batean kokatuta egon behar du bateriak autoan —azaldu du Canterok—, bidaiarilekuak adina segurtasun-neurri hartu beharko lirateke bateriekin, istripurik egotekotan, inpaktuaren energiak ez dezan bateria hondatu".

PREZIOA ERE, GAINDITU GABEKO ARAZOA

Autoen beharrak asetzen dituen bateriak lortutakoan, eta segurtasun-arazoak gainditutakoan, konpontzeko egongo den hurrengo arazoa litiozko baterien prezioa izango da. Izan ere, ez da huskeria bat: bateriek 6.000 eta 15.000 euro arteko kostua dute.

Nikel metal hidrurozkoekin alderatuta, gaurgaurkoz askoz garestiagoak dira autoetarako litiozko bateriak. Horren arrazoia da litiozko oso bateria gutxi egiten direla autoetarako, eta kopuru txikitan dezente garestiagoak direla nikelezkoak baino. Baina, fabrikazioa handituz joan ahala, gehiago merkatzen da litiozkoen produkzioa nikelezkoena baino, eta, une jakin batetik aurrera, nikelezkoak baino merkeagoak izatera iristen dira. Horixe gertatu zen gailu elektroniko txikiekin, eta horregatik dituzte gailu elektroniko guztiek litiozko bateriak.

Auto elektrikoetan orain ari dira sortzen litiozko bateria duten lehenengo autoak. "Baina ez dugu inongo zalantzarik datozen urteetan litiozkoak izango direla auto elektrikoen bateriak —esan du Canterok—, eta, hortaz, asko merkatuko direla". Japoniako Ekonomia, Merkataritza eta Industria Ministerioak, esate baterako, bateriek orain duten kostuaren % 40 izatea jarri du helburu gisa 2030. urterako. Nabarmentzekoa da Japonia auto elektrikoetan herrialde aurreratuena dela une honetan.

Badago nahikoa litio?

Litioa denez auto elektrikoen baterien funtsezko osagaia, askotan sortzen den zalantza da arriskurik ote dagoen litioa agortzeraino erabiltzeko, petrolioarekin gertatzen ari den bezalaxe. Igor Cantero Cegasa enpresako I+Gko zuzendariak argi du ezetz.

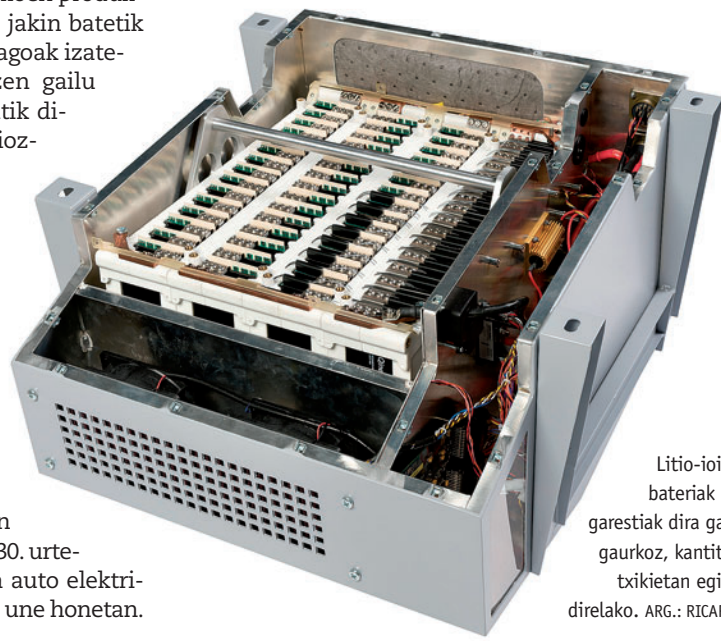
Petroliotik eratorritako erregaiak erabiltzen dituguneau, erregaiak erre, eta, nolabait, desagertu egiten dira. Baterien kasuan, berriz, litioa katodotik anodora pasatzen da, hau da, lekuz aldatu besterik ez da egiten, ez da gastatzen.

Egia da denbora aurrera joan ahala, bateriek energia metatzeko gaitasuna galtzen dutela, baina hori ez da litioa desagertzen delako, katodoan txertatzen delako baizik, eta katodoa eratzen duten molekulak hautsi egiten direlako. Baina litioak hor jarraitzen du. Bateriak birziklatu daitezke, eta "litioa berreskuratu daiteke bateria berriak egiteko", dio Canterok.

Beste kontu bat izango da gatazkak eta istiluak sortzea litio gehien dagoen herrialdeetan. Bolivian, Txilen eta Argentinan daude, handienetik txikienera, litio-erreserbarik handienak.

BATERIEZ GAIN, BADAGO ZER IKERTU

Bateriak alde batera utzita, auto elektrikoek beste bi osagai dituzte, funtsean: motorra eta bihurgailua. Bateriak energia ematen du, motorrak mugimendua eragiten du, eta bihurgailuak egokitu egiten du zenbat energia pasatu behar duen bateriatik motorrera; azeleratzean gehiago, mantsotzean, gutxiago... gidariak azeleragailua edo balazta sakatzen du horretarako, baina, benetako koordinazio-lanak bihurgailuak egiten ditu.



Litio-ioizko bateriak oso garestiak dira gaurgaurkoz, kantitate txikietan egiten direlako. ARG.: RICARDO.

Asiarekiko mendekotasunarekin bukatu nahian

Gaur egun baterien teknologia Japonian dago garatuen. “Telefono mugikorren eta ordenagailu eramangarrien teknologia guztia Japonian sortu zen”, dio Cegasako Igor Canterok. Askotan, gainera, enpresa berean osagai elektronikoak eta bateriak sortzen dituzte, eta zuzeneko komunikazio horrek abantaila handia eman dio Japoniari.

Auto elektrikoekin, berriz, egoera ez da hori bera, Japoniatik kanpo indar handiko auto-fabrikatzaile asko baitaude. “Ezin dugu onartu berriz gertatzea gailu elektronikoekin gertatu zena, eta autoentzako baterien fabrikatzaile nagusia Japonia izatea”, azaldu du Canterok. “Egoera horrek abantaila emango lieke Japoniako auto-fabrikatzaileei, eta gainerakoek ezingo lukete baldintza beretan lehiatu merkatuan”, gaineratu du. Horregatik, buru-belarri ari dira lanean Japoniatik kanpoko hainbat enpresa eta erakunde baterien teknologia ikertzen.

“Bateriekin alderatuta, auto elektrikoen gainerako osagaiak nahiko garatuta daude; beti egongo da zer hobetu, baina oso aurreratuta daude” dio Ibon Ajuriak, Mondragon Unibertsitateko elektronika-teknikariak.

Motor elektrikoak beste sektore askotan erabiltzen dira, eta, azken urteotan, makina-erremintaren alorrean erabiltzen direnak garatu dira gehien. Orduan, “erraza da egin beharrekoa: hainbeste garatu den teknologia automobilgintzarako moldatzea”, dio Mondragon Automoción erakundeko Mikel Uribek.

Makina-erremintako motorrak oso aurreratuta badaude ere, automobilgintzan erabiltzeko birdiseinatu egin behar dira: “makina-erremintako motorrek normalean dituzten potentzia eta biraketa txikiegiak dira autoek behar dituztenentzat”, azaldu du Uribek.

Bateriekin alderatuta, auto elektrikoen gainerako osagaiak nahiko garatuta daude; beti egongo da zer hobetu, baina oso aurreratuta daude.

Bada, bai motorrari eta bihurgailuari lotutako ikerketak, bai baterien inguruko hobekuntzak, azkar-azkar egin beharreko ikerketak eta garapenak dira, auto elektrikoen merkatuan atzera ez gelditzeko. Igor Canterok esan bezala, “Di-da ari gara aurrera eramaten proiektuak. Izan ere, 2-3 urtean gai izan behar dugu merkatuaren beharrak asetuko dituen autoak egiteko”.●

Mikel Uribe
Mondragón Automoción elkarteko Teknologia eta Berrikuntzako zuzendaria da. Auto elektrikoei lotutako hiru helburu dituzte jarrita Mondragón Automociónen: zerotik abiatuta auto elektriko bat sortzea, Mondragon Korporazioko enpresek garatzen dituzten osagaiak eta produktuak auto elektrikorako egokitzea, eta ingeniaritza-enpresa bat sortzea auto elektrikoen diseinu industriala egiteko.
ARG.: OIHANE LAKAR.

Mondragon Kooperatiban beste sektore batzuetarako garatu diren elementu batzuk moldatzen ari dira Mondragon Unibertsitatean auto elektrikoen ezaugarriak hobetzeko.
ARG.: RAUL BOGAJO/ARGAZKI PRESS.

AUTO ELEKTRIKOAK EZ DIRA BEREHALAKO BATEAN SARTUKO GIZARTEAN

35.000 euro balio du Think autoak, une honetan salgai dagoen turismo elektriko bakarretako batek; 10.000 euro ingururen truke, errekuntzako motorra duen maila bereko edozein auto eros liteke. Aldea oso handia da, eta, hortaz, ezinbestekotzat jotzen da auto elektrikoak merkatzea, jendeak auto elektrikoetarako jauzia ematera animatzeko.

Baina, prezioak jaisteko, ekoizpenak handiagoa izan behar du, eta, auto-konpainiek eskaria nahikoa handia dela ikusi behar dute, auto elektrikoak seriean ekoizten hasteko. Izugarrizko gurpil zoroan dago sartuta auto elektrikoen merkatua.

Gurpila apurtzeko hautagairik onena erakunde publikoak dira. Argi dute hori auto-saltzaileek, ikertzaileek, nahiz fabrikatzaileek. Izan ere, automobilen sektoreko salmenten % 17 inguru, erakunde publikoen edo korporazio handien auto-flotak hornitzeko erosten dira. Hortaz, "gobernuen diru-laguntzez baliatuz, beraiek has litezke auto elektrikoak erosten", Mondragón Automoción erakundeko Mikel Uriberen ustez.

Hiri handietan auto elektrikoak alokatzeko sistemak jartzea ere "aukera on" bat izan litekeela jotzen du Uribek. Hainbat hiritan bizikletak alokatzeko dauden sistemak bezalakoak lirateke, hiri barneko mugikortasuna beste nolabait sustatzeko, eta, bide batez, auto elektrikoen salerosketa pizteko.

GELDI-GELDI

Irtenbidea badago; orain, irteerako pistola-tiroa behar da. "Oraingoz, ez dugu eskari bakar bat ere jaso auto elektrikoak erosteko", dio Mercedes Mondelok, Astigarragako Autos Elizasuko saltzaileak. Think auto elektrikoa dute salgai han, beste hainbat bizikleta, moto eta autobus elektrikorekin batera. "Jendea ikustera etortzen da, gustuko du, baina ez da hortik aurrerago joaten; gizartea apatiko ikusten dut", adierazi du.

Salerosketa hain geldi ikusita, "oso zaila" ikusten du Espainiako Gobernuak sustatutako Movele proiektuaren asmoa: 2.000 auto elektriko sartu nahi ditu merkatuan 2010. urtearen bukaerarako. Uribe, ordea, ez da iritzi berekoa. Haren ustez, "oso motz" geldituko da kopurua. "Hain zuzen, dagoeneko Movele2 proiektua prestatzen ari dira, 2010eko lehenengo laurdenerako bukatu egingo baitzaie auto elektrikoak erosteko laguntzetan emateko aurreikusi zuten dirua", azaldu du. Izan ere, edozein pertsona fisikok edo erakunde publikok zein pribatuk eska dezake diru-laguntza.

