

258

2009ko azaroa

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Etxe orratzak
non dago muga?

2009ko Nobel sariak

Cantor
eta infinituaren izua

SOLASERA KO MAKINEN ERRONKA

Oraingoz, pertsonak ulertu behar du robota...



Orain, kanpoan ere
eraman dezakezu.



deskontua izango duzu
Elhuyarren produktuetan.

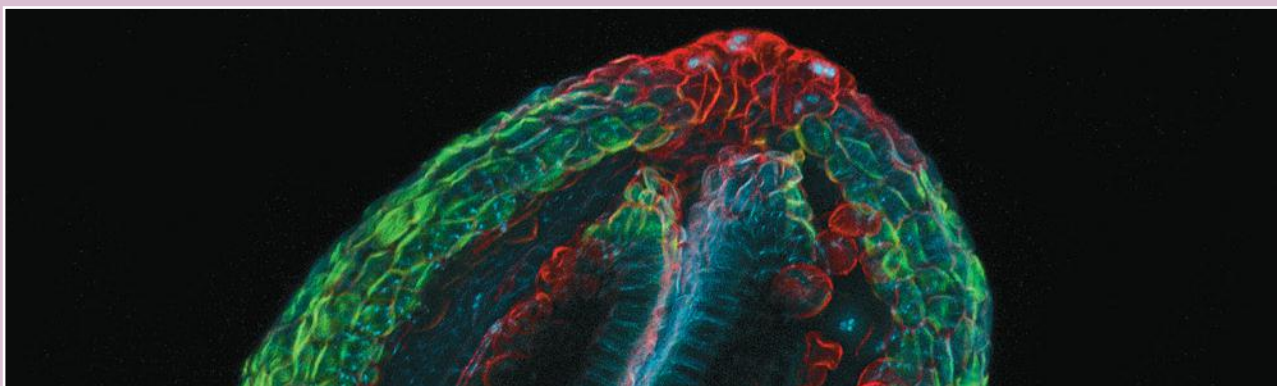
zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

“Kontinente pultsukaria deitzen zaio; izan ere, azalera aldatu egiten da urtaroaren arabera”

21

“CCD ari esker, aro berri bat hasi zen argazkilaritzarentzat”

26



“Munduko igogailurik azkarrena du; minutuko 1.010 metro egiten ditu”

30

“Askotan, esaldi bat erabiltzen da esaldi horren esanahia ez dena adierazteko”

34

“O sasun-gastuen gorakada nabarmenak ez du osasun-maila hobetu”

55

“Infinitu batzuk handiagoak dira beste batzuk baino”

57

Gizakion hizkuntza ≠ roboten hizkuntza

Laurogeiko hamarkadan ume izan ginenok Kitt bezalako auto batekin ametsetan hazi ginen; baina, hogeitaz geroago, telefono-konpainietako erantzungailu automatiko adimendunek egunero gogorazten digute zein urrun dagoen gure txistek ere ulertuko dituzten robotekin hizketan arituko garen eguna. Izan ere, makinaren logikara makurtzea eskatzen du, oraindik ere, robot batekin hitz egiteak.

Makina batekin hitz egiten saiatu garen guztiok azkar samar konturatu gara makinaren hizkuntza eta gurea ez direla berdinak. Hasieran liluratu egiten gaitu gu ulertzeko gai dela ikusteak, eta, izan, lorpen handia da makina batekin hitz egiteko gai izatea, lan konplexu asko egin behar baitira makina bati gaitasun hori emateko. Hitzak eta hitz-multzoak zein diren bereizi behar ditu robotak; aurkitu, hitzok izan ditzaketen adiera guztietatik, zein den kasu bakoitzean hizlariak erabili duena; erantzun egoki bat asmatu, eta esan. Hori gure garunak, ikasi, eta berez egiten du, eta, hain gaude ohituta, ahaztu egiten baitzaigu zein konplexua den benetan. Makina bati hori irakatsi nahian diharduten informatikariek eta hizkuntzalariek bakarrik dakite pauso horietako bakoitzak zer tresna eta prozesu eskatzen dituen. Zer esanik ez, hitzekin batera, ironia, umorea edo sarkasmoa ere harrapatu behar baditu robotak!

Koska hor dago, ordea. Bai, behintzat, robotarekin lagunarekin bezala hitz egin nahi badugu. Eta, batez ere, robot hitzunez orain arte pertsonak egiten zituzten lanetako batzuk ordezkatzeko badituzte. Hain zuzen ere, hortxe amaitzen da, askotan, robot hitzunikiko lilura, eta hasten dira frustrazioa eta mesfidantza. Makinei hitza ematea zein zaila den aintzat hartuta ere, egungo robotak ez dira hitzun osoak, eta halakotzat jo beharko lirateke arlo guztietan. Telefonoaren bestaldean makina hitzunak izatekotan, Kitt nahi dut, eta, bestela, pertsona bat.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia*
aldizkariaren
zuzendaria

SOLASERAKO MAKINEN ERRONKA

Oraingoz, pertsonak
ulertu behar du robota...

Zergatik ezin dugu robot batekin hitz egin? Galdera simple horren erantzuna konplexua da. Esan daiteke makina batentzat hizkuntza oihan bat dela. Gaur egun, informatikariek eta hizkuntzalariek elkarrekin egiten dute lan, testu-bilduma erraldoiekin, ordenagailuek hizkuntza ahalik eta ondoen prozesu dezaten. Ikerketa horren barruan, lan batzuk aurreratuago daude beste batzuk baino; hortaz, merezi du adituen azalpenak entzutea ikerketa gaur egun zertan den jakiteko.

32

20

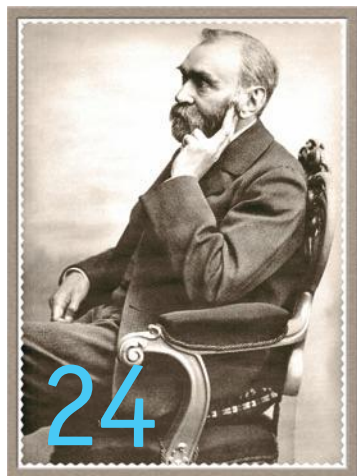
Antartika

Udan 14 milioi km²-ko azalera izaten du, Iberiar penintsula baino 23 aldiz handiagoa; neguan, berriz, bikoiztu egiten da azalera hori. Eta hotza da, oso hotza: batez beste, zero azpiko 17 graduko tenperatura du.



2009ko Nobel sariak

Kromosomen babesleak aurkitu zituztenentzat izango da Fisiologia eta Medikuntzako Nobela, zuntz optikoen aitorrentzat eta CCD irudi-sentsorearen sortzaileentzat Fisikakoa, eta erribosomen egitura eta funtzionamendua ikertu zutenentzat Kimikakoa.



Etxe orratzak Non dago muga?

Burj Dubai da etxe orratzik altuena: 818 metro ditu, eta urte honetan bertan amaituko dute. Itzelezko saltoa izan da eraikuntza bertikalean, bigarren eraikin altuena txiki utzi baitu, 509 metroko Taipei 101. Baina Burj Dubai bera ere txiki geratuko da abian dauden proiektuak gauzatutakoan. Ez ote dago mugarik?



Ekuazio diferentzialak egonkortasun bila

Egonkortasuna altxor preziatua da. Bai bizitzan, eta baita matematikan ere. Bai, behintzat, ekuazio diferentzialen munduan. Izan ere, ekuazio diferentzialek, gizakiak bizitzan bezala, egonkortasun-eremu ahalik eta handiena bilatzen dute.

56

Cantor eta infinitua

Matematikari modernoek infinituaren kontzeptua tratatzeko dituzten baliabideak Georg Cantor matematikari errusiarraren lanetik abiatuta garatu zituzten. Hark aurkitu zuen infinitu guztiak ez direla berdinak, eta ezberdintasunetan sakontzean sortu zen gaur erabiltzen dugun infinituaren kontzeptua. Baina ikerketak berak oso bizimodu zaila izatera eraman zuen. Klinika psikiatriko batean hil zen Cantor.



aurkibidea]

4 **FLASHA**
Antera

6 **ALBISTEAK**

20 **MUNDU IKUSGARRIA**
Antartika

24 **Nobel Sariak,**
zaharrak bezain berriak

28 **Etxe orratzak, non dago muga?**

32 **SOLASERAKO**
MAKINEN ERRONKA
Oraingoz, pertsonak
ulertu behar du robota...

33 **JJ8, hizkuntzaren**
oihanean galduta

37 **Tamainak axola du:**
testu-bilduma erraldoiak,
hizkuntzaren prozesamenduan
beharrezkoak

41 **Makinen hizkuntzari buruz**
hizketan. Adituen solasa

GAI LIBREAN
49 **Ekuazio diferentzialak**
egonkortasun bila

ANALISIA

54 **Osasun-teknologiaren ebaluazioa.**
Osasun-arloko erabakiak
sustatzeko zientzia. IÑAKI GUTIÉRREZ.

56 **GOGOETAN**
Cantor eta infinituaren izua

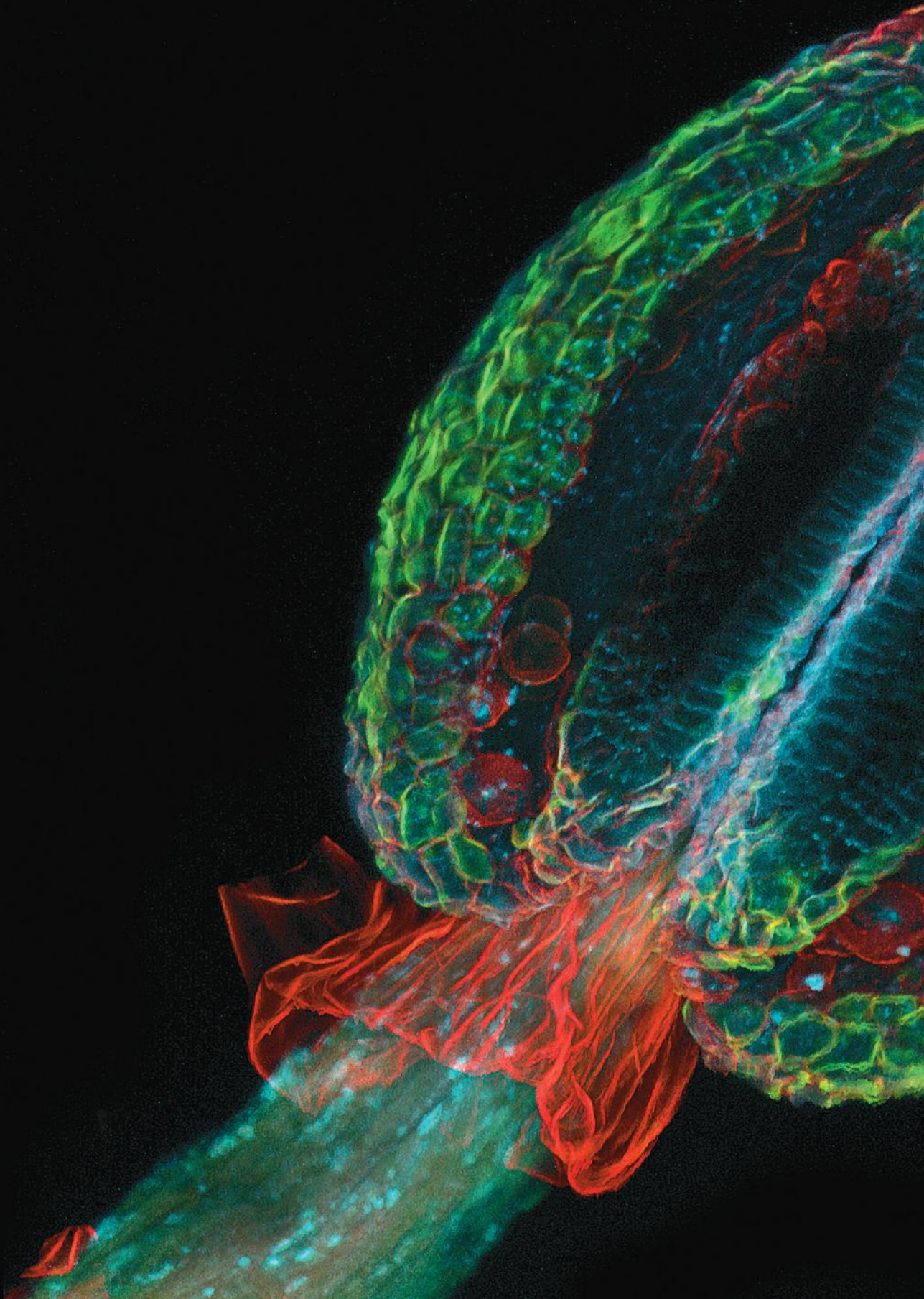
58 **ISTORIOAK**
Meucciaren teletrofona

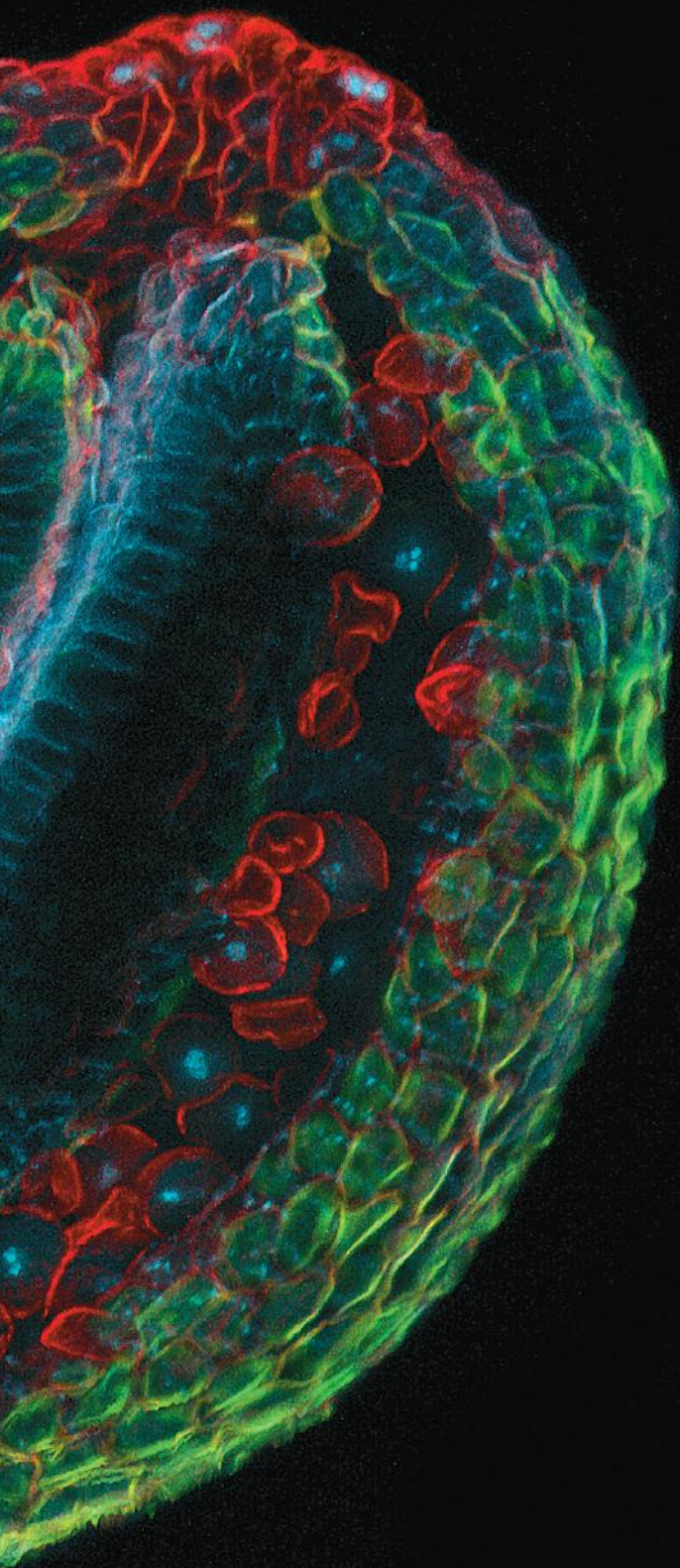
60 **LIBURUTEGIA**
Historia, istripuetatik abiatuta

61 **UMORE GRAFIKOA**
Satorrak Ilargian

62 **ASTRONOMIA**

64 **HURRENGO ZENBAKIAN**





Antera

Heiti Paves botanikari estoniarrek 30 urte daramatza landareak mikroskopio azpian jarri eta argazkiak ateratzen. Kasu honetan, laborategietan hain ezaguna den *Arabidopsis thaliana* landarearen sexu-organo arrari, anterari, atera dio argazkia.

Eta saria izan du: Nikonek antolatzen duen Small World Photomicrography Competition sariketaren irabazlea izan da.

HEITI PAVES, NIKON SMALL WORLD-EK
UTZITAKO ARGAZKIA.

WWW.NIKONSMALLWORLD.COM



Xbox, ikerketak azkartzeko tresna

Warwickeko Unibertsitateko ikertzaileek Xbox 360 kontsolaren grafikoak prozesatzeko unitatea (GPU) erabili dute ikerketetako datuak prozesatzeko.



Orain arte normalean ordenagailu-sareak erabiltzen zituzten halako operazioak egiteko, baina, unitate hori erabilia, asko azkartu dute prozesua.

Hain zuzen, Xboxaren unitateak paraleloan prozesatzeko aukera ematen du, sistema tradizionala bezain modu eraginkorrean, baina askoz ere merkeago. Warwickeko Unibertsitatean gaitasun hori beren ikerketetan aprobetxatzea erabaki

dute, eta horrela lortu dute, esaterako, bihotzeko zelula kaltetuen inguruan seinale elektrikoa nola mugitzen den azaltzen duen eredu bat egitea.

Ez da kontsolak eta bizitza erreala gurutzatzen diren lehen aldia: Roadrunner ordenagailuak, munduko azkarrenak, PlayStation 3-ren prozesatze-teknologia berdina erabiltzen du. ●

Sitsak saguzarrari ziria sartzen dionekoa

Saguzarrak ultrasoinuak igorri ditu. Oihartzunak inguruan sits bat dagoela adierazten dio; hortaz, sitsa dagoen lekura doa, ehizara. Han ez dago sitsik, ordea. *Bertholdia trigona* sitsak ziria sartu dio.

Horrela hasten da, gutxi gorabehera, Sciencon webgunean sits-espezie horrek saguzarretatik ihes egiteko erabiltzen duen mekanismoaren azalpena. Segidan dator kontuaren gakoa: sits-espezie horrek saguzarren ekolokazio-sisteman interferentziak sortzen ditu, igortzen dituen ultrasoinuen bitartez.

Beste sits-espezie batzuek ere igortzen dituzte soinuak, abdomenean duten mintz batekin, baina ikertzaileek orain frogatu dute saguzarrek erabiltzen duten maiztasun berean igortzen dituela *B. trigona*ak.

Mekanismoak nola funtzionatzen duen ikusteko, *B. trigona* espezieko eta beste espezie batzuetako sitsak jarri zituzten saguzarren eskura Ipar Carolinako Wake Forest Unibertsitateko biologoek; batzuek



WILLIAM CONNER/SCIENCE

abdomeneko mintza osorik zuten, eta beste batzuek, erauzita. Kasu bakoitzean gertatutakoa grabatu zuten, infragorri-kamerarekin. Hala, *B. trigona*aren trikimailua zuzenean ikusteaz gain, benetan

eraginkorra dela baieztatu dute: saguzarrek lau aldiz errazago topatzen zituzten gainerako sitsak mintza osorik zuten *B. trigona* espeziekoak baino. ●

**Euskarak merezi du, hezitzaileentzat ona da
eta HIK HASIk behar du**

Harpidetzak 50 euro urtean

**Prezio horren barruan
10 aldizkari,
ale monografikoak eta
Euskal Herriko baliabide
pedagogikoen gida.**

**Harpidetu eta
HIK HASI egitasmoa
bermatu**

**Horrez gain, prezio bereziak Udako
Topaketetan eta argitararatzen
ditugun materialetan**

hik hasiren harpidedun izan nahi dut, urtean 10 ale eta atera daitezkeen ale bereziak etxean jasoz

Izena

1. Deitura

2. Deitura

Telefona

Helbidea

Posta Kodea

Herria

Herrialdea

Lantokia

Lantokiaren herria

IFZ-NAN

Posta elektronikoa

Entitatea

Sukurtsala

K.D.

Zenbakia

Sinadura

hik hasi euskal heziketarako aldizkaria

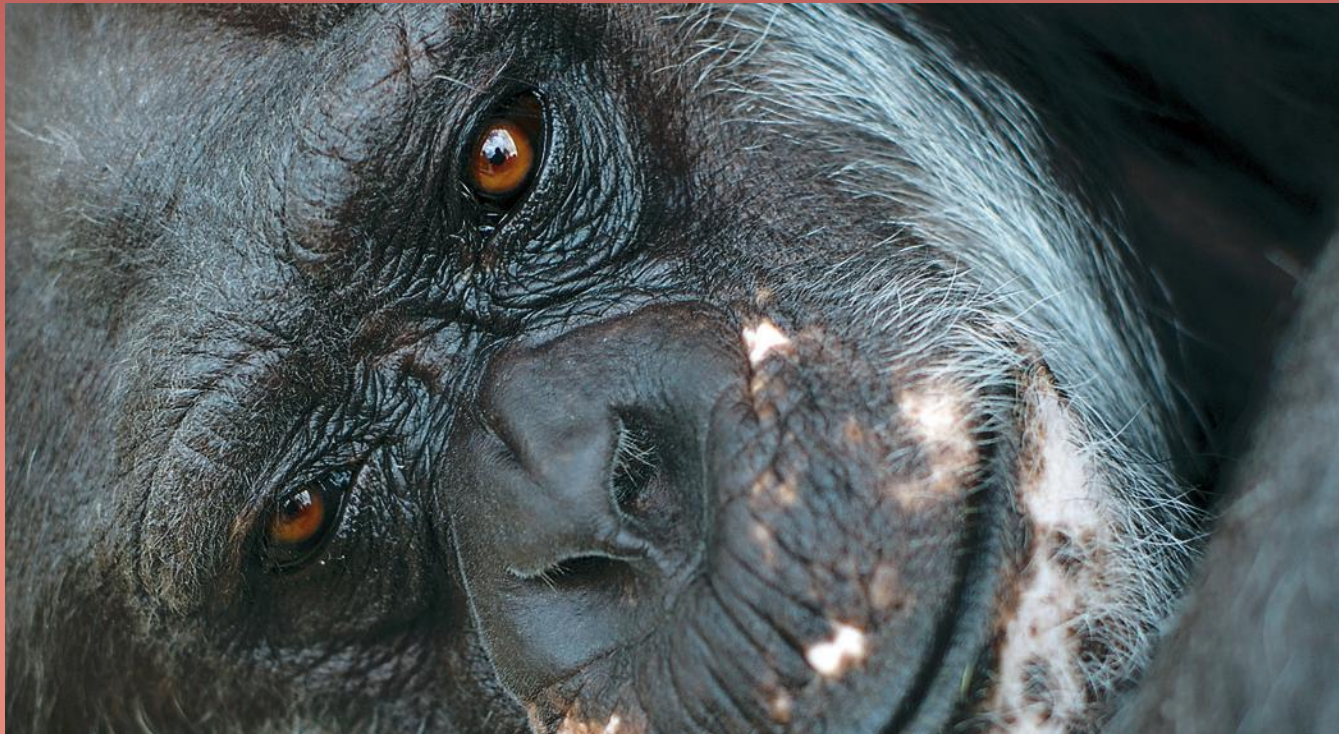
Errekalde hiribidea, 59 Aguila eraikina, 1. solairua

20018 DONOSTIA. GIPUZKOA

Tel: 943/37 14 08 hikhasi@hikhasi.com www.hikhasi.com

Gurutzatu ote ziren txinpantzea eta gizakia?

Berriki plazaratutako lan batek eztabaida berpiztu du



MARTIN LANG

Duela gutxi *Trends in Ecology & Evolution* aldizkari espezializatuan argitaratu den lan batek aspaldiko eztabaida bat berpiztu du. Presgraves eta Yi ikertzaileak dira lanaren egileak, eta izenburuan zalantza adierazten badute ere (Doubts about complex speciation between humans and chimpanzees), giza espeziearen eta txinpantzeen arteko banaketa konplexua izan zela ondorioztatzen dute artikuluan. Areago, haien ustez, bi espezieak banatu ziren lehen garaietan, gurutzaketa gertatu zen.

Ez da halako ondorioetara iristen den lehen ikerketa. Adibidez, 2006an, *Nature* zientzia-aldizkarian, sei primate-espezieen genomen azterketaren emaitzak argitaratu zituzten

Cambridgeko Broad Institutuko Reich ikertzaileak eta haren lantaldeak. Haien arabera, giza arbasoen eta gugandik hurbilen dauden espezieen arteko bereizketa ez zen garbia izan.

Genomak alderatuta ikusi zuten gizakien eta txinpantzeen DNAk bereizteko 4 milioi urte baino gehiago behar izan zirela, eta X kromosoma zela gazteena. Datuetan oinarrituta, bereizketa bi txandatan gertatu zela proposatu zuten: hasierako bereizketa, zeinetan gurutzaketa gertatu zen, eta behin betikoa, eta orduan geratu zen X kromosoma definituta.

Zientzialari asko ez ziren ados agertu emaitzen interpretazioarekin. Haien ustez, garai hartako

populazioak handiak izateak azaldu dezake genetikoki banatzeko denbora hain luzea izatea. Hala ere, horrek ez luke azalduko zergatik den X kromosoma besteak baino gazteagoa.

Presgravesek eta Yik, ordea, badute azalpen bat. Haien esanean, “espezie bakoitzeko emeen promiskuitatean dauden diferentzietan” egon daiteke gakoa. Txinpantze emeak oso promiskuoak dira, emakumezkoak ez hainbeste, eta gorila emeak are gutxiago. Horrenbestez, txinpantze arrek elkarren arteko lehia gogorra dute emea lortzeko, eta horregatik dituzte beste bi espezieek baino espermatozoide gehiago eta testikulu handiagoak. Horrek esan nahi du espermatozoideek banatze-

ziklo gehiago izaten dituztela, eta, beraz, DNAk mutazio gehiago izaten dituela arretan emeetan baino.

Emeek bi X kromosoma dituztenez eta arrek bakarra, kromosoma horren eboluzioa motelagoa da emeetan arretan baino. Kromosoma ez-sexualetan, berriz, ez dago alderik. Mutazioen maiztasuna aztertuz gero, X besteak baino gazteagoa dela aterako da, eta hori izan daiteke Reichen ikerketaren emaitzen azalpena.

Alabaina, Reich ez dago ados. Bere ikerketan lortu zituen datuak berriro aztertu ditu, eta ez du Presgravesek eta Yik proposatzen dutenaren aldeko frogarik topatu. Eztabaidak irekita jarraitzen du, beraz. ●

Saroi, sintaxi-akatsak detektatzeko eta zuzentzeko sistema berria



MAITE ORONoz

Sintaxi-akatsak detektatzeko eta zuzentzeko Saroi izeneko sistema berria garatu du EHUko Maite Oronoz Anchordoqui informatikariak. Saroik sintaxi-akatsen tratamendua egiten du, eta, gainera, analisi-zuhaitzen egituren gaineko kontsultak egiteko eta zuhaitz horietan egitura linguistikoak bilatzeko ere balio du.

Tresna erabilerraza eta malgua da, eta maila desberdinetako hizkuntza-ezaugarriekin lan egiteko gai da —morfologia, morfosintaxia, sintaxia, etab.—. Egilearen esanean, hizkuntzalaritzarako lan-tresna egokia eta erabilgarria izan daiteke. ●

NORTEKO FERROKARRILLA

Elhuyar Fundazioaren eskutik
Zientzia
gertuago



Euskadi Irratian:
Astearteetan 21:00etan

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



Gamesa



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Izpi kosmikoak, tximisten eta hodeien erantzule

Bi ikerketaren arabera, espaziotik datozen izpiek zerikusia dute Lurreko atmosferako ohiko prozesuekin. Ikerketa baten arabera, izpi kosmikoak beharrezkoak dira tximistak sortzeko, eta, bestearen arabera, hodeien sorreran hartzen dute parte.

