



ELHUYAR

zientzia eta teknologia

Errimak eskanerrear

Zientzia eta teknologiaren irudia
gazteen ispiluan

Sare sozialek
RSSak hil?



ITXAROPEN BIOARTIFIZIALA

zelula amekin eraikitako organoak





30 urte zugandik gertu

“*I*kertzaileek serio hartu zuten gure burutazioa” 23

“*B*i eguneko epean, medikuek osorik zuten trakea” 30

“*A*teak ireki dizkio gorputz-atalak inprimatzearen kontzeptuari” 36

“*E*z dugu asmatu ulertarazten zientzia berez dela interesgarria” 41



“*B*azekien xaboia ez zela nahikoa hilotz-usain hura kentzeko” 45

“*E*dateko, ez dago bertako sagardoa bezalakorik, eta jateko, maiztasun handiko uhinak gustatzen zaizkit” 49

Organoak sortzeko itxaropenez

“Itxaropen bioartifiziala” izenburupean, transplanteetarako organoak eta ehunak sortzeko garapenen berri jaso dugu zenbaki honetako gai nagusian. Garapen-ildoetako batek zelula amak ditu ardatz, eta helburua argia da: pazientearen zelula amak erabilita, behar dituen organoak edo ehunak laborategian sortzea. Organoaren oinarritzko egituraren gainean zelula amak haziz sortzen dute organo funtzionala, dela egitura artifizial batetik abiatuta, dela emailen baten organotik abiatuta. Beste garapen-ildoak egitura artifizialen bidea ari da jorratzen, ahal den kasuetan, pieza sintetikoek bete dezaten galdutako organo edo atalaren funtzioa.

Esan gabe doa ikusgarriak bezain urriak direla teknika horiez baliatuta egindako transplanteak, eta, helburua argia izanagatik, bidea eta emaitza ez daudela hain garbi. Ikusgai dago zein izango den lan-ildo horien bideragarritasuna eta eskalagarritasuna, hala arlo teknikoan nola ekonomikoan ere. Izan ere, barruko orrietan kontatzen denez, organo bioartifizialen teknologia gai izan da trakea bat sortu eta arrakastaz transplantatzeko egun gutxiko epean, baina 350.000 euroko kostua izan du pazientearentzat.

Trakea bezala, bentrakulu mekanikoak, neurriaren egindako titaniozko barailazurrak edo kolagenoz egindako kornea sintetikoak garatzea eta transplantatzea lortu da azken urte gutxian. Emailen baten zain ez egotea eta errefusa saihestea dira transplantearen ikuspegitik organo bioartifizialen abantaila handienak; ikerketa medikoen ikuspegi orokorragotik, helbururako ibilbidean gara litezkeen bestelako bide berri denak. Adibidez, organoak ez, baina galdutako funtzioak berreskuratzeko baliatu ahal izatea zelula amak geroz eta gehiago.

Litekeena da organo bioartifizialak eta zelula ama bidezko birsorkuntza-medikuntza ez izatea inoiz ohiko transplanteen ordezkotzat, baina ez dute zertan. Bideragarri eta eskalagarri direla frogatuz gero, osagarri izatea bada aski aurrerabide.



SAREAN+

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*

ITXAROPEN BIOARTIFIZIALA



28

Dagoeneko transplantatu dira zelula amak erabilita laborategian sortutako bi trakea sintetiko. Eta beste transplante batzuetan ere erabili izan dira zelula amak, baina kasu horiek salbuespenak dira. Oraingoz, organoak ezin dira neurriaren egin laborategian. Etorkizunean agian bai, hori baita ikertzaile askoren azken helburua, baina denbora beharko dute.



16

Meteora

Airean esekita

Meteoran, Greziaren erdialdean, harkaitz erraldoiak altxatzen dira lurretik zerurantz. Bizantziar arkitekturak eta naturaren edertasunak bat egiten dute; eta monasterioek harkaitzen jarraipena dirudite.

20



Social networks killed the RSS star?

Web 2.0aren arrakastaren gakoetako bat RSSak izan ziren. Hala ere, erabiltzaile gutxi igo zen olatu horretara, sare sozialetan dabilen jendearekin konparatzen badugu. Horregatik, askok aspaldi jo dituzte RSSen hil-kanpaiak.



Zientzia eta teknologiaren irudia gazteen ispiluan

Zer-nolako bizipen, iritzi, jarrera eta portaera dituzte Euskal Herriko gazteek, zientzia eta teknologiaren gainean? Galdera horri erantzun nahian, azterketa bat egin du Elhuyar Fundazioak, Eusko Jaurlaritzaren Hezkuntza Sailarekin eta EHUKo Kultura Zientifikoko Katedrarekin batera. Dagoeneko badituzte emaitzak, eta haiei buruzko gogoeta egin dute ikerketaren arduradunek.

38

Errimak eskanerrear 23

Bertsolarien garun-ahalmenak aztertzeko lehen ikerketa egiten ari dira Basque Center on Cognition, Brain and Language (BCBL) zentroan. Izan ere, hizkuntzaren ekoizpenean parte hartzen duten mekanismo neurokognitiboak argitzea da ikerketa-zentro horren helburu nagusietako bat, eta, alde horretatik, jakin-min handia dute bertsolaritzarekiko. Ikerketaren erdialdean daude orain.



44 Ignaz Semmelweis

Sukar puerperala gogor jotzen ari zen kliniketan, eta askok nahiago zuen kalean erditu. Ignaz Semmelweis mediku hungariarrak gaitza ikertzeari ekin zion, eta baita erremedioa aurkitu ere. Baina inor gutxi egingo zion kasu; eskuak garbitu behar izatea medikuen duintasunaren kontra zihoan.



aurkibidea]

4 FLASHA
Kameleoi nanoak

6 ALBISTEAK

16 MUNDU IKUSGARRIA
Meteora, airean esekita

20 MUNDU DIGITALA
Social networks killed the RSS star?

23 Errimak eskanerrear

28 **ITXAROPEN BIOARTIFIZIALA**

30 Bidean, zelula amak

35 Joera naturala, artifizialetik abiatzea

38 Zientzia eta teknologiaren irudia, gazteen ispiluan

ANALISIA

42 **Nanoteknologia eta arriskua: Europar Batasunaren adibidea.**
HANNOT RODRÍGUEZ

44 ISTORIOAK
Ignaz Semmelweis, amen salbatzaile

46 LIBURUTEGIA
Ikaslearen garuna eta konplexutasuna: bi bidaia interesgarri

47 SATORRAK ILARGIAN

49 GAI LIBREAN
Zenbakizko metodoen fabula bat: ... Eta jateko, maiztasun handiko uhinak
ELISABETE ALBERDI

54 ASTRONOMIA

56 HURRENGO ZENBAKIAN



Kameleoi nanoak

Munduko narrasti txikien artean dauden lau kameleoi espezie berri aurkitu dituzte Madagaskarren iparraldean. Lau espezieetan txikiena *Brookesia micra* da; helduak 29 mm luze dira, batzuek beste, ikertzaileek PLoS ONE aldizkarian argitaratu dutenez.



SAREAN+

Brookesia micra Nosy Hara izeneko uharte txiki batean aurkitu dute. Hain zuzen ere, ohikoa da halako uharte txikietan, baliabide mugatuak izateagatik, animalien tamaina txikitzea; uharteetako nanismoa deitzen zaio fenomeno horri.



ARG.: © GLAW et al./PLoS ONE

Koralen enbrioiaik gai dira klonak sortzeko

Enbrioia ez da hiltzen olatuen eraginez zatitzean; koral “txiki” klonikoak sortzen dira zatietatik

Koralak sexu bidez ugaltzen dira, baina harreman estua dute klonazioarekin ere.