Hala ere, Uribek ere ikusten du herritarrei erakunde publikoei baino gehiago kostako zaiela auto elektrikoak erosten hastea. Ez du uste, dena den, apatia-kontua denik, behar-kontu bat baizik: "Nire ustez, une honetan auto berria erosi behar duena ez da pentsatzen hasiko auto elektrikoan; orain indarrean dauden diru-laguntzetan pentsatzen ari da, bi mila euro merkeago erosiko duelako autoa".

Oihane Lakar Iraizoz
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

URRUTIRAKO BIDE

Gainera, jendea “errekuntzako motorra duten autoen ezaugarrietara ohituta” dagoela uste du Cegasako Igor Canterok. Prezioari ez ezik, autoen autonomiari, tanga betetzeko denborari, eta tanga betetzeko aukera ematen duen azpiegiturari egiten die erreferentzia Canteroren adierazpenak. “Auto elektrikoekin ezin dugu horrelakorik espero; ez dugu izango”, dio.

BI AUTO DITUZTENENTZAT

Ederki asko ezagutzen dituzte erabiltzaileen erreparo eta erreserba horiek guztiak auto-konpainiek, eta, hala ere, guztiek ez bada, gehiengehienek agindu dute 2012. urtean salgai izango dutela motor elektrikoarekin dabilen automodelo bat edo beste. Norentzat, baina?

Uriberen ustez, herritarren artetik “bi auto dituzten familiak dira erosle potentzialak”. Bi auto dituzten familietan, bietako bat hirirako auto txiki bat izaten da askotan; bada, auto hori elektrikoa izatea izango litzateke helburua. Izan ere, hirietan auto elektrikoen erabilera bultzatu nahi da, eta hobariak eskaintzen dizkiete hainbat administraziok auto elektrikoen erabiltzaileei: ez dute TAOrik ordaindu beharrik, baimena dute autobusen erreitik ibiltzeko, zenbait zergatan beherapenak egin dituzte (hala nola BEZean edo ibilgailuaren zirkulazioaren gainekoan), eta abar.

“Nire ustez, poliki-poliki sartuko da auto elektrikoa, eta une jakin batetik aurrera, igoera askoz nabarmenagoa izango da”, dio Canterok. Halaxe gertatu da beste teknologia berri batzuk automobilen sektorean sartu direnean; adibidez, auto hibridoak iritsi zirenean. Iaz, Toyota Priusaren 400.000tik gora ale saldu ziren munduan, baina auto horrek bederatzi urte daramatza merkatuan, eta orain arteko salmentak askoz txikiagoak izan dira.

Auto elektrikoen merkatua 2012an abiaraziko dela kontuan hartuta, inork pentsa dezake baterien teknologia kantitate handitan produzitzeko moduan egotera iristen denerako beranduegi izan daitekeela, horretarako bizpahiru urte beharko dituztela adierazi baitute adituek.

Bateriekin lanean dabiltzan ikertzaile eta fabrikatzaileak, baina, ez daude horrekin kezkatuta. Izan ere, ahalmen handiko eta prezio txikiko bateriak ez dira hasiera-hasieratik beharko. “Auto elektrikoen merkatuak indarra hartzen duen unerako egon behar dugu prest”, dio Igor Canterok; “mundu guztiak auto elektrikoa erosi nahi duenerako”.

Canteroren ustez, Europako zuzentarauek zeresan handia izango dute azkeneko pauso horretan: “karbono dioxidoa isurtzeko mugak gehiago zorrozten dituztenean, halabeharrez bultzatu beharko dituzte herritarrak auto elektrikoak erostera, une jakin batetik aurrera ezingo baitute arauek eskatzen dutena adina jaitsi errekuntzako motorra duten autoen isurketa-maila”.

Bi auto dituzten familiak dira auto elektrikoen erosle potentzialak, auto elektrikoarekin hirian ibiltzeko.

A HASTAPENETAN

ARG.: COREY LEOPOLD (AUTOA: GOING GREEN)

Hiztegiak,
zientzia-dibulgazioa,
CD-ROMak, Elhuyarren katalogoa

klik batean!

www.elhuyar.org/edizioak

Elhuyarren produktu guztiak on line erosteko
aukera erosoagoa eskaintzen dizugu.

ELHUYAR
edizioak

Errorea “h”-z ala “h”-rik gabe?

Elisabete Alberdi Celaya
Matematikan lizentziatua eta doktoregaia

Hizkuntza batzuetan soinua dauka; beste batzuetan, ez. Euskaraz, hotz denean hor egon arren, sentitu bai, baina ez da entzuten. Haizeak euskaraz badauka, eta, haren ziztua entzuten den arren, ez da “h”-rik aditzen. Erroreak euskaraz ez darama, baina matematikeraz eraman dezake. “H”-ak, izan ere, matematiketan ere badu bere funtzio isila.

Hizkuntza batzuetan ahoskatzen ez bada ere, “h”-ak edozein hizkuntzatan bere funtzioa betetzen du, hitz bat ez baita berdina “h”-z ala “h” gabe. Zerbait haritzea (hari bihurtzea) edo zerbaitetan aritzea ez dira berdinak; zerbait “ahurka” (eskutadaka) izatea edo norbait “aurka” izatea ere ez. Era berean, errorea ere ez da berdina “h”-z ala “h” gabe. Batzuetan “h”-dun hitza eta “h”-rik gabea nahiz eta esanahi ezberdinekoak izan, konektatuta egon daitezke. Ingelesez *hear* entzutea da eta “h”-a galduz gero, *ear*, belarri bihurtzen da; nonbait, “h”-a galdu egiten du, entzumenean trabarik egin ez diezaion. Matematiketan “h”-z kalkulatzen den errorea eta “h”-rik gabea ere konektatuta daude, bata zein bestea zuzen egin ez den zerbaiten neurria baitira. “H” hizkiak hitzean hartzen duen tokia ere garrantzitsua da: funtzioa ahurra ala ganbila izan daiteke; haurra, berriz, txintxoa ala alproja. Biderketak duen propietate trukakorragatik matematiketan berdin du “h”-ak errorean zein posizio okupatzen duen, “h”-a dagoen ala ez baita kontua.

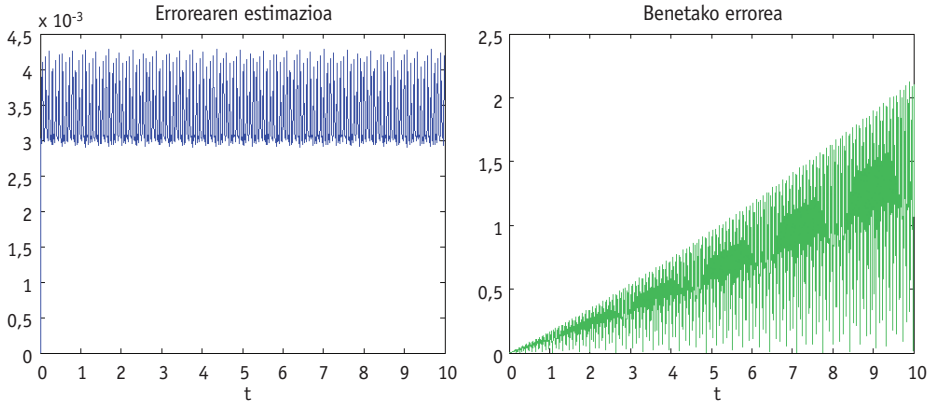
ERROREAREN ESTIMAZIOA ≠ ERROREA

Ekuazio diferentzial bat analitikoki ebazterik ez badago, zenbakizko metodoak erabiliz ebatz daiteke. Emaitza analitikoa zehatza da, zenbakizko metodoaz lortzen den emaitza, ostera, hurbildua da, eta pausoz pauso eraikitzen da. Ekuazio diferentzial bat zenbakizko metodoz askatzean egiten den errorea emaitza zehatzaren eta hurbilduaren arteko diferentzia da. Teorian kenketa bat egitea baino zailtasun gehiagorik ez duen kontzeptua, praktikan kalkulatu behar denean kontzeptu konplexu bilakatzen da. Baina, zein da arazoa? Ekuazio diferentzial askoren emaitza zehatzak ez ditugula ezagutzen. Horregatik, emaitza zehatza ezezaguna zaigunez, ezinezkoa egiten zaigu zenbakizko metodoa erabiltzean egiten ari garen errorea kalkulatzea. Errorea ezagutzen ez badugu ere, badakigu ordena altuko zenbakizko metodoak erabiliz lortzen den emaitza hurbildua ordena baxuagokoekin lortutakoa baino zehatzagoa dena. Hala eta guzti, zenbakizko metodoaz pauso bat ematen den bakoitzean, pauso horretan lortu den emaitza balekoa den ala ez esaten digun neurri bat erabili ohi da. Zein neurri da hau, emaitza zehatza ezagutu ezik errorea ezin dela kalkulatu esan badugu?

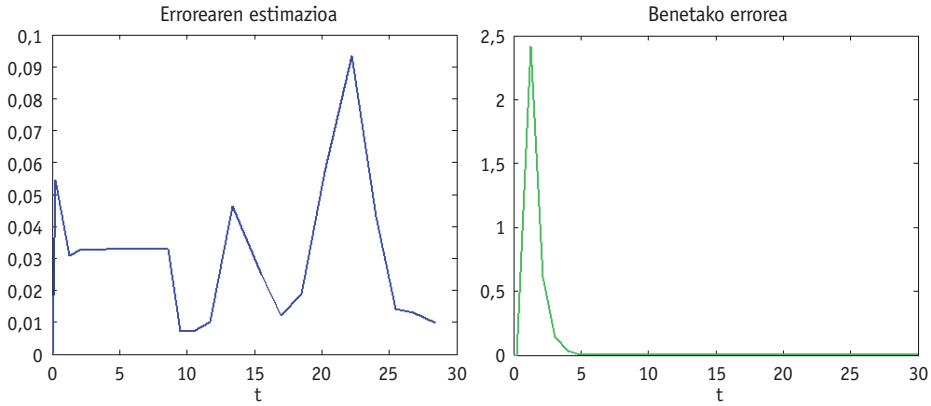
Errorearen estimazioa da erabiltzen den neurria. Erabilera handia duen errorearen estimazio bat da ondoz ondoko ordena duten zenbakizko metodoak erabiliz lortzen diren emaitzen diferentzia bezala kalkulatzen dena; (n+1) ordenako zenbakizko

©FOTOLIA

Errorearen akumulazioa gertatzen denekoa:



Errorearen akumulaziorik ez dagoenekoa:



Emaitza analitiko ezaguneko bi ekuazio diferentzial Runge-Kutta 5(4) ordenako metodo batekin ebatzita lortzen diren erroreen estimazioen eta benetako erroreen grafikoak. Goiko ekuazio diferentziala ebazteko, 0,01eko tolerantzia erabili da; behekoan, 0,1ekoa. 1.ean metodoak pauso txikiak eman behar ditu jarritako tolerantzia ez gainditzeko. Gainera, 1.goan erabilitako tolerantzia txikiagoa izan arren, errore-akumulazio handiagoa dago 2.ean baino. GRAF.: ELISABETE ALBERDI.

metodo bat erabiliz lortzen den emaitzari *n* ordenakoaz lortzen dena kentzean oinarritzen da, eta estrapolazio lokala izenaz ezagutzen da. Berau darabilgunean, ondoz ondoko ordenako bi metodoz lortutako emaitzen diferentzia aurretiaz ezarri dugun tolerantzia bat baino txikiagoa izatea eskatzen dugu pauso bakoitzean. Baldintza betetzen bada, (*n*+1) ordenako metodoak emandako emaitza ontzat hartzen da; bestela, pausoko eragiketak errepikatu beharra egongo da eta lehenago erabilitako pausoa baino txikiagoa den beste batekin probatu beharko da. Laborategi batean egin beharreko neurketaren baten estrapolazio lokala erabili nahiko bagenu, doitasun ezberdineko bi aparailu erabiliz neurtu nahi dugun kantitate horren bi neurketa egingo lirateke. Aparailu horien doitasunek ondoz ondokoak izan behar dutenez, doitasun handiagoko aparailua dugunean, bigarren aparailua lehenengoak baino doitasun txikiagoa duten aparailuen artetik doitasun handiena duena izango da. Honela, bata bestearen segidako doitasunak dituzten aparailuak erabiltzen ari garela ziurtatuko genuke. Neurketa bien arteko diferentzia balio jakin bat baino txikiagoa izan arte errepikatu beharko litzateke neurketa, eta, baldintza betez gero, doitasun handiagoko aparailuak emandako emaitza hartuko litzateke ontzat. Laborategiko adibidean argi ikusten denez, emaitza erreala ez ezagutzea kalkulu-kopuruaren bikoizketarekin ordaintzen da.