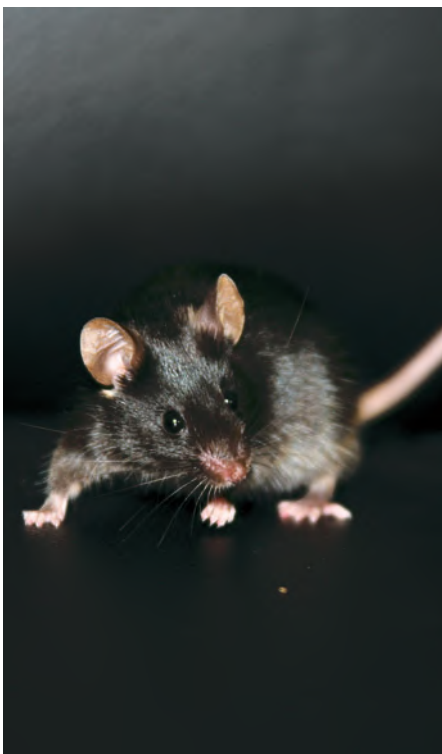
Lehenengoa Floridako Institutu Teknologikoan egin dute. Haien ustez, tximisten sorreraren ohiko teoria ez da zuzena; teoriak dio ekaitzetan tentsio elektriko handiko guneak sortzen direla hodeietan, gune horietan askatzen direla elektro-sortak atomoetatik, eta elektro horien fluxuak osatzen duela tximista. Baina hodeietan ez da inoiz neurtu tentsio elektriko hori duen gunerik. Floridako ikertzaileen ustez, aldiz, izpi kosmikoen talken ondorioz askatzen dira elektroak. Teoria berri hori ere frogatu gabe dago oraindik, baina, ustez, frogatzeko erraza izango da, izpi kosmikoek sakabanatzean eta talka egitean irrati-uhinak igortzen

baitituzte, eta uhin horiek erraz neurtu baitaitezke.

Bigarren ikerketa Kopenhageko Unibertsitate Teknikoan egin dute. Talde horrek baieztatu du izpi kosmikoek hodeien sorreran parte hartzen dutela. Alde batetik, laborategian frogatu dute izpi-mota horiek ur-molekulen elkarketa-prozesua eragiten dutela (hodeien sortze-prozesuaren hasiera). Eta, bestetik, erregistroetan ikusi dute izpi kosmikoak asko urritzen direnean atmosferako hodei-kantitatea txikiagoa dela. Urritze handi horri Forbushen murrizketa esaten zaio; Eguzkiaren koroa-masaren eiekzio oso handiek pantaila moduan jotzen dute, eta Lurra izpi kosmikoetatik babesten dute. Kopenhageko ikertzaileek aurkitu dute historikoki Forbushen murrizketak izan direnetan atmosferako hodei-kantitatea txikiagotu egin dela. ●



KEVIN MILLER



DR QI ZHOU

Fibroblastoetatik, sagukumeak

Induzitutako zelula ama pluripotenteetatik sagukumeak sortzea lortu dute Txinako bi ikertzaile-taldek, bakoitzak bere aldetik.

2006an lehenengo induzitutako zelula ama pluripotenteak lortu zirenetik, galdera bat egon da ikertzaileen buruan: zelula horietatik abiatuta, garatu al daiteke animalia oso bat? Beijinggo Zoologia Institutuko eta Shanghai Jiao Tong Unibertsitateko ikertzaile-taldeak eta Beijinggo Biologia Zientzien Institutu Nazionalakoak lortu dute, saguetan.

Alde batetik, saguen fibroblastozelulak birprogramatuz induzitutako zelula amak lortu zituzten; eta, bestetik, enbrioi baten bi zelulak fusionatuz, enbrioi tetraploide bat sortu zuten. Enbrioi tetraploideak plazenta eta enbrioia garatzeko beharrezkoak diren beste zelula batzuk garatzen ditu, baina ez animalia gorpuzka osatuko duten zelulak. Hala, enbrioi tetraploide horietan induzitutako zelula amak

txertatu, eta enbrioi horiek sagu eme bati ezarrita, lortu dute induzitutako zelula pluripotenteetatik garatutako sagukumeak sortzea.

Jaiotakoak bidean hildakoak baino askoz gutxiago izan ziren: lehenengo taldeak berri eman duenez, 27 sagukume jaiotzea lortu dute. Zelula-lerro onenetik 22 atera dira, eta, horretarako, 624 enbrioi ezarri behar izan zituzten. Bigarren taldeak, berriz, 187 enbrioi ezarri zituen, eta bi sagukume bakarrik jaio ziren.

Jaiotako sagukume batek baino gehiagok arazoak izan zituen jaio eta gero ere: heriotza-tasa handia zuten, eta batzuek, gainera, anomalia fisikoak zituzten. Hala ere, Beijinggo Zoologia Institutuko eta Shanghai Jiao Tong Unibertsitateko taldearen 27 sagukumeetatik 12 ugaltzera iritsi ziren, eta haien ondorengoez ez zuten inolako anomaliarik izan, ikertzaileek adierazi dutenez. ●

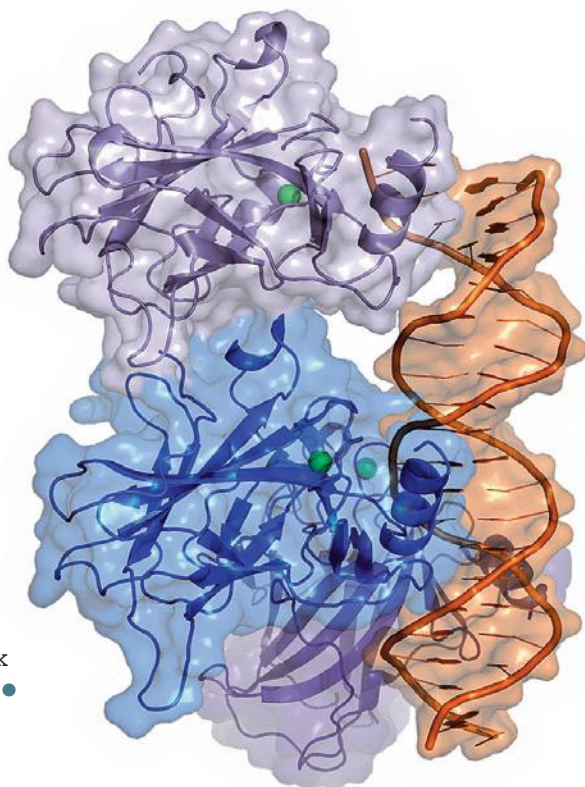
Zelulak hilezkor bihurtuz, zelula amak lortu

Zelula helduetatik abiatuta zelula amak lortzeko ikerketetan, emaitza onak izaten ari dira lehenik zelulak hilezkor bihurtzean oinarritzen den metodo batekin. Horrek frogatzen du zelulen birprogramazioa eta minbiziaren sorrera erlasionatuta daudela.

Zelulak hilezkor egiteko, p53 bidezidorra blokeatzen dute. Hain zuzen ere, zelulak minbizi-zelula bihurtzea eragozten du bidezidor horrek. Bost ikertzailetalde ari dira lanean metodo honekin, eta emaitzak oso onak dira.

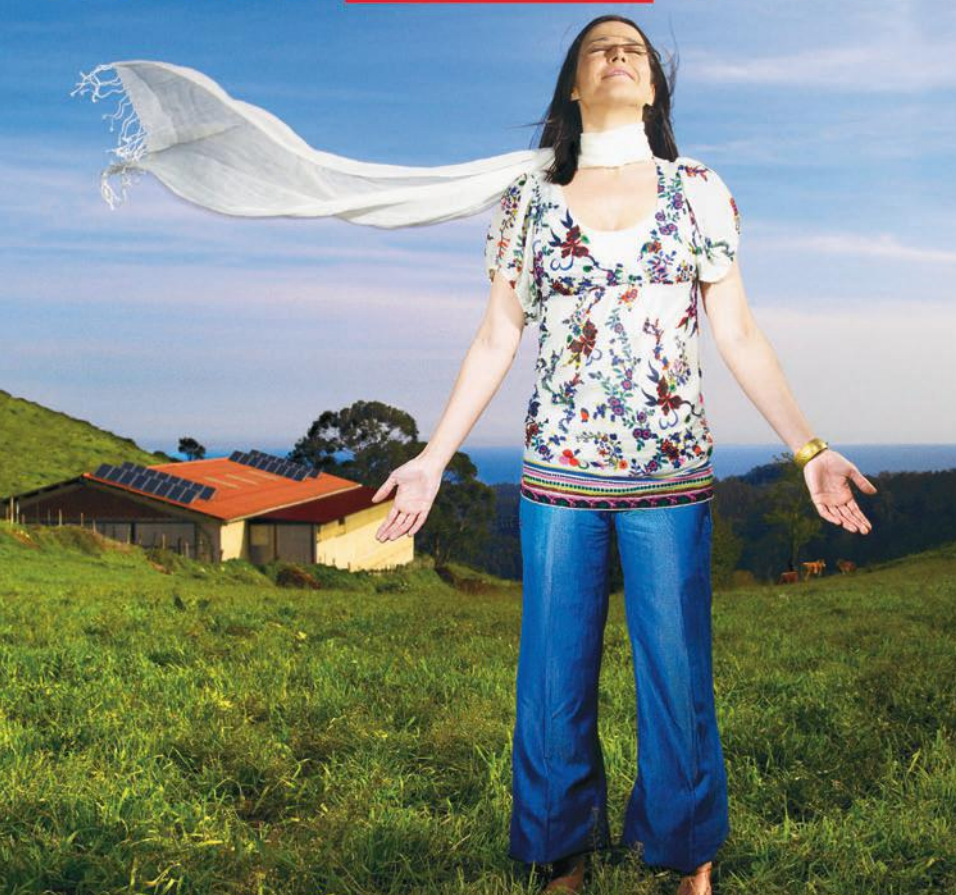
Izan ere, induzitutako zelula ama pluripotenteak sortzea lortu zutenetik, hainbat metodo garatu dituzte halako zelulak egiteko, baina arrakasta txikia izaten dute (zelula helduen % 1 baino gutxiago bihurtzen da zelula ama). Aitzitik, p53 bidezidorra blokeatzean oinarritzen den metodoaren bitartez, eta erreprogramazioan normalean erabiltzen diren lau faktoreak daramatzaten birusak erabilita, azaleko zelulen % 10 bihurtzen dute zelula ama.

Izatez, askok erabiltzen dituzte lau faktore horiek, era batera zein bestera, segurtasuna bermatu nahian. Orain frogatu dute horrekin batera p53 bidezidorra blokeatzen badute emaitzak askoz hobeak direla. Bost lantaldeek aldi berean argitaratu dituzte beren lanak *Nature* aldizkarian. ●



THOMAS SPLETTSTOESSER/ © ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ⓘ ⓘ

Gure helburua **INGURUMENA** zaintzea da



Gure helburua Bizkaiaren berezkotasuna babestea da. Horregatik, konpromisoa hartzen dugu gure naturarekin, eta, horretarako, bihar ere naturaz gozatzeko aukera emango diguten ingurumen-politikak aurrera eramaten ditugu. Konpromisoa dugu lehen sektorearen garapen iraunkorrekin, kalitateko turismoa eta aisialdiaren kultura sustatzeko borondatearekin. Konpromisoa, Bizkaiaren etorkizunarekin.



Bizkaiko Foru
Aldundia
Diputación
Foral de Bizkaia

BIZKAIA, geurea

Helduak lagungarri alfabetizazioak garunean duen eragina aztertzeke

Donostiako BCBL zentroko Manuel Carreiras da ikerketa-taldearen buru

Irakurtzen ikasten dugun heinean gure garunaren egitura nola aldatzen den ikertu du Donostiako Basque Center on Cognition Brain and Language zentroko zuzendari zientifiko Manuel Carreiras buru duen ikertzaile-talde batek. Ikertzaile britainiarrek eta kolonbiarrek ere parte hartu dute ikerketa horretan. Ikerketa horren berri *Nature* aldizkarian eman dute.

Irakurtzen ikasten dugun heinean garuna nola aldatzen den ulertzea lan zaila da. Izan ere, gehienok haurrak garenean ikasten dugu irakurtzen, bestelako trebetasunak edo abileziak ikasi ahala. “Hortaz, ia ezinezkoa da haurtzaroan irakurketa-irakaskuntzak eraginda garunean gertatzen diren aldaketak bestelako trebetasunek edo abileziek sortzen dituzten aldaketetatik bereiztea” azaldu du Carreirasek. “Helduen garunetan, ordea, ez dira aldaketa horiek guztiak gertatzen”.

Helduaroan alfabetatutako hogeitaz gerrillari ohien garunen erresonantzia magnetikoen irudiak hartu, eta alfabetatu gabeko beste hogeirenekin alderatu dituzte. Eta ikusi dute materia grisak (prozesamendua gertatzen den gunea) dentsitate handiagoa duela ezker-hemisferioko hainbat gunetan, irakurtzen ikasi dutenen artean. Espero zitekeenez, gunek horiek hizkien ezagutzaren, hizkiak dagozkien soinuaren itzultzearen eta hitzen esanahiaren ardura duenak dira. Irakurketak garuneko konexioak sortzen dituen materia zuriaren dentsitatea ere areagotzen du.

Ikerketa honek, halaber, zirkunboluzio angeluar gisa ezagutzen den garuneko gunetik sortzen diren eta hara doazen



Manuel Carreiras, Donostiako Basque Center on Cognition Brain and Language (BCBL) zentroko zuzendari zientifikoa. ARG.: BCBL.

konexioak aurkitzeko aukera eman du. Duela 150 urtez geroztik dakite zientzialariek irakurketarako gune garrantzitsua dela hori, baina ikerketa honek erakutsi du zirkunboluzio angeluarrak prozesu horretan duen garrantzia ez dela behar bezala ulertu.

Lehen pentsatzen zen zirkunboluzio angeluarrak hitzen formak ezagutzeko ardura zuela hitzen soinuareta eta esanahira jo baino lehen. Gaur egun, berriz, ikertzaileek ikusi dute zirkunboluzio angeluarrak ez dituela zuzenean hitzak soinuareta eta esanahietara itzultzen, baizik eta irakurketa-prozesuan parte hartzen duela, hitzaren esanahia ezagutuz hizkiak aurreratuz.

“Aurkikuntza garrantzitsua da oso. Izan ere, zirkunboluzio angeluarrak irakurketa-prozesuan duen eginkizuna zehaztea lortu dugu. Bestetik, dislexia duten pertsonen garunaren eta ez dutenen garunaren arteko ezberdintasunak ere azaldu ditugu” dio Carreirasek. ●

Xanpainaren burbuilak, usainaren gordeleku

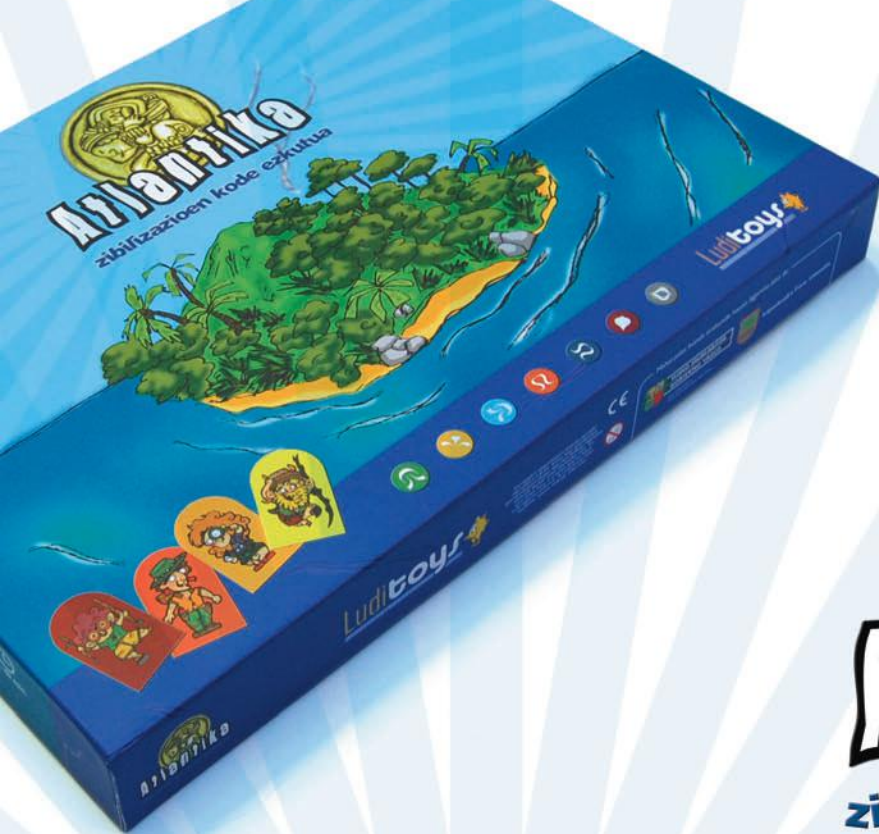
Xanpainaren eta ardo apardunen burbuiletan likidoan bertan baino askoz usain-konposatu gehiago daude. Ondorio horretara iritsi dira Frantziako Reims Unibertsitateko Gerard Liger-Belair ikertzailea eta haren kideak bost xanpain eta ardo apardun ikertuta.

Bereizmen ultrahandiko masa-espektrometro bat erabilia, xanpainetik ateratzen diren burbuilek eztanda egitean edariaren gainazaletik gora ateratzen diren aerosolak aztertu dituzte, eta ikusi dute horietan 30 aldiz handiagoa dela konposatu aromatikoaren, edo konposatu aromatikoaren aitzindarien, kontzentrazioa. Beraz, mingainean kilika egitea baino ekarpen handiagoa egiten diote burbuilek edariari. Hain zuzen, burbuila horiek gordetzen dute edariaren funtsa.

Ikertzaileek azaldu dutenez, konposatu horiek burbuilen inguruan pilotzen dira. Hala, burbuilek edalontzian gora egiten dutenean, berekin eramaten dituzte konposatuok, eta, eztanda egitean, aerosol gisa askatzen dituzte. ●



ALAIN CORNU/COLLECTION CIVC



NOBEDADEA



Atlantika

zibilizazioen kode ezkutua



33 euro

ARGIAren harpidedunek
%15eko deskontua

Argitu ezazu antzinako zibilizazioen
kode ezkutua eta bizi milaka abentura
jainkoen laguntzarekin.



+8



2-4



20-40 min.

Eskaerak: 943 36 86 61
info@luditoy.com
www.luditoy.com

Luditoy 
DISEÑO Y DESARROLLO

Lurreko karbono maila txikiaren arrazoia

Lurrean karbono-kantitate txikia egotea Lurraren sorkuntza-diskoko erreakzio kimiko batek esplikatu dezake, Michigango Unibertsitateko zientzialariek prestatu duten modeloaren arabera.

Gure galaxiako karbono-kantitatea ezagututa espero litekeen baino askoz karbono gutxiago du Lurraren mantuak. Aurreko teoria baten arabera, karbonoa lurrundu egin zen Lurra sortzen ari zenean. Baina horretarako beharko litzatekeen tenperatura lortzeko, Lurra urrunegi dago Eguzkitik.

Michigango Unibertsitateko ikertzaileek egindako modeloan, Lurraren sorkuntza-diskoan zer erreakzio kimiko gerta zitezkeen aztertu dute. Ikusi dute diskoaren tenperatura ez zela nahikoa karbonoa lurruntzeko, baina bai oxigenoak karbonoarekin erreakzionatzeko (eta ez silikatoekin). Erreakzio horren eraginez, disko-erdia karbonorik gabe geldituko zen. ●



NASA

Zelula-hazkuntzaren ingurune naturala berregiteko sistema

DRO Biosystems euskal bioenpresak metodo berri bat lortu du zelula atxikien hiru dimentsioko hazkuntzarako. Metodo horri esker, laborategian sortu ahal izango dute animalien ehun gehienetako zelulen hazkuntza-ingurune naturala.

Azken ikerketek erakusten dutenaren arabera, komenigarria da zelulak hiru dimentsioko egitura estatikoetan haztea. Gainera, aukera hori da denetan fidagarriena pazienteek tratamendu jakin batzuei emango dieten erantzuna iragartzeko. Halaber, sistemarik egokiena da gero tratamendu terapeutiko gisa erabiliko diren zelulak sortzeko. ●

Robot mugikorak, autonomoak eta balioaniztunak

TECNALIA Korporazio Teknologikoak robot berri batzuk aurkeztu ditu. Robot mugikorak dira, eta hainbat funtzio bete ditzakete. Prestatuta daude, besteak beste, espazio handiak zaintzeko, merkataritzagune handietan pertsonak gidatzeko (saltoki edo produktu jakin bat non dagoen esaten dute, adibidez) eta adinekoei edo minusbalioetasun jakin batzuk dituztenei laguntzeko. Horrez gain, kaleak garbitzeko eta hondakinak jasotzeko balio dute.

Gainera, txikiak dira, ez dute inolako trabarik egiten, eta ez dira batere arriskutsuak jendearentzat. Izan ere, oztopoak detektatzeko eta saihesteko sistema berritzaile bat dute.

Dustcart robota 1,45 metro luze da, eta 70 kg pisatzen du. Giza itxurakoa da, eta erabiltzaileekin harremana izateko



DustCart eta DustClean robotak. ARG.: TECNALIA.

eta eskatutako hondakinak jasotzeko balio du. DustClean robotak, berriz, ibilgailu txiki baten forma du.

96 zentimetro luze da, 250 kg-ko pisua du, eta kaleetako zikinkeria eta hautsa garbitzen ditu. ●



JULIEN WILLEM

Itsas belarra desagertzeko arriskuan

Itsas zelaien laurdenak galdu dira azken 130 urteetan, eta beherakada geroz eta handiagoa da, itsas belarren mundu mailako lehenengo ebaluazio sakonak erakutsi duenez. Ikerketarako erabilitako 215 lekuetako datu kuantitatiboen arabera, beherakada-tasa hazi egin da; 1940 aurretik urteko % 1ekoa izatetik, 1990etik aurrera urteko % 7koa izatera pasatu da.

Mundu mailako ikerketa egiteko, itsas belarren azaleraren hedaduran izandako aldaketen datu-base bat sortu zuten New Hampshireko Unibertsitateko

ikertzaileek. Datu horiez gain, argitaratutako ikerketak, sareko datu-baseak eta argitaratu gabeko beste zenbait ikerketa erabili zituzten. Sintesiak erakusten du 1980tik, batez beste, urteko 110 kilometro karratu itsas zelai suntsitu direla.

Adituen ustez, itsas belarren galera-tasa alderagarria da mangladien, koral-arrezifeen eta oihan tropikalen galerarekin, eta munduko ekosistema mehatxatuenetako bat da. Hala ere, uste dute oraindik aukera dagoela itsas zelaiak berreskuratzeko, itsas eremu babestu izendatuta. ●

Gazteberri

egin zaitez bazkide

urteko hamar aleak 20€

Gazteberri Aldizkaria
Obispo Irurita Enparantza 6 solairuartera
31011-Iruñea
gazteberri@unionline.info

Atom by Atom, ikerketa jende guztiarengana

Birusen paketatze gaitasunetik gailu elektronikoen disko gogorak miniaturizatzea posible egin duen espintronikaren aurrerapenataraino. Tartean, gantza eratzen duten molekulek eskaintzen dituzten aukerak, eta nanoteknologiak energia-erronkari egin diezaiokeen ekarpena. Horiek guztiak, eta gehiago, izan ziren Kursaaalen hizpide Atom by Atom kongresuan.

Kongresuetan, normalean, ikerketalor jakin bateko adituak biltzen dira nork bere taldearekin egindako ikerketen eta lortutako emaitzen berri emateko. Atom by Atom ere izan zuen horretarako tartea, baina, horretaz gainera, beste helburu bat zuen: adituak kaleko jendearengana hurbiltzea beren ikerketen berri emateko, eta, funtsean, nanozientzia eta nanoteknologia zer den erakusteko.

Hiru egun eskaini zizkion Donostiak nanozientziari eta nanoteknologiari, eta ospe handiko zortzi adituk hartu zuten parte hitzaldietan: Sir Harold Krotok, 1996an Kimikako Nobel sariaren irabazleak, Félix Goñi biokimikako eta biologia molekularreko adituak,

Emilio Méndez fisikari ospetsuak, Carlos Bustamante biofisikariak, Materialen Fisikako Zentroko Juan Colmenerok, Intel erakundeko José Maiz fisikariak, Sir John Pendry fisikari aintzatetsiak, eta Albert Fert-ek, 2007ko Fisikako Nobel sariaren irabazleak.

Izar gonbidatua, Sir Harold Krotok

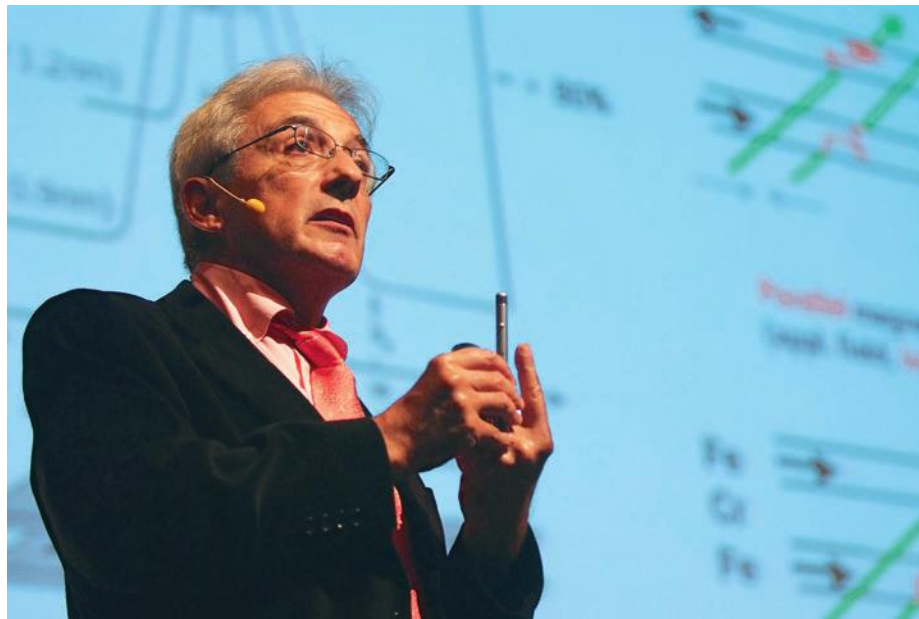
Krotok eman zuen kongresuaren ongietorri-hitzaldia. Zientzia, gizartea eta jasagarritasuna izan zen gaia; alegia, zer garrantzitsuak diren zientzia eta zientzialariak gizartean. Beraz, nanozientzia eta nanoteknologia gutxi izan zen Krotoren hitzetan.

Hori bai, komunikatzeko abilezia izugarria zuela erakutsi zuen. Modu oso entretenigarrian, eta, batzuetan, umoretsuan, esan zituen kontaktu beharrekoak. Ez ziren lelokeriak izan, dena den. Esan zuen, adibidez, ikerketak egiteko finantziazioa lortzeko, emaitza emankorrak lortuko direla bermatzea eskatzen dela. Zientzian, ordea, “ezin da aurrez iragarri; hori horrela da. Ez da nire errua” aldarrikatu zuen.



Kursaaleko hitzaldietan ez ezik, DBHko eta Batxilergoko ikasleekin egindako topaketan ere parte hartu zuen Harold Krotok.
ARG.: ADRIAN COLLINS/DIPC/CICNANO GUNE.

Hitzaldiaren beste une batean aipatu zuen zer mesede egin dion zientziak gizarteari garai jakin batzuetan izan dituen arazoak konpontzeko. Anestesia eta penizilina jarri zituen adibide gisa. Orain, arazoak aldatu egin dira, eta arazo horiek konponduko dituzten



Carlos Bustamante (ezkerrean) eta Albert Fert (eskuinean), birusekin egiten duten lana eta espintronikaren aurrerapenak azaltzen, hurrenez hurren.
ARG.: ADRIAN COLLINS/DIPC/CICNANO GUNE.

ikertzaileak behar dira: “Zientzialaria zarenean ohartzen zara etorkizuna inoren esku egotekotan zeure esku dagoela”, azpimarratu zuen.

Bi egunez, nanozientzia eta nanoteknologia

Hurrengo bi egunetan buru-belarri aritu ziren adituak nanozientziaz eta nanoteknologiaz. Mila eta bat modutara azaldu zuten batzuek eta besteek zer neurritakoa den nanoeskala, zer aukera eskaintzen duen materia atomoz atomo lantzeak, bai fisikan, bai kimikan eta bai biologian, eta abar.

Zalantzarik gabe, hizlariak gehien aipatu zuten pertsona Richard Feynman izan zen. Hark eman zituen lehenengoz nanozientziaren oinarrizko printzipioak, eta oso ezaguna da 1959an eman zuen hitzaldia, *There's Plenty of Room at the Bottom* izenekoa. Hitzaldi hartan esandakoak ekarri zituzten gogora askok; adibidez, garai hartan handiegiak ginela atomoekin banan-banan lan egiteko, hau da, *atom by atom*.