Adibidez, ezagun da itsaso zakarra denean apurtu eta arrezifetik askatzen diren koral-zatiek bizirik segitzen dutela aurrera, jatorrizkoaren

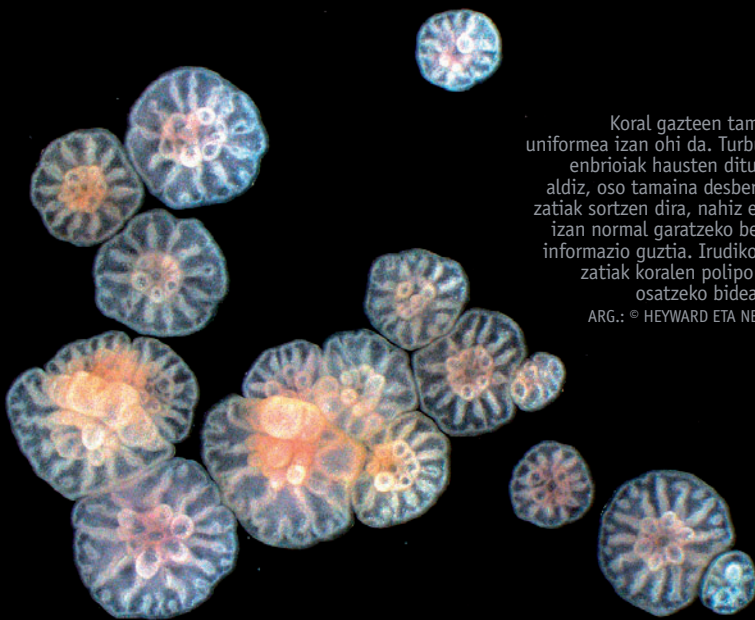
klon gisa. Laborategian egindako esperimentuetan Australiako Itsas Zientzien Institutuko ikertzaileek frogatu dute gaitasun hori bera dutela enbrioiek ere. *Science* aldizkarian argitaratu dutenez, emaldutako koralen obuluak olatu artifizialen

eraginpean flotatzen jarritakoan, hautsi eta barreiatu egin dira, aurreikusi bezala; baina, galdu ordez, zatietako gehienak hautsi gabeko enbrioia arruntan gisa garatu eta ezarri dira. Alde bakarra izan da ohikoak baino koral txikiagoak sortu direla zatietatik.

Ikertzaileek espero zuten obuluernalduak hautsi egingo zirela olatuaren eraginpean, koralen enbrioiek ez dutelako kanpoko mintz babeslerik, baina ez zuten uste koral klonikoak sortuko zirenik ondoren. Eragindako turbulenzia itsas kondizio arruntan parekoa denez, ikertzaileek uste dute klonazio-fenomenoa ohikoa dela koralen ugalketan, eta “enbrioiek mintz babeslerik ez izatea ez dela gabezia. Enbrioia biluzien ia erdiak zatitu ziren gure esperimentuetan, eta horrek iradokitzen du aspalditik dela hau koralen ugalketa-ahalegina maximizatzeko mekanismoen parte”, nabarmendu dute ikerketaren zuzendariek. ●

Koral gazteen tamaina oso uniformeak izan ohi da. Turbulentziek enbrioia hausten dituztenean, aldiz, oso tamaina desberdinetako zatiak sortzen dira, nahiz eta denek izan normal garatzeko beharrezko informazio guztia. Irudiko enbrioizatiak koralen polipo txiki bat osatzeko bidean daude.

ARG.: © HEYWARD ETA NEGRI/AIMS.



SAREAN +

Ez zuten ikusi argia baino neutrino azkarragorik OPERA laborategian

Joan den irailean fisikako albiste harrigarria izan zen: argia baino azkarrago mugitzen diren neutrinoak detektatu zituztela Italiako OPERA laborategian, eta albiste horrek Einsteinen erlatibitate bereziaren teoria kolokan jartzen zuen. Baina OPERAko zientzialariek bi akats-iturri aurkitu dituzte esperimentuan, biak GPS sistemarekin lotuta. Satelitearen erlojua eta Lurrekoa sinkronizatu behar ziren, eta prozesu horretako kalkuluak ez zeuden ondo eginak. Beste alde batetik, OPERAko zientzialariek esan dute “konexio akasdu bat” zegoela GPSaren seinalea OPERAko erloju nagusira eramaten duen sisteman, zuntz optikoaren konexio batean. Neutrinoen mugimenduaren espazioa eta denbora GPS sistema horrekin neurtzen denez, ezin dituzte ontzat eman neutrinoen abiaduraren neurketak. ●

Tevatronen ere detektatu dute Higgs bosoa

Dagoeneko, Higgs bosoa bi laborategitan detektatu dute. Iazko abenduan, CERNe iragarri zuen beren esperimentuetan detektatu zutela, eta, orain, aurkikuntza Fermilab laborategiko fisikariek berretsi dute, Tevatron azeleragailuan egindako azken esperimentuetan. Tevatron Estatu Batuetako azeleragailua zen, eta irailean itxi zuten; hilabete hauetan, fisikariek han egindako azken esperimentuetako datuak aztertu dituzte, eta bosoiaren zantzuak aurkitu dituzte. Emaitzak ez dira nahikoak Higgs bosoa aurkitu dutela aldarrikatzeko, baina esanguratsuak dira CERNe aurkikuntza berresteko, bi laborategietako emaitzak bat datozelako. ●

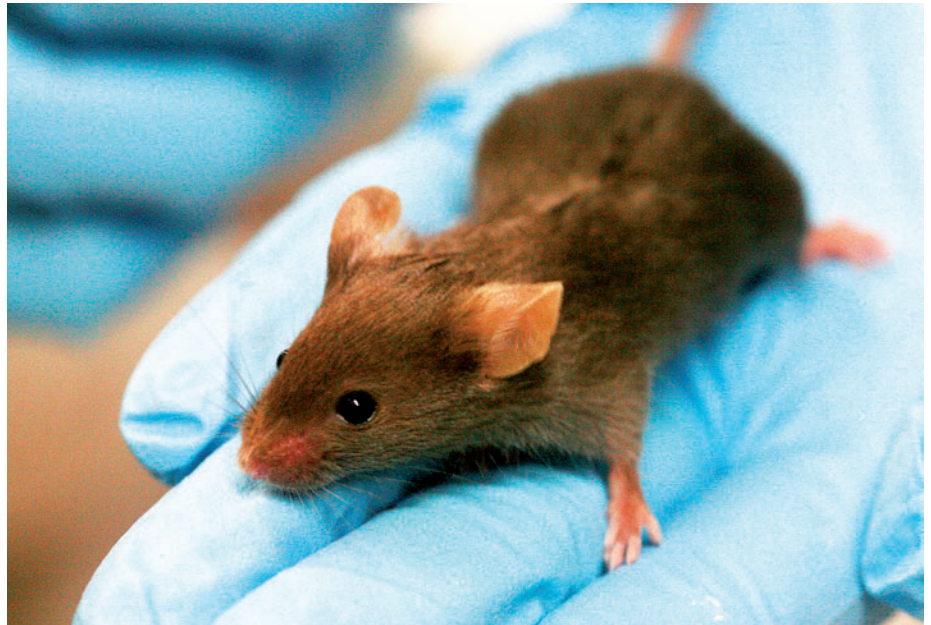
Sirtuina proteinak bizialdia luzatzen duela frogatu dute

Sirtuinak sagu arren bizialdia luzatu du, ez emeena

Sirtuina batek sagu arren bizialdia % 15 inguru luzatzen duela frogatu dute Bar-Ilan Unibertsitateko ikertzaileek (Israel). Zientzialariek urteak daramatzate sirtuina proteina-familia ikertzen, batez ere ikusi zutenetik SIRT1 genearen gainespresioak bizialdia luzatzea zekarrela nematodoetan eta fruta-eulietan.

Hala, ikerketa asko egin dira SIRT1 geneari buruz, baita ugaztunetan ere, baina ez dute jaso espero zuten emaitzarik. Oraingoan, ordea, familia bereko SIRT6 genea ikertu dute, eta emaitza interesgarriak lortu dituzte.