Honenbestez, estrapolazio lokala baliabide segurua baina aldi berean garestia da. Haren potentziala ordena ezberdineko bi metodorekin lortutako emaitzen konparaketan oinarritzen denez, beti ekarriko du kalkulu-kopuruaren handitzea. Estrapolazio lokalaren ziurtasuna aprobetxatuz eta beronek kalkulu-kopuruan eragingo duen handitzea onartuz, kalkulu-kopuru hau bikoiztera ez iristea posible egin zezaketen metodoen diseinuan zentratu dira zenbakizko metodoen sortzaile edo guraso asko, hau da, ahalik eta ezberdintasun gutxiena izango dituzten ondoz ondoko ordenako bi metodo erditzea izan dute helburu. Alde horretatik, konstante-sorta ezberdin bat eragiketa bakarrean erabilita metodo bat *n* edo (*n*+1) ordenakoa egiten duten metodoak oso baliagarriak dira, ondoz ondoko ordena duten bi metodoren arteko ezberdintasuna optimizatzea lortzen baitute. Horren adibide dira txertatutako Runge-Kutta metodoak. Haietan, nahikoa da (*n*+1) ordenako metodoaz emaitza lortzeko egindako eragiketez

© FOTOLIA

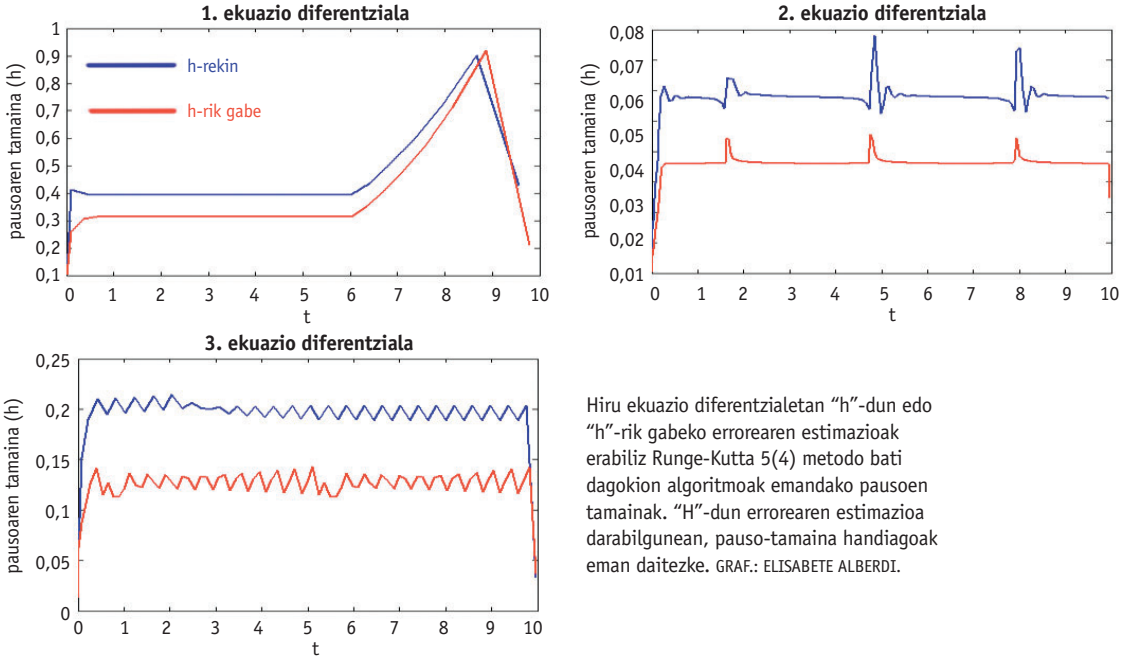
gain beste eragiketa bat bakarrik egitea *n* ordenako metodoak ematen digun emaitza eskura izateko. Ordena bateko eta besteko emaitzak lortzeko aukera merke bat eskaintzen dute, beraz. Aukera hau baino merkeagoa den beste bat bakarrik dago: biak baten prezioan lortzea, alegia. Baina hori ezinezkoa da, metodo ezberdinak zerbaitetan ezberdindu beharko dira eta.

©FOTOLIA

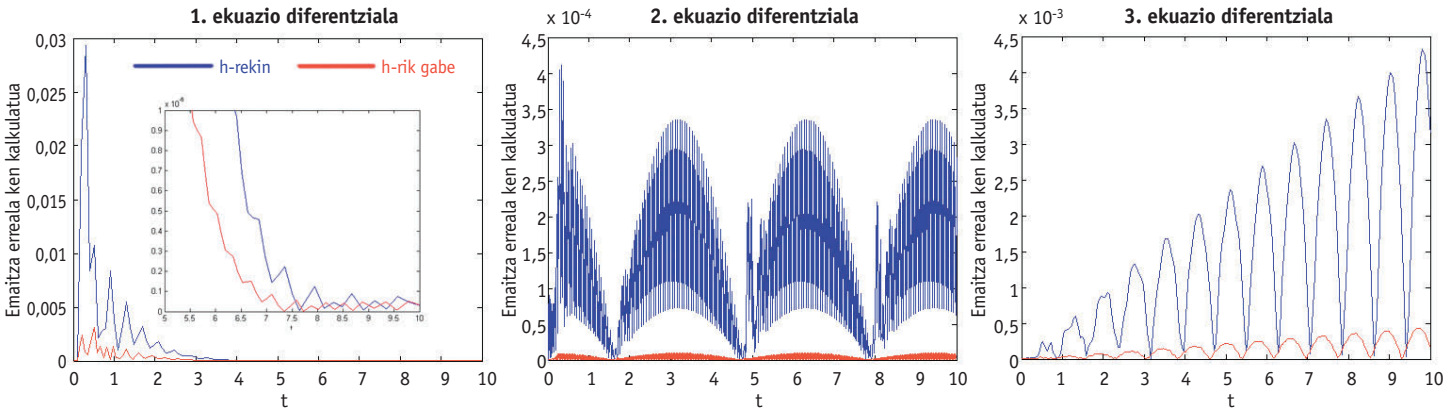
"H"-DUN ESTIMAZIOA ≠ "H"-RIK GABEA

Zenbakizko metodoetan, "h" hizkia pausoaren tamaina adierazteko erabili ohi da. Hasierako puntuko emaitza zehatza ezagututa, "h" neurriko pauso bat ematen da eta puntu berri horretan ekuazio diferentzialaren emaitza hurbildua kalkulatzen da, zenbakizko metodoak agintzen dizkigun eragiketak eginez. Puntu berrian lortutako emaitza hurbildua erabiliz prozesua errepikatu egiten da. Pauso bakoitzeko errorea neurtzeko bi motatako estimazioak erabili ohi dira: bata, pauso-unitateko estimazioa deritzona, ondoz ondoko metodoz lortutako emaitzen arteko diferentzia hutsa ("h"-rik gabea); bestea, pausoko estimazioa izenekoa, emaitzen arteko diferentzia pausoaren tamainaz biderkatuta lortzen dena ("h"-duna). Jakina, "h"-dun estimazioa eta "h"-rik gabea ez dira berdinak. Suposatu pauso unitateko errorearen estimazio bat daukagula. Normalean erabiltzen diren pausoen tamainak unitatea baino txikiagoak direnez, estimazio hau "h"-z biderkatuz lortzen den pausoko estimazioa aurretiaz daukaguna baino txikiagoa izango da. Ondorioz, gerta daiteke "h"-z biderkatu gabe ezarritako tolerantzia baino txikiagoa ez den estimazioa "h"-z biderkatu ostean tolerantziaren azpitik egotea, hau da, pausoaren txikitasunak "langa" pasatzen lagundu izana. Horretaz gain, "h"-z biderkatutako estimazioak pauso txikiei abantaila berezia ematen die, estimazioa "h" txikiago batez biderkatzean estimazio berria txikiagoa izango baita. Beste hitz batzuetan esanda, pauso unitateko estimazioak ("h"-rik gabeak) langa altuera berean jartzen die pauso guztiei. "H"-z biderkatuta lortzen den estimazioak, berriz, pauso guztiei langa jaisten die. Pauso txikiak dira langa gehien jaitsi zaienak.

Batzuetan, langa jaisteak ez du eraginik izango, hasieran langak zuen altuera laguntzarik gabe pasatuko luketen estimazioak egongo baitira. Baina egongo dira hasieran langak zuen altuera gainditu ezin duten eta langa jaisteak hura pasaraztea eragingo dien saltariak. Ondorioz, beste estimazio bat erabilita errepikatu beharko litzatekeen pausoa balekotzat emango da. Pauso baten errepikapenak pauso txikiagoekin proba egitea dakar, eta pausoak txikiak badira, gehiagoren beharra egoten da. Beraz, langa jaisten ari gareneko estimazioak erabiltzen ditugunean pauso gutxiago eta, ondorioz, handiagoak emango dira langarik jaisten ez



Hiru ekuazio diferentzialetan "h"-dun edo "h"-rik gabeko errorearen estimazioak erabiliz Runge-Kutta 5(4) metodo bati dagokion algoritmoak emandako pausoen tamainak. "H"-dun errorearen estimazioa darabilgunean, pauso-tamaina handiagoak eman daitezke. GRAF.: ELISABETE ALBERDI.