Horren harira, baten batek aipatu zuen noiz bihurtu ginen nahikoa txiki eskala horretan lan egiteko, eta kongresuan bertan zegoen Heinrich Rohrer fisikariaren izena eman zuten. Hain zuzen, hark asmatu zuen, Gerd Binnig-ekin batera, tunel-efektuko mikroskopia —horregatik eman zieten Fisikako Nobel saria 1986an—. Horri esker izan du nanoteknologiak izan duen booma.

Rohrer bertan zegoen, bai, baina ez zuen hitzaldirik eman. Izan ere, DBHko 4. mailako eta Batxilergoko 1. eta 2. mailako ikasleekin Zientziaren



Hiru egunez bildu zen jendea Kursaal nanozientzian eta nanoteknologia egiten ari diren ikerketen eta aurrerapenen berri izateko. Aurrealdean, Heinrich Rohrer eta Harold Kroto Nobel saridunak, eta Krotoren emaztea. ARG.: ADRIAN COLLINS/DIPC/CICNANO GUNE.

Kutxagunean egin zuten topaketarako etorri zen. Hala ere, hitzaldietan nabaritu egin zen han zegoela, hitzaldi guztien ondoko galdera-tartean parte hartu baitzuen, galderaren bat egiteko ez bazen, iradokizunen bat egiteko.

Nanozientziari eta nanoteknologiari buruzko orokortasunez hitz egin zutenak alde batera utzita, beren ikerketa-alorrari buruz hitz egin zutenen artean argi ikusi zen denek ez zutela dibulgatzeko abilezia bera. Unai Ugaldek, kongresuaren antolatzaileetako batek, esan bezala, Bustamantek berebiziko hitzaldia eman zuen; “agian, kongresuko hitzaldirik onena” izan zen. Azaldu zuen zer azterketa egiten ari diren hobeki ulertzeko nola egiten duten birusek

proteinazko kapsuletan sartu beharreko DNA guztia sartzeko. Hainbat bideotan erakutsi zuen prozesu hori zuzenean, eta azalpenak ere argiak eta garbiak izan ziren.

Beste muturrera joanda, bere alorrean egiten diren ikerketak sinplifikatzeko eta edonorentzat ulergarri egiteko zailtasunak izan zituenik ere izan zen. Ferten hitzaldia, esate baterako, oso trinkoa eta sakona izan zen. Ugaldek adierazi du oso zaila izan zela hark esandakoak ulertzera iristea. Hala ere, “gauza bat argi utzi zuen espintronikaren asmatzaileak: mundu berri bat ireki duela”. ●

ERABILIAGO+ ETA MAITEAGO



z5eko deskontua liburuetan
z10eko deskontua euskarazko musikan
Erosketekin puntuak zureganatzeko aukera
Ikusentzunezko eta jokoetan promozioak
eta askoz gehiago...

2009ko abenduaren 31 aurretik lortutako puntuak,
2010eko ekainaren 30ean iraungiko dira.

www.elkar.com

ARRASATE • BAIONA • BERGARA • BILBO • DONOSTIA • GASTEIZ • HERNANI • IRUN • IRUÑEA • TOLOSA

Kalean da zientzia eta teknologiaren

Elhuyar Zientzia eta Teknologiaren Hiztegi Entziklopedikoa kalean da. Urte luzez aritu dira lanean Euskal Herriko 200 aditu baino gehiago proiektu honetan, Antton Gurrutxagaren zuzendaritzapean. Elhuyar Fundazioak eta Euskal Herriko Unibertsitateak elkarrekin argitaratu dute, Euskadiko Kutzaren babesari esker, eta une honetan merkatuan dagoen mota honetako hiztegi bakarra da. Hiztegi entziklopediko mardula da, 1.800 orrialdekoa. “Honelako proiektu batean 200 adituk baino gehiagok parte hartzea oso pozgarria izan da, eta ohore handia, gainera; adituen ekarria giltzarria izan da proiekturako, eta, gure ikuspegitik bederen, oso elkarlan aberasgarria egin dugu” adierazi du Gurrutxagak.

Duela zortzi urte hasi zen Elhuyarko talde bat *Elhuyar Zientzia eta Teknologiaren Hiztegi Entziklopedikoa* lantzen, helburu zehatz batekin: “Zientzia eta teknologiari buruzko



Elhuyarko hainbat lankidek parte hartu dute hiztegiari. ARG.: DANIEL SOLABARRIETA.

Adituen lana ezinbestekoa izan da *Elhuyar Zientzia eta Teknologiaren Hiztegi Entziklopedikoa* eraikitzeko. Izan ere, aditu bakoitzak bere arloan duen jakintza jarri du, kontzeptuak aukeratzeko, definizioak egiteko eta artikulua idazteko. Haietako batzuen esanean, hiztegiak hainbat ekarpen egingo ditu haien jakintza-arloetan:



Iñigo Virto eta Mari Jose Imaz
Nafarroako Unibertsitate Publikoa.
Natura Ingurunearen Zientziak.

“Orain arte, nekazaritzan adibidez, gaur egun beste hizkuntzetatik hartutako zenbait termino itzultzeko beharra ikusten genuen. Hiztegi entziklopediko honekin, obra bakar batean, eguneroko lanean behar ditugun terminoak izango ditugu kontsultagai. Unibertsitatean euskaraz eskaintzen ditugun irakasgai eta hitzaldien kalitatea hobetzen lagundu, eta gure lanaren euskarazko dibulgazioa egitea erraztuko digu.”



Rafael Bañales
Euskaltel.

“telekomunikazioen arloa oso teknologikoa eta oso aldakorra baldin bada ere, arlo horretan sortzen diren terminoak berehala zabaltzen dira gizarte osoan: 3G telefonia mugikorra, WiFi-a edo haririk gabeko ethernet sarea, esate baterako. Hori dela eta, oso garrantzitsua da gizartearentzat termino horien guztien euskarazko ordainak izatea. Baina are garrantzitsuagoa da telekomunikazio-arloan lanean dihardugunontzat, euskaraz jardun ahal izateko.”

euskarazko hiztegi entziklopedikoa

oinarrizko erreferentzia-informazio fidagarri, landu eta eguneratua eskaintzea, modu zehatz, argi eta ulergarrian, eta erabiltzaile-multzo zabala gogoan izanik". Duela lau urte, proiektuak jada bazuen forma bat, eta zientzia eta teknologiaren 50 jakintza-arlotako adituak hasi ziren batzen proiektura, hasierako helburu harekin bat eginez.

Helburu hori hiztegiak biltzen dituen jakintza-arlo guztietako 23.000 kontzeptuetan zehar islatzen da orain. Gaien gaurkotasunari garrantzi berezia eman zaio, eta zientziari eta teknologiari buruzko informazio orokorra behar duen ororentzat da obra interesgarria: DBHko, Batxilergoko eta Lanbide Heziketako ikasle eta irakasleak, kazetariak, gurasoak...

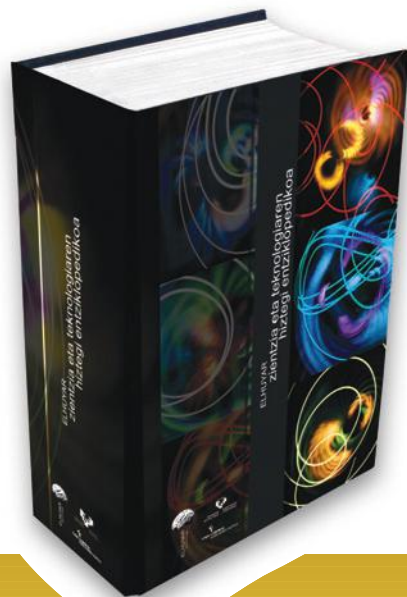
Proiektu honetan lanean aritu diren adituak arlo desberdinetako kontzeptuak hautatzen,

haien definizioak osatzen eta artikulatu entziklopedikoak sortzen ibili dira, besteak beste. Arlo horiek guztiak sei multzo handitan biltzen ditu hiztegi entziklopedikoak: zientzia zehatzak, materiaren

eta energiaren zientziak, luraren zientziak, biziaren eta osasunaren zientziak, teknologia eta, azkenik, orokorrak. ●

Hiztegiaren ezaugarriak

- 23.000 kontzeptu, beren definizioekin eta dagozkien erdal terminoekin (ingelesezkoa, gaztelaniazkoa eta frantsesezkoa).
- Erdara-euskara termino-zerrendak: ingelesa-euskara, gaztelania-euskara eta frantsesa-euskara
- 1.500 irudi
- 607 artikulatu entziklopediko
- Zientzia zehatzak, materiaren eta energiaren zientziak, luraren zientziak, biziaren eta osasunaren zientziak, teknologia eta orokorrak.
- CD-ROM euskarria liburuarekin batera.



Fernando Plazaola
Euskal Herriko
Unibertsitatea.
Zientzia eta Teknologia
Fakultatea.
Elektrizitatea eta
Elektronika saila

“Zientzia eta teknologia mailan euskara ez dago erabat estandarizaturik. Adibidez, lexikoa ez dago bateratua; izan ere, gerta daiteke kontzeptu zientifiko/tekniko bat irakasle/zientzialari bakoitzak bere erara erabiltzea. Polisemia hori edo sinonimo-aniztasun hori, zientzia mailan, ona litzateke bakoitzak zehaztasun osoz azalduko balu kontzeptua. Zoritxarrez, ez da hori gertatzen, eta entziklopedia hau bateratze lexikografikorako urrats handi bat da. Bestalde, entziklopedia honek termino bakoitzaren definizio argi bat ematen digu, eta, hala, fisikaren arlo zabala (eta besteena ere bai) euskararen ikuspegitik askoz osotuagoa geratzen zaigu. Kontuan hartu beharra dago gaur egungo zientziaren zabaltasuna dela eta eruditutik gutxi geratzen dela, eta adituak ere arlo txiki-estu batekoak izaten direla. Beraz, entziklopedia hau oso baliotsua izango da gure eremu estutik kanpo dauden kontzeptuak ulertzeko ere.”



Mertxe Martinez
Euskal Herriko
Unibertsitatea.
Biokimika eta Biologia
Molekularra saila.

“Komunikazio zientifikoa garatzean, termino berriak eratu, finkatu eta gizarteratu behar dira, guztiontzat erabilgarri izan daitezkeen. Maiz, arlo tekniko bakoitzeko adituek sortzen dituzte terminoak; baina, bitarteko egokirik gabe, gehienetan ez lirateke komunitate txiki horretatik aterako. Elhuyar Zientzia eta Teknologiaren Hiztegi Entziklopedikoa baliabide ezin hobea da nire arloko terminologia berezitua euskal gizartearen hedatu eta finkatzeko.”



ANTARTIKAREN ZATI HANDIENA INLANDSIS IZENENKO IZOTZ-GERUZA HANDI BATEK ESTALTZEN DU; eta badirudi kontinente hau izotz hutsa baino ez dela. Errealitatea, ordea, bestelakoa da. Inlandsis izotz-geruzaren pisuaren ondorioz, hondoratu egin da Antartikako plaka kontinentala; orain, granitozko arroka osatuta dagoen plaka hori itsas mailaren azpitik dago, izotz-geruzak zapalduta. Geruza horrek 2.500 metroko lodiera du; hantxe dago munduko ur geza guztiaren % 90.

Maiz, “kontinente pultsukaria” deitzen zaio; izan ere, haren azalera aldatu egiten da urtaroen arabera. Udan, adibidez, Antartikak 14 milioi km²-ko azalera izaten du, Iberiar penintsula baino 23 aldiz handiagoa; neguan, berriz, kontinentea inguratzen duen itsasoa izozten denean, bikoiztu egiten da azalera.



ANTARTIKA





Kontinentearen klima zeharo polarra da: batez beste, zero azpiko 17 graduko tenperatura du. Hala ere, baxuagorik ere izan da. Antartikak du munduko tenperatura baxuenaren errekorra: -89°C . Klima-baldintza gogor horien ondorioz, landaretza oso urria da; alga, goroldio eta liken gutxi batzuk baino ez. Fauna ere eskasa da; pinguino enperadoreak soilik lortu du munduko mutur honetan urte osoan irautea. Beste animalia batzuk —itsas elefanteak, fokak, hegaztiak eta beste pinguino-espezie batzuk— udan bakarrik joaten dira, kostaldeko izotza urtzen denean.

Gizakien presentziari dagokionez, “kontinente izoztuak” ez du berezko herritarrik. Zientzialari-taldeak eta Antartikako lur-zatiak beretzat aldarrikatzen dituzten herrialdeetako militarrek bakarrik bizi dira han hainbat hilabetez. Neguan, 1.000 pertsona inguru izaten dira; udan, berriz, 10.000. ●



ARMIX

KART

Bideo-joko didaktikoa
Lasterketa-jokoa, bakarrik
edo beste norbaitekin lehiari
aritzeko



**Euskara, gaztelania eta
ingeleseko galderekin**

6-10 urte - PCrako



ELHUYAR
edizioak

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

www.elhuyar.org/armixkart

NOBEL SARIAK

zaharrak bezain berriak

ANA GALARRAGA Aiestaran; IRATI KORTABITARTE EGIUREN;
EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

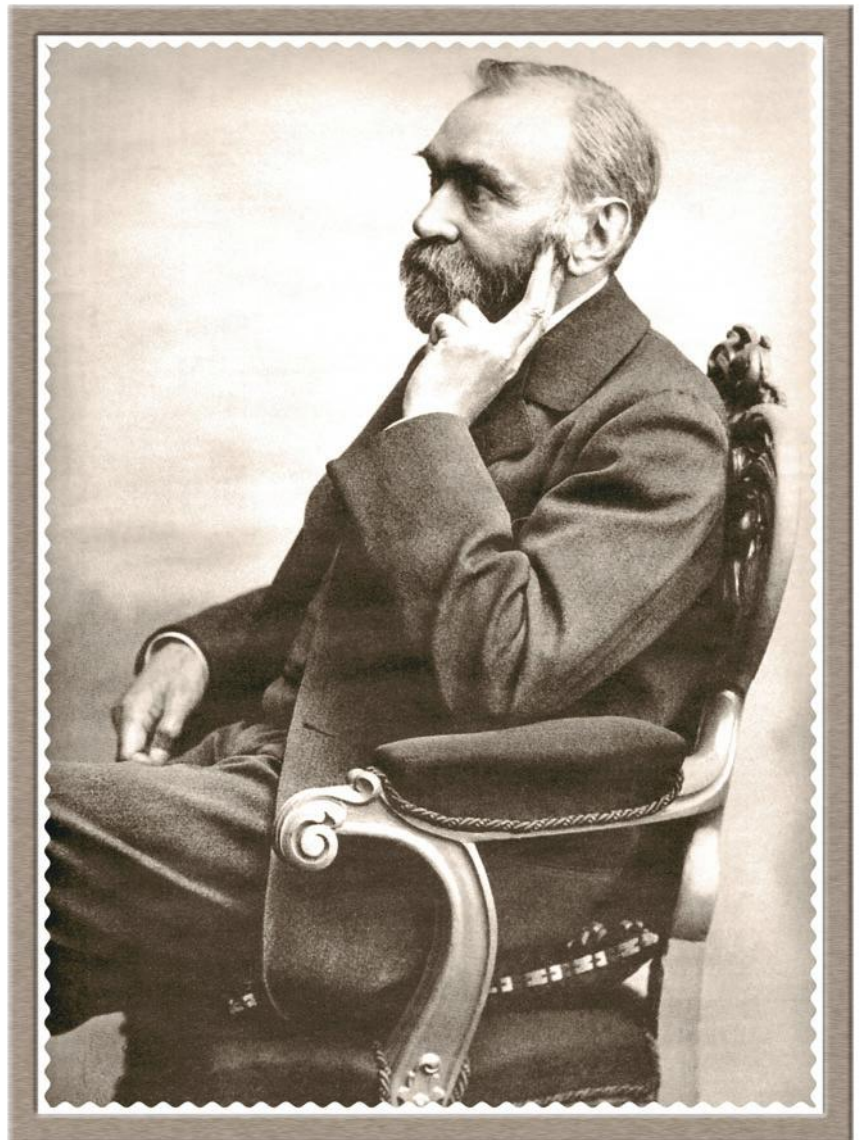
Hamar zientzialariz osatutako talde batek eskutitz bat bidali dio Nobel Fundazio-ko zuzendari Michael Sohlman-i, Nobel sariak berritzeko eskatuz. Ekimena *New Scientist* zientzia-dibulgazioko aldizkariaren proposamen batetik abiatu zen. Izan ere, aldizkari horrek punta-puntako hamar zientzialari bildu zituen, Nobel sariaren egokitasuna eztabaidatzeko. Eta handik sortu zen eskutitza idazteko ideia.

Sinatzaileek onartzen dute Nobel sariak izugarritzko garrantzia eta eragina dutela gaur egun ere. Alabaina, haien iritziz, gaur egun indar berezia duten zientzia-arloak ez dira aintzat hartzen Nobel sarietan. Horrenbestez, sariak berritzea proposatzen dute.

Zehazki, bi eskakizun egin dizkiote Solhmani: batetik, Ingurumenaren eta Osasun Publikoaren sariak sortzea, eta, bestetik, Fisiologia edo Medikuntzaren saria zabaltzea, bizitza-zientzien beste arlo batzuek ere lekua izan dezaten, hala nola oinarritzko biologiak eta jokabidearen zientziak.

Edozein modutara, aurtan behintzat, egunero erabiltzen ditugun teknologia batzuen aitzindariak jasoko dute Fisikako Nobel saria; eta Kimikakoa, berriz, biokimika-alorrekoa da. Eta ez da epaimahaiak kategoriekin malgu jokatzaren duen lehen aldia; 2007ko Bakearen Nobel saria adibide garbia da: IPCCk eta Al Gorek jaso zuten, klima-aldaketaren aurka egindako lanarengatik.

Hori bai, beti bezala, urriko lehen egunetan jakinarazi zituzten Nobel saria jasoko dutenen izenak, eta, beti bezala, sari-banaketa abenduaren 10ean izango da.



GÖSTA FLORMAN



Elizabeth H. Blackburn
Estatubatuarra. 1948an jaioa,
Australian. Cambridgeko
Unibertsitatean egin zen
doktore, eta gaur egun
Kaliforniako Unibertsitateko
Biokimika eta Biofisika Saileko
burua da. ARG.: SUSAN MERRELL.



Carol W. Greider
Estatubatuarra. 1961ean jaio zen.
Kaliforniako Unibertsitatean egin
zen doktore, eta han aurkitu zuen
telomerasa entzima, Blackburnekin
batera. Johns Hopkins Institutuko
Biologia Molekularra eta Genetika
Saileko zuzendaria da orain.
ARG.: GERBIL/ © ESKUBIDE BATZUK
ERRESERBATUTA ① ② 3.0



Jack W. Szostak
Estatubatuarra. 1952an jaioa,
Britainia Handian. Cornell
Unibertsitatean egin zen
doktore, eta handik Harvardeko
Medikuntza Fakultatera joan
zen. Gaur egun, han du
laborategia, Genetika Sailean.
Howard Hughes Institutuko
ikertzaile ere bada.
ARG.: JUSSI PUJIKONEN.

Fisiologia edo Medikuntzako Nobela, kromosomen babesleak aurkitu zituztenentzat

Elizabeth H. Blackburn, Carol W. Greider eta Jack W. Szostak

“telomeroek eta telomerasa entzimak kromosomak nola babesten dituzten aurkitzeagatik”

Fisiologia edo Medikuntzako Nobel saria jasoko dutenen aurkikuntzak elkarlanaren emaitza dira. Hain juxtu, bere ibilbidearen aurreneko urteetan, Blackburnek ikusi zuen *Tetrahymena* organismo zelulabakarraren kromosomen bukaeran sekuentzia bat zenbait aldiz errepikatuta zegoela. Ikerketa argitaratu zuenean, Szostak harremanetan jarri zen Blackburnekin, bera legamiekin egiten ari zen esperimentuekin zerikusia izan zezakeelakoan.

Hala, esperimentu bat egin zuten elkarrekin, eta ikusi zuten *Tetrahymenaren* telomeroak legamiaren kromosoma babesten zuela. Biak oso desberdinak izanagatik, oinarrian mekanismo bera zutela ondorioztatu zuten. 1982an argitaratu zuten ikerketa, eta gerora frogatu dute telomeroen sekuentzia bereizgarria dela organismo gehienetan, hasi amebetatik eta gizakieta-raino.

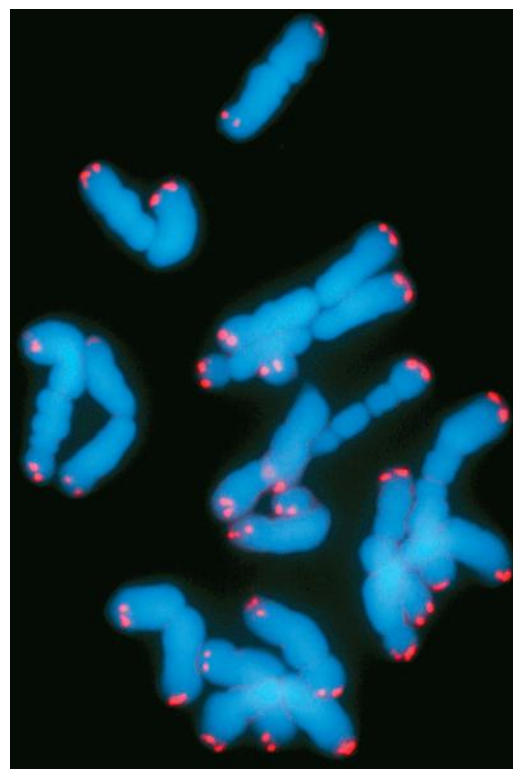
Telomerasaren aurkikuntza, berriz, Greiderren eta Blackburneren lana izan zen. Blackburn Greiderren ikerketa-zuzendaria zen, eta biek uste zuten entzima batek sortzen zuela telomeroen DNA. 1984ko Eguberri egunean, zelulerauzkin batean entzima-jarduera zegoela aurkitu zuen Greiderrek. Greiderrek eta Blackburnek telomerasa deitu zioten entzimari, purifikatu egin zuten, eta haren funtzioa argitu zuten.

TELOMEROAK ETA ZELULAREN BIZIA

Nobel Akademiaren prentsa-oharrean azaldu dutenez, aurkikuntza horiek berebiziko garrantzia dute, telomeroen luzera zelularen bizi-luzerarekin erlazionatuta baitago. Horrenbestez, ikertzaileek uste dute telomeroek garrantzi handia dutela organismoen zahartzean, baita minbizian ere. Izan ere, minbizi-zelulak hilez-korrak dira, eta zenbait ikertzaileek ikusi dute zelula horietan telomerasak jarduera handia

duela. Areago, minbiziari aurre egiteko, telomerasa suntsitzean oinarritzen diren tratamenduak probatzen ari dira gaur egun.

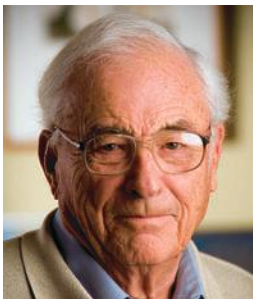
Horrez gain, gaixotasun heredagarri batzuk telomerasaren akatsen ondorio dira, hala nola sortzetiko anemia aplastikoa. Beraz, zelulen bizialdia eta hainbat gaixotasunen sorrera hobeto ulertzeko aukera eman dute Blackburnen, Greiderren eta Szostaken aurkikuntzek. Halaber, terapia berriak garatzeko bidea ireki dute.



Irudian, kromosomak, eta haien muturrean, gorritz, telomeroak. ARG.: JIRÍ FAJKUS.



Charles K. Kao
 Britainiarra eta estatubatuarra, 1933an Txinan jaioa. 1965ean izendatu zuten doktore Londresko Imperial College-n. Harlowko Standard Telecommunication Laboratories-eko ingeniari-tza-zuzendaria eta Hong Kongo Unibertsitate Txinatarreko errektoreordea izan da. 1996an erretiratua. ARG.: HONG KONGO UNIBERTSITATE TXINATARRA.



Willard S. Boyle
 Kanadarra eta estatubatuarra, 1924an Kanadan jaioa. 1950ean doktoratu zen McGill Unibertsitatean. Bell Laborategietako Komunikazioen Zientzia Ataleko zuzendari exekutiboa izan da. 1979an erretiratua. ARG.: NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING.



George E. Smith
 Estatubatuarra, 1930ean jaioa. 1959an egin zen doktore Chicagoko Unibertsitatean. Bell Laborategietako VLSI Gailuen Departamentuko buru izan da. 1986an erretiratua. ARG.: NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING.

Zuntz optikoak eta kamera digitalen begiak, Fisikako Nobelaren protagonista

Charles K. Kao, eta Willard S. Boyle eta George E. Smith

Lehenengoari “komunikazio optikoetarako zuntzetan argia transmititzearen inguruko lorpen iraultzaileengatik”, eta beste biei “CCD irudi-sentsorea sortzeagatik”

Munduan bilioi bat kilometro zuntz optiko dago. Zuntz horietan zehar, irudiak, testuak, bideoak, audioak eta hainbat eta hainbat datu garraiatzen dira, abiadura bizian, argiaren bidez. Izan ere, zuntz optikoek gaur egungo komunikazio-sareen zati handi bat osatzen dute.

1960ko hamarkadaren hasieran laserra asmatu izana pauso garrantzitsua izan zen zuntz optikoen garapenean, informazioa argiaren bidez kodetzeko aukera eman baitzuen. Baina argi hura garraiatzea beste kontu bat zen. Zuntz optikoak bazeuden, baina, garai hartakoekin, 20 metro egin orduko argiaren % 1 baino ez zen gelditzen.

Hain juxtu, arazo hori nola hobetu ikertzen ari zen Charles Kuen Kao, helburu garbi bat jarrita: kilometro batera zuntzean sartutako argiaren % 1 gutxienez iristea. 1966an aurkeztu zuen bere ikerketaren emaitza: zuntzak ahalik eta beira puruenarekin egitean zegoen gakoa.

Handik urte gutxira lortu zuten Estatu Batuetako Corning Glass Works beira-fabrikako ikertzaileek purutasun handiko zuntz ultrafinak egitea.

Gaur egungo zuntz optikoetan argiaren % 95 iristen da kilometro batera. Eta gero eta handiagoa da zuntzen ahalmena.

BEGI ELEKTRONIKOA

Kamera digitalek izan duten garapena ez da zuntz optikoena baino txikiagoa. Eta Willard



Willard Boyle eta George Smith CCDarekin lanean. ARG.: ALCATEL-LUCENT/BELL LABS.

Boyle eta George Smith ikertzaileek asmatutako CCD sentsorea (Charged Coupled Device) ezin bestekoa izan da garapen horretan. Izan ere, kamera digitalen begia da CCDa.

CCDa zelula fotosentikorrez betetako silikonazko plaka bat da. Objektibotik sartzen den argiak plaka horretan jotzean, zelula bakoitzak jasotzen duen argi-intentsitatea karga elektriko bihurtzen du CCDak. Aldaketa elektrikoa dago, beraz, eta aldaketa hori zenbaki bitar bihurtzeko, hau da, digitalizatu egin daiteke. Horrela, zelula bakoitzak irudiaren puntu baten informazioa hartzen du, eta, informazio horrekin, argazki digitalaren pixel bat osa daiteke.

CCDari esker, aro berri bat hasi zen argazkilaritzarentzat, eta, oro har, irudigintzarentzat. Eta zientziaren hainbat arlotan ere eragin handia izan du horrek, aldi berean. *Hubble* teleskopioak, esaterako, teknologia horri esker ateratzen ditu unibertsoko irudi ikusgarri horiek.



Venkatraman Ramkrishnan
Estatubatuarra. 1952an Indian
jaioa. Ohio Unibertsitatean
Fisikan doktoratu zen, 1976an.
Gaur egun, Cambridge-ko
Biologia Molekularren
Laborategian ikertzen dihardu.
ARG.: CAMBRIDGE-KO BIOLOGI
MOLEKULARREN LABORATEGIA.



Thomas A. Steitz
Estatubatuarra. 1940an jaioa.
Biologia Molekularren eta
Biokimikan doktoratu zen
1966an, Harvard Unibertsitatean.
Biofisika molekularreko eta
Biokimikako irakaslea da orain
AEBko Yale Unibertsitatean.
ARG.: MICHAEL MARSLAND/YALE
UNIBERTSITATEA.



Ada E. Yonath
Israeldarra. 1939an
Jerusalenen jaioa. X izpiko
kristalografian doktoratu zen
1968an Israelgo Weizmann
Zientzia Institutuan,
eta egun bertako irakaslea da.
ARG.: WEIZMANN ZIENTZIA
INSTITUTUA.

Kimikako Nobela erribosomen egitura atomikoa eta funtzionamendua ikertu zituztenentzat

Venkatraman Ramkrishnan, Thomas A. Steitz eta Ada E. Youth

“maila atomikoan erribosomen egitura eta funtzionamendua ikertzeagatik”

Erribosomak proteinen sintesian parte hartzen dute. Proteinak sintetizatzeko behar duten kode genetiko RNA-mezulari baten bidez jasotzen dute, eta informazio horrekin eta transferentziazko RNA-molekulek ekarritako aminoazidoekin proteina-kateak osatzen dituzte. Bizitzeko ezinbesteko ditugun proteinak, alegia.