Hain zuzen ere, 2006an beste ikertzaile batzuek frogatu zuten SIRT6 genea ez zuten saguak ohi baino lehenago zahartzen zirela. Bar-Ilan Unibertsitateko ikertzaileek hari horri heldu zioten, eta SIRT 6 proteina gehiegi ekoiztean zer gertatzen zen ikertzea



ARG.: RAMA/CC BY-NC-ND

erabaki zuten. Ikerketaren arabera, sagu emeen bizi-luzera ez da aldatzen, baina arrena luzatu egiten da; zehazki, sagu arruntak baino % 10-15 luzeago bizi dira, sagu transgeniko lerroaren arabera.

Horrez gain, frogatu dute SIRT6 geneak eragina duela bizi-luzerarekin lotutako hazkuntza-faktore baten bidezidorrean (IGF-1), baina, aitortu dutenez, oraindik galdera asko dituzte erantzuteko.

Besteak beste, SIRT6 genearen gainespresioak bizialdiaren luzeran nola eragiten duen jakin nahi dute, eta beste sirtuinen funtzioak ere aztertu nahi dituzte.

Nature aldizkarian argitaratu dute ikerketa. ●



Euskal Herriko Unibertsitateko Euskara Zerbitzuak 2003an abiarazitako ekimena da ZIO (Zientzia Irakurle Orentzat). Bizkaiko Foru Aldundiaren laguntzari esker urterik urte osatuz doa ZIO bilduma.

Zientziara hurbiltzeko liburu erakargarri eta erabilgarriak eskainiz, euskara eta jakintza uztarturik jartzen dira edonoren esku.

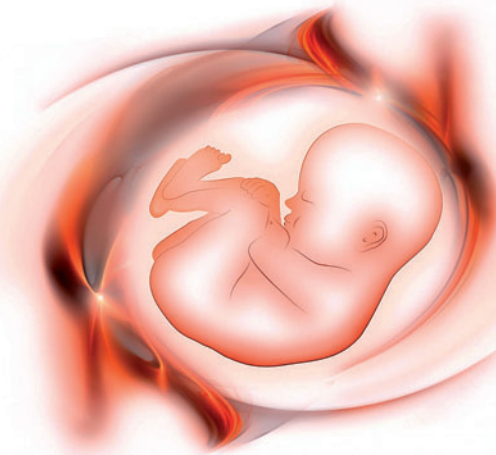


Uzkurduren fisika

Nola uzkuertzen dituen uteroak zelula guztiak modu sinkronizatuan, erditzen laguntzeko

Erditzean uteroan gertatzen diren uzkuertzen jatorria zelulen arteko akoplamentu elektrikoan datza. Uteroko zelula gehienak muskulu-zelulak dira, eta haiei eusten eta laguntzen dieten beste zelula gutxi batzuk ere baditu, nahiz eta bulkada elektrikorik sortzeko ahalmenik gabekoak diren. Frantziako eta Indiako ikertzaile batzuek aurkitu dute bi zelula motak elektrikoki akoplatu ahala sortzen dela uzkuerturak eragiten duen oszilazio elektriko sinkronizatua.

Uteroa ez da bihotza bezalakoa; ez du bulkada elektrikoak sortzen dituen gunerik, eta, hala ere, badu



ARG.: © ZOYA FEDOROVA/123RF.

bihotzaren taupaden antzeko fenomeno bat: erditze-garaiko uzkuerturak; bulkada elektriko batek organoa uzkuertzen du umeari irteten laguntzeko.

Muskulu-zeluletan ioi positiboak sartzen direnean, potentzial elektriko bat sortzen da, eta horrek oszilazio

elektriko txikiak eragiten ditu zelula bakoitzean. Zientzialariek bazekiten horren ondorioz uteroaren konduktibitate elektriko handitu egiten dela erditzeko garaia gerturatu ahala. Baina uzkuertura bat eragiteko, oszilazio elektriko orokortu eta sinkronizatu egin behar da, organo osoa zeharkatzen duen bulkada elektriko orokor batean.

Sekretua elkarren ondoan dauden zelulen akoplamentu elektriko da. Zelula baten oszilazioa ondokoarekin sinkronizatzen da, bikotea inguruko zelulekin, eta pixkanaka zelula gutxi batzuen multzoak sinkronizatzen dira. Gero, multzoen multzoak, eta azkenean, organoko zelula guztiak izatera iristen da. Une horretan gertatzen da uteroaren uzkuertura. ●



Autoen aztarnak, asfaltoaz gaindi

Zirkulazioak lurzoruan zer ingurumen-inpaktu duen ikertu dute EHU

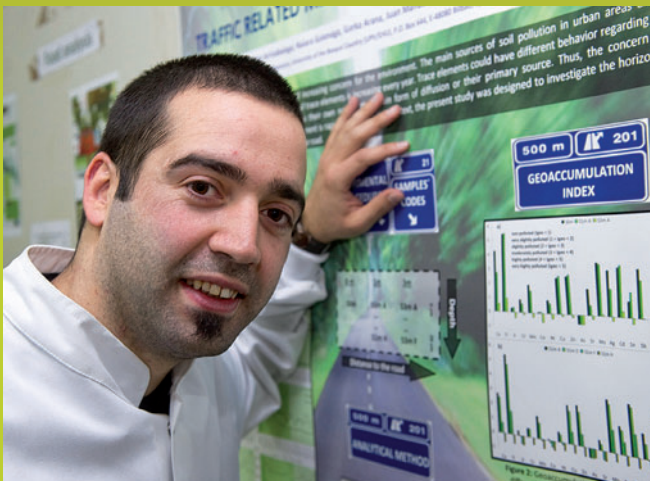
Ibilgailuek isurtzen dituzten metalek inguruko lurzoruetan zenbateko inpaktua duten ikertu du José Antonio Carrero kimikariak, EHU defndatu duen tesian.

Antzinasun handia duten errepedeatik gertu dauden lurzoruen kasuan, trafikoari lotutako metalen metatzea bereziki handia da goiko geruzetan. “Errepideak zenbat eta

denbora gehiago eraman martxan, hor dago koska. Sakoneraren araberrako kontzentrazio-gradiente dago bide zaharretan; beste gune batzuetan, aldiz, ez da metatze hori gertatzeko adina denborarik igaro”, azaldu du ikertzaileak.

Ibilgailuen trafikoak isuritako metalen artean, beruna da ezagunena; gasolina berundunaren erabilera duela hamarkada pasatxo debekatu bazuten ere, kutsatzaile horrek errepide-ertzei itsatsita jarraitzen du. Baina nahiz eta metal hori oso toxikoa izan, Carrerok egiaztatu du badiela ingurumenarentzat kaltegarriagoak izan daitezkeen beste batzuk, disolbagarriagoak direlako

eta lurzoruko geruza sakonagoetara errazago pasatzen direlako. Barioa eta zinka nabarmendu ditu: “Pneumatikoen edo balazten narriadura dela-eta isurtzen dira errepedera, eta goiko geruzetan metatzen dira, oxido moduan; forma horretan, mugikortasun txikia dute. Hala ere, ikusi dugu atmosferako CO₂-arekin erreakzionatu egiten dutela, eta karbonatoak osatzen dituztela; horiek badira disolbagarriagoak, eta iragazkorak ere bai. Hain zuzen, karbonato-kontzentrazio handia aurkitu dugu geruza sakonenetan”. ●



José Antonio Carrero EHUko kimikaria. ARG.: © LUIS JAUREGIALTZO/ARGAZKI PRESS.

Astearteetan, 21:00etan

Eta Interneten:

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

Euriak atmosfera baretzen du

“Ekaitzaren ostean barealdi” dio esaerak, eta fisikari estatubatuar batzuek kalkulatu dute euriak zenbateraino baretzen duen atmosfera; alegia, zenbat energia kentzen dion. *Sciencen* argitaratutako emaitzen arabera, faktore horrek uste baino eragin handiagoa izan dezake zirkulazio atmosferikoan.



ARG.: © DMYTRO PAUK/123RF

Eguzkiak Lurraren gainazaleko aireari energia ematen dio bero gisa. Eta aire horrek goragoko aire hotzari beroa pasatzeko duen joeragatik, bero horren zati bat energia zinetiko (mugimendu) bihurtzen da. Hala sortzen dira, hain zuzen ere, haizeak eta aire-zirkulazioa bera. Eta, azkenik, atmosferan pilatzen den energia zinetiko hori turbulenzien bidez xahutzen da, batez ere; edo hori uste zen orain arte behintzat.