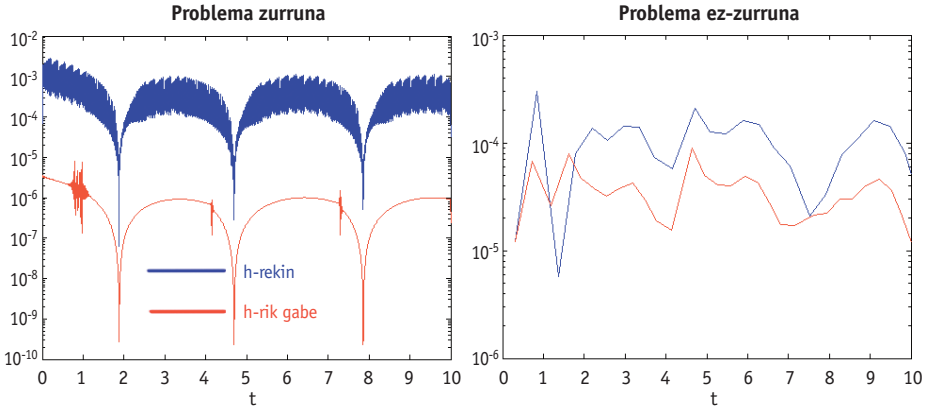
Emaitza analitiko ezaguneko hiru ekuazio diferentzialetan Runge-Kutta 5(4) metodoa eta "h"-dun edo "h"-rik gabeko estimazioak erabiliz lortzen diren emaitza hurbilduen eta emaitza analitikoen arteko diferentziak. 1. kasuan, puntukako benetako errorea txikituz doa; 2.ean, gorabeherak ditu, eta 3.ean, handituz doa. GRAF.: ELISABETE ALBERDI.

denekoetan baino. Txanponak badu beste alderdi bat ere, ordea, gerta baitaiteke langa jaisteak pausoaren onarpena eragin duen emaitza nahi bezain ona ez izatea. Horrek azken errorean eragin txarra izan dezake, eta lortuko dugun emaitza hurbilduaren kalitatea asko jaitsi daiteke. Oro har, "h"-rik gabe kalkulatzen den estimazioak pauso txikiagoak eta gehiago eman beharra ekarriko du, baina benetako errorearen metaketa ere txikiagoa izango da.

ERROREAREN ESTIMAZIOA, "H"-Z ALA "H"-RIK GABE?

Ekuazio diferentzialak zurrunak edo ez-zurrunak izan daitezke. Ekuazio diferentzial zurrunaren definizio praktikoa algoritmo batek pauso asko eman behar dituen ekuazioarena da. "Asko" hitzak zenbaki konkreturik adierazten ez badu ere, 100 pauso ez dira asko, eta 3.000 asko dira. Problema zurruna denean, "h"-rik gabeko estimazioa erabiltzea hobesten da, "h"-dun estimazioarekin lortuko genukeen emaitza baino askoz hobea lortuko baita "h"-rik ez duenarekin. Problema zurruna ez denean ere, "h"-rik gabeko estimazioa erabilita lortuko dugun emaitza "h"-duna erabilita lortzen dena baino hobea izango da gehienetan, baina emaitza —bien arteko ezberdintasuna— ez da izango hain ikusgarria, hau da, ekuazio diferentzial ez-zurrunetan "h"-rik gabeko estimazioa erabiltzeak dakarren lan gehigarriak ez du emaitzan distira handirik sortuko.

Hizkuntzetan, garaiaren arabera hitz batek "h"-a galtzea edo irabaztea ohikoa da. Horren adibide dira batzuetan "h"-dun edo "h"-rik gabeko hormak eraiki izana, edota "h"-dun edo "h"-rik gabeko ospitaleetan gaixoak sendatu izana. Hala ere, garaiak eraginda "h"-a itsatsi edo kendu zaien hitzen funtzio edo esanahiak berdina izaten jarraitu du. Matematiketan "h"-dun eta "h"-rik gabeko erroreen gaia ez da garaiaren araberakoa: beti egon izan da bien arteko bizikidetza, eta biak dira beharrezko, baten eta bestearen funtzioa sekula ez baita izan berdina. Hitz batek "h"-a duen ala ez hiztegian kontsultatzen dugun bezalaxe, errorearen estimazioan "h"-a erabili ala ez erabakitzeko askatu beharreko problema "kontsultatu" egin beharko da, emaitzan lortuko dugun arrakastaren gakoa hortxe egongo baita: errorearen estimazioak "h"-a izatean edo ez izatean.●



Emaitza analitiko bera duten bi ekuazio diferentziali Runge-Kutta 5(4) metodoa eta "h"-dun edo "h"-rik gabeko estimazioak erabiliz lortzen diren emaitza hurbilduen eta analitikoen arteko diferentziak. Problema zurrunean "h"-rik gabeko estimazioa "h"-duna baino askoz hobea dela ikusten da. GRAF.: ELISABETE ALBERDI.

BIBLIOGRAFIA

BUTCHER, J. C.: *Numerical methods for ordinary differential equations,* John Wiley & Sons Ltd., Chichester (2008).

DORMAND, J. R.; PRINCE, P. J.: *A family of embedded Runge-Kutta formulae,* Journal of Computational and Applied Mathematics, 6 (1), (1980), 19-26.

HAIRER, E.; NORSETT, S. P.; WANNER, G.: *Solving Ordinary differential equations I,* Nonstiff problems, Springer, 1993.

HIGHAM, DESMOND J.: *Global error versus tolerance for explicit Runge-Kutta methods,* IMA Journal of Numerical Analysis (1991) 11, 457-480.

LAMBERT, J. D.: *Numerical Methods for ordinary differential systems,* John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1991.

SHAMPINE, L. F.; GLADWELL, I.; THOMPSON, S.: *Solving ODEs with Matlab.* Cambridge University Press (2003).

SHAMPINE, L. F.; REICHELT, M. W.: *The MATLAB ODE suite,* SIAM J. Sci. Comput. 18 (1) (1997) 1-22.

SKEEL, ROBERT D.: *Thirteen ways to estimate global error,* Numer. Math. 48, (1986) 1-20.

The MathWorks Inc.: http://www.mathworks.com.

Gai librean aritzeko, bidali zure artikulua aldizkaria@elhuyar.com helbidera.

ELHUYAR
FUNDAZIOAREN
ESKUTIK:

TEKNOPOLIS

ZIENTZIA
ETA TEKNIKAREN
DIBULGAZIO-MAGAZINA

astero-astero
etbn

ASTEAZKENETAN
etb 3 21:30ean

IGANDEETAN
etb 1 20:00etan
etb 2 12:00etan

ELHUYAR
fundazioa

Igor Peñalva Bengoa
Ingeniaritza Nuklearra eta Jariakinen Mekanika Saila.
Bilboko Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa. EHU.

ENERGIA NUKLEARRA
krisi ekonomikoaren aurrean

Energia nuklearraren berpizkundeak irmoa zirudien, eta eztabaida energetikoa mahai gainean zegoen orain gutxira arte. Azken bolada honetan, ordea, elektrizitatearen produkzioan egindako inbertsioak jaitsi egin dira, krisialdi ekonomikoa dela eta. Industria nuklearrak ere jasan du dirumurrizketa horren eragina. Martxan zeuden zenbait proiektu atzeratu dituzte, eta beste batzuk bertan behera utzi dira, oraingoz. Zein da, bada, energia nuklearraren etorkizuna?

2009. urtean 436 zentral nuklear aritu dira, munduko 31 herrialdetan, elektrizitatearen produkzioan. Herrialde horietako 22tan, energia nuklearraren ekarpena % 15etik gorakoa izan da, eta horietako 15etan, % 25etik gorakoa. Frantziak du munduko lidergoa, portzentajeari dagokionez (% 76), eta, gure inguruan, aipagarriak dira Lituania, Eslovakia, Belgika, Suedia eta Suitza ere (guztietan % 40 baino gehiago). Kopuruari dagokionez, Amerikako Estatu Batuek dute lidergoa (104 zentral nuklear dituzte), eta, haien atzetik, Frantzia (59) eta Japonia (53) daude. Datu horien arabera, herrialde garatuetan agerikoa da, gaur egun, energia nuklearraren garrantzia.

Krisialdiaren eragina testuinguru horretan kokatu behar da. Zentral nuklear berri baten eraikuntza erabakitzen denean, kontuan hartu behar da instalazio hori elektrizitatea lortzeko gai izan arte zenbait urte behar direla. Horrez gain, lehen fase horiek (proiektua, baimenak, eraikuntza, etab.) garestiak dira, egin beharreko hasierako inbertsioa handia baita. Hori bai, martxan jarri eta gero, iraunkorki, segurtasun osoz eta atmosfera kutsatu gabe hornituko gaitu zenbait hamarkadatan. Amortizazio-epeak luzeak dira, beraz, eta, hasierako inbertsioa, handia. Hori dela eta, krisi-egoera batek erabat atzeratzen ditu horrelako proiektuak.

Gauzak horrela, 2009. urtearen bukaeran 52 zentral nuklear berri zeuden eraikitze-fasean. Beste 137 ere planifikatuta zeuden. Planifikatuen artean, batzuk dagoeneko ofizialki onartuak daude, eta finantziazio nahiz konpromiso sendoak eskaini dizkiete. 8 urteren buruan martxan egongo dira gehienak. Beste batzuen eraikuntza oso garatua dago, baina, oraingoz, geldiarazita daude, krisi ekonomikoaren erruz, batik bat. Planifikatuta dauden horiez gain, beste 295 proposamen ere badaude mahai gainean, eta 20 urteren buruan martxan egon litezke. Zenbaki horien arabera ez dirudi krisi-egoera mehatxu handia denik industria nuklearrarentzat. Planifikatutako eta proposatutako zentral horietan atzerapenak eragingo ditu, jakina. Egoera ekonomikoak bere onera etortzean, ordea, bizkortu egingo dira, ziur asko, proiektu horiek.

Krisi ekonomikoak gure ingurua gogor jo du, baina, gugandik urrunago, garapenbidean dauden herrialdeek ere energia nuklearraren aldeko apustua areagotu egin dute. Horren lekuko, Txina eta India ditugu, etorkizuneko munduko potentzia handiak. Txinak 11 erreaktore nuklear ditu martxan; beste 11, eraikitze-fasean; 26, planifikatuta; eta 72, proposatuta. Indiak ere antzeko ibilbidea jarraitzeko asmoa du: 17, martxan; 6, eraikitzen; 10, planifikatuta; eta 15, proposatuta. Herrialde horien hazkundeak energia nuklearraren laguntza izango duela argi dago.

Gurean, oso bestelakoa da egoera. Zorionez, gure garapen-mailari esker azpiegitura nagusiak dagoeneko antolatuta daude, eta, elektrizitateari dagokionez, energia

nuklearrak zenbateko ekarpena egiten duen erabaki du herrialde bakoitzak. Dagoeneko martxan dauden zentral nuklear gehienek lanean jarraituko dute hurrengo hamarkadetan. Herrialde gehienek zentral nuklearren bizi-luzapenerako programak ezarri dituzte euren instalazioetan. Amerikako Estatu Batuetan, esaterako, 52 zentralek badute 60 urtez martxan jarraitzeko baimena. Suitzan, 5 zentral dabiltza lanean, eta 4k badute mugagabe operatzeko baimena. Krisi ekonomikoak, beraz, ez die kalterik egin dagoeneko martxan dauden instalazioei. Are gehiago, instalazio horien bizi-luzapenak krisia gainditzeko lagungarri dira: elektrizitatea era seguru eta jarraituan eskaintzen jarraituko dute, eta prezio merkean, gainera.

Planifikatutako eta proposatutako proiektu berri batzuk bertan behera utzi beharko dira, oraingoz.