Aurtengo hiru saridunek atomoz atomo erribosomen egitura eta funtzionamendua ikertu dute; horretarako, X izpiko kristalografia erabili dute. Teknika horretan, kristalizatutako erribosomen aurka igortzen dira X izpiak. X izpi horiek, erribosoman talka egitean, dispersatu egiten dira, eta, ondorioz, milioika puntu irudikatzen dituzte kamera digitalen begian edo CCD detektagailuan. Milioika puntuz osatutako irudi hori aztertuta, atomo bakoitza erribosoman non kokatzen den jakin dezakete ikertzaileek. Alegia, erribosomen egitura atomikoa ezagut dezakete. Gainera, egitura atomikoa zehatz-mehatz ezagutzea ezinbestekoa da erribosomen funtzionamendua ezagutzeko.

Thomas Steitz-ek *Haloarcula marismortui* arkeoaren erribosomaren azpiunitate handiaren

egitura atomikoa zehaztea lortu zuen. Ada E. Yonath eta Venkatraman Ramkrishnan iker-tzaileek, berriz, *Thermus thermophilus* bakterioaren erribosomaren azpiunitate txikiaren egitura lortu zuten.

ANTIBIOTIKO BERRIEN BILA

Bestalde, erribosomaren egitura eta funtzionamendua zehazki ezagutzeak bide berriak zabal-tzen ditu. Suediako Akademiak nabarmendu duenez, aurkikuntza oso inportantea da anti-biotiko berriak garatu ahal izateko. Izan ere, anti-biotiko asko bakterioen erribosomari lotzen zaizkio, eta haren proteina-ekoizpena eragoz-ten dute. Gainera, bakterio horietako askok bo-tika horiekiko erresistentzia garatu dute. Beraz, ezinbestekoa da bide berriak aurkitzea.

Etorkizunean, eta hiru ikertzaile horiek eginda-ko urratsen atzetik, bakterioen aurkako borro-kan antibiotiko hobeak diseinatu ahal izango dira. Izan ere, hirurek antibiotikoak erribosomei nola lotzen zaizkien ikertzen jardun dute buru-belarri, eta dagoeneko zenbait erakundek erri-bosomen egiturak erabiltzen dituzte gaur egun antibiotiko berriak garatzeko orduan. ●



X izpiko kristalografiaren bidez lortutako irudia. Ezkerraldean, *Deinococcus radiodurans* bakterioaren erribosomaren azpiunitate handia, eta eskuinaldean, *Thermus thermophilus* bakterioaren erribosomaren azpiunitate txikia. ARG.: WEIZMANN ZIENTZIA INSTITUTUA.

Non dago

MUGA?

Burj Dubai, markak hausten

Kostua: Mila milioi dolar, eraikuntzak soilik; denera, mila eta zortziehun mila milioi dolar baino gehiago.

Egitura: Hormigoia armatzeko erabilitako altzairuzko barrek 31.400 tonako pisua dute, eta, bata bestearen atzetik jarrita, Lurraren zirkunferentziaren laurdena baino gehiago osatuko lukete.

Oinarria: 192 zutabetan oinarritzen da, eta zimenduetan 110.000 tona hormigoia dago.

Materialak: egitura hormigoia armatuz egina da; kanpoaldean, aluminioa eta beira ere erabili dira, eta, barrualdean, granitoa, altzairua eta egurra ere bai.

Ur-hornidura: batez beste 946.000 litro ur hornituko ditu egunean ur-horniduraren sistemak.

Igogailuak: behatokira doazenak segundoko 18 metroko abiaduran igoko dira.

Luxua: Armani Hotelaren egoitza izango da,

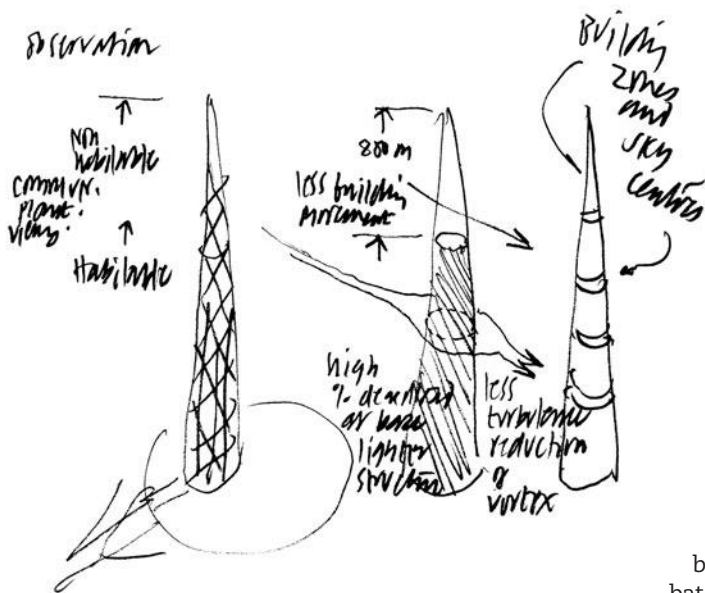
eta 17. solairutik 108.era luxuzko apartamentuak izango dira.

ARG.: JOI ITO.

Burj Dubai amaitzeko azken ukituak egiten ari dira. Munduko eraikin altuena da: zortziehun metro baino gehiago ditu. Txiki geratu dira haren ondoan Petronas dorreak edo Taipei 101 erraldoiak. Ideia bat egiteko, Taipei 101en gainean Eiffel dorrea jarrita lortzen den garaiera dauka Burj Dubaik. Baina noiz arte iraungo du Burj Dubairen nagusitasunak? Ez asko, abian dauden proiektuei erreparatzen bazaie.

Hamar urteren buruan laugarren geratuko da Burj Dubai eraikin altuenen zerrendan. Eta aurrea hartuko dioten hiru proiektuetan mila metroak gainditu nahi dituzte. CTBUHk (Eraikin altuen eta hiri-habitataren kontseilua) ezartzen du eraikinen altuera ofiziala, eta kaleratu duen “20 garaienak 2020an” zerrendan, Dubaiko Nakheel dorrea eta Saudi Arabiako eta Kuwaiteko beste dorre bana agertzen dira lehenengo postuetan. Lehenengoa eraikitze-lanetan dago, eta beste biak proiektuak baino ez dira; baina proiektu sendoak, CTBUHk zerrendan sartu dituzenez gero.

Mila metroko eraikinak, kilometro bat luze. Ez ote dago mugarik bertikalean eraikitzeko? Iñaki Aurrekoetxea arkitektoaren ustez “ezin da amaigabeko gauza bat izan; eraikuntzak beti ditu ezintasunak, eta mugak. Teknologia aurrera doa, eta horrek ahalmen handiagoa ematen du, baina muga bat badago”. Burj Dubai mugatik gertu dagoela uste du Aurrekoetxeak, “mila metro astakeria bat iruditzen zait: mila metro itzela da”. Eraikinaren “funtzionalitatea, komu-



Norman Foster arkitektoak egindako Millenium dorrearen zirriborria (Tokyo, 1989). Eraikin-hiriaren diseinuan aitzindaria da dorre hau. ARG.: FOSTER+PARTNERS.

nikazioa eta horniketa” aipatzen ditu Aurrekoetxeak mugarri gisa.

Uraren horniketa, ur lohien eta garbien fluxua eta aireztapena etxe orratz baten diseinuaren parte garrantzitsua dira, eta, nola ez, komunikazioa ere bai. “Pentsatu jendeak mugitu egin behar duela barruan”, dio Aurrekoetxeak: “300. pisuan dagoenean bat, eta jaitsi nahi duenean, zer egin behar du? Azkenean, dorre garaian parte handi-handi bat izaten dira komunikazioak”.

ATENTATUAK, LURRIKARAK ETA HAIZEA

2001ean, New Yorkeko World Trade Center-eko dorre bikien aurkako atentatuak nabarmen utzi zuen eraikin altuak ez zeudela prestatuta la-

rrialdi-egoeretarako. “Nik uste dut larrialdiena mugarria dela. Pentsa, suhiltzaileak 50-60 metrora iristen dira, eta, hortik gora, dena mirari hutsa da”, dio Aurrekoetxeak. Dorre berrietan larrialdi-sistemei aparteko garrantzia eman zaie: igogailu bereziak prestatu dituzte ebakuaziorako, suteetan erabiltzeko gelak diseinatu dituzte... baina, hala ere, horrelako eraikin bat jendez hustea oso konplikatu da.

Larrialdi-egoera baten eragilea atentatu bat, sute bat edo lurrikara bat izan liteke. Printzipioz, lurrikara bat bereziki arriskutsua da etxe orratzarentzat; zenbat eta garaiagoa eraikina, orduan eta handiagoa arriskua. Baina Burj Dubairen egituraren ingeniariaren arduradun William F. Baker-ek dioenez, lurrikara batek ez lioke Burj Dubairi kalte larrikeri eragingo: “eraikin garai gehien kasuan bezala, apur bat desberdinak dira Burj Dubairen bibrazio-periodo luzea eta lurrikaren maiztasun handiko bibrazioak”.

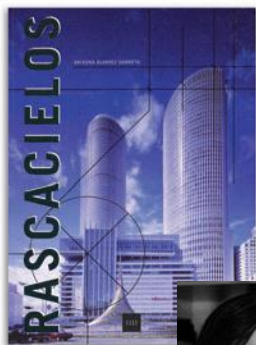
Dena dela, etxe orratzen etsai nagusia lurrikarak baino ohikoagoa da. Haizea da. Aurrekoetxearen esanean, “bai eraikitzeko eta baita biziitzeko ere: haize-presioa askoz handiagoa da behean baino, eta leihoa zabaltzen baduzu, agian, ezingo duzu itxi”. Horregatik, altuera batetik gora leihoak ezin dira ireki. “Azkenean, kristalezko kaiola bat bezalakoa izan daiteke. Dena itxita dago, eta instalazioak modu mekanikoan funtzionatu behar du: aireztapenerako haizagailuak, filtroak, aire egokitua eta abar”.



Iñaki Aurrekoetxea (Zamudio, 1953) arkitekto zuzendari bizkaitarrak Madrilén hasi zituen Arkitektura-ikasketak, baina 1977an Donostiara egin zuen, ikaskide batzuekin batera Bartzelonako Unibertsitatearen menpe zegoen gela berezi bat sortzeko, aurrerago EHUKo Arkitektura Eskola izango zena. IA + B (I. Aurrekoetxea eta bazkideak S.L.) arkitektura-taldea zuzentzen du, eta aurrera ateratu dituzten proiektuen artean daude Isozaki Atea (Arata Isozaki arkitektoarekin elkarlanean) eta Iruñeko planetarioa, batzuk aipatzearren. Haren lanak hainbat argitalpenetan daude jasota, bai estatu mailan eta baita nazioartean ere, eta hainbat sari eta aipamen berezi jaso dituzte. ARG.: IÑAKI AURREKOETXEA.

New Yorkeko skyline berriaren diseinua da irudikoa, baina ez dirudi aurrera egingo duenik. ARG.: FOSTER+PARTNERS.





Ariadna Alvarez
(Bartzelona, 1967)
arkitektoa eta
idazlea da.
Bartzelonako



Arkitektura Eskolan egin zituen oinarritzeko ikasketak eta doktoretza. Etxe orratzetan espezializatu da. Sarri argitaratzen ditu artikuluak prentsan eta aldizkari espezializatuetan. Eta arkitektura garaikideari buruzko bi liburu argitaratu ditu: *Rascacielos* eta *Arquitectos de rascacielos*.

Etxe orratz baten egituraren diseinuan ere kon-tuan izaten da haizearen eragina. Greg Sand Burj Dubaiko zuzendariordeak dioenez, “egituraren diseinuan, haizearen indarra da nagusi. Haize-tunelean egin dira probak, Burj Dubaiko bizitzan zehar jasan beharko dituen haizeen ereduak erabiliz. Hasierako diseinua haize-tu-neleko proben emaitzei egokituta egin zen”.

Haizeak eta lurrikarek sortutako mugimenduei kontra egiteko, indargetzaile erraldoiak dituzte eraikin altuenek. Ohikoenak bandeja baten gainean irristatzen diren zama batzuetan oinarritzen dira. Baina badira beste sistema batzuk ere. Bitxiena Taipei 101en indargetze-sistema da: 730 tonako kontrapisu erraldoi bat da, xafla metalikoz osatutako esfera bat, 88 eta 92 solairuen artean kokatua; eta, harrigarriena, jendeak ikusteko moduan jarri dute. Kontrapisu erraldoi horri esker, Taipei 101ek orduko 200 kilometroko haizeteak (Taiwaneko tifoiei aurre egiteko) eta Richter eskalan 7ko indarra duen lurrikara bat jasan ditzake.

Beste bitxikeria bat Taipei 101ekin lotua: munduko igogailurik azkarrena du; minutuko 1.010 metro egiten ditu. Hau da, 89. solairuraino igotzeko (382,2 metrora), 22,7 segundo besterik ez du



Taipei 101 eraikinaren kontrapisua ikusgai dago. ARG.: GUILLON PAUMIER.

behar. Baina azkarregi igotzeak ondoeza sor dezake; presio-aldaketa bortitzak, besteak beste, belarriak ixten ditu. Horregatik, presio atmosferikoa erregulatzeko sistema bat du igogailuak.

URBANISMOAREN MUGAK

Ariadna Alvarez arkitektoari bereziki interesgarriak iruditzen zaizkio etxe orratzak. Bere ikerketa-gaia izateaz gain, etxe orratzei buruzko bi liburu argitaratu ditu.

“Etxe orratz batzuk arkitektura modernoaren klasi-koak dira; esate baterako, Mies-en Seagram edo

Nor baino nor

Halako erraldoiak egiteko aitzakia eraikitzeo lur falta izan daitekeen arren, beste arrazoi batzuk daude atzean. Iñaki Aurrekoetxearen ustez, “teknologiaren erronka bat da: egin dezakegu, eta egin egingo dugu. Marketa da, azkenean”. Ariadna Alvarez ere horretan dago, “irudi-kontua da”. Eta beste bi arrazoi gehitzen ditu, bata ekonomikoa, “eraikuntza garestiagoa da, baina lursailari ateratzen diozun etekina askoz handiagoa da”, eta, bestea, “botere-erakustaldia ere bada altueran eraikitzea. Izan ere, lehenengo, Chicago eta New York hasi ziren nor baino nor eraikin altuena egin nahian; gero, Asia sartu zen norgehiagokan. Eta, ohartzen bazara, enpresak daude eraikin horien atzean. Hortaz, enpresaren botere ekonomikoa erakutsi nahia ere badago”.

Norgehiagoka horren baitan dago etxe orratzen etorkizuna; eta, etorki-zun hurbilean behintzat, enpresek eta arkitektoek geroz eta etxe garaigoak eraikitzeo erronkari eutsiko diote (ehunka dira eraikitzen ari diren edo proiektuan dauden etxe orratzak).

Eraikitzeotan diren edo dagoeneko eraiki diren eraikinetako batzuk hirugarren belaunaldiko etxe orratz gisa sailkatzen ditu Ariadna Alvarezek: “teknologiak eta jasagarritasun-ikuspegiak etxe orratz organikoak sorrarazi dituzte, nolabait esateko, bigarren belaunaldiko eraikinekin alderatuta, mugimendu modernoko arkitektoek eta ondorengo belaunaldi-koek eraikitakoekin, alegia. Uste dut arkitekto garaikideek eraikinak sor-

tzeko beste era bat barneratu dutela: hiria kontuan izan behar dela barneratu dute (emaitza desberdinekin), hau da, eraikina inguru urbanoan dagoela, eta horri erantzun behar diola. Hirugarren belaunaldiko eraikinak deitzen diet nik horiei, eta arkitekto horien artean daude Nouvel eta Z. Hadid, adibidez”.

“Hirugarren belaunaldiko etxe orratzetan, garaiera kontzeptuaren orde-z, dentsitatea erabiltzen da. Eta hori da gakoa erabakitzeo nola eraiki hiria etxe garaiekin eta nola landu hiri bertikala (hiriaren hazkuntza bertikala)”.

Beste aukera bat da eraikina bera hiri bihurtzea, hau da, eraikinetik at-era beharrik gabe hiriak eskaintzen dituen zerbitzu guztiak izatea: kafetegiak, jatetxeak, ospitaleak, zinemak eta baita jendea elkartzeko parkeak eta lorategiak ere. Kontzeptu horren bultzatzaile nagusietako bat Norman Foster da, eta 1989an Tokiorako disei-natu zuen Millenium dorrea aitzinda-ria izan zen. Dentsitate handiko gune bat bizileku atsegina izan daitekeela erakutsi zuen.

Gisa horretako eraikin-hirietan be-rebiziko garrantzia du jasagarritasu-nak: aireztapena aire-korronte natura-la bideratuta diseinatzen da, energia biomasatik atera daiteke, eta baita eguzki-energia eta eolikoa aprobetxa-tuta ere. Oraindik ez da gauzatu ideia hori betetzen duen eraikinik, baina, gauzatutakoan, benetako iraultza izango da.



FOSTER+PARTNERS

 **Taipei 101ek munduko**
igogailurik azkarrena du;
minutuko 1.010 metro egiten
ditu. Hau da, 89. solairuraino
igotzeko, 22,7 segundo besterik
ez du behar.

SOMen Hancock dorrea, Pelliren Petronas dorreak, edo Chrysler edo Rockefeller Center. Uste dut oso eraikin interesgarriak direla arkitekturalan gisa, eta baita ikonoak direlako ere, eta, horretaz gain, arte-lanak ere badirelako, eskultura erraldoiak”.

Gogoetarako gai mamitsua da etxe orratzen garaiera Alvarezentzat. Teknologiar dagokionez, ez dio mugarik ikusten bertikalean eraikitzeari, oraingoz behintzat, baina ba omen dago beste muga bat, “etxe orratzen promotoreei interesatzen ez zaiena: urbanistikoa”. Izan ere, eraikin batek inguru bat du, eta eraikin berri bat egiteko, kontuan izan behar da inguru hori; “trama urbano batean, garaieraz gain, beste faktore batzuk ere izan behar dira kontuan: kaleen zabalerak, aireztapena, eta, nola ez, hirian sortzen dutun itzala”. Alvarezek uste du behar-beharrezkoak direla araudiak, “hirian jendea bizi baita”.

Hala eta guztiz ere, etxe orratza etorkizuneko eraikina dela iruditzen zaio; “hiri batean biztanleak geroz eta gehiago badira, eta ez baduzu nahi hiria horizontalean haz dadin (agian ez dago lekurik), bada, hiriak bertikalean hazi behar du, etxe orratzekin. Baina oreka behar da: teknologiak 500 metroko etxea eraikitzeko aukera ematen badizu ere, agian ez da komeni horraino iristerik. Kasuan kasuan ikusi behar da”.

Iritzi berekoa da Iñaki Aurrekoetxea ere. Euskal Herrian etxe orratzak eraikitzeko aukera aipatutakoan, “oreka” aipatzen du lehenengo eta behin: “Oreka behar da: altuera, lurraren okupazioa, biztanleria metro karratuko, beste sareak (argia, ura, estolda)... Horrek denak orekan egon behar du, daukagun lurra aprobetxatuz. Oreka non dago? Altueran dago, baina ikusi behar dugu zer punturaino”. Noski, Euskal Herrian ez dago etxe orratz erraldoirik. Altuena Barakaldoko BEC dorrea da, 98 metrorekin, eta pare bat urteren buruan Bilboko Iberdrola dorrea izango da, 165 metrorekin. ●

Petronas dorreak gauez.

ARG.: ©2004 ANGEL RIESGO MARTINEZ.

Hamar altuenak

1. **Burj Dubai** (Dubai, Arabiar Emirerri Batuak): 818 m, 162 solairu. 2009*. Skidmore, Owings and Merrill (SOM).
2. **Taipei 101** (Taipei, Taiwan): 509 m, 101 solairu. 2004. C. Y. Lee & Partners.
3. **Shanghai World Financial Center** (Shanghai, Txina): 492 m, 101 solairu. 2008. Kohn Pedersen Fox.
4. **International Commerce Centre** (Hong Kong): 483 m, 118 solairu. 2009*. Wong & Ouyang (HK) Ltd.
5. **eta 6. Petronas dorreak** (Kuala Lumpur, Malaysia): 452 m, 82 solairu. 1998. Cesar Pelli.
7. **Nanjing Greenland Financial Center** (Nanjing, Txina): 450 m, 69 solairu. 2009*. SOM.
8. **Willis dorrea**, Sears lehen (Chicago, AEB): 442 m, 108 solairu. 1993. SOM.
9. **Guangzhou West Tower** (Guangzhou, Txina): 440 m, 103 solairu. 2009*. Wilkinson Eyre.
10. **Jin Mao dorrea** (Shanghai, Txina): 421 m, 88 solairu. 1998. SOM.

* Artikulua idatzi zenean, eraikina amaitu gabe zegoen arren, gaina emana zeukan.

ITURRIA: EMPORIS.COM



SOLASERA KO MAKINEN ERRONKA

**Oraingo z, pertsonak
ulertu behar du
robota...**



33

**Robot baten
zailtasunak hitz
egiteko**



37

**Corpus handiak,
hizkuntza
prozesatzeko
beharrezkoak**



41

**Adituen begirada
gaur egungo
egoerari**

Gizakiaren amets zahar bat errealitate bihurtzen ari da: hainbat lan neketsu eta errepikakor makinek egiten dituzte automatikoki, gizakiaren beharrik gabe. Baina zailtasun handiak daude bidean; lan horietako batzuek pertsonekin hitz egitea eskatzen dute, eta, beraz, solasean arituko diren makinak diseinatu behar dira. Baina nola egiten dira makina horiek? Azken batean, nola irakasten zaio makina bati hitz egiten? Hizkuntzalari, ingeniari eta informatikari asko ari dira galdera horren erantzunaren bila.



GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

HIZKUNTZAREN OIHANEAN GALDUTA

**Faustok esan zuen: “Nekez aurkituko duzu gatza egongelan”.
JJ8 robot sukaldaria hamar segundoz egon zen isilik,
baina ez zen sukaldara itzuli.
“Ahalegin berezia egingo dut” erantzun zuen.**

Robotak makinak dira; ez dute belarrik. Entzun ahal izateko, mikrofono bat behar dute; ahotsaren uhin hori digitalizatu, eta datu horietatik hizlariaren mezua zein den aurkitzen dute. Ingeniariek eta informatikariek hartu dute parte ahotsa ezagutzeko sistema horretan. Helburua ez da erraza: hizlariaren tonua eta dikzioa ia edozein dela ere ulertu behar du makinak mezua.

Lan horretarako, aurrez trebatu behar du makinak. Adimen artifizialaren teknikak dira. Ikasi egin behar du. Ez da harritzekoa; gizakiak ere horrela ikasten du. Umeek urteak behar izaten dituzte esaten zaizkien hitzak ezagutzeko, eta hizketarekin ematen zaien mezua harrapatzeko. Helduek ere gauza bera egiten dute hizkuntza berri bat ikasten dutenean. “Belarria egin” behar dute. Eta belarria egite horrekin ere ez da bukatzen ikasi beharrekia.

JJ8 robotak *Nekez aurkituko duzu gatza egongelan* esaldia jasotzen duenean, gauza asko egin

behar ditu ulertu ahal izateko. Dagoeneko eza gutzen du bost hitzen segida, baina, orain, esaldiaren egitura zein den argitu behar du. Segmentatu egin behar du; alegia, jakin behar du *Nekez aurkituko duzu* hitzek multzo zentzudun bat osatzen dutela, *gatza* hitzak beste bat, eta *egongelan* hitzak beste bat. Eta argitu behar du zergatik osatzen dituzten multzo horiek eta ez beste batzuk.

Horrez gain, hitzez hitz aztertu behar du. Jakin behar du aurkitu aditza dela, *gatza* izena eta abar. Eta lemak identifikatu behar ditu: *aurkituko* hitzaren atzean *aurkitu* lema identifikatu behar du. Alegia, jaso dituen hitzen oinarritzko forma izan behar du esanahia bilatzeari ekiteko.

GIZAKION MUNDUAN BARRENA

Oraingoz, JJ8k ez du ezer ulertu. Badaki zer hitzek osatzen duten esaldia, nola antolatuta dauden eta nondik abiatu behar duen hitz bakoitzaren esanahia bilatzeko, baina ez du ezer ulertu. Ez du jakintzarik esaldia ulertzeko, ezta



ERANTZUNA

JJ8k ahal izan duena ulertu du, eta ulertu duen horren arabera erantzuten du. Baina prozesu hori ere ez da erraza. Izan ere, elkarriketa batean mota askotako erantzunak behar dira. Batzuetan datu bat bilatu behar da erantzuteko. Beste batzuetan azalpen oso bat. Beste batzuetan, probokazio bati erantzun behar zaio. Denetik dago.

Eta mota bakoitza bilatzeak berezko estrategia bat eskatzen du. Berriz ere, adimen artifizialarekin egiten dugu topo: galderak erantzuteko teknikak, bilaketa adimentsua, informazio-erazuketak, hizkuntza bat baino gehiagotan dagoen informazioaren itzulpen automatikoa eta abar. Eta, jakina, teknika horien konbinazioak ere beharrezkoak dira.

*Adituak ados daude:
ikerketa hasierako urratsetan
besterik ez dago, baina
jadanik eginda dagoen lana
harrigarria da.*

Robotaren lana forma hartzen ari da. Esan daiteke erantzuna bilatuta zailena egin duela. Baina ez du guztiz bukatu. Erantzun horri hizketa-forma eman behar dio. Hizkuntza sortzeko teknikak erabili behar ditu. Nolabait, atzerantz bidea da. Ahotsa jaso du, esandakoaren hizkuntza analizatu du, ulertu du, erantzun bat bilatu du, eta, orain, alderantzizkoa egin behar du. Erantzunari hizkuntza-ren arauak aplikatu, eta hitz egiteko egokia den testu bat sortu behar du.

Eta, azkenik, JJ8k ahotsa sintetizatu behar du testu horretan dagoe-na esateko. Agian, horixe da errazena. Ahots sintetikoaren sorrera garatuta dago neurri handi batean, ez bada emozioak eta oso tonu berezia behar direla.

Azkenean! Robotak erantzun du. Kasu honetan, Faustok sukaldera joateko esan dio JJ8ri. Besterik ez. Robotak ez zuen erantzuteko beharrik ere. Sukaldera itzuli, eta han ga-

tza (gatzontzia) bilatzen hasi behar zuen. Baina erantzun egin du, eta, egia esan, erantzunari esker daki Faustok zer pentsatu duen JJ8k.

Fausto ez dago oso pozik, robot sukaldariak ez baitio guztiz ulertzen, eta horrek behartzen du modu zehatz eta argian hitz egitera. Baina elkarriketa artifiziala sortzen zer zaila den ikusita, pozik egon beharko luke Faustok.

ERREALITEA

JJ8 ez da benetakoa. Makina bati hitz egiteko gaitasuna emateak dituen zailtasunak aurkezteko adibide gisa jaio da. Baina haren ordezkorobot errealek antzeko zailtasunak gainditu behar dituzte, izango dituzten aplikazioen arabera. Agian, ez dituzte JJ8 robotak egiten dituen urrats berberak edo ordena bereberean egingo. Baina, kasu guztietan, atzean dagoen zientziak eta teknologiak hizkuntzaren prozesamendua-rekin dute zerikusia. Benetako makina hizlariak dituzten zailtasun handienak gizakion hizkuntza prozesatzekoak dira.

Bide horretan, aurrera egin dute ikertzaileek. Dena dela, adituak ados daude: asko falta da oraindik pertsonak bezala hitz egiteko ahalmena izateko makinek. Ikerketa hasierako urratsetan besterik ez dago, baina jadanik eginda dagoen lana harrigarria da; alde batetik, informatikarien eta hizkuntzalarien elkarlanak erakutsi du zein diren solasaldi artifizialaren zailtasunak, eta, bestetik, urrats gehienetarako estrategiak garatzen hasita daude. Ez da gutxi. ●



GUILLERMO ROA

Hiztegiak,
zientzia-dibulgazioa,
CD-ROMak, Elhuyarren katalogoa
klik batean!