Izan ere, euria egitean ere xahutzen da atmosferako energia, euri-tanten eta airearen arteko marruskadura-indar gisa. Bada, NASArek euri tropikala neurtzeko sateliteak hartutako datuetatik abiatuta kalkulatu dute euri-tanten marruskadura-indar gisa xahutzen den energia turbulenzietan xahutzen dena adinakoa dela, eta, beraz, atmosferako energia-balantzean kontuan hartzeko faktorea dela. ●



SARGAN+

Zientzia eta teknologia Euskadi Irratiaren sintonian, Guillermo Roaren eskutik



NORTEKO FERROKARRILLA

 eitb



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Material-talde oso bat spintronikarako egokia

Donostiako fisikari batzuek parte hartu dute isolatzaile topologikoen nazioarteko ikerketan

Spintronika hitza modan dago laborategietan; etorkizunean elektronikaren ordezko izan litekeen teknika bat da, azkarragoa eta ahaltsuagoa. Baina teknika hori material batzuetan bakarrik ustia daiteke. Orain, nazioarteko fisikari-talde batek spintronikarako egokia den material-familia oso bat identifikatu

eta garatu du. Lanaren alde teorikoa Donostiako CFM eta DIPC zentroetako fisikariek egin dute.

Materialak isolatzaile topologikoak dira, eta spintronikarako ezaugarriak ez ezik, elektrizitatea eroateko modu berezia ere badute: barrualdean isolatzaile elektriko eta gainazalean eroaleak dira —horregatik deritze

isolatzaile topologiko, geometriaren arabera eroaten dutelako elektrizitatea—.

“Material hauek 2005ean aurkitu ziren, lehendabizi teorikoki eta gero esperimentalki, eta ezagunak dira jadanik” dio Nora Gonzalez DIPC zentroko komunikazio-arduradunak. “Baina orain ikusi dugu badagoela material honetako talde zabal bat spintronikan erabiltzeko egokia”.

Spintronikak elektroien spina baliatzen du, karga elektrikoaren ordez. Baina, horretarako, spin bera duten elektroien sorta bat kontrolatzeko ahalmena behar da. Nazioarteko fisikari-taldeak aurkitu du konposatu ternario ordenatu gehienak —hiru atomo-motaz osatutako konplexuak— isolatzaile topologikoak direla, eta spintronikan erabil daitezkeela.

Hori jakinda, propietate magnetiko —spinari lotutakoak, alegia— eta elektriko jakinak dituzten materialak diseina daitezke. Gonzalezen arabera, “teknologikoki erabakigarriak izan daitezke” material horiek. ●

Isolatzaile topologikoetan, elektroiak materialaren ertzetan zehar higitu daitezke bakarrik, ez masan.
ARG.: © 2010 K. KURODA.



Tumore berak hamaika aurpegi

Mutazioak desberdinak dira tumorearen leku batean edo bestean

Giltzurruneko tumoreekin egindako ikerketa batean, ikertzaile britainiarrek mutazio desberdinak aurkitu dituzte tumore beraren leku desberdinetan. *New England Journal of Medicine* aldizkarian argitaratu dute ikerketa.

Lau gaixoren giltzurruneko tumoreen azterketa genetiko sakona egin dute ikertzaileek. Horretarako, tumore nagusiaren hainbat puntutatik eta gorputzean zabaldutako tumore metastasikoetatik hartutako laginak aztertu dituzte. Eta ikusi dute tumore barruko dibertsitatea oso handia dela. Esaterako, tumore nagusitik hartutako 14 laginetan aurkitutako mutazioen

heren bat bakarrik errepikatzen zen lagin guztietan, eta mutazioen laurden bat lagin bakarrean agertu zen. Tumorean zein gene ziren aktibo aztertzean ere, emaitzak desberdinak izan ziren laginaren arabera.

Tumoreen eboluzioa nolako izan den ere argitu dute datu horietatik abiatuta. Esaterako, kasu batean tumore primariotik bi lerro nagusi banandu zirela ikusi zuten; haietako batetik tumore nagusia garatu zen, eta beste lerroak bular-aldeko tumore sekundarioak sortu zituen. Gainerako kasuetan ere antzeko eboluzioak ikusi zituzten.

Ikertzaileek azpimarratu dute kasu gutxiarekin egindako ikerketa dela, baina, hala ere, tumoreen barruko dibertsitateari buruzko ideia bat ematen duela. Hain zuzen ere, ikerketak agerian utzi du tumore baten biopsia bakarra egitea kasu askotan ez dela nahikoa diagnosia egiteko. Eta, bestalde, ikertzaileen arabera honek azal lezake zergatik tratamendu batzuek eraginkor izateari uzten dioten denbora baten buruan, litekeena baita tratamendu horiek ez izatea eraginkorrak tumore horretako zelula guztien aurka. ●



Elkargokide izateak bere saria du

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



Euskal Autonomia Erkidegoko
elkargo hauekin dugu
lankidetzatza-hitzarmena:

- Arabako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Euskadiko Fisioterapeuten Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Odontologo eta Estomatologoaren Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Sendagileen Elkargo Ofiziala

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

*Harpidedun berrientzat eta dagoeneko harpidedun direnentzat, 2011. urtean zehar

Munduko kobazulorik sakoneneko biztanleak

Lurrean sakonen aurkitu diren lau artropodo-espezie identifikatu dituzte Nafarroako eta Errusiako ikertzaileak

Nafarroako eta Errusiako ikertzaile-espedizio batek lau animalia-espezie berri identifikatu ditu Abkhazia eremuko kobazulo batean, Itsaso Beltzetik hurbil. Munduko kobazulorik sakonena da —hau da, 2.191 metroko sakonera du—,

eta aurkitutako bi espezieak Lurrean sakonen aurkitu diren artropodoak dira.

Kolenboloen taldekoak dira guztiak. Kolenboloak ornogabe artropodo ugari batzuk dira, insektuen, araknidoen edo krustazeoen oso hurbilekoak. Eskeletoa kanpoaldean

izateagatik eta apendizetatik artikulatuak izateagatik (hankak, antenak, etab.) bereizten dira. Horiez gain, furka izeneko organo berezi bat daukate salto egiteko. Kobazuloan egiten duten bizimodua dela eta, lau espezie berriek ezaugarri

zehatzak dituzte lur azpiko muturreko kondizioetan bizirauteko —alegia, erabateko iluntasuna eta elikagai oso gutxi—.