Zentral nuklear berriak ere eraikitzen ari dira Europan. Aukeratutako herriak Olkiluoto (Finlandia) eta Flamanville (Frantzia) dira. Bi proiektuak atzeratuta daude, eta, dagoeneko, hasierako aurrekontua handitu behar izan dute. Edonola ere, horrek badu nolabaiteko azalpena ikuspegi teknikotik. Kasu bietan erreaktorearen diseinu berri bat eraikitzen ari dira aurreneko aldiz: Europako erreaktore presurizatua (EPR). Diseinu berri horrek segurtasun-neurriak areagotu ditu, eta erregai nuklearraren erabilpena optimizatu. Aitzindari izateak arazoak dakartza beti. Proiektu horietan ikasitakoak bidea erraztuko die etorkizunean eraikitzen diren EPR berriei. Horrela, gaur atzerapena eta gainkostua dena, etorkizunean esperientzia eta erraztasun bilakatuko da.

Datuak datu, gaur egungo krisi-egoerak industria nuklearrean eraginik baduela ondoriozta daiteke: eraikitze-fasean dauden zentralek atzerapenak izango dituzte, eta planifikatutako eta proposatutako proiektu berri batzuk bertan behera utzi beharko dira, oraingoz. Nolanahi ere, egoera ekonomikoa suspertu ahala bultzada berria emango zaie proiektu horiei. Bitartean, gizarteak jatorri nuklearreko elektrizitateaz gozatzen jarraituko du: elektrizitate-horniketa jarraitu eta merkea, atmosfera kutsatzen ez duena. Onura horiek guztiak energia nuklearraren etorkizuna bermatzen dute, krisialdi ekonomiko ziklikoen gainetik.

Etorkizun energetikoak berriztagarria eta nuklearra izan beharko luke, ingurugiroa zaindu nahi bada. Eta, epe ertainean, ate berriak zabalduko zaizkio energia nuklearrari: etorkizuneko garraioaren bektore energetikoa, hidrogenoa, lortzeko eta ur gazia edateko ur bilakatzeko prozesuetan energia nuklearrak badu zeresanik. Hori bai, ikerketak irtenbide hobeak garatu beharko ditu, sortu diren eta sortuko diren hondakin erradiaktiboen kudeaketari dagokionez. Hori guztia, fusio nuklearraren ekarpenaren zain!●

© RCAUCINO/123RF

Rafa Saiz Elizondo
Itsas Enara Ornitologia Elkartearen lehendakaria

Espezie basatien eta pertsonen interesen arteko GATAZKAK

"Donostiarra iraintzea da hari pottorroa zer den azaltzea. Jakingo ez du ba!"
(Azkue'tar Dunixi, 1933: "Nire Herria, Atzo")

"Pinguino bat izan zen atzo Kontxan, eta kaioekin jolasean aritu zen"
(El Diario Vasco, Donostiako egunkaria, 1987)

Egunkarietan gero eta maizago irakurtzen dugu halako animalia ikaragarri ugaritu dela eta ez dagoela hori onartzerik, arazoak sortzen dituela eta "zerbait" egin beharra dagoela. Amuarrainzaleek, ugarroi, igaraba eta koartzak ezin omen dituzte ikusi; abeltzainek, saiak; eta kaletarrek, kaioak. Esan gabe doa espezie horiek desagertzeko zorian egon zirenean ezer gutxi kontatzen zigutela hedabideek; hura, nonbait, ez zen arazo. Gaur egun ere ez digute kinka larrian dauden espezieen berririk ematen ia, non eta ez den publizitatea egiteko aitzakia.

Sarritan gertatzen da lehen urritutako espezie bat babestu, zaindu eta hari lagundu ondoren, berriro lehengo populaziora itzultzea, edo, itzuli gabe ere, lehengo eremu geografikoa berreskuratzea. Nahikoa izaten da, orduan, norbaitek uste izatea egoera neurriz kanpokoa dela eta espeziea ikaragarri ugaldu dela esatea, massmediek aho batez hari men egiteko eta sentsazionalismo-ukitu gutxi-asko zabar batez lau haizeetara zabaltzeko "espezie inbaditzailea" dela, desoreka ekologikoa dakarrela eta makina bat hondamendiren atarian gaudela. Horren guztiaren ondotik, erakunde publikoetako arduradun politikoek, beti iritzi publikoaren beldur, ez ohi dute denbora alferrik galtzen alarma gorria piztua dutela eta neurriak aztertzen ari direla adierazteko.

Batek pentsa lezake zilegi izan litekeela espezie arriskutsuak nolabait kontrolpean edukitzea. Baina lehoirik eta tigrerik ez dugu Euskal Herrian, eta gure lurraldean dauden piztia arriskutsuen guztizko populazioa hauxe da: BAT. Bai, hartz bat besterik ez dugu. Ez dirudi zentzuzko jokabidea, egoera horretan, natura babestu beharrean areago suntsitzeko erabakia hartzea.

Badira, halaber, gure ekonomia produktiboari eragiten dioten espezieak, eta horien kontrako neurriak dira, harrigarria bada ere, begirune handienaz egin direnak. Sail baten jabea, edo arrain-haztegi batena, bere negozioaz arduratzen da, eta saiatuko da animaliak ahalik eta urrutienera uxatzen, baina nekez eramango du espezie bat galbideraino. Ez du aparteko interesik espeziearen kontra, baizik eta bere negozioari eragiten dioten aleen kontra. Horrelako arazoak konpontzeko esperientzia arrakastatsu ugari bideratu dituzte ekoizleek, kontserbazionistek eta administrazioek, elkar hartuta. Salbuespena, jakina, intsektuak dira.

Eta lehiakide ditugun horiek, guk nahi ditugun baliabide horiexek berak kontsumitzen dituztenak? Ubarroiek eta igarabek arrainak harrapatzen dituzte, jakina; mirotzek, txori txikiak; eta azeriek, ahal dutena. Zilegi al da horien kontra jardutea, ez gure jana kentzen digutelako, baizik gure denbora-pasa garestitzen dutelako? Ez genuke ahaztu behar haien bazka diren harrapakin horiek ere naturaren parte direla, ez dutela jaberik. Bareek ere jaten dituzte onddoak, birigarroek barraskiloak eta kurlinkek txirlak. Perretxiko-, barraskilo- eta

MARC LAGNEAU

itsaski-biltzaileak ez dira kexu, ulertzen baitute naturaren funtsa eta izaera horixe bera dela, eta konformatzen dira ahal dutena harrapatzen. Aldiz, ehiztari-arrantzale askok, argudio gordin eta zabarren bidez, erakunde publikoak presionatzen dituzte, guztiona den aurrekontuaren kontura lehiakide dituzten espezieen kontra egin dezaten. Eta, tamalez, helburua maizegi lortzen dute.

Esaten digute, halaber, kaioek eta usoek eta beste espezie askok hainbat gaixotasun transmititu ditzaketela. Ez da gezurra, noski; kontua da benetan ez dituztela transmititzen, beste baldintza asko ez delako betetzen. EAEn ez da pertsonetan hegazti-griperik ez ornitosi-kasurik izan. Hezeguneak leheneratzen hasi ginenean ere ez zen falta paludismoak jota akabatuko ginela zioenik, baina hemen gara. Alarmismo erraza oso tentazio handia da batzuentzat.

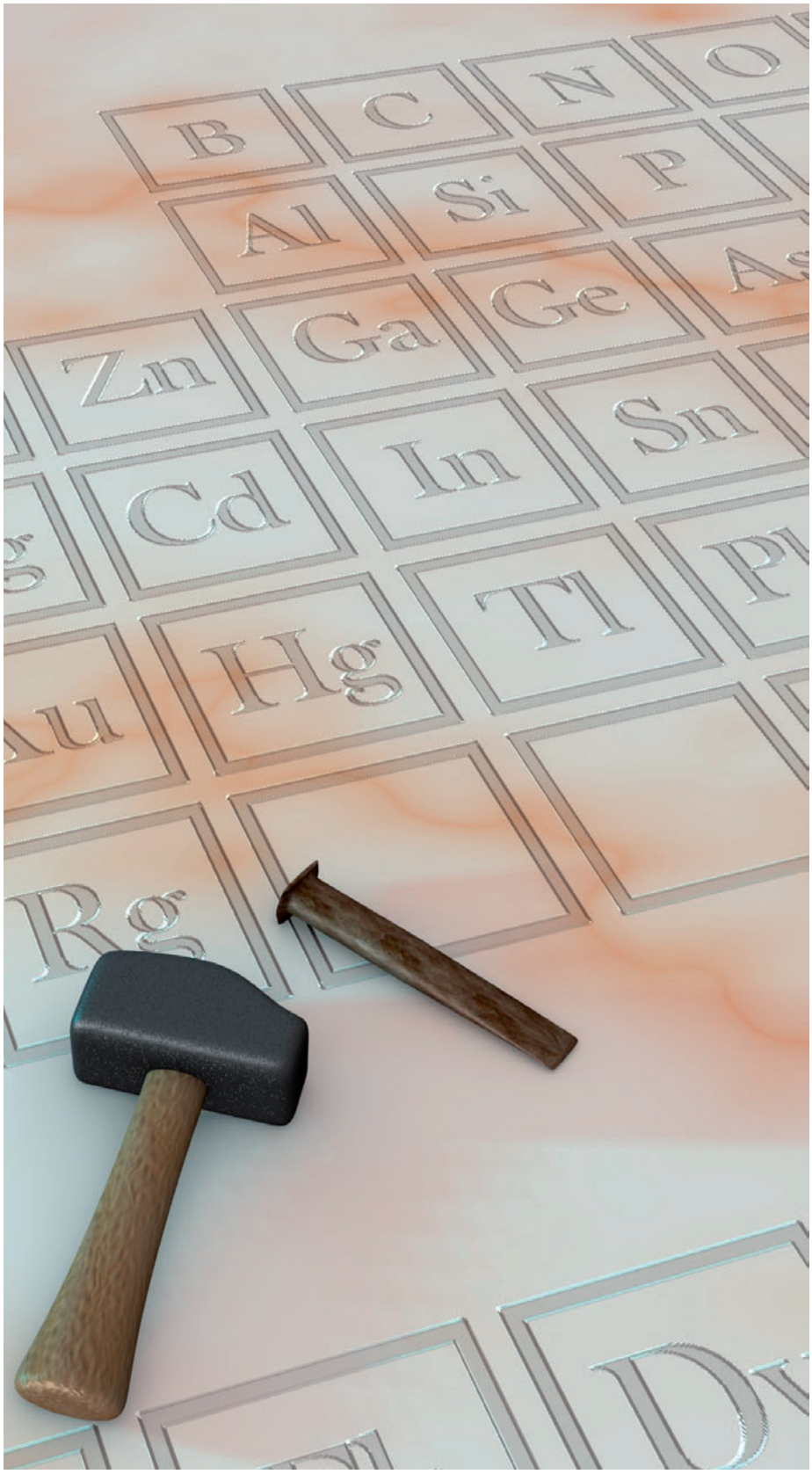
Zer esan, kalterik eragin ezik gogaitu besterik egiten ez diguten efektu horiei buruz? Usoen urruma, kaioen zarata... Honaino helduta, ez dirudi oso gizarte aurreratu eta orekatu baten ezaugarria horregatik akabatzen hastea.