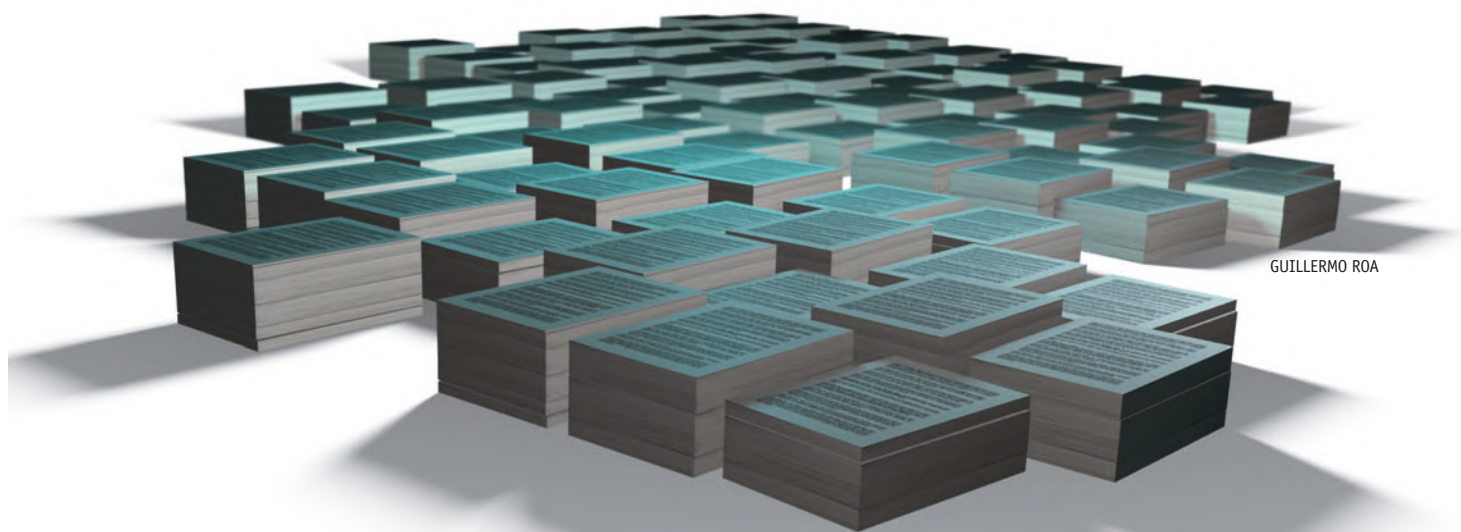
www.elhuyar.org/edizioak

Elhuyarren produktu guztiak on line erosteko
aukera erosoagoa eskaintzen dizugu.

IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

TAMAINAK AXOLA DU

testu-bilduma erraldoiak, hizkuntzaren prozesamenduan beharrezkoak



GUILLERMO ROA

Makinei hizkuntzak irakasteko saiakerak hasi zirenetik, hurbiltze intuitiboak eta sinplifikatzaileak erabili izan dira. Hizkuntzalarien ezagutza linguistikoak makinek ulertzeko moduko egituretara pasatzen ziren informatikarien laguntzarekin, eta egitura horien bidez tratatzen zen hizkuntza. Azken urteetan, baina, gero eta gehiago erabiltzen dira corpus handietan eta metodo estatistiko hutsetan oinarritutako teknikak.

Hizkuntzaren prozesamendua ia-ia ordenagailuen sorreratik existitzen da. Joan den mendeko 40ko hamarkadan sortutako lehen makina elektroniko programagarriak, Bigarren Mundu Gerra medio, batez ere mezuak deszifratu eta kodeak apurtzeko erabili ziren, baina, gerra amaitu ondoren, hizkuntzaren prozesamendua asko lantzen hasi zen, batez ere itzulpen automatikoaren arloan.

Hasiera haietan, batez ere matematikariak ari-zen ziren horretan, eta oso teknika sinpleak erabiltzen zituzten, kriptografiaren ohiturek eraginda: funtsean, hiztegien eta hitz-ordenaren aldaketen bidez lortu nahi zuten itzulpen

automatikoa. Baina segituan konturatu ziren hizkuntzak hori baino gehiago zirela, eta eredu linguistiko konplexuagoak erabili beharra zegoela. Hala, taldeetan hizkuntzalariak sartzen joan ziren, eta Saussure eta Chomskyren teoriak aplikatzen. Geroztik, eta hamarkada askotan zehar, hizkuntzaren prozesamenduko alor guztietan (morfologian, ortografia-zuzenketan, sintaxian, adieren desanbiguazioan...) hurbiltze bat izan da nagusi: hizkuntzalarien intuizioan oinarritutako ezagutza ordenagailuek tratatu ahal izateko moduko egitura sinpleetara egokitztea (erregelak, zuhaitzak, grafoak, programazio-lengoiak...).

ADAM KILGARRIFF

“Nahiko erraz bil daitezke testu hutsezko datu-base erraldoiak”

Hizkuntzaren prozesamenduan, corpusen erabilerak iraultza ekarri du azken urteotan, eta, zalantzarik gabe, Adam Kilgarriff ingelesa horren lekuko izan da. Urteak eman ditu ingelesezko corpusekin lanean, eta, gaur egun, Internet bera corpus gisa erabiltzen dutenen artean erreferentzia da. Ildo horretan lan egiteko balio duen Sketch Engine (www.sketchengine.co.uk) tresnaren sortzailetako bat da. EHUKo IXA taldeak antolatutako hizkuntzaren prozesamenduari buruzko SEPLN 2009 kongresuan izan zen, Donostian.

Zein dira zailtasun nagusiak makina batek hitz egin ahal izan dezan?

Asko daude. Gizakiak gauza asko dakizki. Jaio ginenetik ari gara gauzak ikasten, ikusten, sumatzen... jakinduria handia dugu buruan, eta badakigu zein den ideien arteko erlazioa. 50 urteko ikerketa ez da nahikoa adimen artifizialak gauza bera egin ahal izateko. Guk datu guztiak buruan bilduta ditugu. Makinek hitz egiteko duten zailtasun handiena hortik dator: oraindik ez dugu asmatu modurik material pilo bat ordenagailuari emateko harentzat erabilgarria suerta dadin.

Bestalde, hizkuntzarekin lotutako arazo asko ditugu. Edozer gauza esateko modu asko dago, eta ordenagailuentzat oso zaila da ulertzea bi esaldi ezberdinek ideia bera adierazten dutela. Ez du ulertuko “Leku hau zoragarria da” eta “Hondartza eder bat dago hemen” esaldiak oinarrian ideia bera adierazten dutela. Kontrakoa ere gertatzen da; esaldi bakar batek esanahi bat baino gehiago izan dezake. “Sagu bat ikusi dut” esaldiak esanahi ezberdina du Miramar Jauregian edo biologiako laborategi batean.

Horiek dira arazo orokor nagusiak (baina badira beste arazo txiki asko).

Behar-beharrezkoa da adimen artifiziala erabiltzea hizkuntzaren prozesamenduan?

Hizkuntzaren prozesamenduan gero eta gauza gehiagorako ari dira erabiltzen ikasketa automatikoa. Baina adimen artifiziala ez da gauza bakar bat; estrategia ezberdin asko garatu dira esparru ezberdin askotan. Hizkuntzaren tratamendurako interesatzen zaidan hurbilketa da patroiak aurkitzea

datu askotatik abiatuta. Ume batek hori egiten du; patroiak bilatzen ditu soinueta, esanahietan, gramatikan eta abarretan, eta, gero, horrek sortzen du umearen lexikoa. Gure lana ere horixe da. Adibidez, hitz batetik abiatu, eta hitz horrekin batera testuinguru berean azaltzen diren hitzak bilatzen ditugu.

Ikasketa automatikoari esker, adibidez, patroiak bila daitezke, eta ezagutza eraiki ordenagailu bidez. Beraz, hizkuntzaren prozesamenduaren arazo nagusietako bati aurre egiteko modu bat da, alegia, hitz bakar batek esanahi bat baino gehiago dituen kasua ebazteko bide bat. Hori egin dezakegu corpus handiak erabiltzen baditugu.

Corpusik onena Internet al da?

Helburuaren araberakoa da. Nik egiten ditudan lan askotan, zenbat eta datu gehiago erabili, orduan eta hobeto funtzionatzen du. Baina sareak zailtasun batzuk ere ekartzen ditu. Spam asko dago. Beraz, datu horiek kudeatzeko estrategia onena da Googlek eta Yahoo-ek erabiltzen dutena: bildu webgune asko eta asko, eta testua bakarrik bilatu, informazio gutxiagorekin lan egiteko (gigabyte batean bideo gutxi sartzen dira, baina testu-kantitate izugarri handia dago). Horrela, nahiko erraz bil daitezke testu hutsezko datu-base erraldoiak. Gaur egun, ingelesezko handienak 5.500 milioi hitz ditu. Eta horrelakoetatik patroia asko aurki daitezke.

Arazo bat dago, ordea: solasean arituko den makina batek hitz egingo duen hizkuntzak ez du izan behar, adibidez, zientzialariek artikuluetan idazten duten estilo bera. Gu solasean ari gareneko hizkuntza izan beharko luke. Beraz, horretarako, ez du balio artikuluetan edo egunkarietan idatzitako testuez osatutako corpus handi batek. Solasean oinarritutako corpus handi bat behar da, txetetan oinarritutakoa. Baina testu horiek biltzea zaila da, eta konfidentzialtasunak are zailagoa egiten du. Gure ikerketarako, blogetako testuak jasotzen ditugu, haietan idazkerak formaltasun gutxiago izaten baitu.



GUILLERMO ROA

Baina metodo horiek ere beren mugak dituzte. Alde batetik, hizkuntzalaririk onenek ere ezin dute kontuan izan hizkuntza batek eskaintzen duen kasuistika guztia; bestetik, hizkuntzek konplexutasun eta aberastasun handiegia dute egitura sinpleen bidez adierazteko. Muga horiek, gainera, are handiagoak dira solaserako hizkuntzan. Hala ere, beste biderik ez zegoen; garaiko makinaren ahalmena kontuan izanda hori zen hizkuntzarekin aritzeko modu bakarra. Eta, teknika horien bidez, aurrerapena mantso samarra izan da urte askotan.

CORPUSEN ETA ESTATISTIKAREN ETORRERA

Azken bi hamarkadetan, baina, hurbiltze enpirikoago bat ari da nagusitzen hizkuntzaren prozesamenduan, testu-bilduma handien ustiatetan eta metodo estatistikoetan oinarritua. Ezagutza intuitiboan oinarritu beharrean, hizkuntza-lagin erreala handiak, hau da, corpusak, erabiltzen dira hizkuntzaren ahalik eta kasu gehien kontuan hartzeko. Eta horien gainean estatistika edo ikasketa automatikoaren gisako metodoak erabiltzen dira, teknika linguistiko gutxi erabiliz. Hizkuntza egitura konputagarrien bidez modelizatzen saiatzen diren kasuetan ere, ereduak corpusetatik erauzten dituzte automatikoki. Horregatik, metodo estatistikoekin lan eginda, makina batek hitz egiteko ahalmena izan dezan, testu-bilduma erraldoi bat eta bilduma horrekin lan egiteko baliabideak izan behar ditu eskuragarri.

Bi faktorek eragin dute nagusiki metodologia-aldaketa hau. Batetik, gaur egungo ordenagailuek, lehengoek ez bezala, datu-kopuru ikaragarriak maneiatzeko gaitasuna dute. Bestetik, inoiz baino testu gehiago dago eskura formatu elektronikoan, batez ere Internet sortuz geroztik.

Hala, corpusak eta teknika estatistikoak erabiltzen dira ortografia-zuzentzaileetan (hitz okerraren antzeko testuinguruak corpusetan bilatuta), itzulpen automatikoan (itzulpen-memoriak edo webgune eleanitzetako testuak erabiliz, hitz, sintagma edo esaldi ahalik eta handienen itzulpenak estatistikoki lortzeko), adieren desanbiguazioan, terminologia-erauzketa automatikoan... Eta orokorrean esan daiteke zenbat eta corpus handiagoak izan orduan eta emaitza hobekien lortzen dituztela sistemek.



©ISTOCKPHOTO.COM/CHIEFERU

Adibidez, Googleko Franz Joseph Och-ek bere itzulpen automatiko estatistikoaren sistema aurkeztu zuen 2005eko ACLren (Association for Computational Linguistics) kongresuan, 200.000 milioi hitzeko corpus baten gainean entrenatutakoa. Eta, geroztik, haien sistema da itzulpen automatikoan erreferentzia nagusia eta lehia-keta guztiak irabazten dituen. Eta antzera gertatzen da beste alorretan ere.

ETORKIZUNA, HIBRIDAZIOA

Alabaina, metodologia honek ere mugak ditu. Hizkuntza eta ataza batzuetan, corpus benetan erraldoiak erabiltzen dira jadanik, eta esan daiteke honezkero goi-muga jo dutela, oso zaila baitute lortutako emaitzak askoz gehiago hobetzen jarraitzea. Beste hizkuntza eta alor batzuetan ez dago hain corpus handirik, eta metodo estatistiko hutsekin ezin dira hain emaitza onak lortu.

Horregatik, metodo estatistikoak hobetzeko azken aldiko joera da teknika linguistikoekin konbinatzea, eta metodo hibridoak sortzea. Eta etorkizunean ere hori izango da bidea hizkuntzaren prozesamenduan aurrera egiteko. Makinek laster hizkuntza ulertu eta egoki trata dezaten nahi badugu, eta makinek hitz egitea nahi badugu, beharrezko izango da matematikariak, informatikariak eta hizkuntzalariak eskutik joatea. ●

Hizkuntza eta ataza batzuetan, corpus benetan erraldoiak erabiltzen dira jadanik, eta esan daiteke honezkero goi-muga jo dutela, oso zaila baitute lortutako emaitzak askoz gehiago hobetzen jarraitzea.

ELHUYAR
FUNDAZIOAREN
ESKUTIK:

TEKNOPOLIS

ZIENTZIA
ETA TEKNIKAREN
DIBULGAZIO-MAGAZINA

astero-astero
etbn



TEKNOPOLIS

ASTEAZKENETAN

etb 3 21:30ean

IGANDEETAN

etb 1 20:00etan

etb 2 11:30etan



ELHUYAR
fundazioa

Makinen hizkuntzari buruz hizketan

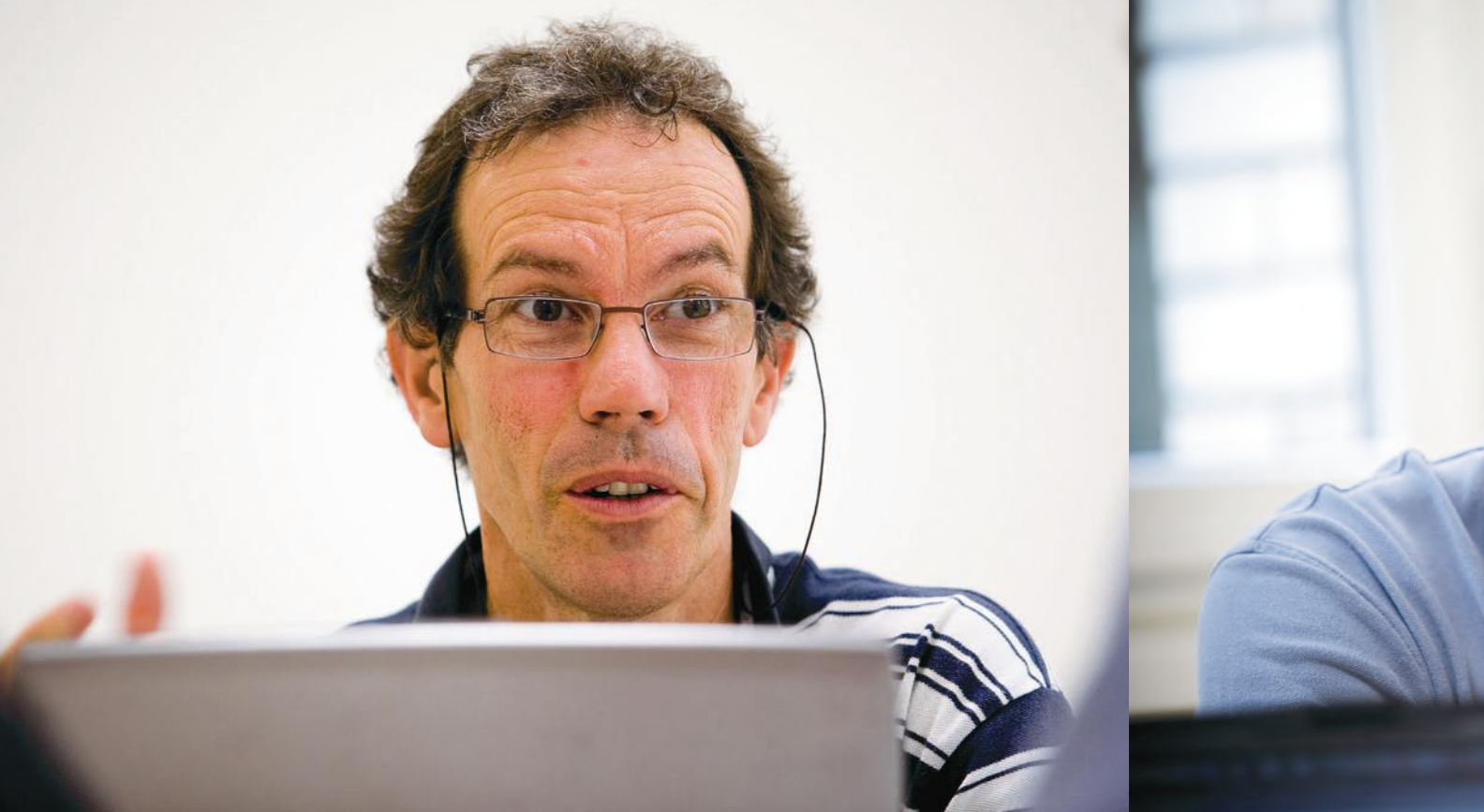
GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

ADITUEN SOLASA

ARGAZKIAK: IÑIGO IBÁÑEZ

Hizkuntzaren prozesamenduan dauden joerez eta euskarak beste hizkuntzekin alderatuta dituen berezitasunez hitz egiteko elkartu ditugu aditu batzuk. EHUKo IXA taldeko Kepa Sarasola, Iñaki Alegria eta Eneko Agirre informatikariekin izan gara. Hain zuzen ere, IXA taldeak aurtengo hizkuntzaren prozesamenduari buruzko SEPLN kongresua antolatu du Donostian, eta gai horretako aditu asko bildu ditu.





Ezkerretik hasita, Kepa Sarasola, Iñaki Alegria eta Eneko Agirre.

 *Azken urte hauetan egindako ikerketa salto kualitatibo handia izan da, baina horrek ez du esan nahi makinak orain “ulertzen” gaituenik.*

Zein dira, gaur egun, hizkuntzaren prozesamendua- ren erronka nagusiak?

Eneko Agirre: Nik uste dut ulermenarekin lotutako kontuak direla. Azken urte hauetan egindako ikerketa salto kualitatibo handia izan da, baina horrek ez du esan nahi makinak orain “ulertzen” gaituenik. Nik uste dut pauso txikiak eman direla, eta makinek gauzatxoak ulertzen dituzte gero eta eremu gehiagotan. Zer den leku bat, adibidez. Abizenekin beti dago arazoa; Azpeitia zer da: pertsona bat edo leku bat? Edo enpresa bat? Gauza horiek ulertzen hastea aurre-pauso bat da. Eta nahiz eta oso sinplea iruditu pertsoneri, testuingururik gabe zailak dira. Hortaz, erronka da makinari horrelako ezagumendu-zatitxoak irakastea.

Izan ere, corpusetan oinarritutako metodo matematiko eta estatistikoak nolabait goia jotzen ari dira; egin zezaketena egiten ari dira, eta zailtasunak dituzte hortik aurrera egiteko. Erregeletan oinarritutakoek ere eman zuten berea, eta pixka bat trabatuta gelditu ziren. Beraz, nik uste dut orain erronka dela erregelak testueta-
tik ikastea, eta corpusetatik saiatzeari erregela haiek nola edo hala ikasi eta kontrastatzen, eta jakitea zer ikasi duen ondo eta zer gaizki.

Kepa Sarasola: Gaur egun erronkak zein diren ikusteko, bi maila egon daitezke: bata, aplikazioak eta, bestea, hizkuntzaren barruko tripak, oinarritzko tresnak, gero aplikazioetan erabili behar direnak. Esan daiteke lexikoan ditugun

beharrak gaur egun ia % 100 beteta daudela. Orain dela 20 urte ez zegoen hiztegi konputazionalik, denak paperezkoak ziren. Orain, aldiz, Interneten dituzu hitz guztien esanahiak, nola esaten diren beste hizkuntzetan eta abar. Morfologiaren aldetik, hizkuntza zailetarako (euskara bezalakoetarako), % 95-98 beteta dago. Sintaxian % 90 ondo egiten du ingeleserako.

Orduan, zeri begira gaude? Bada, semantikari eta pragmatikari. Eta horretarako, hemen, al-daketa ikaragarri bat dago. Orain dela 20 urte, edozein gairi buruz hitz egiteko, ez genuen zeri heldu. Gaur, adibidez, Wikipedia dugu, edo Wordnet, Internet bera eta abar. Testuen esanahia ulertu ahal izateko baliabide berriak ditugu orain. Eta horrek ate bat ireki digu, baina oraindik ez da askorik landu.

SEPLN 2009 kongresuan horri eman al zaio indarra?

Iñaki Alegria: Kongresura hausnarketa egiten duten hizlari gonbidatu batzuk etorri ziren. Uppsala Unibertsitateko Joakim Nivre sintaxian adituak, adibidez, aditzera eman zuen corpusen erabileraren bitartez sintaxiaren arazoa ez dela % 100 ebazten, baina oso landuta dagoela. Semantikaren ildotik, nolabait Enekok aipatu duen egoera aurkeztu zuen. KYOTO proiektua ere aurkeztu zuten: wiki plataforma baten bidez hitzen eta terminoen esanahiak definitu ahal izateko sistema baten proiektua. Bestalde, datuetatik ezagutza erauzteari buruz ere hitz



egin zuten. Eta Kataluniako Unibertsitate Politeknikoko Horacio Rodriguezek eman zuen hitzaldian aipatu zuen adimen artifizial klasikoaren erronka batzuei saiatu behar dugula berriro heltzen, baina datu gehiagorekin, eta bide berriago batzuetatik. Eta ni ere, apur bat, iritzi horretakoa naiz.

Bide horretan Googlek oso emaitza onak lortu ditu adimen artifizialaren oinarritzko metodo batzuk erabilita. Baina ezagutza sakonagorik erabiltzen ez badute, epe laburrean berrikuntza gutxi aterako da hortik.

Google aipatu duzu, zenbateraino ari dira enpresa handi horiek hizkuntza prozesamenduan ikertzen?

I. A.: Nik uste dut Google asmatzen ari dela eginda dagoenari etekina ateratzen. Inbertsio handiak egiten ditu, etekin ona ateratzen die; ospea lortu du, eta marka bat egin du. Ezagutza hori edo tresna horiek jende guztiarentzako aplikazioetan eta industria-mailan integra litezke. Baina ez dute ematen nahiko informazio, eta aplikazioen eskaera espero baino txikiagoa da.

E. A.: Ikerkuntzan ez dakizu nor etorriko den ideia onarekin. Nahiz eta ikerkuntza-talde handia izan, beharbada ideia onak ez dira hortik aterako; ezin da hori iragarri. Horregatik, enpresa handiek, Googlek adibidez, haien proiektuak garatzeaz gain, ikertzaile arrakastatsuak fitxatu egiten dituzte.

 *Googlek egiten duena ikusita, argi eta garbi ikusten da lantzen ditugun teknikak baliagarriak direla. Behin eta berriz frogatzen da.*

Jende asko joan da Googlara. Estatu Batuetan aipatu izan dute ikertzaile onenak Googlara joan direlako. Gazteen artean jende asko hartu dute, eta unibertsitateetan hori nabaritu dute. Jendea hara joan da; gero esan dute Googlen dena ez dela hain polita, baina oso gutxik egin dute ospa handik.

I. A.: Arlo honetan, zehaztuta dago zein diren dirua ematen duten aplikazioak. *Killer applications* esaten zaie. Historikoki, hiru aplikazio-mota sartu dira talde horretan: itzulpen automatikoa, *proofing tools* (alegia, testu-editoreetarako tresnak, zuzentzaileak batez ere) eta bilaketa. Hain zuzen ere, Googleren hasiera bilaketaren mundua izan zen. Orain, itzulpen automatikoa tratatzen ari da, eta, azkenaldian, telefonoetako sistema eragilean arloan eta *proofing toolset*an ere ari dira sartzen. Nolabait, arriskua izan daiteke Googlek ikerketa horiek guztiak monopolizatzea.

Zuen lanean eragina izango du arrisku horrek, ezta?

K. S.: Gu, alde batetik, pozik gaude argi eta garbi ikusten delako lantzen ditugun teknikak baliagarriak direla. Behin eta berriz frogatzen da. Baina, bestetik, kezka dugu Googlek zenbat datu dituen ikusita, haiek bakarrik dituztelako. Haiek dakite jendeak zer eskatzen duen, zer bilatu nahi duen. Eta bilaketaren emaitzetan jendeak zer aukeratzen duen. Haientzat oso garrantzitsua da hori, sistema hobetzeko. Hitz bat

IMMA HERNAEZ

“Gaur egungo sintesi-sistemen ahotsak arras ulergarriak dira”

Imma Hernaezek EHUKo Aholab laborategian egiten du lan. Makinek ahotsa ezagutzeko eta sintetizatzeko sistemetan aditua da. Besteak beste, ANHITZ proiektuan hartu du parte, zientzia- galderei erantzuten dien pertsonaia birtual bat egiten. Proiektu horretan, pertsonaiak ahotsa ezagutzeko eta hitz egiteko sistemak garatu zituzten Hernaezek eta Aholab laborategiko langileek.

Zein dira ahotsa ezagutzeko eta sintetizatzeko gainditu beharreko zailtasun nagusiak?

Zailtasunak ez dira berdinak ezagutzen edo sintetizatzeko. Ahotsa ezagutzeko, hizkuntzaren barietateak izateak berak zailtzen du lana, dialektoak, azentuak, erregistroak eta abar baitaude. Gainera, ahotsa oso aldakorra da, hainbat faktoreren arabera. Pertsonaren aldarteak, osasunak, eguneko orduak eta beste faktore batzuek aldatu egiten dute hizketa. Eta, horretaz gain, inguruko arazoak ere izaten dira: zarata, audio-sistemen kalitatea eta abar.

Ahots sintetikoari naturaltasuna, batekotasuna eta gizatiartasuna ematea da zailena; alegia, ahotsari nahi dugun ‘nortasuna’ ematea.

Zure ustez, zer dago gaindituta eta zer ez?

Ahotsaren ezagutzen, ezagutu beharreko hiztegia murriztu denean eta sistemari ahotsa hitzez hitz ematean, oso emailta onak lortzen dira, inguruko baldintzak txarrak izanda ere. Baldintza horietatik aldentzean hasten dira arazoak: bat-bateko hizketarako (hau da, murriztu gabeko hiztegia duen eta era jarraituan ebakitzen den hizketarako), ez dira lortzen oso emailta onak, oraindik. ‘Pilotu’ moduko mikrofonoa erabili behar da nahitaez, eta sistema egokitu egiten da hizlariaren ahotsera; alegia, trebatu egiten da sistema, hizlariaren zenbait ahots-lagin erabiliz.

Gaur egungo sintesi-sistemen ahotsak arras ulergarriak dira. Ahotsaren naturaltasuna ere lortzen da, esaldiak edo paragrafoak laburrak baldin badira eta testuak irakurtzean estilo neutroa erabiltzen bada. Emozioa edo adierazkortasuna adieraztean, halere, sintesi-sistemek porrot egiten dute oraingoz; naturaltasunetik hurbil dauden gaur egungo sistemak corpusetan oinarrituta daude, hau da, datu-base erraldoiak baliatzen dituzte, eta amaierako kalitatea datu-base horien tamainaren arabera da: zenbat eta handiagoa datu-basea, orduan eta hobea kalitatea.

Gainera, pertsona bakar baten ahotsa da beti, eta, ahotsa aldatu nahi bada, datu-base berriak egin behar dira. Hortaz,



IMMA HERNAEZ

metodorik onena litzateke datu-base txikiagoak erabiltzea, baina, ahots desberdinak sortzeko, zenbait parametro aldatzea ahotsa sortzeko erabilitako ereduari; oraingoz, hala ere, ez dakigu doi-doi zein izan behar duten parametro horiek, seinalaren kalitatean galera esanguratsurik izan ez dadin.

Nola dago euskara beste hizkuntzekin konparatuta? (Ez dakit hizkuntza berezia den berez ahoskeraren ikuspuntutik).