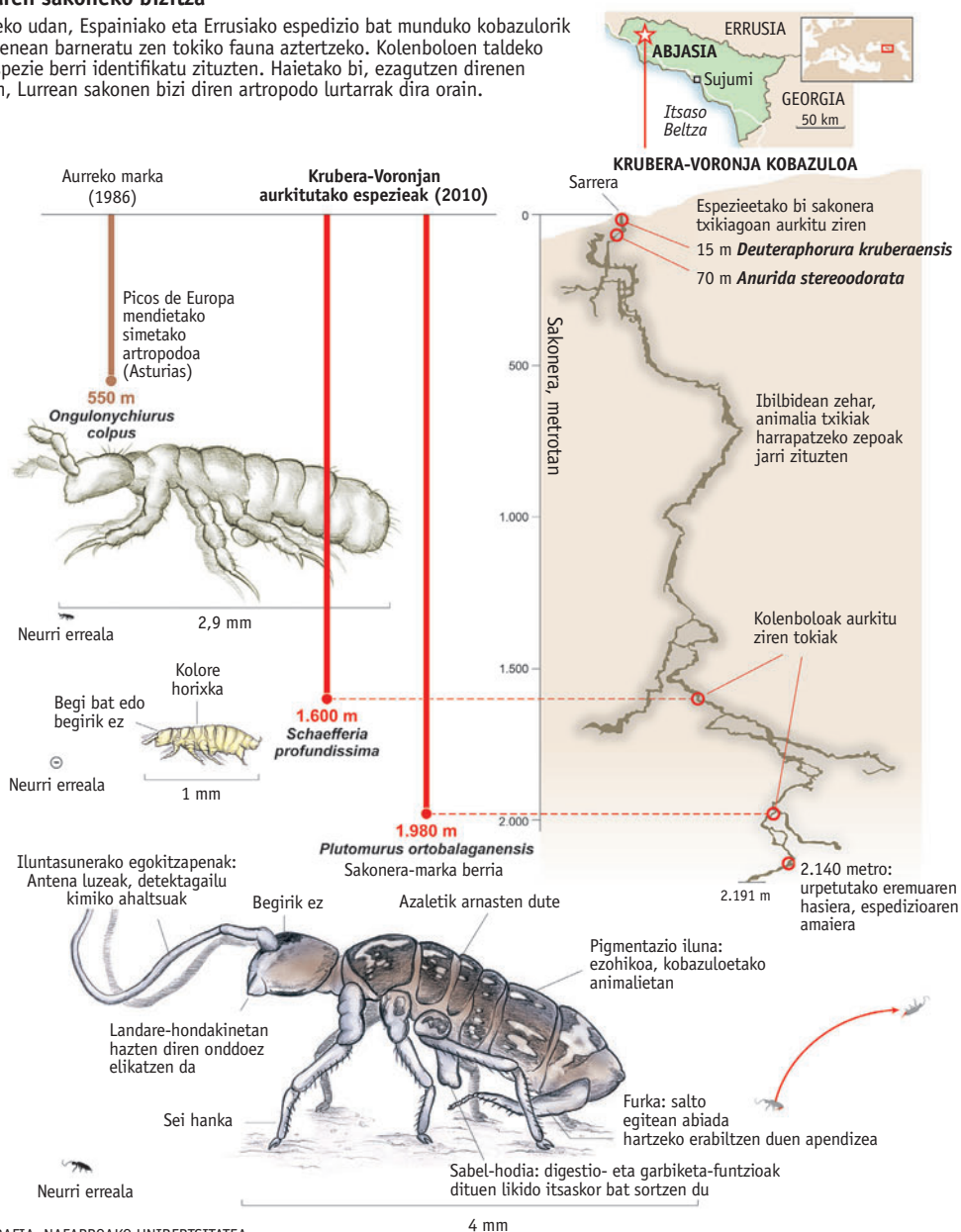
“Kondizio horietara egokitzeko erantzun gisa, aurkitutako animaliek ez daukate begirik, ezta pigmentaziorik (kolorerik) ere”, azaldu du Enrique Baquero zoologo eta Nafarroako Unibertsitateko Biodibertsitatea, Paisaia eta Kudeaketa iraunkorra Masterreko irakasleak, ikerketa-lanaren egileetako batek. Baquerok argitu duenez, materia organikoaren bidez esplikatu daiteke espezie horiek halako ingurune latzean bizitzea. “Materia organikoaren gainean hazten diren onddoez elikatzen dira, eta, beraz, hura deskonposatzen laguntzen dute, eta kobazuloetan egoten diren artropodo-komunitate egonkorren sarea osatzen dute”.

Sakonera zehatz batean aurkitu dute espezieetako bakoitza, eta aleak 1 eta 4 mm bitarteko luzerakoak dira. Izen hauek dituzte: *Anurida stereoodorata*, *Deuteraphorura kruberaensis* eta *Schaefferia profundissima*. Sakonerarik handienean aurkitutakoa, *Plutomurus ortobalaganensis*, gainazalaren azpitik 1.980 m-ra aurkitu da.

Krubera-Voronya kobazuloa da 2 km-ko sakonera baino handiagoa daukan munduko kobazulo bakarra. Hainbat eta hainbat espedizio izan dira barruan, baina honako honek deskribatu du lehen aldiz barruko fauna. ●

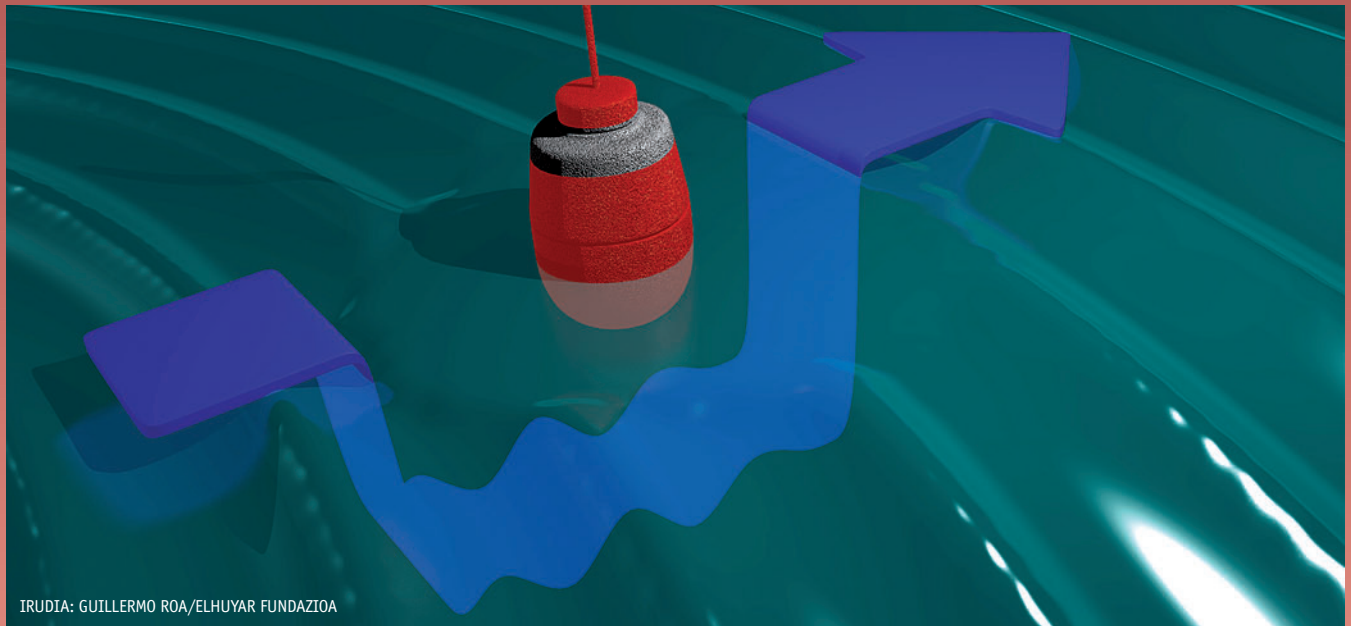
Lurraren sakoneko bizitza

2010eko udan, Espainiako eta Errusiako espedizio bat munduko kobazulorik sakonenean barneratu zen tokiko fauna aztertzeko. Kolenboloen taldeko lau espezie berri identifikatu zituzten. Haietako bi, ezagutzen direnen artean, Lurrean sakonen bizi diren artropodo lurtarrak dira orain.



Ikusezintasuna olatuetan

Itsasontziak itsaso txarretik babesteko modua olatuak manipulatzeko da



IRUDIA: GUILLERMO ROA/ELHUYAR FUNDAZIOA

Itsasoan flotatzen ari den itsasontzi batek aldatu egiten du olatuen hedapen-patroia. Kaliforniako Unibertsitateko fisikari batek eragin hori asko murriztuz lezakeen teknika bat proposatu du, kasu batzuetan, ia desagerraraztera iris daitekeena. Horrek esan nahi du olatuaren eta ontziaren arteko elkarrenergina deuseztatu egiten dela, eta, teknika baliagarria izan daitekeela ainguratutako ontziak eta buiak itsaso txarren eraginetik babesteko.

Efektuaren oinarritzko ideia ikusezintasunaren estalkiarena da, alegia, flotatzen ari den objektura iristen diren uhinak kanalizatzea, objektuaren beste aldean forma eta abiadura berarekin ager daitezen. Hori

lortzeko teknikak gaur egun puntako fisikaren ikergai dira, batez ere, metamaterialei esker argiaren uhinaren esparruan emaitzak ematen ari baita.