Zer dago, baina, horren guztiaren atzean? Ez baitago zalantzarik lehen ez bezalako protagonismoa hartu dutela horrelako auziek. Alde batera utzita interes partikularrak (beti izango baita norbait ur ugerretan sarea botatzeko prest), gizartearen ezjakintasuna dagoela esango nuke. Gizarte ezjakin batek ez du irizpide propiorik esaten diotena behar den neurrian hartzeko, sinesteko edo baztertzeko, eta besteen mendean dago. Horren harira datoz goiburuko aipamenak. Lehen, toki batean bizitze hutsak bertako bizidunei buruzko jakintza, zuzena nahiz okerra, ematen zigun. Bizipen pertsonalaren zati ziren. Donostiarrak pottorroa ezagutzen zuen eta zegamarrak saia, nahiz eta gero esan pottorroak ez zuela hegan egiten eta saiak umeak harrapatzen zituela. Baina lehen urrats ezinbesteko hori egina zen; gero gerokoak: heztea, janztea, ikastea... Horretarako zeuden ikasketak, liburuak eta iturri fidagarriak.

Zilegi al da horien kontra jardutea, ez gure jana kentzen digutelako, baizik gure denbora-pasa garestitzen dutelako?

Gaur egun, berriz, telebistan ageri ez dena ez da existitzen. Zorte pixka batez, liburuak edo *Elhuyar* aldizkaria irakurriko dute zenbaitek. Baina muturraren aurrean dugun hori existitzen denik ere inork gutxik daki. Egoera hala, komunikabideen lagun egiten denaren bertsioa gailenduko da lehenik, eta nekez aldaraziko dute hura ondoren datozenek. Eskertzekoa litzateke, beraz, erakunde publikoek informazio eta irizpide teknikoak erabiltzea soilik, eta lagun-koadrilei uztea taberna, egunkari eta elkarte gastronomikoetako eztabaidetan esaten diren sineskeria eta sasi-letratuen egia borobilak, automatikoki bereak egin gabe. Bestela laster ditugu berriz ere Donostiako pottorroak pinguino bihurtuta. ●

ELEMENTU BERRI BAT AURKITZEKO GAUR EGUN BEHAR DENA



GUILLERMO ROA

TAULA

Guillermo Roa Zubia
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Elementu kimiko berri bat aurkitu nahi baduzu, berandu zabiltza. Eta elementu berri bat *egin* nahi baduzu, azkar hasi beharko duzu lanean. Taula periodikoaren lauki gehienak beterik daude, eta ez dago aukera handirik lauki berriak sortzeko.

Hasi baino lehen, ulertu behar duzu ez direla gauza bera elementu bat aurkitzea, isolatzea eta identifikatzea. Elementu berri baten aurkikuntzaren errekonozimendua nahi baduzu, hobe duzu hiru gauzak egitea. Oxigenoa, Joseph Priestly ingelesak isolatu zuen, baina ez zen jabetu gas hura elementua zenik; Antoine Lavoissier frantsesa bai. Bietatik, zeinek izan zuen meritua? Kimikaren historiaren zerrendetan Priestlyren izena agertzen da, baina Lavoissierren aldeko argudioak ere onar daitezke. Hala ere, ospe historikoa izateko argudioa identifikazioa bada, nor hartu behar dugu urrearen edo sufrearen aurkitzailetzat? Elementu horiek eta beste gutxi batzuk bere horretan azaltzen dira naturan, eta gizakiak betidanik ezagutu ditu.

Elementuen ideia antzinako Grezian jaio zen. Ideia ona zen, ezin hobea, baina gure ikuspuntu modernotik ez zuten asmatu elementurik identifikatzen. Haientzat sua, ura, airea eta lurra elementuak ziren, eta, jakina, lau horiek ez dira taula periodikoan azaltzen. Urak berak oxigenoa eta hidrogenoa ditu; aireak nitrogenoa, oxigenoa, karbonoa, hidrogenoa, argona eta beste hainbat elementu; lurrak dituen elementuen zerrendak paragrafo luze bat osatuko luke; eta sua ez da materia,

PERIODIKOAN
izena zizelkatzeko gida

oxigenoa eta beste elementu batzuen arteko elkarrekintzaren energia baizik, hau da, argia eta beroa.

Grekoen alde esan behar da elementuei antzematea zaila dela. Eta are zailagoa da elementu horiek isolatzea. Gauza bat da pure batek azenarioa duen igartzea, eta beste bat azenario-puska bat ateratzea pure horretatik. Teknologia aproposa garatu behar zen horretarako; eta antzinako grekoek ez zuten ahaleginik egin materiaren purea aztertzeko. Beste batzuek bai; hain zuzen ere, arragoaren teknologiarekin burdina, beruna, zinka eta antimonioa isolatu zituzten. Jakina, arragoaren teknologia garatu behar izan zuten horretarako.

Hortik aurrera, beste elementu berri bat ikusteko XVII. mendera egin behar dugu salto, Hennig Brand alemaniarrak fosforoa isolatu zuen garaira. Brand alkimista zenez, bere azenarioa urrea zen, eta bere purea urre kolorea zuen gorputzeko likido bat: gernua. Gernua litroka bildu eta distilatu ondoren, solido zuri bat lortu zuen, fosforoa. Harentzat okerreko azenarioa zen, baina aro modernoan gizakiak aurkitutako lehen elementua izan zen.

KIMIKA ELEMENTU KIMIKOAK AURKITZEKO

Alkimista izan arren, Branden baliabidea kimika izan zen. Hurrengo urteetan, baliabide hura izugarri garatu zen, eta etekin handia atera zioten elementuen harrapatzaileek. Hurrengo urteetan, harrietatik eta airetik atera zituzten elementu berriak (eta ez da hitz egiteko modu bat). Mineraletatik kobaltoa, nikela, wolframioa eta abar erauzi zituzten; gasetatik, oxigenoa eta nitrogenoa. Kimikaren oinarria finkatu zuten, gainera, eta horixe azaltzen da gaur egun kimika ikasten duenaren lehen ikasgaietan.

elementu berri bat harrapatu nahi baduzu, sortu egin beharko duzu, eta prest egon beharko duzu, gehienez mikrosegundo batez existituko baita.

XIX. mendearen hasierarako, kimika hutsa bere onenak emanda zegoen. Baina elementu berri gehiago aurkitzen jarraitu zuten, beste teknologia berri bati esker: elektrizitatea. Pila baten potentzial-diferentziak isolatzen zituen ordura arte ikusi gabeko elementu asko. Humphrey Davy ingelesak bederatzi elementu aurkitu edo isolatu zituen, pilak erabilita.

Gero eta gehiago, elementu berriak aurkitzearen zailtasuna elementu antzekoak bereiztean zegoen. Horregatik, XIX. mendeko bigarren ekarpen handia espektroskopioa izan zen; elementuak berotzean igortzen zuten argiaren analisia egiteko tresna bat. Horri esker aurkitu zen, besteak beste, helioa; Eguzkiaren argia aztertuta.

Elementuak aurkitu eta aurkitu. Baina noiz arte? Zer elementu falta ziren aurkitzeko? Erantzuna Dmitri Mendeleiev errusiarrak eman zuen 1869an, taula periodikoa aurkeztuta. Ez zen teknologia berri bat, baina beharrezkoa izan zen falta ziren elementuak bilatu ahal izateko. Galioa falta zen, adibidez; Mendeleieven iragarri zuen elementu bat zegoela aluminioaren azpian, eta handik gutxira, 1875an, galioa aurkitu zuten.

Azkenean, gizakiak trikimailu guztiak erabili ditu naturan azaltzen diren elementuak aurkitzeko. Azkeneko trikimailua Curietarren eskutik etorri zen. Erradiaktibitateari jarraituta, polonioa eta radioa aurkitu zituzten. Atomo erradioaktiboak ezegonkorrak dira, eta denborarekin (lehenago edo geroago) transformatu egiten dira, atomo egonkor bilakatu arte. Oso ezegonkorrak direnak, naturan ez dira inoiz egon edo desagertu egin dira; eta talde horietan daude aurki ditzakezun elementu berriak. Beraz, horietako bat harrapatu nahi baduzu, sortu egin beharko duzu, eta prest egon beharko duzu, gehienez mikrosegundo batez existituko baita.

Errazena 120. elementua harrapatzea da; gaur egun hori da aukera onena. Hori bai, partikulen azeleragailu bat beharko duzu. Eta gasen osagaiak banatzeko gailu bat, eta detektagailu bat. Ez duzu zure elementua ikusiko, elementu horren transformazioaren hondakinak baizik. Baina berdin du. Zure izena taula periodikoan zizelkatuko duzu.●

ROBERT REMAK

Itzalean aritu zen judua

Egoitz Etxebeste Aduriz
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Irudia: Manu Ortega

Biologiako aurkikuntzarik handienetako bat, Berlingo ganbara zahar batean egin zen; Robert Remak-en ganbaran. Remakek hantxe zuen bere laborategia: mikroskopio xume bat eta gutxi gehiago. Hori nahikoa izan zuen, zelulak nola sortzen diren ikusteko. Garaiko usteen kontra, zelulak beste zelula batzuen zatiketaz sortzen direla ikusten jakin zuen.

1838an Berlingo Friedrich Willhelm Unibertsitatean medikuntzan doktore egin zenean (neurologia espezialitatean), Remaken ametsa ez zen bere ganbaran ikertzen aritzea, ez. Unibertsitateko irakasle izan nahi zuen. Baina Remak judua zen, eta juduek ez zuten horretarako eskubiderik.

Egoera horren aurrean, Parisera alde egitekotan egon zen; baina Alexander von Humboldt lagunak ideia hori burutik kendu eta Berlinen bere ikerketekin jarrai zezan konbentzitu zuen. Bere tesiaren zuzendaria izandakoak, Johannes Müller-ek, bere laborategiko laguntzaile-postu bat eskaini zion. Soldatarik gabeko postua zen, unibertsitateak juduei ordaintzea pentsaezina baitzen; eta lanerako tokia ere ez zuen Unibertsitatea izan, bere ganbara zahar hura baizik.

Bizimodua ateratzeko, mediku pribatu gisa eta mikroskopia-klaseak ematen aritu zen. Eta gelditzen zitzaion denbora, bere mikroskopioari itsatsita pasatzen zuen. Hasieran nerbio-sistemaren anatomia ikertzen aritu bazen ere, zelulen sorkuntzaren gaiak berehala erakarri zuen. Gaia pil-pilean zegoen; hain zuzen ere, teoria zelularraren oinarriak jartzen hasiak ziren Matthias Schleiden eta Theodor Schwann.

> *Ideia berri haiek ez zuten onarpenik izan; ez, behintzat, harik eta Virchowk bere egin zituen arte.*

1837an Schleidenek esan zuen landareak zelulaz osatuak zeudela eta zelula haien nukleoetako materia amorfotik sortzen zirela zelula berriak. Urte hartan bertan, Schwann eta Schleiden elkarrekin afaltzen ari ziren batean, landareen zelulez eta haien nukleoaz hizketan ari zirela, Schwann ohartu zen berak ere oso antzeko egiturak ikusiak zituela zapaburuen ehunetan. Eta, Schleidenek zioen moduan, zelula nukleodun haiek landareen oinarrizko unitateak baziren, animalietan ere gauza bera gertatzen ote zen? Handik bi urtera, Schwannek animalien eta landareen egitura mikroskopikoari buruzko liburu bat argitaratu zuen; eta han esan zuen bizidun guztiak zelulaz osatuak daudela, eta zelulak kristaltzearen antzeko prozesu baten bidez sortzen zirela, materia bizigabetik abiatuta.