Ikerkuntzaren ikuspuntutik, euskara ez dago beste hizkuntzetatik oso urrun, batez ere metodoei eta teknikei begiratzen badiugu. Bestelakoa da egoera ikuspuntu komertzialek (ezagutzaren arloan, batez ere): sistema komertzialak eraikiko badira, enpresa garatzaileek datu-base estandarrak behar dituzte sistemak trebatzeko eta testatzeko, beste hizkuntzekin erabiltzen duten softwarea erabili ahal izateko. Eta horrelakoak oso gutxi ditugu. Bestalde, orain arteko garapenak euskara batuerako baino ez dira egin, oro har, eta ahozko euskararen errealtatea ez da gure ondoko hizkuntzena bezalakoa (Europako hizkuntza nagusiak, esaterako). Batuen eta euskalkien arteko distantzia oso handia izan daiteke, eta ezagutza-sistemak ez badira euskalkietara egokitzen, li-tekeena da gizartearen atal mugatu batek baino ez erabiltzea halako sistemak.

eskatuta jende gehienak laugarren aukera klikatzen duela; eta, handik gutxira, laugarren hori lehengoa izango dela. Erabileraren datu horiek oso garrantzitsuak dira; baina Googlerenak dira.

E. A.: Googlek badaki berrikuntza dela aurre-eragiteko bidea. Energia guztiak berrikuntzara zuzentzen dituzte.

I. A.: Eta diruari ematen diote lehentasuna. Dirua non, haiek han. Eta horrek ondorio batzuk ditu. Adibidez, Googlek euskaraz oso gaizki bilatzen du. Eta esan zaie. Baina ez zaie interesatzen. Une batean erabaki zuten gehienez berrogei hizkuntzarekin lan egitea. Gainerakoe- tan, hitzez hitzeko bilaketa egiten dute. Hori arazo bat da, baina markak indar handia du. Gainera, aplikazio askotan integratzen da eta abar. Baina, gaur egun, Elebila aplikazioak askoz hobeto bilatzen du euskarazkoa.



Argi dago euskara txikia dela.

Ikuspuntu ekonomizista batetik, eskaera txikia du, eta, beraz, arazoak daude. Ikerketa mailan, berriz, gu pozik gaude.

Zer egoeratan dago euskara hizkuntzaren tratamendurako beste hizkuntzekin konparatuta?

I. A.: Ingelesa da erreferentzia. Esate baterako, kongresura Etiopiako ikertzaile bat etorri zen. Han, amhareraz hitz egiten dute. Hizkuntza semitikoa da, beste teklatu mota bat erabili behar dute, baina, telefono mugikorretan horrelako teklaturik ez dagoenez, mezuak ingelesez baka- rrik bidaltzen dizkiote elkarri.

Argi dago euskara txikia dela. Ikuspuntu eko- nomizista batetik, eskaera txikia du, eta, beraz, arazoak daude. Ikerketa mailan, berriz, gu po- zik gaude. Arlo batzuetan, behintzat, erreferen- tzia bat gara beste hizkuntza txiki batzuetara- ko. Corpusetan oinarritutako aplikazioek inber- tsioak egitea eskatzen dute, corpusak berak lortzeko.

E. A.: Hizkuntza gisa, euskarak badu berezko tipologia bat, baina konputazio-alde- tik ez da bereziki zailagoa beste hizkuntzekin konparatzen badugu. Morfologia tratatzea zailagoa bada ere, beste alor batzuetan, fonetikan esate baterako, oso erraza da. Hizkuntza bakoitzak bere alde zailak eta errazak ditu, baina oro har, hizkun- tzaren ezaugarri guztiak kontuan hartuta, hiz- kuntza guztien zailtasuna antzekoa da.

Eta, beste hizkuntzekin konparatzeko, ikusi behar da hizkuntza bakoitza hiztun-kopuruaren arabera. Nik uste dut euskara nahiko gertu dagoela gehien hitz egiten diren hizkuntzetatik. Alde handiena erabiltzen diren corpusen tamaina txikia da; nik uste dut hori dela gabezia nabarmenena euskaraz. Ingelesezt, adibidez, mila milioi hitzeko corpusak daude. Eta makinek corpus handietatik ikasten dute. Baina, baliabideen arabera, zerrendaren goialdean gaude.

K. S.: Hiztunen kopuruaren araberrako zerrendan 256.a ikusi nuen euskara, eta ikerketan lehen 50en artean gaude. Hori zergatik? Bada, laguntza ofizialak egon direlako, eta, nire ustez, honetan gabiltzanok gauzak ordenatuta egiten ditugulako. Modu ordenatu eta planifikatu batean egin ditugu gauzak. Une batean sortzen dituzun tresnak eta baliabideak gerora ere baliagarriak dira. Modu inkrementalean egiten dugu lan.

IXA taldekoek euskararen prozesamenduan egiten dute lan. Ez dira bakarrik. Baina robot batek euskaraz hitz egiteko ahaleginetan erreferentziazko ikertzaile dira. Enpresa handiek, adibidez, euskarazko aplikazioak garatu nahi izango balituzte, seguru asko, haiengana jo beharko lukete. Besteak beste, ANHITZ proiektuaren garapenean parte hartu dute, zientziako galderei erantzuten dien pertsonaia birtual bat sortuz. Hitz egiten duen robot bat, azken batean. Hizkuntzaren prozesamenduaren eredu ona da; kanpotik ikusita, ANHITZ ez dirudi aplikazio iraultzailea denik, ez baitu fikziozko robot batek bezain azkar eta erraz erantzuten. Proiektuaren atzean dagoen lana ezagutzen duenak, aldiz, oso balorazio ona egiten du. Asko dago egiteko hizkuntzaren prozesamenduaren arloan; ez dago zalantzarik. Baina eginda dagoena lan ikaragarria da, horren zalantzarik ere ez dago. ●



XXI. MENDEKO IRAULTZA

Gaikako bilketa-maila % 28tik % 82ra igo da Usurbilen atez ateko bilketarekin lau hilabete

Iraultza asko ezagutu ditu Euskal Herriak. Frantziakoa bete-betean, XVIII. mendean. Industria Iraultza ere hurbil-hurbiletik, XIX. mendearen amaieran, eta Errusiakoa, Kubakoa, Portugalgoa... urrutia gotik, XX.enean. Orain, Gipuzkoako herri txiki batek, Usurbilek, beste iraultza bat hasi du, hiri-hondakinen iraultza, atez ateko bilketa-sistemarekin.

Herritarrek kezka ikusten dute ozono-geruzan sortzen ari den zuloa, jabetzen dira planetaren berotzeak ondorio larriak ekarriko dituela, eta gero eta hedatuago dago planeta pixkanaka-pixkanaka hondatzen ari garen susmoa. Hala ere, hondakinak sortzen jarraitzen dugu, kontsumoaren mailak ez du mugarik, eta, azkenean, sortzen ditugun hondakinekin egin dugu topo. Hondakinak arazo dira, hondakinen kudeaketa arazo bihurtu da.

San Markosko Mankomunitateak (SMM), Gipuzkoako populazioaren ia erdiaren hondakinak kudeatzen dituenak, adarretatik heldu dio zezenari, hondakinen arazoa konpontzeari, bilketa-sistemari, alegia. Egungo edukiontzien sistemak beira, papera, eta ontziak gaika biltzen ditu, eta gainerako guztia zabortzat jotzen du. Hala, zabor-poltsan ateratzen dugun materia organiko guztia, zabor poltsaren % 40 inguru, zaborrarekin batera, nahasita, zabortegira botatzen da.

Sistema horren ondorioz, onenean, bilketa selektiboaren maila % 30-35era iristea lortu da. Maila altua da, baina eritmo honetan zaborrak irentsiko gaitu.

Konponbidea: atez ateko bilketa

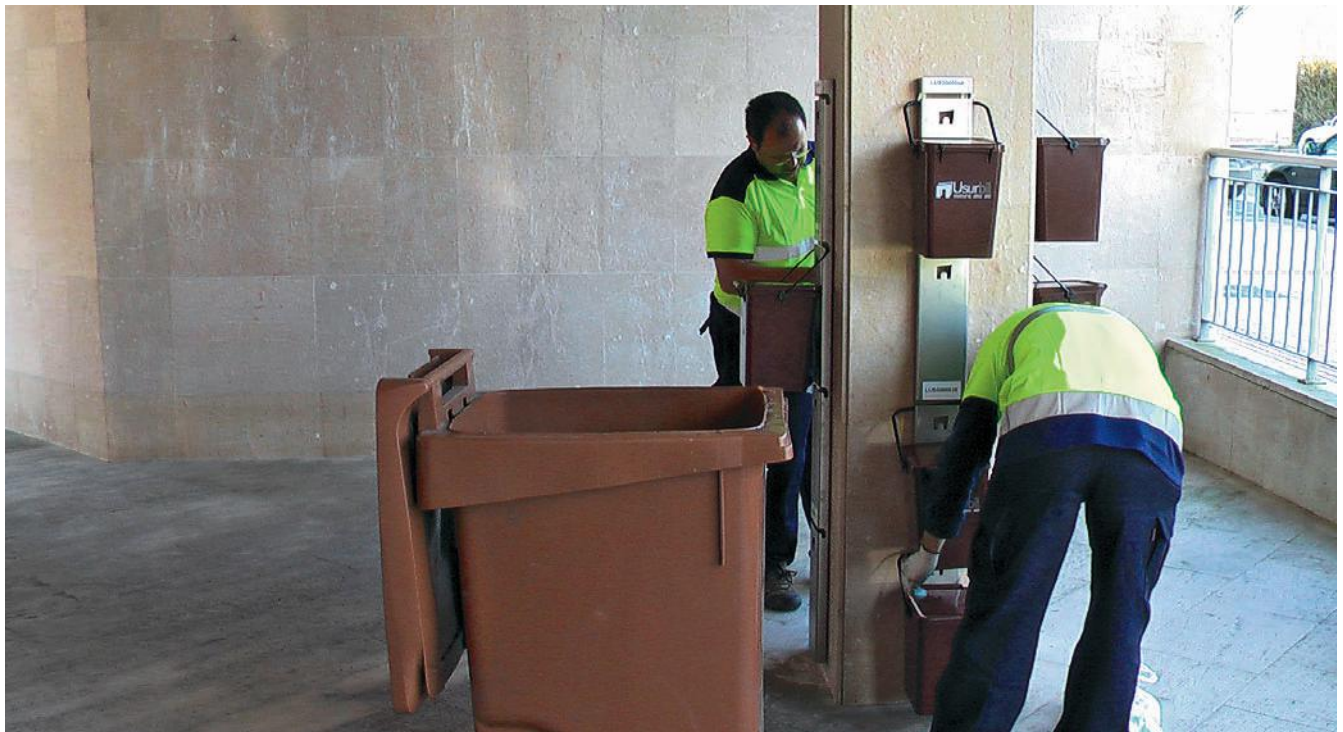
San Markosko Mankomunitateak, Usurbilgo Udalarekin elkarlanean, atez ateko bilketa jarri du indarrean, birziklatzen diren orain arteko

lehengiaiez gain materia organikoa ere gaika biltzeko, ondoren konposta egin eta ongari gisa erabiltzeko. "Guk arazoa konpondu nahi dugu, eta nola konpondu ere badakigu", dio SMMko lehendakari Ricardo Ortegak.

Haren iritziz, egungo edukiontzien sistemak goia jo du, baina Usurbilen martxan jarri den atez ateko bilketak lehengai den guztia gaika biltzea bermatzen du, eta horrek iraultza ekarri du Euskal Herrira. "Atez ateko bilketa-sistemak frogatu du % 80tik gora birzikla dezakeela, San Markoskoa bezalako zabortegi zaharkitu eta kutsagarriek zentzurik ez dutela, eta Zubietan erai ki nahi duten erraustegiak, toxikoa izateaz gain eta osasun publikoari eta ingurumenari kalte egiteaz gain, ez duela, ez hanka, ez buru". Ortegak dio atez ateko bilketak ez duela alternatibarik, "ez dagoelako atez atekoa bezain sistema eraginkorrik, garbirik eta merkerik".

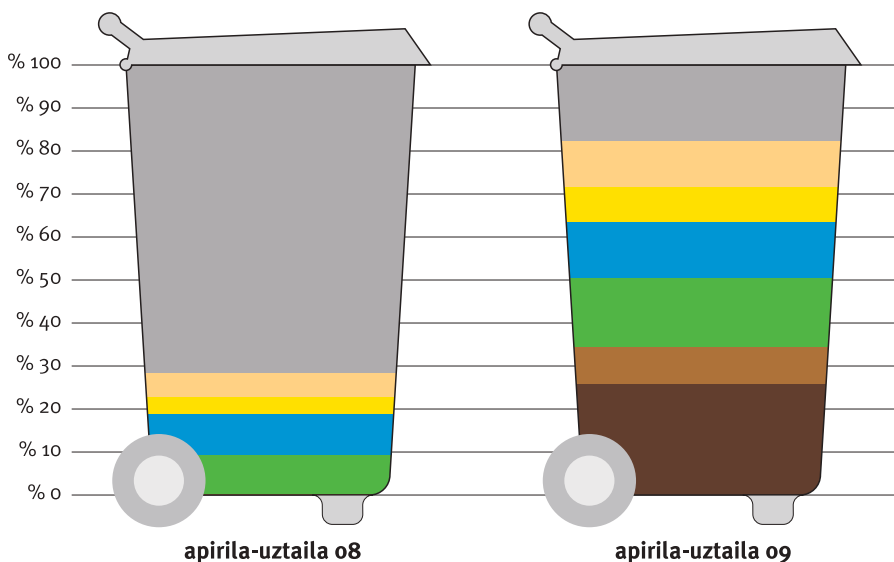
Ohitura-aldaketa, emaitza ikusgarriak

Atez ateko bilketak arrakasta izateko, ezinbestekoa du herritarren parte-hartzea. Horregatik, Usurbilgo Udalak bost aste iraun zuen prozesu bat jarri zuen abian, sektorez sektore, auzoz auzo. Herritarrek erabaki zuten zenbatean behin bildu nahi ziren organikoa, ontziak, papera... Haiek erabaki zuten zein ordutan egin



USURBILGO UDALA

Gaikako bilketaren emaitzak Usurbilen (industrialdeak izan ezik)



- Errefusa
- Besteak
- Ontziak
- Papera/kartoia
- Beira
- Autokonpostajea
- Organikoa

- Iaz, lau hilabeteetan, 675.720 kilo hondakin bota ziren zabortegira; aurten, epealdi berean, 106.820 kilo.
- Birziklatze-maila % 28,43tik % 82,33ra igo da.
- 600 familia potentzialetatik 450ek egiten dute konposta. Beste 100 itxarote-zerrendan daude.

Materiala	apirila-uztaila 08(Kg)	apirila-uztaila 09 (Kg)	Eboluzioa
Organikoa	0	156.250	-
Autokonpostajea	3.040	53.098	% 1.647
Beira	85.087	95.709	% 12
Papera/kartoia	90.999	79.460	% -13
Ontziak	37.147	49.650	% 34
Besteak	52.182	63.565	% 22
Errefusa (Kale-garbiketa barne)	675.720	106.820	% -84

Iturriak 2008: Usurbilgo Udala, Ecovidrio, Despanorsa-MSM, Trienekens-MSM, MSM, FCC-MSM.

Iturriak 2009: Gipuzkoako Foru Aldundia, Usurbilgo Udala, Ecovidrio, Vanpac-MSM, Trienekens-MSM, FCC-MSM.

Materiala	apir.-uzt. 08	apir.-uzt. 09
Organikoa	% 0,00	% 25,85
Autokonpostajea	% 0,32	% 8,78
Beira	% 9,01	% 15,83
Papera/kartoia	% 9,64	% 13,14
Ontziak	% 3,93	% 8,21
Besteak	% 5,53	% 10,51
Errefusa	% 71,57	% 17,67

Gaika orotara % 28,43 % 82,33

bilketa, eta bizilagunekin adostu zen non ipini zintzilikatzekoak.

Usurbilgo alkate Xabier Mikel Errekondok zuzendu zuen prozesua, eta, horretaz gain, konposta etxean egiteko kanpaina jarri zuen martxan. “Aukera zuten familiekin kanpaina berezi bat egin genuen, banaka-banaka, eta 600 familia potentzialen artean 450ek erabaki dute konposta egitea. Horrek erakusten du herritarrekin lan egiten bada oso ondo erantzuten dutela”. Izan ere, SMMren esparruan azken bost urteotan Gipuzkoako Aldundiak egindako kanpainan, 1.200 familiak soilik eman du izena konposta egiteko. Usurbilen, 450 familia horiez gain, beste 103 daude konposta egiteko itxarote-zerrendan —Usurbilen, konposta egiten duen familia bakoitzari % 40ko hobaria egin zaio zabor-tasan—.

Atez ateko bilketa egiten martxoaren 16an hasi ziren. Asteaz hiru egunez biltzen da organikoa,

bitan ontziak, behin papera eta beste behin errefusa. Herritarrek goizeko 6:30etik aurrera, kamioia etxe aurretik pasatu baino lehen, jaitsi behar dute egun horretako hondakina, eta etxe atarian jarritako zintzilikatzekoetan utzi. Orga-

“Iaz, apiriletik uztaileara bitartean, 675.720 kilo hondakin bota ziren zabortegira; aurten, epealdi berean, 106.820 kilo”

nikoa Udalak banatutako 10 litroko ontzi marroietan ateratzen da, papera paperezko poltsatan edo kartoi-kaxatan, eta ontziak eta errefusa plastikozko poltsetan. Beira, orain arte bezala, kaleko igluetan jasotzen da. Norbaitek arrazoi

bategatik edo besteagatik ordutegiarekin edo egutegiarekin arazorik badu, herrian bi larrialdigune daude irekita asteen zazpi egunez, eta 24 orduz.

“Etxean ohitura-aldaketa txiki bat eginez, emaitza ikusgarriak lortu dira” ziurtatu du Ricardo Ortegak. SMMko lehendakariak dio uztaile arteko emaitzak ezin hobeak direla. “Usurbilgo birziklatze-maila % 28,43tik % 82,33ra igotzea lortu da lehen lau hilabeteotan, batez beste, eta beti % 80ko langaren gainetik. Hori ez da inoiz gertatu Euskal Herrian. Hondakinen kudeaketan iraultza hasi da Usurbilen, horregatik diogu arazoak konponbidea duela”.

Ortegak dio Usurbil hasiera besterik ez dela. “Atzetik beste batzuk etorriko dira: Oiartzun, Hernani, Urnieta, Lasarte... zentzuzkoa baita: zergatik jarraitu gaur egungo edukiontzien sistemarekin atez atekoa bezain sistema eraginkor, garbi eta merkerik ez badago?”

Herri Irratia

ASKEA PLURALA ELEBIDUNA



Herri Irratia Donostia	1224 am/94.8 fm
Herri Irratia Loiola	99.8 fm
Herri Irratia Eibar	90.7 fm
Herri Irratia Tolosa	87.9 fm
Herri Irratia Txingudi	99.9 fm
Herri Irratia Goierri	105.4 fm
Radio Álava	98.0 fm
Loyola Media Bilbao	93.5 fm
Loyola Media Durango	98.0 fm



Loyola Media  com

www.loyolamedia.com

 **mag**
loyola media web magazine

Doako Harpidetza Web Orrian

ĒKUAZIO DIFERENTZIALAK EGONKORTASUN BILA

ELISABETE ALBERDI CELAYA
Matematikan lizentziatua eta doktoregaia

Egonkortasuna altxor preziatua da. Bizitza egonkortasunaren etengabeko bilaketa da: lan finko baten bilaketa, erlazio sendo eta luzearena, eta abarrena. Nahiz eta aldagarriak izan, aldaketa bortitzik ez duten parametroen barnean dagoenari esan ohi zaio egonkorra. Batzuentzat aspergarriaren sinonimo, oro har altxor desiratua.

Matematikan ere badira egonkortasunak berebiziko garrantzia dueneko jakintza-gaiak. Erreparatu nahi diegun horiek karre-ra zientifiko eta teknikoetako programetan lekua izaten dute, eredu matematikoen formulazioan erabiltzen dira, eta horietako batzuentzat emaitza analitikoa bilatzen da; beste batzuk, aldiz, zenbakizko metodoak erabiliz —hurbilpenak— eta ordenagailua bidelagun hartuta ebatzen dira. Ikasle batzuek gustuko izaten dituzte, baina gehienei izugarrizko buruhausteak sortzen dizkiete. Zer dira? Ekuazio diferentzialak dira. Ekuazio diferentzialek ere, gizakiak bizitzan bezala, egonkortasun-eremu ahalik eta handiena bilatzen dute.

EKUAZIO DIFERENTZIALEN ERABILGARRITASUNA

Eredu matematiko bat sistema edo bizitzako gertakari bat deskribatzeko gailua da. Eredu matematiko baten formulazioa sisteman eragina duten, hau da, sisteman aldaketa sortzen duten, aldagaien identifikazioarekin hasten da. Ondoren, sistemari buruzko arrazoizko hipotesiak ezartzen dira, eta erabil daitezkeen lege enpirikoak identifikatzen dira. Hipotesi horietako batzuek aurretiaz zehaztu ditugun aldagai batzuen aldaketaren neurria adierazten dute. Hipotesi horien enuntziatu matematikoa deribatuak agertzen direneko ekuazio bat edo ekuazio-sistema bat izango da, eta horixe da ekuazio diferentziala edo ekuazio diferentzialen sistema bat.

Haiei ebatzen zehatzak sistemaren portaera ezagutzea ahalbidetuko digu. Baina

zertaz ari gara eredu edo modelo matematikoa diogunean?

Erreakzio kimikoen zinetikan, horiek denboran zehar duten eboluzioa da interesatzen dena. Abiadurak edozein aldagairen denborarekiko deribatuak izaki, erreakzioen zinetika modelatzean ekuazio diferentzialak erabiltzen dira. Horren adibide da bi substantziak hirugarren bat sortzen duteneko. Aldagaiak substantzien kontzentrazioak dira, eta lege enpirikoak, aldiz, masa-ekintzaren legea eta masa-kontserbazioaren legea dira. Lehenengoak esaten digu erreaktiboek kontzentrazioen biderkadura produktuen kontzentrazioen biderkadurarekiko proportzionala dela, eta, bigarrenak, erreaktiboek masen batura eta produktuena berdina direla.

Gorputzen hozketan ere ekuazio diferentzialak erabiltzen dira. Adibidez, pastel bat labetik ateratzen badugu 150 °C dituelarik, eta haren tenperatura jakin nahi badugu edozein unetan. Pertsona baten homizidioa edo hilketa iker-



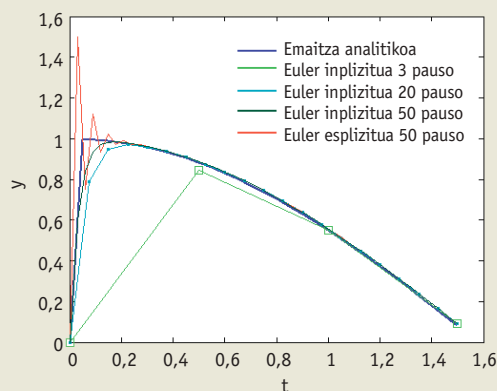
©FOTOLIA

tzen bagabiltza, eta zer ordutan hil zen kalkulatu nahi badugu ere, Newtonen hozketalegea erabiliko dugu. Lege horrek dio gorpu-

Ekuazio diferentzialak eta zenbakizko metodoak historian

Ekuazio diferentzialen historia XVII. mendean amaieran hasi zen, Isaac Newton (1642-1727) eta Gottfried Wilhelm Leibnizen (1646-1716) lanekin. Mekanikak, fisikak eta elektromagnetismoak izan zuten garapenari esker, ekuazio diferentzialak oso erabilgarri bihurtu ziren fenomeno naturalak deskribatzeko tresna gisa. Baina XIX. mendera arte zientzialariek esku artean erabili zuten auzia izan zen ekuazio diferentzial horientzat soluzio esplizituak bilatzea. Garai hartan kokatzen dira Leonhard Paul Euler (1707-1783), Daniel Bernoulli (1700-1782), Jean le Rond d'Alembert (1717-1783), Joseph Louis Lagrange (1736-1813) eta Pierre Simon de Laplace (1749-1827) zientzialariak.

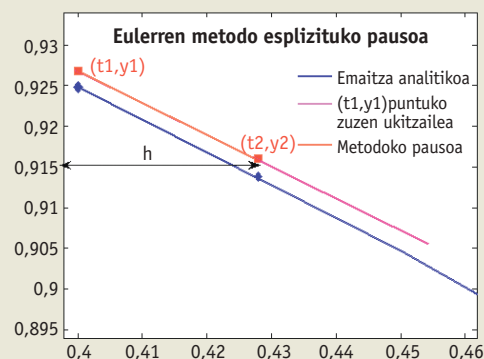
Kasurik sinpleenetan, ekuazio diferentziala integratuz lortzen zen emaitza, baina beti ez zen erraza, edo ez zen posible emaitza analitikoak aurkitzea. Horregatik, 1760. urtean, Euler



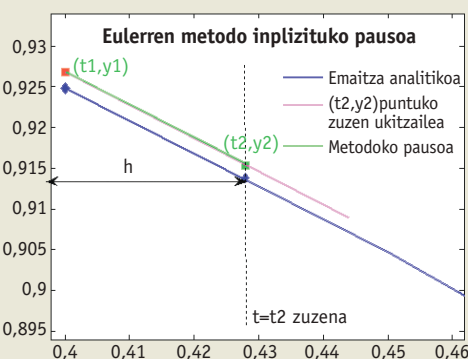
$y' = -50(y - \cos t)$, $y(0) = 0$ hasierako baliodun ekuazio diferentzialaren emaitza: urdinez, emaitza analitikoak, eta adierazitako koloreetan Eulerren metodo inplizituaz edo esplizituaz pauso-kopuru ezberdinak emanez lortzen diren emaitzak. Eulerren metodo inplizituak, bere egonkortasun-eremu handiagoari esker, pauso gutxi behar ditu, emaitza hurbildua emaitza analitikoaren antzekoa izan dadin. GRAF.: ELISABETE ALBERDI.

izan zen ekuazio diferentzialak askatzeko lehenengo zenbakizko hurbilpena proposatu zue-na. Zenbakizko metodo haren oinarrian zegoen ideia oso sinplea zen: emaitza aurkitu behar ze-

neko tartea h neurriko azpitartetan banatzen da, h pausoaren neurria izanik. 1. pausoa emateko, lehenengo tarteko hasierako balioa ezagutzen da, eta hasierako puntuko zuzen ukitzailean barrena mugituz tartearen bukaerako balioa kalkulatzeko, hau da: $y_{n+1} = y_n + hf(t_n, y_n)$.

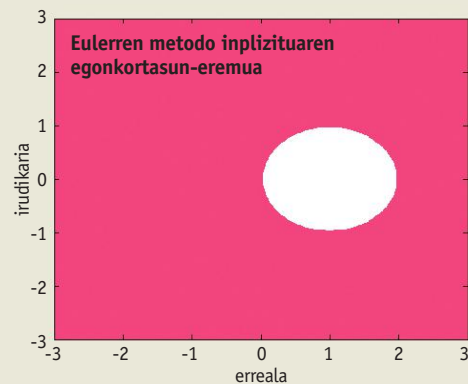
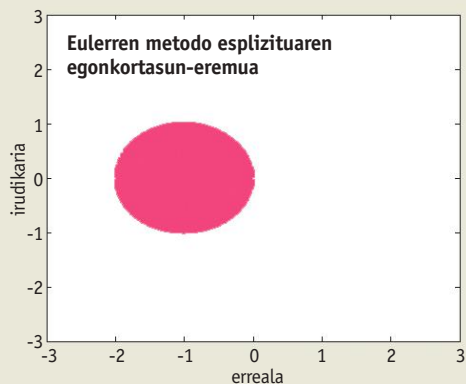


Eulerren metodo esplizituko eta inplizituko pauso bana. Esplizituan aurreko puntuko, (t_1, y_1) -eko, zuzen ukitzailean barrena mugituz ematen da pausoa, (t_2, y_2) puntua lortzeko. Inplizituan, $t=t_2$ zuzenean (t_2, y_2) puntua bilatzen da, bertako zuzen ukitzailea (t_1, y_1) puntutik pasatzeko eran. GRAF.: ELISABETE ALBERDI.



2. pausoa emateko, 2. tarteko hasierako balioa ezagutzen da, eta aurreko prozedura errepikatzen da. Horrela pauso guztietan. Metodo hau esplizitua da, aurreko pausoko datuak erabiltzen baititu hurrengo balioa aurkitzeko. Baina metodo honen egonkortasun-eremua txikia izanik, eremuan ez zeuden autobalioak h zenbaki oso txiki batez biderkatu behar ziren, eremuan sar zitezien. Horregatik, metodoari egindako aldaketa bat Eulerren metodo inplizitu gisa ezagutzen dena da, zeinetan tartearen amaierako puntua bertako zuzen ukitzailea tarteko hasierako puntutik pasatzeko eran kalkulatzeko baita: $y_{n+1} = y_n + hf(t_{n+1}, y_{n+1})$. Metodo hori inplizitua da, ezezagun baten kalkuluan ezezaguna bera agertzen delako.