Itsasoaren kasuan, gakoa itsas hondoaren forma egokitzean datza; itsasoa oso sakona ez den tokietan, olatuak hondoaren arabera dira, eta, horregatik, hondoa aldatuta, olatuen forman eragiten da. Baina ez modu zuzen batean. Itsasoaren ura ez da homogeneoa; hondokoa hotzagoa eta dentsuagoa da ur azalekoa baino. Ikertzaileak ura modelizatu du bi geruzatan banatuta egongo balitz bezala; eredu horretan, bien arteko faseartea ere olatuez osatuta dago, eta, hain zuzen ere, azaleko olatuen ikusezintasuna tarteko olatu horiek

baliatuta lortzen da; ur-azaleko uhinak flotatzen ari den objektutik gertu desagerrarazi behar dira haien informazioa faseartekoetara bideratu ondoren. Eta objektuaren bestaldean kontrako fenomenoak eragin behar du hondoaren formak.

Errealtatean, itsasoa ez dago bi geruzatan banatuta eta ez dago fasearterik; gradiente bat izaten da, aldiz, uraren tenperaturan eta dentsitatean. Horren ondorioz, ikusezintasunaren efektua ez da inoiz erabatekoa izango, baina, behintzat, neurri handi batean funtzionatuko du. ●



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

Etor zaitez ezkutuko ingurune natural hau
ezagutzera eta abenturaz goatzera

Sobrongo abentura-zentroa

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



Eskola-umeentzako prezio bereziak

Nanoporo bidezko DNA-sekuentziak lehen emaitzak eman ditu

Giza genoma minututan sekuentziatzeko teknika

Nanoporo batetik pasaraziz DNA sekuentziatzeko gailu batekin lortutako lehen emaitzak aurkeztu dituzte Oxford Nanopore Technologieseko ikertzaileek. Haien arabera, gailu horrekin giza genoma oso bat 15 minutuan sekuentziatu ahal izango da.

Idea aspaldikoa da, 90eko hamarkadakoa. Mintz batean txertatuta dagoen proteinazko nanoporo batetik pasarazten da DNA. Nanoporoan zehar korronte elektrikoa pasatzen da, eta DNAREN base bakoitzak aldaketa desberdin bat eragiten du korronte horretan. Hala, aldaketa horiek neurtuta, nanoporotik pasatutako DNAREN sekuentzia jakin daiteke.

Teknika horrek hainbat abantaila ditu. Batetik, ohikoa baino askoz prestaketa-lan gutxiago eskatzen du; besteak beste, ez dago DNA anplifikatu beharrik, nahikoa da hura soluzio batean jartzea. Bestetik, oraingo sekuentziagailuek baino askoz harizpi luzeagoak sekuentziatzen ditu, eta denbora errealean. Gainera, ez du sekuentziatutako DNA kaltetzen, eta azterketa gehiago egiteko moduan uzten du.

Hogei urte inguru behar izan dira teknika puntuan jartzeko, baina Oxfordekoek lortu dute: GridION deitu dioten sekuentziagailuarekin, Phi X bakteriofagoaren genoma sekuentziatu dute. Urtearen erditik aurrera hasiko dira GridION merkaturatzen, eta MinION izeneko bertsio miniaturizatua (USB baten tamainakoa) eta merkea (700 bat euro) merkaturatzeko asmoa ere badute.

GridION-en lehen bertsioak 2.000 nanoporo izango ditu, baina datorren urterako 8.000koak ateratzea aurreikusten dute. Gainera, gailuak bata bestearekin elkartu daitezke, eta 8.000 nanoporoko 20 gailurekin posible izango litzateke giza genoma bat 15 minutuan sekuentziatzea.

Hala ere, sekuentziagailuak badu puntu ahul bat: % 4ko errorea du, alegia, 100 nukleotidotik 4 gaizki irakurtzen ditu. Dena den, ikertzaileek adierazi dute merkaturatzen dutenerako errore hori % 0,1 eta 1 artera jaistea dela helburua. ●



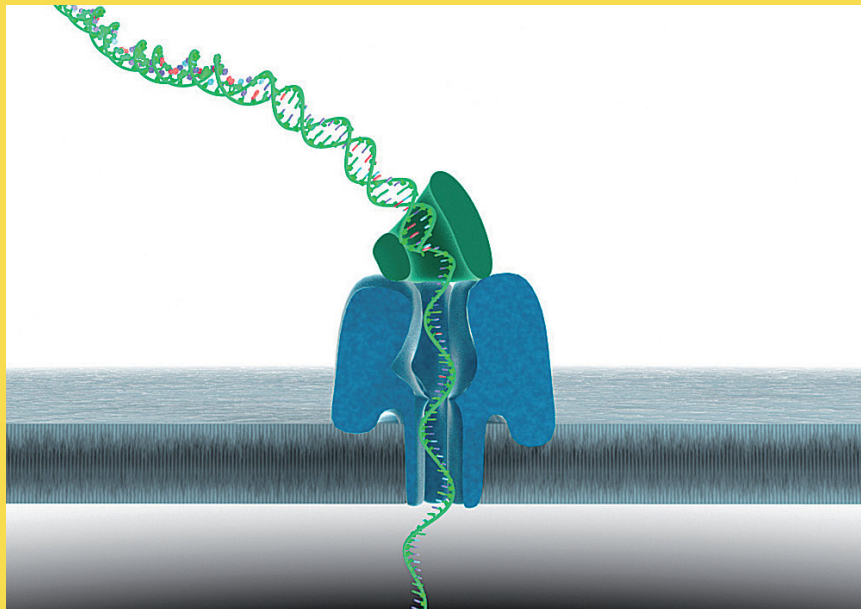
ARG.: © D. HUANG et al./NATURE

Dinosauroen arkakusoak

165 milioi urteko arkakuso erraldoien fosilak aurkitu dituzte

Ezagutzen diren arkakuso zaharrenen fosilak aurkitu dituzte Kansasko Unibertsitateko paleontologoek. Erraldoiak ziren, 15-20 mm-koak; hankak ez zituzten salto egiteko moldatuta egungoek bezala; eta, odola xurgatzeko aho-egiturak ikusita, ikertzaileek ondorioztatu dute dinosauroen azal lodia zultzatzeko gai izango zirela. *Nature* aldizkarian argitaratu dute ikerketa.

Txinako ipar-erdialdeko bi aztarnategitan aurkitu zituzten fosilak; bat Jurasikokoa, 165 milioi urtekoa, eta, bestea, Kretazikokoa, 125 milioi urtekoa. Oso egoera onean daude fosilak, eta aurkikuntza honek zulo handia bete du arkakusoen erregistro fosilean. Izan ere, oso eztabaidatua den kretazikoko erregistro bat alde batera utzita, ezagutzen ziren gainerako fosil guztiak duela 65 milioi urtetik aurrerakoak ziren, gaur egungo arkakusoen oso antzekoak. ●



ARG.: © OXFORD NANOPORE TECHNOLOGIES

Beroak txikiagotu zituen zaldia, eta hotzak handitu

Zaldien fosilak aztertu dituzte Nebraskako Unibertsitateko ikertzaileek, eta ondorioztatu dute klima-aldaketak gidatu zuela zaldien arbasoek jasan zuten tamaina-aldaketa nabarmena duela 55,5 urtetik 54,5 urtera doan aldia. Ikertzaileek aztertu duten aldia Paleozeno-Eozeno maximo termal gisa ezagutzen da, eta gorabehera klimatiko azkarreko aldia izan zen. Zaldi fosilen hortzetako karbono-13 eta oxigeno-18

isotopoekin egindako neurketetan oinarrituta, ikertzaileek ikusi dute zaldien arbasoek % 30 murriztu zutela tamaina maximo termalaren hasieran, klima berotzearekin bat; eta % 70 handitu zirela beroaldiaren amaieran.