Hori guztia oso gertutik bizi izan zuen Remakek. Izan ere, Schwann ere Müllerren laborategiko kidea zen. Baina Remakek ez zuen hain argi ikusten zelulak kristaltzez sortzearen kontu hori, eta ikertzeari ekin zion. Horretarako, zelulak etengabe sortzen ari ziren leku batean begiratu zuen: ernaldutako oilo-arrautzetan. Arrautzetako enbrioien globulu gorriak mikroskopioz aztertuta, ikusi zuen zelula esferiko haien artetik gutxi batzuk forma desberdina zutela. Zelula haietan jarri zuen arreta, eta konturatu zen bitan zatitzen ari ziren zelulak zirela. Behaketa ugariren ondoren, zatiketa zelularraren faseak ere identifikatu zituen. 1841ean argitaratu zituen ikerketa haren emaitzak.

Lan hark ez zuen hedakuntza handirik izan, ordea. Rudolf Virchow lagunari (Mülleren laborategikoa hura ere) erakutsi zionean ere, ez zitzaion gauza handirik iruditu hari: seguru aski oilasko-enbrioien globulu gorrien bitxikeria bat edo izango zen, ezer apartekorik ez. Baina Remakek bazekien hori baino askoz gehiago izan zitekeela, eta froga gehiago bilatzeari ekin zion.

Bitartean, irakasle izateko borrokan ere jarraitu zuen. 1840an Prusiako tronua Frederiko Gilen IV.ak hartu zuenean, gauzak alda zitezkeela pentsatu zuen. Esperantza horrekin, hezkuntzako ministroari egin zion eskaria 1843an; baina erantzuna ezezkoa izan zen. Orduan, Humboldten laguntzarekin eta Müllerren onespenarekin, erregeari berari eskatu zion unibertsitatean postu bat emateko. Hura ere alferrik izan zen.

Handik hiru urtera, Berlingo Charité unibertsitate-klinikako plaza batera aurkeztu zen. Ordurako nahiko entzutetsua zen Remak, enbriologian egiten ari zen lanengatik, baina plaza hura bere lagun Virchowri eman zioten.

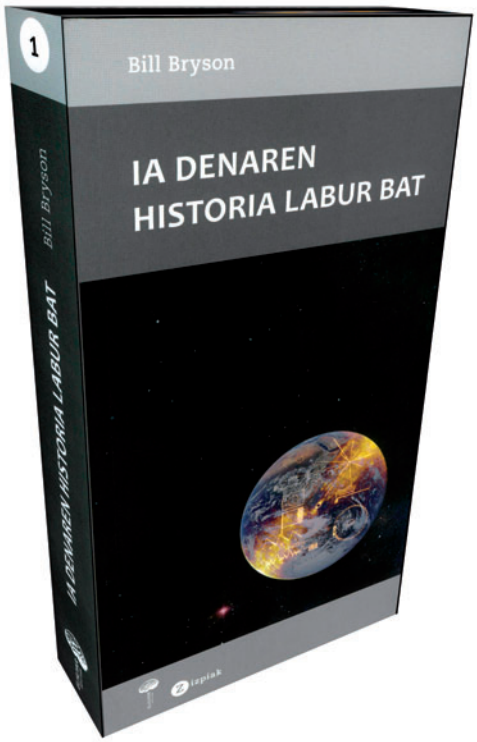
Azkenean, 1847aren amaieran, Humboldten eta Schönleinen (erregearen medikua) laguntzarekin, Berlingo Unibertsitatean klaseak emateko postu bat lortu zuen. Hala ere, Remak ez zegoen pozik, ez baitzen benetako irakasle-postu bat, askoz postu xumeago bat baizik. Remakek emandako lehen klaseak inguruko egunkari guztietan izan zuen isla; lehenengo aldia zen judu batek Berlingo Unibertsitatean klasea ematen zuena.

Borrokak borroka, ikerketa ez zuen alde batera utzi Remakek. Besteak beste, gaur egun bere lanen artetik ezagunena dena egin zuen: hiru enbrioi-geruzak identifikatu eta izena jarri zien (ektodermoa, mesodermoa eta endodermoa), eta enbrioi-geruza horietatik zer ehun eratortzen ziren ere ikertu zuen, oilo-enbrioietan. Eta zelulen gaiarekin ere aurrera egin zuen: igelen arrautzen jarraipena eginda, zatiketa zelularraren aldeko froga berriak lortu zituen. Hain zuzen ere, ikusi zuen hasierako zelula bakar hartatik bi nola sortzen ziren, bi haietatik lau, lau haietatik zortzi; horrela, lehenik zapaburu bat, eta azkenerako igel osoa garatzen zen arte.

1850ean bere enbriologiari buruzko tratatuaren lehen zatian zioenez, zitekeena zen oilo-arrautzako zelulak etengabe zatitzea. Eta 1852an argitaratu zuen igelen arrautzetan ikusitakoa. Hurrengo urtean esan zuen: "oso litekeena da animalia-zelula guztiak enbrioi-zelulen etengabeko zatiketaz sortzea".

Baina ideia berri haiek ez zuten onarpenik izan. Ez, behintzat, harik eta Virchowk bere egin zituen arte. Hura ere gai horretan ikertzen zebilen, baina urte askoan Schleiden eta Schwannen ideien aldekoa izan zen: "egitura organiko guztia materia amorfotik dator" idatzi zuen 1850 inguruan. Hala ere, azkenean, ikusi zuen Remakek arrazoi zuela. 1855ean Virchowk medikuntza-liburu batean argitaratu zituen Remaken ideiak. Eta latinezko esaldi borobil bat ere famatu bihurtu zuen: *omnis cellula e cellula*, zelula guztiak zeluletatik datoz.

Liburu hartan, Virchowk ez zuen Remak aipatu ere egin. Eta Virchow bihurtu zen aurkikuntza haren jabe. Gaur egun ere, testu gehienetan Virchow eta haren esaldia agertzen dira, Remak juduaren lana baino gehiago.●



IA DENAREN HISTORIA LABUR BAT?

Guillermo Roa Zubia
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Ezinezkoa da ia denaren historia bat idaztea, hura laburra bada ere. Idazleak berak esaten du hori, Bill Bryson-ek. Izenburua ere, zientziaren dibulgazio-liburu batena izateko, oso berezia da. Nolanahi ere, izenburu horrek liburuaren filosofia islatzen du. Urteak ziren Bill Brysonek zientziarekin lotutako kontu asko eta askotarikoak ulertu nahi zituela. Hala ere, ez zuen topatzen liburu bat bere galderei erantzuten zienik —ezta hark nahi zuen moduan ere—, eta, beraz, liburua idaztea erabaki zuen.

Garai hartan jada kazetari ospetsua zen Bryson, bidaiei buruzko liburuak idazten zituelako. Dokumentatzeari ekin zion hiru urtez; zientzialari askorekin egon zen, eta beste liburu asko irakurri zituen. Eta, garrantzitsuena, amestutako liburu hura idatzi zuen.

Sekulako arrakasta izan zuen. 2004an, zientzia-dibulgazioko Aventis saria irabazi zuen (gaur egun Royal Society izena duen sari bera), eta, geroztik, ospe handia hartu du liburuak. Besteak beste, hizkuntza askotara itzuli dute, eta lau milioi aletik gora saldu dira mundu osoan.

i

Ia denaren historia labur bat

Bill Bryson

Elhuyar Fundazioa

224 x 116 mm

ISBN: 978-84-92457-08-3

Jatorrizko izenburua:
A Short History of Nearly Everything

Itzulpena: Ixiar Iza

Azken itzulpenetako bat dugu orain gure liburu-dendetan; euskarazkoa, hain zuzen ere. Elhuyar Fundazioko Ixiar Izak itzuli du. Bryson ohiko dibulgazio-liburuen estilotik urruntzen da, eta oso idazkera samurrean landu du testua. Itzulpenaren erronka, hain zuzen, idazkera horri eustea izan da.

Brysonek, hasieran, ongietorria ematen dio irakurleari, eta gogorarazten dio nolako zortea izan duen, atomo-sorta batek irakurlea bera, pertsona, osatzen duelako. Berez, liburua bidaia bat da. Unibertsoan hasten da; Lurra aztertzen du gero, planeta neurtu zutenen ikuspuntutik abiatuta, eta fisikaren, kimikaren eta geologiaren bideak aztertzen ditu; ondoren, Lurraren atmosfera aztertzen du; gero, biziaren sorrera, fisiologia, eboluzioa, eta, bukatzeko, gizakia bera aztertzen du.

Zaila da esaten bidaia hori ia denaren historia bat ote den, baina, hala ez bada ere, liburu hori irakurtzea merezi du, besteak beste, zientzia-dibulgazioa egiten ez duen idazle batek idatzi duelako.●

SATORRAK ILARGIAN

dani fano

Ilargiaren efemerideak

3 Gehienezko librazioa longitudean (l = 6,63°).

6 09:39an, Ilbehera.

09:45ean, goranzko nodotik pasatuko da.

9 02:33an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena).

21:44an, konjuntzio geozentrikoan Neptunorekin.

11 17:13an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin 5,5°-ra. Nekez ikusiko da Europan, Eguzkitik gertu egongo delako.

14 12:30ean, Ilberria.

15 21:55ean, konjuntzio geozentrikoan Merkuriorekin, 1,4°-ra.

16 10:39an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrarekin 4,0°-ra.

17 Gutxieneko librazioa longitudean (l = –5,16°).

06:11n, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin 0,5°-ra.

20 13:35ean, beheranzko nodotik pasatuko da.

21 18:20an, Ilgora.

22 07:18an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin 4,4°-ra.

24 20:59an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena).

25 18:20an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin 7,4°-ra.

27 Gehienezko librazioa latitudean (b = 6,58°).

28 12:19an, Ilbetea.

Zerua

2010eko apirilaren 15eko 06:30ekoa

Mendebaldea

Beste efemeride batzuk

1 Osteguna. Eguerdian, 2.455.288. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarrilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek. Kalkulu astronomikoak errazago egiteko erabiltzen da datu hori. XVII. mendeko erudito frantses batek, Joseph Justus Scaliger-ek, zehaztu zuen data hori, garai hartako hiru ziklorik garrantzitsuenek bat egiten zutelako: 28 urteko eguzki-zikloa, 19 urteko ilargi-zikloa eta erromatar zergen 15 urteko zikloa, "erromatar indikzio" deiturikoa.

4 Pazko-igandea. Egun hori aldatu egiten da urtetik urtera, udaberriko lehen ilbetean ospatzen baita. Pazko-eguna, gaur egun ere, 325. urtean Nizeako Kontzilioan hartutako erabaki batek zehazten du: "Pazko-igandea da martxoaren 21ean edo handik berehala izaten den Ilbetearen ondorengo igandea". Pazko-igandea martxoaren 22tik apirilaren 25era bitartean izaten da. Aurten, martxoaren 30ean izango da Ilbetea. 2011n, martxoaren 19an izango da Ilbetea; hilaren 21a baino lehen, beraz. Hurrengoa, berriz, apirilaren 18an izango da (astelehena). Horrenbestez, apirilaren 18tik apirilaren 24ra bitartean izango da Aste Santua.