Kasu bietan, emaitza pausoz pauso eraikitzen da, eta pauso handiagoak eman ahal izateak emaitzak arinago lortzea ahalbidetzen du. Eulerren metodo inplizituaren abantaila da egonkortasun-eremu handiagoa duela, zenbaki handiagoak erabil baitaitezke autobalioak eremura eramateko.



Eulerren metodoen egonkortasun-eremuak arrosaz margotuta. Inplizituaren egonkortasun-eremua esplizituarena baino handiagoa dela ikus daiteke. GRAF.: ELISABETE ALBERDI.

tzaren gainazalaren temperatura-aldaketa gorputzaren temperaturaren eta giro-tenperaturaren arteko diferentziarekiko proportzionala dela. Horrela, gorputzak t unean duen temperatura $y(t)$ bada eta T ingurune-ko temperatura bada, Newton-en legearen arabera, ekuazio diferentzial hau beteko da:

$$\frac{dy}{dt} = -k(y - T), k > 0$$

proportzionaltasun konstantea izanik.

Bankuan sartzen dugun diru-kantitate batek emango dizkigun interesak kalkulatu nahi ditugula? Ekuazio diferentzialak erabili beharko ditugu. Eman dezagun D_0 diru-kantitatea sartzen dugula bankuan, eta r interes-tasa bat ordaintzen digutela. $D(t)$ deituko diogu t urte barru izango dugun diru-kantitateari. Diru-kantitatearen aldaketa hauen batura izango da: interesen metaketagatik aldaketarena eta bankuan egiten ditugun diru-sarreraren aldaketarena —formulako p —.

$$\frac{dD(t)}{dt} = rD(t) + p(t)$$

Badago, beraz, zer modelatu eguneroko bizitzan ekuazio diferentzialak erabiliz.

EBAZTEKO ZAILTASUNAK

Behin ekuazio diferentziala lortutakoan, ebatzi egin behar da. Batzuetan, ez da posible analitikoki askatzea, eta zenbakizko metodoak erabiliz emaitza hurbildua lortzen da. Ekuazio diferentzialek λ deituko diegun



Egonkortasun-eremua handia denean, h pausoaren neurri handiagoak erabili ahal izango dira autobalioak eremura eramateko, hau da, pauso handiagoak eman ahal izango dira metodoan barrena. Egonkortasun-eremu txikietan, pauso txikiak eman behar dira autobalioak handiak direnean. ARG.: ©FOTOLIA.

autobalio konplexu batzuk izaten dituzte. Autobalio horien parte erreala positiboa denean, ekuazio diferentziala ezegonkorra da, eta hura askatzeko zenbakizko metodo bat erabiliz lortuko genukeen emaitza hurbilduak ez du zertan emaitza errealaren itxurarik izan, aldaketa txiki batek eragin borti-

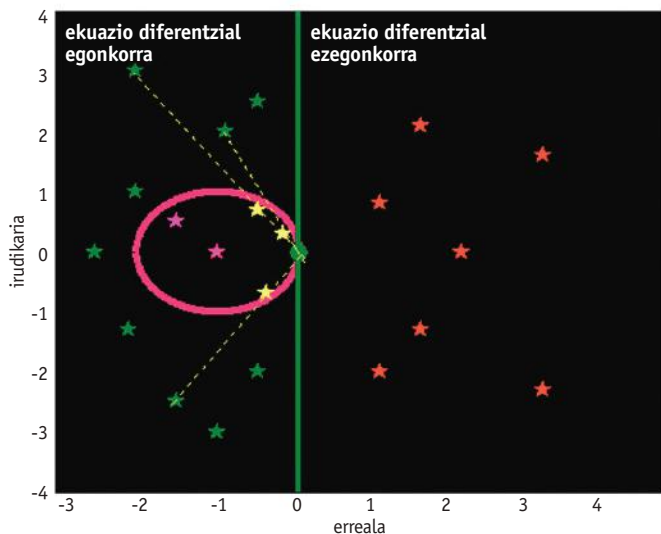
tza izaten baitu haietan. Horregatik, zenbakizko metodoak ekuazio diferentzial egonkorrei aplikatzen zaizkie, parte erreala negatiboko autobaliodunei, alegia. Bestalde, metodoak berak ere egonkortasun-eremu bat dauka. Eta, emaitza ona lortu nahi bada, autobalioak han kokatu behar dira. Beraz, eremu horretan ez dauden ekuazio diferentzial egonkorren autobalioak egonkortasun-eremura eramaten dira, autobaliook $(0,1)$ tartekoa den eta *pausoaren neurri* deituko diogun h zenbaki batez biderkatuz.

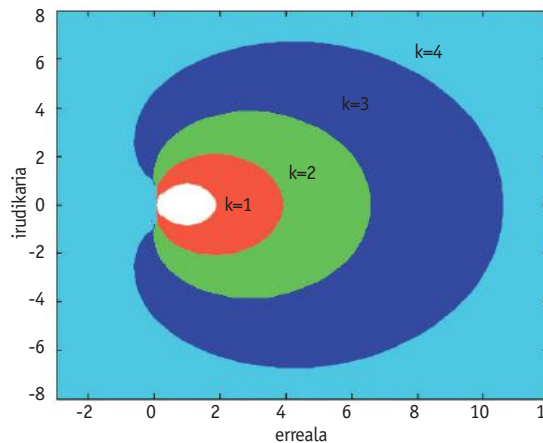
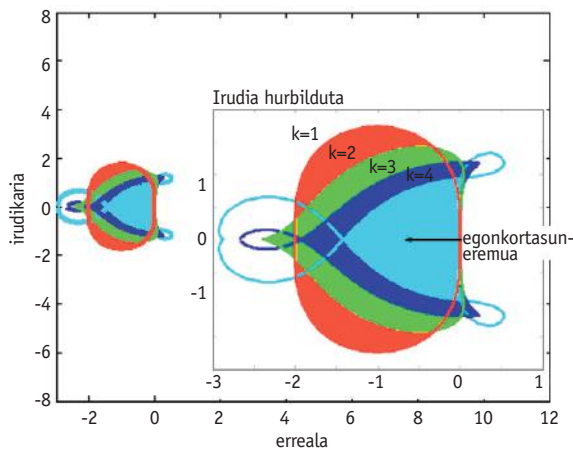
Pausoaren neurria funtsezkoa da ekuazioa ebazteko, eta, jakina, ezin da edozein zenbaki izan. Fidagarritasunari begira, ebazpen-metodoak egonkortasun-eremuaren barruan mantentzeko bezain txikia izan behar du, eta, lanari begira, ahalik eta pauso gutxien emateko bezain handia. Nola lortu oreka hori?

EGONKORTASUN-EREMUAREN OREKAN

Zenbakizko metodoan nolako pausoak eman daitezkeen jakiteko, erroreari erreparatu behar zaio. Zenbakizko metodoak erabiltzean, pauso bakoitzean errore lokala sortzen da. Baina badago luzera agertzen den

Autobalioen banaketa plano konplexuan. Lerro berdearen eskuinaldean, ekuazio diferentziala ezegonkorra da; ezkerraldean, aldiz, egonkorra. Eremu arrosa metodo baten egonkortasun-eremua da. Izar arrosak egonkortasun-eremuan daude; berdeak, berriz, zenbaki batez biderkatuta eremura eramaten ditugu (horiz daudenak). GRAF.: ELISABETE ALBERDI.





Ezkerrean, Adams Bashforth-Moulton PECE (Predict Evaluate Correct Evaluate) metodo esplizituaren egonkortasun-eremua ordena ezberdinetarako. Kasu honetan, lerroen barrualdea da egonkortasun-eremua. Eskuinean, BDF izeneko metodo inplizituen egonkortasun-eremua ordena ezberdinetarako, lerroen kanpoaldea izanik egonkortasun-eremua. Ordena adierazteko, k hizkia erabili da. Bi kasu horietan, ordenan gora egin ahala, egonkortasun-eremua txikituz doa. GRAF.: ELISABETE ALBERDI.

beste errore bat ere, pauso bakoitzeko erroreen erreproduktzioa dena eta anplifikazio-faktore deritzon zenbaki baten berreturez osatuta egoten dena. Errorea handitzea saihesteko, anplifikazio-faktoreak unitatea baino txikiagoa izan behar du. Hain zuzen ere, baldintza hori betetzen duen eremua da metodoaren egonkortasun-eremu gisa eza gutzen dena. Bada, λ autobalioak egonkortasun-eremuan egon behar du h zenbakiaz biderkatu ondoren, anplifikazio-faktorea unitatea baino txikiagoa izan dadin. Baina ez hori bakarrik; behin $\lambda \cdot h$ biderkadura egonkortasun-eremuan dagoenean, h zenbakiak txikiagoa izan behar duen ikusten da, aurkitu dugun h -a baino txikiagoa den edozein zenbakik ere posible egiten baitu autobalioa biderkatu ondoren hura eremura eramatea. Autobalioa eremura eramatea posible egiten duten zenbakietatik, errore lokal tolerantzia baten barruan mantentzen duen h zenbakia da pausoaren neurri moduan aukeratzeko dena. Pausoaren neurri horrek aukera ematen du errore biak (lokal eta luzerakoa) kontrolatuta izateko. Zenbaki hori zenbat eta handiagoa izan, orduan eta pauso handiagoak eman ahal izango ditugu, eta orduan eta azkarrago lortuko dugu emaitza; egonkortasun-eremu handiak helburu hori lortzen laguntzen du.

Baina egonkortasun-eremuaren neurria ere baldintzatuta dago. Ordenak baldintzatzen du. Metodoaren doitasuna neurtzeko erabiltzen den parametroa da ordena, eta,

zenbat eta ordena altuagoa, orduan eta zehatzagoa da metodoa. Gehienetan, ordenan gora egin ahala, egonkortasun-eremua txikituz joaten da. Horrek pauso txikiagoak ematera behartzen gaitu, nahiz eta emaitza zehatzagoa izango den.

Horrez gain, metodoak berak ere baldintzatzen du egonkortasun-eremuaren neurria. Metodo inplizituek esplizituek baino egonkortasun-eremu handiagoa izaten dute, baina desabantailak ere badituzte: nagusia da metodo esplizituetan baino eragiketa gehiago edo zailagoak egin behar izaten direla. Horregatik, autobalioak oso handiak ez direnean, metodo esplizitua erabiltzea hobesten da, egin beharreko eragiketarak eramangarriagoak izango baitira.

Ordena altuetan eta metodo esplizituetan egonkortasun maximoa aurkitzea litzateke ametsa, baina zientziaren alor honetan ere ez dago errazkeriarik. Ekuazio diferentzialak zenbakizko metodoz aise askatzea lortu nahirik, egonkortasun-eremua handitzeko egindako lanak ugari dira. Lehendabizikoak Adams Bashforth-en eta Moulton-en metodoak dira; horietan, hurrengo pausoa eraikitzeaz azkenengo pausoko informazioa ez ezik, arinagoko beste pauso batzuetako informazioa ere erabiltzen da. Horrela, zenbakizko metodoaren ordena igotzea lortu zen, eta 1. ordenakoak Euler esplizituaren eremua baino handiagoa du (hori ere 1 ordenakoa). Proposamen garrantzitsuenetarikoa Gearrek 1971 inguruan egindako

BDF (backward differentiation formula) izeneko izan zen, arinagoko hainbat pausotako informazioa zerabilen metodo inplizitua. BDF metodoaren egonkortasun-eremuak ordena altuetan ere nabarmen handiak izatea lortu zuen. Azkenaldian, 2. deribatua darabiltzen edo *superetorkizuneko* puntu deitutakoak darabiltzaten metodoak dira nagusi, egonkortasun-eremu handiak baitituzte, pauso bakoitzean egin beharreko lana handitzen badute ere.

Pauso txiki asko edo pauso handi gutxi, hor dago gakoa. Lehia horretan, lehenengo aukerak, pauso txiki askorenak, fidagarritasunaren abantaila du, eta bigarrenak lanaren optimizazioarena. Aukera biak bakarrean uztartzea bikaina litzateke, "fidagarritasuna lan gehiegi barik" lortuko bailitzateke. Oreak hori apurtzeko giltza egonkortasun-eremu handiko metodoek dute, pausoaren neurriari ez baititzite jartzen hain muga zurrinak. Horregatik, posible da pauso ez hain txiki fidagarriak eta pauso handi fidagarriak ematea. ●





Bi batera,
sarea eta papera



.info

aukera ezazu bizi euskaraz

IÑAKI GUTIÉRREZ IBARLUZEA DK.

*Osteba, Osasun Teknologien Ebaluaziorako Zerbitzua.
Osasun Plangintza eta Antolamenduko Zuzendaritza.
Osasun eta Kontsumo Saila. Eusko Jaurlaritza.*



OSASUN-TEKNOLOGIEN EBALUAZIOA

Osasun-arloko erabakiak sustatzeko zientzia

Osasun-sistemek hainbat ikuspegitik bildu eta aztertzen dute osasun-teknologiak erabili ala ez erabakitzeko informazioa: zelan funtzionatzen duten, zer baliabide behar ditugun, non kokatuko diren, zenbat profesional behar diren, zenbat kostatuko zaigun, etikaren edo gizartearen ikuspuntutik onuragarriak diren... Ikuspuntu horiek guztiak eta beste hainbat aztertzeko, eta erabakiak hartzen dituztenei informazioa emateko, Osasun Teknologien Ebaluazioa (OTE) dugu.

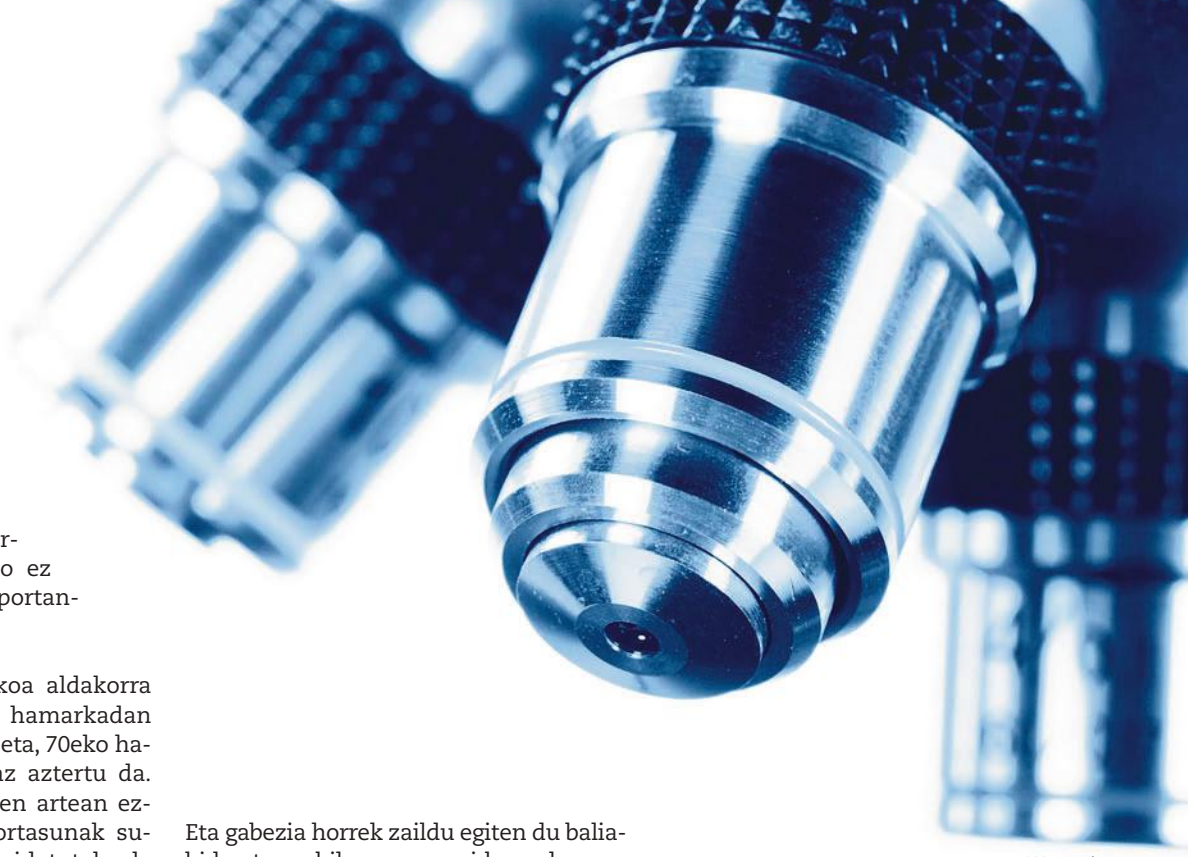
Definizioak definizio, jakin behar dugu zer sartzen den osasun-teknologiaren kontzeptuan: ekipamendu eta teknika astun, sofistikatu eta konplexuak; osasun-zerbitzuetan erabilitako botika, dispositibo eta prozedura mediko-kirurgikoak; eta arreta emateko osasun-sistema sustatzaile eta antolatzaileak.

OTeren kontzeptua, berriz, 70eko hamarkadan sortu zen. Izan ere, petrolioaren krisia zela eta, zenbait herrialdek adierazi zuten ezin zituztela ordaindu osasun-teknologia batzuen kostuak, batez ere teknologia horien eraginkortasuna zalanztatan zegoenean.

70eko hamarkadatik aurrera, osasun-zerbitzuen eraginkortasuna eta efizientzia hobetu nahian, zerbitzu-emaeleek eta -ordaintzaileek gero eta interes handiagoa izan dute zerbitzuen inguruko erabakiak ageriko frogaz zientifikoetan oinarrituta egon daitezela. Horrek teknologiei eta prozedurei buruzko informazioa

lortzea dakar, bai haien eraginkortasunari buruzkoa, baita haien kostu-efektibotasunari buruzkoa ere. Testuinguru horretan, elkarren kontra dauden bi elementurekin egiten dugu topo, egun, herri garatuetan: batetik, gero eta zabalagoa da etorkizun handiko osasun-teknologia sofistikatuagoen eskaintza; baina, bestetik, ekonomiaz arduratzen diren agintariek osasun-zerbitzuen kostuak murrizteko aholkatu dute, sistemak dituen errekursoak mugatuak baitira.

Gauzak horrela, osasun-politikek eta osasun-arloko profesionalen egoera hori aztertzen dute, eta hiru ondorio nagusi ateratu dituzte. Hasteko, ez dago harreman zuzenik herrialde baten osasun-zerbitzuen kostuen eta herrialde horretako biztanleriaren osasunaren eta bizi-kalitatearen artean (Grezian, esaterako, osasun-zerbitzuen kostuak Europako Batasuneko baxuenetarikoa dira; alabaina, hango biztanleriaren bizi-itxaropena Alemaniakoaren edo Frantziakoaren parekoa da).



Jakina denez, osasun-sisteman eta osasun-teknologietan egiten diren inbertsioak osasunaren determinatzaileetariko bi baino ez dira, eta gehienetan ez inportanteak.

Bigarrenik, praktika klinikoa aldakorra da. Fenomeno hori 30eko hamarkadan plazaratu zen lehenengoz, eta, 70eko hamarkadaz geroztik, arretaz aztertu da. Horrela, batetik, herrialdeen artean ezberdintasunak edo aldakortasunak sumatu dira, baina ez teknikei lotutakoak, baizik eta osasun-arloko profesionalen izaerari, praktika klinikoaren erari edo organizazio-sistemei lotutakoak. Aldakortasunaren arrazoiak ugariak dira: profesionalen gaitasun falta, osasun-sistemen antolamendua, teknologien estaldura... Alabaina, aldakortasunaren arrazoi nagusietako bat da medikuen eta bestelako profesionalen irizpide pertsonalak pazienteak maneiatzeko orduan. Aldakortasun horren zentzugabekeria murriztu edo bateratzeko lagungarri izan daitezke kalitateko frogetan oinarritutako gomendioak.

Azkenik, osasun-praktika batzuek benetako eragina dute biztanleriarengan. Zenbait irizpideren arabera, osasun-gastu osoaren % 20 da praktika negatiboei dagoen kostua. Hain zuzen ere, praktika kliniko klasikoaren eraginkortasun eta efizientzia eza plazaratzeak nabarmen bultzatu du ikerketa biomedikoa. Gauzak horrela, kalitate handiko gero eta ikerketa gehiago argitaratu dira.

Beraz, batetik, osasun-gastuen gorakada nabarmenak ez du osasun-maila hobetu, edo ez espero zen beste; bestetik, aldakortasunaren gradua oso altua da; eta azkenik, zalantzak daude prozedura mediko batzuek osasunean duten eraginari buruz. Horiek guztiek adierazten dute osasun-sistemei eta praktika klinikoaren zenbait arlori buruz ezagueria eza dagoela.

Eta gabezia horrek zaildu egiten du baliabide eta erabilpen zuzenei buruzko erabakiak hartzea.

OSASUN-TEKNOLOGIEN EBALUAZIOA EUSKAL AUTONOMIA-ERKIDEGOAN

Duela hamazazpi urte, 1992ko udazkenean, Osasun Sailak erabaki zuen osasun-teknologiak ebaluatzeko unitatea, Osteba, martxan jartzea. Egun, eta xedean oinarrituz, Ostebak informazioa eta

 Batetik, osasun-gastuen gorakada nabarmenak ez du osasun-maila hobetu, edo ez espero zen beste; bestetik, aldakortasunaren gradua oso altua da.

gomendioak ematen ditu erabakiak hartzeko, eta gomendio horietan oinarritutako eskenatokiak proposatzen ditu, Euskal Autonomia Erkidegoko (EAE) osasun-sisteman aplikatu daitezkeen. Ostebaren jardueraren adibide gisa honako hauek aipa ditzakegu: bularreko minbiziaren prebentzio-plana, kolon-ondesteko minbiziaren prebentzio-plana, Down sindromearen detekzio-plana eta irizpideak, haurren

gorrieraren detekzio goiztiarraren plana, diabetes mellitusaren praktika klinikoko gida eta abar. EAEko osasun-sisteman, Ostebaren txostenetan eta bestelako informazioetan oinarrituz hartzen dira erabakiak. Azken bolada honetan, besteak beste, honelako galderak izan ditugu: ea bularreko minbiziaren prebentzio-planean sartzeko adina zabaldu behar den, zein den kolon-ondesteko minbizia detektatzeko tekniken egokiena, zein Down sindromea detektatzeko estrategiarik egokiena...

Oraindaino, baina, OTE agentziak edo unitateak nahiko errektibo agertu dira: haien egitekoa zen informazioa ematea osasun-teknologia bat sisteman sartzeko zenean. Gaur egun, berriz, erronka nagusia ez da unean uneko eta tokian tokiko informazioa ematea, baizik eta proaktiboagoak izatea; hau da, osasun-beharrak identifikatzea eta behar horiek estaltzeko teknologiak identifikatzea edo berrikuntzak garatzen laguntzea. Beraz, eta helburu horrekin, agentziak lanean ari dira, beste erakunde eta partaideekin batera: erabiltzaileak, biozientzietako enpresak eta osasun-profesionalak. ●

Eskerrik asko Agurtzane Urrutiarri artikulua idatzeko emandako laguntzagatik.

CANTOR eta INFINITUAREN IZUA

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Matematikak ez du sarritan eragin beldurra. Jende asko uxatu du, eta ulertezina eta aspergarria izateko ospea du, baina nekez eragiten du beldurra. Hala ere, gertatu izan da. Georg Cantor matematikari ospetsuak beldurra gainditu behar izan zuen ikerketari eusteko, eta, gaur egun, matematikaren historiaren parte da horregatik. Ikergaia, infinitua.

Matematikako infinituak ez du oso itxura beldurgarria; kalkuluetan gutxitan azaltzen den zortzi etzanaren itxurako sinbolo bat da. Baina, sinboloaz haratago joanda, kontzeptua bera da iluna eta ikaratzekoa.

Praktikan, infinitua ez da batere beldurgarria sistema zikliko baten bitartez sortzen denean. Adibide bat: Lurraren gaineko bidaia bat infinitua izan daiteke planeta bera ez delako inon bukatzen; eta beste bat: zinta magnetiko baten bi muturrak elkarri lotuta, bukatzen ez den zinta bat osatzen dute, eta bideoa etengabe grabatzeko erabil daiteke (bira bakoitzean aurreko birakoa ezabatuta).

Baina ziklikoa ez den infinituak ihes egingen dio intuizioari. Azken batean, gizaki hilkorraren munduan denak du bukaera bat. Eta infinituaren kontzeptua, hain zuzen, ez da bukatzen. Zenbat zenbaki dauka? Jakina, infinitu. Baina zer esan nahi

**Cantorren ikerketa
erlijioaren eremuaren
atarira iritsi zen, edo
barnera, infinituaren eta
Jainkoaren kontzeptuek
zerikusi handia baitute.**

du horrek? Ez da intuizioz uler daitekeen kontzeptua. Jakin badakigu infinitu zenbaki dagoela, baina ezin dugu imajinatu kontzeptua errealitatean. Intuiziotik haratago joan behar da ulertzen hasteko. Georg Cantor abiatu zen intuizioaz haratago bidaia horretan, eta ospitale psikiatriko batean hil zen, garaiko matematika-

ri askoren kritiken artean eta zalantza filosofikoz beteta. Baina zientzialari handia izan zen, infinituaren bidea ireki baitzuen.

Infinitua matematikoki definitu zuen Cantorrek. Ez zen nahikoa jakitea infinitu zenbaki daudela; Cantorrek frogatu egin zuen hori egia dela, alegia, zenbakien multzoak infinitu elementu dituela.

Horretarako, multzo finituak aztertutuen. Hiru elementuko bi multzorekin erraz ulertzen da. 1, 2 eta 3 zenbakiak dituen multzoa, eta 4, 5 eta 6 zenbakien multzoa, adibidez. Eragiketa simple baten bitartez, lehen multzoko zenbaki bat eta bigarreneko beste bat lot daitezke. Eragiketa hori elementu guztiekin eginda, bikoteka bil ditzakegu elementu guztiak (1 eta 4, 2 eta 5, 3 eta 6). Ez dago elementurik faltan edo soberan, eta banan-banakako loturak daude. Cantorrek esaten du horrek frogatzen duela bi multzok elementu-kopuru bera dutela. Oso multzo handiekin gauza bera eginez gero, jakin daiteke bi multzok elementu kopuru bera duten edo ez, kopuru hori zenbatekoa den jakin gabe.

Bada, infinituaren definizioan horixe bera erabili zuen. Zenbaki naturalen multzoa hartu (1, 2, 3...), eta zenbaki bikoitien multzoarekin (2, 4, 6...) banan-banako lotura egin zitekeela ikusi zuen. Ez du inporta zenbat elementu diren; bikotekako lotura egin daiteke, elementurik sobran edo faltan geratu gabe. Badakigu bigarren multzoa lehenengoaren azpimultzoa dela, eta, hala ere, egin daiteke. Cantorrek esan zuen, hain zuzen ere, infinitu elementuko multzoekin bakarrik gertatzen dela hori, eta horrela geratu zen definituta infinitua.

INFINITU BERRIAK

Benetako iraultza etorri zen pauso bat haratago joan zelako: proposatu zuen infinitu guztiak ez direla berdinak. Infinitu batzuk handiagoak dira beste batzuk baino. Adibidez, zenbaki naturalen multzoak

zenbaki gutxiago ditu zenbaki errealek baino. Zenbaki naturalak 1, 2, 3 eta abar dira; zenbaki errealek multzoan, aldiz, dezimalak dituzten zenbakiak ere sartzen dira. Hortaz, zenbaki errealek infinitua handiagoa da zenbaki naturalena baino.