Sifrhippus generoko zaldien fosilak aztertu dituzte, denak Wyomingen dagoen Clarks Fork arroko aztarnategi aberatsekoak. Zaldi haiek gaurkoak baino askoz ere txikiagoak ziren,

5,5 kg ingurukoak. Hain justu, dinosauoak desagertuta, ugaztunak munduan barrena hedatzen ari ziren orduan, eta aldaketa azkarreko garaia izan zen hura gure arbasoentzat. Zaldienak, esaterako, Ameriketara iritsi berriak ziren, eta ikertzaileek aztertutako horiek dira ezagutzen diren zaharrenak.

Ikertzaileen esanean, ikerketak frogatzen du tenperatura dela Bergmann-en patroia eragilea. Ugaztun-espezieen bi herenek betetzen dute patroia hori: garai beroetan txikiagotu egiten dira, eta handitu garai hotzetan. Gorputzeko tenperaturari konstante eusteko beharrari lotutako patroia delako gertatzen da hori. Tenperatura hotzetan, errazago eusten diote gorputzeko beroari tamaina handiko ugaztunek, bolumenaren eta azaleraren arteko erlazioa txikiagoa delako. Patroia eragileak klima eta ingurunearen produktibitatea —elikagai-ugaritasuna— direla jotzen da, baina

Science aldizkarian argitaratutako ikerketan, tenperaturarekin bakarrik aurkitu dute korrelazioa ikertzaileek. ●



Zaldi modernoa ezkerrean, eta *Sifrhippus sandrae* espezieko arbasoa aurrez aurre. Bost bat kiloko pisua eta gaur egungo katuen tamaina zituen, eta zaldiaren arbaso zaharrena da. Danielle Byerley, Floridako Historia Naturalaren Museoa.
ARG.: © DANIELLE BYERLEY/FLORIDAKO HISTORIA NATURALAREN MUSEOA.



Ongi pasatu eta IKASI!


SENDAVIVA
Abentura eta dibertsioa familia osoarentzat



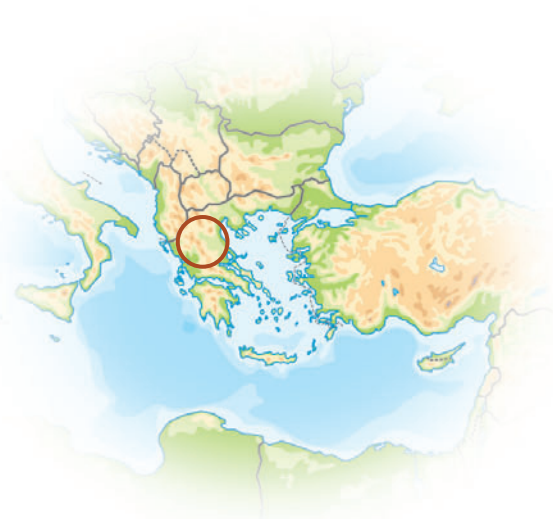
www.sendaviva.com Arguedas (Nafarroa) T. 948 088 100



MUNDU IKUSGARRIA

METEORA

Airean esekita



GREZIAREN ERDIALDEAN, TESALIA PERIFERIAREN IPAR-EKIALDEAN, harkaitz erraldoiak altxatzen dira lurretik zerurantz. “Airean esekita” esan nahi du “Meteora” hitzak, eta esan daiteke halaxe daudela harkaitz horien puntan eraikitako monasterioak. Arkitektura bizantziarrak eta naturaren edertasunak bat egiten dute Meteoran, eta monasterioek harkaitzen jarraipena dirudite.

Duela 60 milioi urte lurrazalaren mugimenduen eraginez itsas hondoak gora egin zuen, eta hareharritzko geruza lodi hartan hainbat faila ireki ziren. Handik aurrera urak, haizeak eta muturreko tenperaturek forma emango zieten gaur egun ikusten



diren hareharritzko eta konglomeratuzko zutabeei. Arrasto horizontalak ikus daitezke haitz horietan, itsaso prehistoriko batek utzitako markak.

IX. mendetik aurrera, fraide aszetak Meteorako haitzetan bizitzen hasi ziren. Lurretik 500 m-ra egon zitezkeen zuloetan bizi ziren hasieran. XIV. mendean, berriz, turkiarren eta albaniarren erasoei ihes egiteko haitzean gora egin zuten fraideek, eta orduan hasi ziren harkaitzen puntan monasterioak eraikitzen. Hogeitik gora eraiki zituzten, eta seik irauten dute, gaur egun. ●

ARG.: DANIEL SOLABARRIETA/ELHUYAR FUNDAZIOA



SAREAN+





IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

Social networks killed

Web 2.0 delakoaren arrakastaren gakoetako bat RSSak izan ziren: komunikabide, blog eta webgune ugariaren jarraipena errazten duen teknologia, norberaren gustuko gaien informazio-iturri pertsonalizatua osatzeko aukera ematen duena. Hala ere, erabiltzaile-kopuru urria igo zen olatu horretara, sare sozialetan dabilen jendearekin konparatzen badugu. Horregatik, askok aspaldi jo dituzte RSSen hil-kanpaiak, baina bizi-bizirik jarraitzen dute. Eta ikusteko dago sare sozialek iraungo ote luketen RSSak existituko ez balira.

Hasieran, Tim Berners-Leek weba egin zuen. Web hura ez zen hain baliagarria: webgune bat edukitzea enpresa edo erakundeen eta informatika-ezagutzak zituztenen esku baino ez zegoen. Informazioa oso estatikoa zen. Eta teknologiak esan zuen: “izan bedi interaktibotasuna”. Eta hala izan zen. Eta ikusi zuen jendeak interaktibotasuna ona zela, eta bereizi egin zuen hasierako webetik: berriari Web 2.0 eman zion izena eta aurrekoari Web 1.0. (Genesia, 1:1)

Bibliarekiko paralelismoen txantxa gorabehera, ezin ukatuzkoa da Web 2.0 delakoak aldaketa handia ekarri zuela aurrekoarekiko: webguneak askoz interaktiboagoak ziren, informatikarik jakin gabe egin zitezkeen, jende arrunt asko hasi zen webguneak eta blogak izaten... Baina aldaketa garrantzitsuenetakoa, zalantzarik gabe, RSSak izan ziren.

Webgune eta blog ugari askotan eguneratzen hasi ziren arren, ez zen erraza gustuko zenituen jarraipena egitea: denetan banan-banan sartu beharra, sarritan aldaketarik ez aurkitzeko, edo irakurri genuen azkena zein izan zen ez gogoratzeko. Baina, orduan, webgune horiek RSS bertsio bat ere argitaratzen hasi ziren: albiste edo artikulu berriak argitaratzeko formatu bat, egitura ongi definitu baten bidez adierazten zuena albistearen eremu bakoitza (izenburua, egilea, data, edukia, esteka...). Horri esker, programa eta zerbitzuak sortu ziren gure gogoko webgune eta blogen RSSak irakurtzen zituztenak eta zerbait berria zegoenean abisatzen zigutenak. Hala, informazio-iturri askoren jarraipena gune zentral bakar batetik egiteko aukera sortu zen.

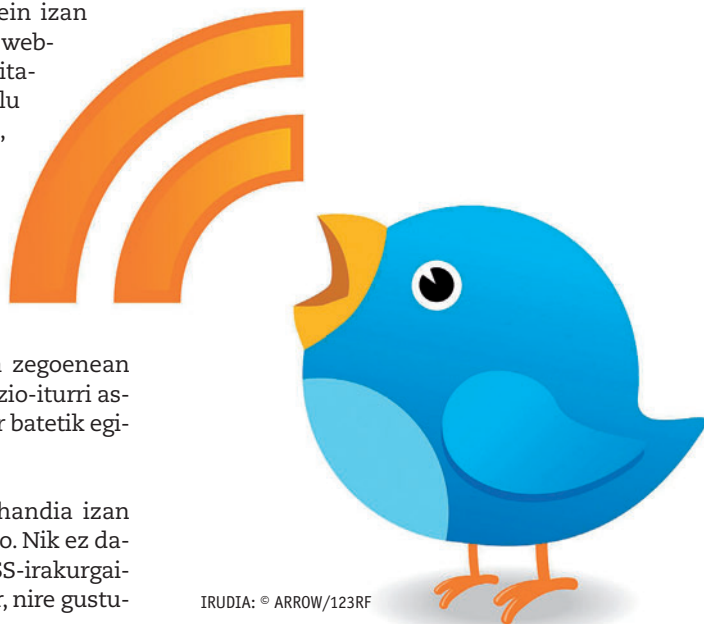
Askorentzat, neu barne, iraultza handia izan zen hura, bizitza erabat aldatzeraino. Nik ez dakit zer egingo nukeen RSSak edo RSS-irakurgaiak desagertuko balira. Haiei esker, nire gustu-

ko gaiak, pertsonalak zein profesionalak, argitaratzen dituzten ehunka guneren jarraipena egiten dut modu errazean. Nolabait, nire komunikabide pertsonalizatua dut nire RSS-irakurgailuan. Eta pentsatzen nuen jende guztia pasatuko zela horretara lehenago edo beranduago. Baina denborak aurrera egin du, eta hori ez da gertatu. Jende *geek* edo teknozale samarrek soilik erabiltzen du.