15 Denboraren ekuazioa zero izango da.

19 Eguzkia, itxuraz, Aries konstelazioan sartuko da (28,26°).

20 Astrologiaren arabera, Eguzkia Taurusen sartuko da (30°).

22 Lirida izeneko izar iheskorren maximoa.

apirila 2010

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

Ikusgaiak

Goizez: Jupiter (hilaren 15etik aurrera).
Arratsaldez: Merkurio (hilaren 15a baino lehen), Artizarra, Marte eta Saturno.
Gauez: Marte eta Saturno.

Merkurio

Hilaren 1ean, Eguzkia baino ordu eta erdi geroago sartuko da; hilaren 8an, elongazio maximoan izango da ekialdera, 26° inguru. Ia zeroko magnitudea izango du, eta Ilgoraren forma gero eta zorrotzagoa ikusiko da. Begi hutsez ikusi ahal izango da hilaren 15ean, mendebalde ipar-mendebaldeko horizontean. Ondoren, nabarmen gutxituko da haren dirdira. 2 h-ko igoera zuzena. +12 eta +14° bitarteko deklinazioa. Piscisen hilaren hasierako bost egunetan baino ez da egongo; gero, Ariesera igaroko da. –0,8ko magnitudearekin egongo da hilabete-hasieran, eta, berehala, 5,6ra jaitsiko da.

Hilaren 5era arte Artizarretik oso gertu ikusi ahal izango da.

Artizarra

Eguzkia baino ordu eta erdi geroago ezkutatuko da hilaren 1ean, eta bi ordu eta hogei minutu geroago hilaren 30ean. 26,5°-raino handituko zaio eguzki-elongazioa, bai eta dirdira eta diametroa ere. Arratsaldearen amaieran ikusi ahal izango da, mendebalde ipar-mendebaldeko horizontean. Teleskopioarekin, haren forma konkorduna ikusi ahal izango da. 2 h eta 4 h bitarteko igoera zuzena. +11° eta +22° bitarteko deklinazioa. Ariesen hasiko du hila, eta Taurusera igaroko da gero. –3,9ko magnitudea izango du.

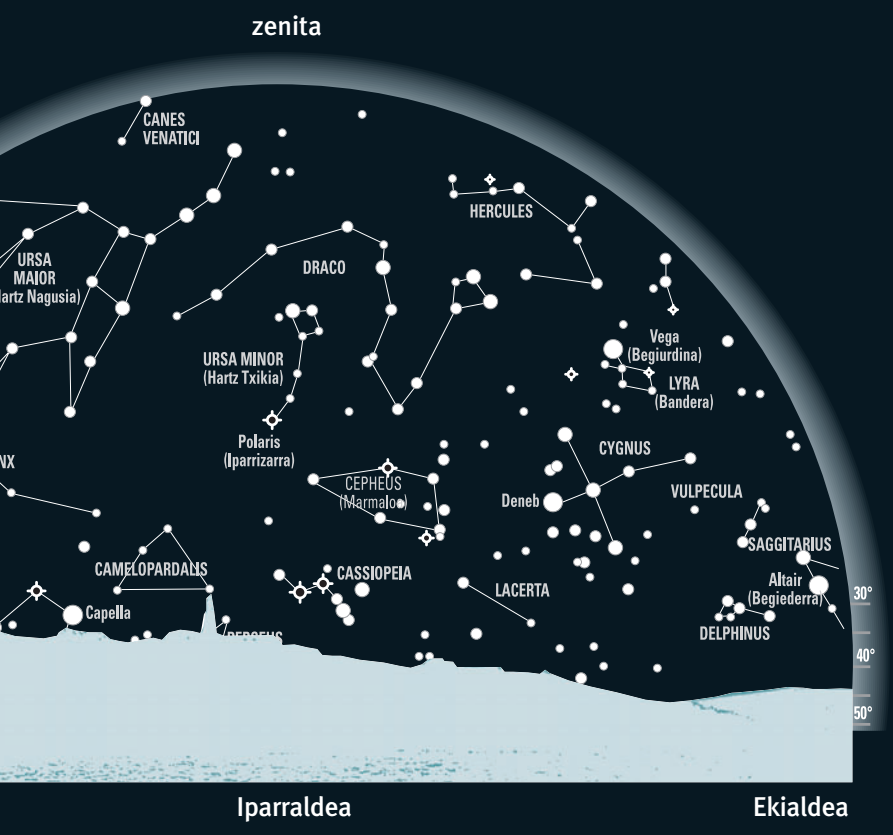
Hilaren 5era arte Merkuriotik oso gertu ikusi ahal izango da.

Hilaren 24an, Pleiadeen ondoan ikusi ahal izango da.

Marte

Gaueko lehen orduetan ikusi ahal izango da, hegoaldeko horizontean, 65°-ra. Urtearen hasieran adinako dirdirarik ez badu ere, erraz ikus daiteke oraindik ere, batez ere haren kolore gorrixka inguruko izarren kolorearekin

J. Minguez
Aranzadi Zientzia Elkartea



alderatuz gero. Gutxienez 20 cm-ko diametroa duen teleskopio batekin haren iparraldeko Ipar Poloko kasketea ikus daiteke. 9 h-ko igoera zuzena. +22° eta +19° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Cancerren izango da. Magnitudea 0,3tik 0,7ra jaitsiko zaio.

Hilaren 16an, Praesepe kumulu irekiaren erdian ikusi ahal izango da, iparraldean, 1°-ra baino gutxiagora.

Hilaren 22an, Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da.

Jupiter

Eguzkia baino 45 minutu lehenago agertuko da hilaren 1ean, eta ordu eta erdi lehenago hilaren 30ean. Oraindik ere zaila da ikusten. 23 h-ko igoera zuzena. –05° eta –03° bitarteko deklinazioa. Aquariusen. –2,1eko magnitudea.

Saturno

Eguzkia sartu baino ordubete lehenago aterako da hilaren 1ean, eta Eguzkia sartu baino 4 ordu lehenago hilaren 30ean. Haren eraztunen deklinazioa +02°-koa baino ez da, eta, beraz, nekez ikusiko da. 12 h-ko igoera zuzena. +02° eta +03° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. Magnitudea galduko du pixkanaka, 0,7tik 0,9ra.

Hilaren 25ean, Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da.

Hilaren 13an, 13:46an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 11n, 15:56an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 19an, 11:20an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 27an, 13:38an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Urano

Ezin izango da behatu hil honetan. 24 h-ko igoera zuzena. –01°-ko deklinazioa. Piscisen egongo da, eta 5,9ko magnitudea izango du.

Neptuno

Ezin izango da behatu hil honetan. 22 h-ko igoera zuzena. –12°-ko deklinazioa. Aquariusen, 8,0 magnitudearekin.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 1etik 5era, Eguzkia sartu eta berehala, Artizarra eta Merkurio elkarrengandik hurbil egongo dira, 3°-ko tarteraino, baina konjuntziora iritsi gabe.

Hilaren 2an, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorraren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,18 egunean behin. Hilaren 10ean, 17an eta 24an izango dira beste maximoak.

Hilaren 3an, Perseuseko Algol izar aldakorraren distira minimoa; 3,3ra iritsiko da haren magnitudea. Hileko gainerako minimoak 6an, 9an, 10ean, 12an, 15ean, 17an, 20an, 23an, 26an eta 29an izango dira. Izar aldakor gisa identifikatutako lehen izarretako bat izan zen Algol. Maximoan, 2,1eko distira du; beraz, erraz ikusten da begi hutsez hirietako erdipurdiko zeruetan ere. Horrela, errazagoa da haren jarraipena egitea. Haren distira-aldaketa egiaztatzeko, hurbileko Almach (Gamma Andromeda) izarrarekin erka daiteke; 2,1eko magnitudearekin, egonkorra da Almach.

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

Hilaren 16an,, ilunabarraren amaieran, Ilgora fin bat ikus daiteke, errauts-koloreko argia duena, Pleiadeetatik oso hurbil. Haren azpian dagoen puntu dirdiratsua Artizarra da.

Teleskopioarekin:

Une egokia da Saturno ikusteko.

* Gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeko.

hurrengo zenbakian

Zerk egiten gaitu pertsona?

Edo, bestela esanda, zerk bereizten gaitu gainerako animalietatik? Galderak ez du erantzun bakarra; zientzia-alor askotatik bilatu izan da erantzuna, eta alor horien barnean aditua edo pentsalaria zein den, era guztietako erantzunak topa daitezke. Guk ingurukoen iritzia bildu nahi izan dugu, eta, hala, genetista, hizkuntzalari, psikobiologo, filosofo eta antropologo batzuengana jo dugu, erantzun bila.

ARG.: ROMAIN BALLEZ/ ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

Pedro Miguel Etxenike

Donostia zientzia-ospakizunetan dabil: Donostia International Physics Center zentroak, DIPCk, 10 urte bete ditu. Eta zentro horren sortzaile nagusia elkarrizketatu dugu: Pedro Miguel Etxenike. Hark azaldu digu zentroak ez duela ohiko egitura bat eta zientzia kudeatzeko modu berri bati jarraitu diola. Eredu horrek hamar urte hauetan arrakasta handia izatera nola eraman duen ere azaldu digu.

ARG.: GARI GARAIALDE/ARGAZKI PRESS

Argitaratzailea:

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

zientziaren ELHUYAR komunikazioa

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

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

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

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

Hizkuntza-arduradunak: Eider Arrizabalaga, Sagrario Barandiaran, Saroi Jauregi eta Alfontso Mujika.

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

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Elisabete Alberdi, Dani Fano, Igor Leturia, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Igor Peñalva, Rafa Saiz.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © iStockphoto.com/Tomm L

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaskun Etxebeste, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 49,50 €*. Beste Herriak: 74 €*.
*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo dizugu harpidetza-sarian.

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

© Elhuyar Fundazioa
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 213-3687
Elhuyar Fundazioak aldizkarian adierazitako esanen eta iritzien erantzukizunik ez du derrigor bere gain hartzen.

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO
KULTURA SAILA

Gipuzkoako Foru Aldundia

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO
INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA, NEKAZARITZA ETA ARRANTZA SAILA

Gipuzkoako Foru Aldundia
Landa Ingurunearen Garapeneko Departamentua

BFA DFB Bizkaiko Foru Aldundia Diputación Foral de Bizkaia

kutxa

IKERLAN Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.; ALECOP Koop. Elk.; EKIN Koop. Elk.

Aldizkari bakarra, zuk nahi adina forma

Harpidetza internet bidez egiteko, sartu **http://www.zientzia.net/elhuyar** webgunean edota idatzi mezu bat **harpidetza@elhuyar.com** helbidera.

Orain Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariko harpide eginez gero, aldizkaria hilero etxean jasotzeaz gain, **interneten edizio digitalera sarbidea izango duzu prezio berdinean**. Honela, etxean nahiz kalean zurekin eraman gaitzazun.

Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren urteko harpidetza-saria: 49,5 eurokoa da lehenengo urtean, eta 42 eurokoa bigarren urtetik aurrera.

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

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

zientziaren ELHUYAR komunikazioa

Zelai haundi, 3. Osinalde Industraldea. 20170 Usurbil (Gipuzkoa) · Tel.: 943 36 30 40 · Faxa: 943 36 31 44
h. el.: harpidetza@elhuyar.com · http://www.elhuyar.org

euskadi irratia

gertu