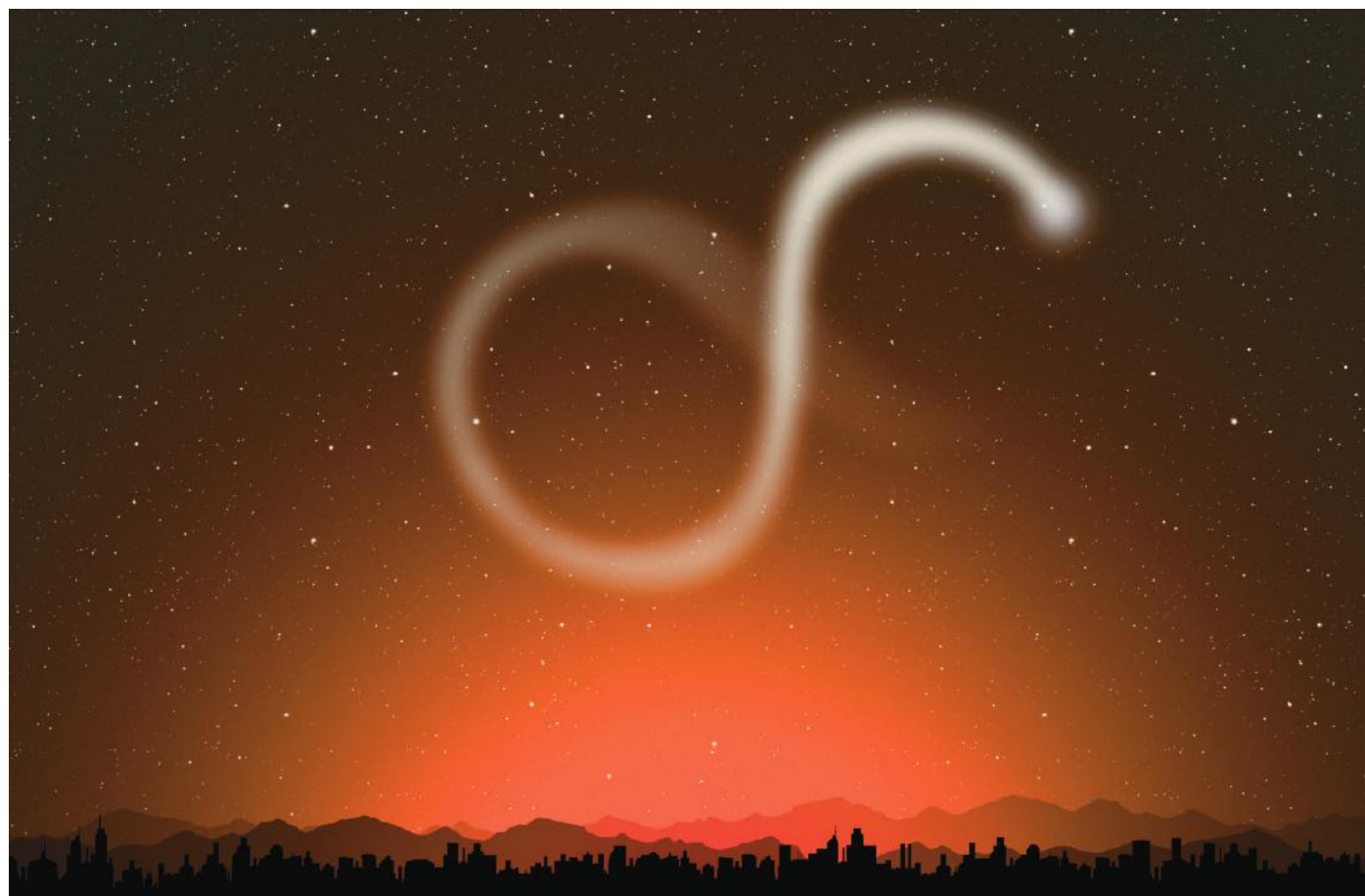
Zenbat zenbaki natural daude? Bada, Cantorrek izen bat eman zion kopuru infinitu horri: Aleph-0. Zenbaki bat da, baina, multzo infinitu batetik sortutakoa denez, zenbaki transfinitu bat da. Jakina, edozein zenbaki natural baino handiagoa da Aleph-0, baina beste zenbaki transfinitu batzuk baino txikiagoa.

Adibidez, zenbaki errealek kopurua, Aleph-1, handiagoa da. Eta ez da handiagoa bakarrik; gainera, beste mota bateko infinitua da, zenbaki errealek ezin baitira

kontatu, ez dira zenbakigarriak (zenbaki naturalak, ordea, bai).

Cantor ikaratuta zegoen. Zenbaki transfinituen aritmetika oso bat sortu zuen; hurrengo urrats logikoa zen infinitua ikeretzea, baina urrutiegi iritsi zela uste zuen. Erlijioaren eremuaren atarian zegoen, edo barnean, infinituaren eta Jainkoaren kontzeptuek zerikusi handia baitute. Kritika asko jaso zituen, eta deprimitu egin zen.

Cantorren bizitza tristeak altxor bat ekarri zion matematikari. Gaur egun, zenbaki transfinituen aritmetika oinarritzkoa da infinituaren tratamenduan. Horrek egin zuen handia Cantor: beldur matematikoari aurrez aurre begiratu zion, hain austerak ez zirenen onurarako. ●



©ISTOCKPHOTO.COM/DSGPRO

Meucciren TELETROFONOIA

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IRUDIA: MANU ORTEGA

New Yorkera dezenteko dirutzarekin iritsi bazen ere, zortea ez zuen aldeko izan Meuccik. Hainbat ez-behar eta iruzur tarteko, diruak ihes egin zion. Eta 1874an ez zuen berritserik izan hiru urte lehenago eskatutako bere teletrofonoaren patente-eskaria —patentea bera baino askoz ere merkeagoa—. Handik bi urtera, sumina sentitu zuen, gazte eskoziar batek patentatutako asmakizunaren berri izan zuenean. Alexander Graham Bell zen gazte hura; telefonoa patentatu zuen.

Habanan hasi zen Meucciren teletrofonoaren historia. Etorkinak ziren han Antonio Meucci eta Ester Mochi senar-emazteak; 1835ean, egoera politikoak bultzatuta, Florentzia betiko atzean utzita etorriak.

Florentzian, hainbat antzokitan lan egin zuen, eskenatokiko teknikari gisa; eta, Habanara iritsi zenean ere, Gran Teatro de Tacón antzokian hasi zen lanean.

Baina ez zen antzokira mugatzen Meucciren lana. Asmatzaile eta esperimantatzaile sutsua zen. Habanan egindako urteetan, ura arazteko sistema bat asmatu zuen, eta baita galvanoplastia-teknika berri bat ere. Eta “elektromedikuntza” ikeritzen ere aritu zen. Antzokiaren atzealdean laborategi bat muntatu, eta pultsu elektrikoen sendatzeko ahalmena ikeritzen hasi zen. Pultsuen potentzia eta

 *Konturatu nintzen lortu nuela hitza transmititzea hari eroale baten bidez; eta telegrapho parlante izena eman nion.*

iraupena zehazki kontrolatzean zegoen arte haren sekretua. Meucciren ustez, pulsu txiki eta motz-motzak emanez, mina eta zenbait gaixotasun trata zitezkeen. Eta, areago, ehunen eta hezurren birsortzean ere lagundu zezakeen teknika hark. Meucciren zerbitzuak laster egin ziren famatu Habanan.

1849an, ezusteko bat izan zuen Meuccik. Migrainak jotako gaixo bat joan zitzaion sendabide bila. Meuccik aulkian eserarazi

eta kobrezko elektrodo bat jarri zion ahoan, hortzen artean, eta besteari eskuarekin eusteko esan. Pulsu elektrikoak ondoko gelatik ematen zituen; eta gela hartara joan eta tratamenduarekin hasi zenean, oihu egin zuen gaixoak. Meuccizur eta lur gelditu zen: oihu hura kabletik etorri zen!

Berehala ekin zion fenomeno hura ikeritzeari. “Konturatu nintzen —kontatu zuen urte batzuk geroago— lortu nuela hitza transmititzea bateria batzuei lotutako hari eroale baten bidez; eta, berehala, *telegrafo parlante* izena eman nion.”

Hurrengo urtean, antzokiko kontratua ez zioten berritu, eta Estatu Batuetara joatea erabaki zuten senar-emazteek. Han, ospe handia hartua zuen Samuel F. B. Morsek, bere asmakizunari esker, eta Meuccik ere bere aurkikuntza garatzeko eta ustiatzeko asmoa zuen.

Staten Island-en (New Yorken) jarri ziren bizitzen. Zituen ondasun guztiak gastatu zituen etxea erosten eta kandela-fabrika bat martxan jartzen. Kandlek ez zioten diru askorik eman, baina bai bizitzeko eta bere esperimenduekin aurrera egiteko lain. Hurrengo urteetan buru-belarri aritu zen etxe ondoko tailerrean *telegrafo parlante* hura hobetu nahian. Eta, 1854 inguruan, tailerretik etxeko logelara zioan prototipo bat instalatu zuen, artritis



erreumatoidearen eraginez ohean elbarri zegoen emaztearekin komunikatu ahal izateko.

Honela deskribatu zuen Meuccik berak: "Asmakizunaren funtsa diafragma bibratzaile bat eta espiralean dagoen hari baten bidez elektrizatutako magneto bat dira. Hitzaren soinuak bibratzean, diafragma, bibrazio bakoitzean, magnetoaren korrontean eragiten du, eta elektrizitatearen etenaldi oso azkar batzuk sortzen ditu, diafragmaren bibrazioen modukoak.

Korronte-aldaketa horiek, hariaren beste muturrera iristean, bibrazio analogoak eragiten dizkiote diafragma hartzaileari, eta hark hitza erreproduzitzen du".

Teletrofono deitu zion asmakizun hari. Baina hobetu beharra zegoen, hitzak ez ziren ongi ulertzen eta. Beraz, lanean jarraitu zuen. Hurrengo urteetan 30 bat prototipo sortu zituen.

Parafinazko kandelak ere asmatu zituen, eta 1860an munduko lehenengo parafi-

nazko kandelaren fabrika jarri zuen martxan. Baina zordun batzuen iruzurrek porrotera eraman zuten fabrika; eta Meucci ondasunik gabe gelditu zen. Hurrengo urtean enkantean atera zuten bere etxea. Zorionez, etxea erosi zuenak errentarik ordaindu gabe bertan jarraitzen utzi zion.

Meuccik ez zuen etsi teletrofonoarekin. Eta 1971ko abenduan Teletrofono Company sortu zuen, beste hiru italiarrekin batera. Baina ibilbide motza izan zuen konpainiak. Patentea eskatzeko garaia iritsi zenean, Meuccik 20 dolar baino ez zituen lortu, konpainiako bazkide batek emanak. Patentea ordaintzeko 250 dolar behar ziren, eta horren orde, 10 dolar kostatzen zen patente-eskaria egin zuen, 1971ko abenduaren 28an.

Patente-eskaria eskuan, Wester Union Telegraph Co.-ko lehendakariorde Mr. Edward B. Grant-engana joan zen Meucci, eta teletrofonoaren diseinuak eman zizkion, elkarrekin aurrera egin ote zezaketen ikusteko. Bi urtez luzamenduak eta aitzakiak baino ez zituen entzun Meuccik. Eta, azkenean, Meuccik utzitako material guztia galdu egin zela erantzun zion Grantek.

1976an Bellek telefonoa patentatu zuenean, haren aurkako borroka judizial sutua hasi zuen Meuccik. Epaiketa haietako batean argitara atera zen Bellek ezkutuko akordio bat zuela Wester Union Telegraph Co.-rekin Bellen irabazien % 20 emateko. 1887an, beste epaiketa batean, Bell iruzurratetik kondenatu eta Meucciri arrazoia eman bazitzaion ere, ez zuen askotarako balio izan. Izan ere, Meuccik eskubide guztiak galduak zituen 1774az geroztik (patente-eskaria berritu ez zuenetik). 1889an, Meucciren heriotzarekin itxi zen kasua, eta Bellen inperioak aurrera egin zuen. ●

P. S.: 2002an, Estatu Batuetako Kongresuak ofizialki onartu zuen Antonio Meucci izan zela lehena telefonoa asmatzen. Ebazpenean, hainbat arrazoi ematen dira horretarako. Besteak beste aipatzen da Bellek Meucciren diseinuak galdu ziren laborategi berean lan egin zuela, eta esaten da Meuccik 10 dolarreko patente-eskaria ordaintzerik izan balu Bellek ezingo zukeela patentea eskuratu.

HISTORIA

istripuetatik abiatuta

GUILLERMO ROA ZUBIA

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



Apollo programak bi esaldi ospetsu utzi zituen. Lehenengoa Neil Armstrongek esan zuen 1969ko uztailaren 20an, Ilargiaren azalera jaitsi zen unean: “gizakiarentzat pauso txiki bat da hau, baina gizateriarentzat salto handia da”. Bigarrena 1970eko apirilaren 13an esan zuen Jack Swigertek, Apollo XIII.a misioko astronauta batek, oxigeno-tanga batetik ihesa zutela konturatu zenean: “Houston, arazo bat dugu”. Javier Casado ingeniari aeronautikoak bigarren esaldi hori bihurtu du liburu honen izenburu; izan ere, astronautikaren historia istripuen bitartez kontatzen du liburu honetan.

Baikonur estazioan izandako lehen istriputik hasita (urte askoan sekretuan gordetako), NASAko jaurtigailuek izandako arazo eta istripue-tarainoko bidea egiten du (*Challenger* jaurtigailuaren istripua besteak beste, telebistaz ikusi ahal izan genuen hura). Tartean, arrakasta handiak ere izan zituen astronautikak. Horiek ere kontatzen ditu Casadok.

Arrakastak eta ustekabeak tartekatuta, nagusiki errusiarren eta estatubatuarren ibilbideei begiratzen die, baina ez haiei bakarrik. Txinako eta Brasilgo programetan izandako istripu batzuk ere aztertzen ditu. Are gehiago, kapitulu batzuetako gaiek lotura handiagoa dute misilen

i

Houston, tenemos un problema

Javier Casado

El rompecabezas

240x150 mm

ISBN: 84-934325-2-0

teknologiarekin espazioa esploratzeko ontziekin baino. Hala ere, ontzi horien aurrekariak izan zirenez, egileak garrantzia eman nahi izan die misilen ikerketari eta ikerketa horretan izan ziren istripuei. Bai armen garapenaren historia eta bai eta astronautikarena arazoz beterik egon ziren.

Batzuetan, istripu larriei buruz hitz egiten du, tartean hildakoak izan zituztenak; baina misio askotan izandako arazo txikiez ere hitz egiten du. Eta azken kapituluari, epilogoan, hildako kosmonautei buruzko zurrumurruak aztertzen ditu.

Liburua ondo idatzita dago, eta irakurtzeko oso erraza da. Misioen xehetasun handiak ematen ditu, eta kontatzen dituen istripuen arrazoiaren balorazio bat ere egiten du egileak. Misio bakoitzean izandako arazoak erreferentzia garrantzitsuak dira hurrengo misioetan gauza bera gerta ez dadin, eta, horri esker, Casadok oso ondo eramaten du astronautikaren historiaren haria kapituluz kapitulu. ●

SATORRAK

dani fano

ILARGIAN





Ilargiaren efemerideak

- 1** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -5,13^\circ$) eta latitudean ($b = -6,52^\circ$). Ilargia ia betea dagoela, Tycho kratera linbotik ohi baino urrutiago ikus daiteke, librazio bikoitz hori dela eta.
- 2** 19:14an, Ilbetea.
- 4** 04:56an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin.
- 7** 07:30ean, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena).
23:25ean, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 9** 06:00etan, konjuntzio geozentrikoan Marterekin $3,2^\circ$ -ra.
15:57an, Ilbehera.
- 12** 19:53an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin $6,8^\circ$ -ra.
- 14** Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,59^\circ$).
- 15** 15:41ean, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin $6,1^\circ$ -ra.

Beste efemeride batzuk

- 1** Igandea. Egurdian, 2.455.137. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek, eta kalkulu astronomikoak errazago egiteko erabiltzen da datu hori.
- 3** Denboraren ekuazioak urteko bigarren maximo negatiboa izango du: $-16m\ 25s$.
- 12** Ipar Tauridak izeneko izar iheskorren maximoa, irailaren 25etik azaroaren 25era izango dira aktibo. Ekaineko Beta Tauriden estela berekoak dira Ipar Tauridak. Guztiak ere 2P Encke kometak utzitako hauts kosmikoaren ondoriozkoak dira; periodo laburra du kometa horrek: 3,3 urte.
- 17** Leonidak izeneko izar iheskorren maximoa; azaroaren 10etik 23ra egongo dira aktibo. 55P Tempel-Tuttle kometarekin lotuta daude. Baliteke intentsitate handiena hilaren 17tik 18rako gauean izatea, 21:36tik aurrera.
- 22** Astrologiaren arabera, Eguzkia Sagittariusen sartuko da (240°).
- 23** Eguzkia, itxuraz, Scorpius konstelazioan sartuko da (241°).
- 29** Eguzkia, itxuraz, Ophiuchus konstelazioan sartuko da ($247,9^\circ$).

- 16** 19:14an, Ilberria.
- 21** 11:36an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 22** 19:55ean, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena).
- 23** 19:45ean, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin $3,4^\circ$ -ra.
- 24** 21:40an, Ilgora.
- 29** Gutxieneko librazioa latitudean ($b = -6,67^\circ$) eta longitudean ($l = -6,18^\circ$).

azaroa 2009

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: Artizarra, Marte eta Saturno.
Arratsalde: Merkurio (hilaren 28tik aurrera) eta Jupiter.
Gauetz: Marte eta Jupiter.

Merkurio

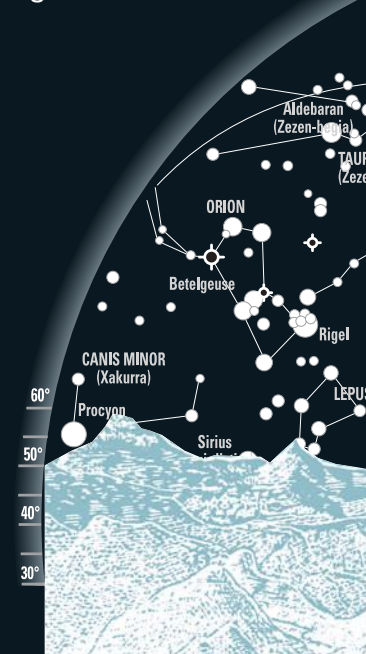
Goi-konjuntzioan izango da hilaren 5ean, eta eguzki-diskoak ezkutatu du. Hilaren 28ra arte ezin izango da ikusi. Prismatikoekin bakarrik ikusi ahal izango da, zeru garbi eta poluziorik gabean, Eguzkia mendebalde hego-ekialdeko horizontean sartu orduko. 14 h eta 17 h bitarteko igoera zuzena. -13° eta -25° bitarteko deklinazioa. Virgotik Librara, Scorpiusera eta Ophiuchusera igaroko da. Magnitudea $-1,3$ tik $-0,6$ ra jaitsiko zaio.

Artizarra

Oraindik ikus daiteke goizeko zeruan, baina egunetik egunera gertuago dago horizontetik, eta zailagoa da hirietatik ikustea. Hilaren 30ean, Eguzkia atera baino ordubete lehenago baino ezin izango da ikusi, ekialde hego-ekialdeko horizontetik 05° -ra. 13 h eta 15 h bitarteko igoera zuzena. -07° eta -19° bitarteko deklinazioa. Virgon hasiko du hila, eta Librara igaroko da gero. $-3,9$ ko magnitudea izango du.

Zerua

2009ko azaroaren 15eko egunsentikoa



Ekialdea

Hilaren 15ean, egunsentia baino lehentxeago, Ilbeheratik hurbil ikusi ahal izango da, ekialdeko horizontearen gainean.

Marte

Eguzkia sartu eta bost ordura aterako da. Oso distiratsu dago, eta 0 magnitudea iritsiko da. 8 h eta 9 h bitarteko igoera zuzena. $+19^\circ$ eta $+18^\circ$ bitarteko deklinazioa. Hil osoan Cancerren izango da. Magnitudea 0,4tik 0,0ra aldatuko zaio.

Hilaren 1ean, Praesepe kumulu irekiaren erdian ikusi ahal izango da, Cancerren.

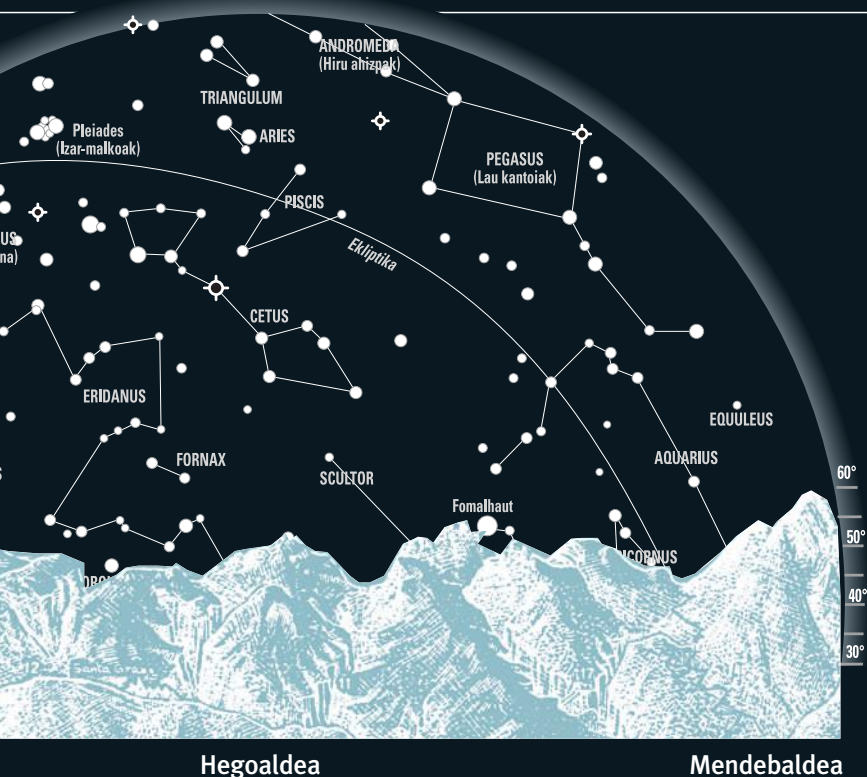
Hilaren 9an, egunsentia baino lehentxeago, Ilbeheraren ondoan ikusi ahal izango da.

Jupiter

Eguzkia baino zazpi ordu geroago ezkutatu du hilaren 1ean, eta bost ordu eta erdi geroago hilaren 30ean. $-2,3$ ko magnitudea izango du hilaren bukaeran. Beherago adieraziko ditugun sateliteen igarotzeak, ezkutatzak eta eklipseak ere izango dira. 21 h-ko igoera zuzena. -16° eta -15° bitarteko deklinazioa. Capricornusen. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, $-2,4$ tik $-2,3$ ra. Hilaren 23an, Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da.

Hilaren 2an, 18:50etik aurrera, Europak Ganimedes ezkutatu du 5,8 minutuan.

zenita



Hilaren 6an, 18:59tik 21:06ra, Io eta Ganimesesen itzalak ikusiko dira planetaren gainean (itzalak hobeto ikusten dira linbotik gertu daudenean).

Hilaren 9an, 22:03tik aurrera, Europak Ganimeses ezkututuko du berriro 6 minutuan.

Hilaren 11n, 19:07tik aurrera, Iok Europa ezkututuko du 4,9 minutuan.

Hilaren 13an, 19:23tik 21:13ra, Ganimeses eta Ioren igarotzeak.

Hilaren 18an, 21:28tik aurrera, Iok Europa ezkututuko du berriro 4,9 minutuan.

Hilaren 20an, 21:39tik 23:38ra, Io eta Ganimesesen igarotzeak.

Hilaren 28an, 17:46an, Ganimesesek Europa ezkututuko du 6,2 minutuan.

Hilaren 30ean, 19:46an, Europak Io ezkututuko du 4 minutuan.

Saturno

Eguzkia baino hiru ordu lehenago aterako da hilaren 1ean, eta bost ordu lehenago hilaren 30ean. Egunsentia baino lehentxeago, hegoalde hego-ekialdeko horizontetik 35° gora izango da Saturno. Eratzunen inklinazioa $+3,1^\circ$ -tik $+4,3^\circ$ -ra aldatuko da hilaren bukaeran.

12 h-ko igoera zuzena. $+01^\circ$ eta $+00^\circ$ bitarteko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da.

1,2ko magnitudea izango du. Hilaren 12an, egunsentia baino lehentxeago, Ilbeheraren ondoan ikusi ahal izango da.

Hilaren 3an, 05:58an, Titan elongaziorik handienez planetatik ekialdera.

Hilaren 11n, 02:45ean, Titan elongaziorik handienez planetatik mendebaldera.

Hilaren 19an, 06:09an, Titan elongaziorik handienez planetatik ekialdera.

Hilaren 27an, 02:05ean, Titan elongaziorik handienez planetatik mendebaldera.

Urano

Zerua erabat ilun egonez gero, begi hutsez ere ikusi ahal izango da, Aquarius konstelazioaren ekialdeko zatian. 23 h-ko igoera zuzena.

-03° -ko deklinazioa. Piscis eta Aquariusen arteko mugan izango da, 5,8ko magnitudearekin.

Neptuno

Aurreko hilean bezala, teleskopioarekin lokaliza daiteke, Jupiterretik are hurbilago. Hilaren 4an, eretrogradazio-begizta amaituko du, Eguzkiaren ekialdean. 22 h-ko igoera zuzena. -14° -ko deklinazioa. Capricornusen izango da, eta 7,9ko magnitudea izango du.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 1ean, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 6an, 11n, 17an, 22an eta 28an izango dira beste maximoak.

Hilaren 2an, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3ra iritsiko da haren magnitudea. Hileko gainerako minimoak 5ean, 8an, 11n, 14an, 16an, 19an, 22an, 25ean eta 28an 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) izararekin erka daiteke; 2,1eko magnitudearekin, egonkorra da Almach.

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

Europar, udaren bukaeratik udazkenaren bukaerara, Lurraren orientazioa lagungarria da ilargialdiaren hasieran goizean argi zodiakala ikusteko. Argi ahuleko kono bat da, eguzki-argia planeten inguruan orbitatzen duten partikula mikroskopikoen gainean islatzen denean sortzen dena. Horizontearen $10-20^\circ$ hartzen ditu, eta $40-60^\circ$ ere igotzen da ekliptikatik. Hil honetan, Virgoren alde bat zeharkatuko du, eta Saturno eta Leo Marterekin ikusiko ditugu. Behatzeko, jakina, ezinbestekoa da zeruan argi-poluziorik ez izatea.

Teleskopioarekin:

Hilaren 2an, 6an, 9an, 11n, 13an, 18an, 20an, 28an eta 30ean, Jupiterren sateliteen igarotzeak, eklipseak eta ezkututzeak beha daitezke.

* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

Zientzia eta teknologia, gizartearekin parez pare



Ezagutzaren ekonomian eta berrikuntzaren kulturari bizi garenez, jakintza zientifikoa izatea ezinbestekoa da lanbidea bermatzeko eta hobetzeko. Hala uste dute herritarrek; bai, behintzat, Elhuyar Fundazioaren eta Eusko Jaurlaritzako Prospekzio Soziologikoko Kabinetearen ekimenez egindako azterketan parte hartu dutenek. Hala ere, populazioaren % 52k uste du zientzia- eta teknologia-gaiei buruz gutxi edo oso gutxi dakiela.

ARG.: JUAN A. MORILLO.



Metal arraroak: ohikoak baina ez arruntak

Metal arraroak produktu askoren ezinbesteko osagai dira, eta gero eta aplikazio gehiago dituzte: auto elektrikoak eta hibridoak, plasmazko telebista-pantailak, katalizatzaileak, ordenagailuen hardwareak, kargatzeko pilak... Erabileraren aldetik, beraz, gero eta ohikoagoak dira. Baina erazten oso zailak dira, eta horrek egiten ditu arraro. Arraro eta preziatu. Eskasiak eragin ditzakeen arazoengatik kezka piztu da nazioarteko merkatuan. ARG.: PEGGY GREB/USDA.



Sir Harold Kroto eta karbonozko kaiola

Sir Harold Kroto ikertzaileari Kimikako Nobel saria eman zioten 1996an fullereno izeneko molekula aurkitzeagatik. Esfera-itxurako molekula bat da, karbono-atomo hutsez osatua, eta, ustez, barruan beste atomo batzuk harrapatzeko balio dezake. Elhuyar aldizkariarentzat egindako elkarrizketa batean, atzera begiratu du Krotok aurkituntza nola gertatu zen gogoratzeke, eta fullerenoak sortutako itxaropenak zenbateraino bete diren aztertu du. ARG.: ARGAZKIPRESS.

Argitaratzailea:

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



Zuzendaria: Eider Carton, eider@elhuyar.com

Erredakzio-burua: Egoitz Etxebeste, egoitz@elhuyar.com

Zientzia-arduraduna: Guillermo Roa, willy@elhuyar.com

Publizitate-arduraduna: Izaro Aizpurua, izaroa@elhuyar.com

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

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga, Nerea Korta, Irati Kortabitarte, Oihane Lakar, Nagore Rementería, Guillermo Roa.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Elisabete Alberdi, Dani Fano, Iñaki Gutiérrez, Igor Leturia, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzi Elkarteak).

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: ©iStockPhoto.com/Daniel Troutman Photography

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, izaskun@elhuyar.com
Euskal Herria eta Espainia: 49,50 €*. Beste Herriak: 74 €*.
+ Ordenagailu eramangarriko motxila opari.
Ale atzeratuak: 2,85 €.

* Oparia baino nahiago baduzu, % 15eko deskontua egingo dizugu harpidetza-sarian.

© 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

- 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
maier@elhuyar.com





 euskadi*r*ratia
gertu