SARE SOZIALEN OLDARRA

Aldiz, duela bizpahiru urtetik hona, jende guztia sare sozialetan sartzen ari da. Twitter, Facebook eta enparauen erabilera bai izan dela masiboa. Ez dago ukatzerik erabiltzaile-kopuruan RSSak askogatik gainditu dituztela.

Eta RSSen jarraitzaile leial askori ulertezina gertatzen zaie. Begira zer dioen Marshall Kirkpatrick ReadWriteWeb teknologiari buruzko blogaren koeditoreak horri buruz: “RSSak irakurtzeko softwarea ez erabiltzea azken aldiko



IRUDIA: © ARROW/123RF

the RSS star?



IRUDIA: © TIMUR DRUZHYNIN/123RF

teknologiaren historian gizateriaz okerren hitz egiten duen gertaeretakoa bat da. Etsigarri da mundu osoan demokratikoki argitaratzen diren iturri fidagarri eta askeen informazio-kanal dinamikoak eguneratzeko biltegi pertsonalizatu eta zentralizatu bat teknologikoki baztertuta Facebook-eko Flash joko buru-usteltzaileek ordezkatu izana, telebistaren promesa den erreallitatea bihurtu eta hezkuntza publikoaren ametsak puskatan hautsi zirenean bezain etsigarria. (...) Ikaragarria da. Dena jaso eta etxera joateko modukoa da.”

**“Nik ez dakit zer egingo
nukeen RSSak edo
RSS-irakurgailuak
desagertuko balira”**

Tira, ni berak dioen gauza askorekin ados nago, baina ez dut hain gaizki ere hartzen. Azken finean, zibermundua mundu errearen isla besterik ez da. Eta askoz jende gehiago dago tabernetan ibiltzen dena egunkariak irakurtzen baino; hori baitira sare sozialak nagusiki, jendearekin egoteko tokia. Bestalde, sare sozialak ez dira flash jokoak soilik: informatuta egoteko modu bat ere badira, baina gustuko komunikabideen bitartez izan beharrean, lagunen bidez; eta sare sozialetako lagun horiek komunikabideak ere izan daitezke, gaur egun denak baitaude haietan.

Ni gehiago kezkatzen nau sare sozialen beste efektu batek: bertan sortzen den edukia, sarritan, arina da (luzeran mugatuta daude bertako edukiak, eta gaiak ere informalagoak izan ohi dira), oso efimeroa (ez dago eduki zaharra berreskuratu edo aurkitzerik) eta ez irekia (eduki

asko laguntzat soilik da); baina haietan aktiboki aritzeak denbora handia eskatzen du, eta blogetan edo webgune pertsonaletan kalitateko edukia sortzeko denbora gutxiago dago. Nik inpresioa dut sare sozialak daudenetik blogetan gutxiago idazten dela, eta hori kezkarria izan daiteke euskara bezalako hizkuntza txikientzat. Gainera, berriz ere komunikabide profesionalen esku gelditzen bada mamidun edukia sortzea, pikutara Web 2.0-k ekarri zuen sorkuntzaren demokratizazioa.

Edonola ere, sare sozialek erabiltzaile askoz gehiago izateak ez du esan nahi RSSak hilda daudenik, toki askotatik aspalditik hori iragarri badute ere. Izenburua inspiratu duen eta MTV katea inauguratzeko erabili zuten The Buggles taldearen *Video killed the radio star* abestiak 1981ean iragarri zuen irratia heriotza, eta 30 urte geroago, begira.

Heriotzek titular deigarriagoak egiten dituztelako da, edo errege zaharra hil beharra dagoelako berria aldarrikatzeko. Baina ez du zertan beti garaile bat egon; elkarbizitza ere posible da, eta, kasu honetan, beharrezko ere bai, esango nuke. Izan ere, ni konbentzituta nago sare sozialak, lehen urratsean, neurri handi batean behintzat, RSSak erabiltzen dituzten jendearengandik elikatzen direla. Erabiltzaile horiek izaten dute informazioaren berri, eta sare sozialetan partekatzen dituzte. Hortik hasten da informazioa zabaltzen. Horiek gabe, agian, eduki askoz gutxiago legoke sare sozialean eta ez lirateke hain interesgarriak izango. ●



zure ziztada behar dugu

Hedabideen aldaketa sakonari indartsu heltzeko, egoera ekonomiko zailari erantzuteko eta BERRIA proiektuaren geroa ziurtatzeko, BERRIAzaleon komunitatea indartu nahi dugu. Erleak bezala, elkarlanean, gai garelako.

Informazio eguneratua eta euskarri gehiago:
www.berria.info/berrialaguna

Izan zaitez
berrialaguna

Honako ekarpen hau egin nahi diot
BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOARI,
G71006795 IFK duena:
Adierazi X batez zure aukera

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ☐ Urtean 100 € | ☐ Urtean 200 € |
| Aldi batean ☐ | Aldi batean ☐ |
| Lau zatitan ☐ | Lau zatitan ☐ |
| ☐ Urtean beste kopuru bat: <input type="text"/> € | |
| Aldi batean ☐ | |
| Lau zatitan ☐ | |
| 100 eurotik beherako kopuruetan ordainketa aldi batean egingo da | |
| ☐ Hilean 10 € | |

Sinadura

Izen-abizenak:

Helbidea:

PK:

Herria:

Kontu zenbakia:

Tel.:

NA:

Posta elektronikoa:

Abenduaren 13ko 15/1999 Lege Organikoa, Datu Pertsonalak Babesteko, betarik, jakinarazten dizugu zure datu pertsonalak BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOAREN fitxategi automatizatu batera pasatuko direla. Zure esku dago ikusteko, zuzentzeko, ezeztatzeko eta kontra egiteko eskubideak erabiltzea. Hala egin nahi izanez gero, idatzi helbide honetara: BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOA, Iratxe Monastegia 45, 13. 31011 Iruñea.

berrialaguna izan nahi baduzu,
bete datuak eta helarazi:

- www.berria.info/berrialaguna
- **Postaz:** BERRIA. Martin Ugalde kultur parkea, z/g. 20140 - Andoain
- **Posta elektronikoz:** laguna@berria.info
- **Telefonoz:** 943-30 43 45

berria^{info}

Errimak eskanerrean

ANA GALARRAGA AĪESTARAN
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Basque Center on Cognition, Brain and Language zentroan bertsolariekin egiten ari diren ikerketa film bat balitz, orain korapiloan leudeke. Filmaren hasiera ezaguna bada ere, bukaera oraindik ez dago idatzita; beraz, artikulu honek ez dio amaiera zapuztuko inori. Gainera, asmoa beste bat da: argumentuaren mamia azaltzea, hain justu.

Berez, ikerketa egiteko ideia egiazko film batetik sortu zen. Asier Altuna zinema-zuzendaria *Bertsolari* dokumentala filmatzen ari zela, Basque Center on Cognition, Brain and Language (BCBL) ikerketa-zentroaren berri izan zuen, eta bertsolarien garunen funtzionamendua iker zezaketela pentsatu zuen. *Bertsolari* filmaren protagonistari, Andoni Egaña bertsolariari, esan zion, eta hari ere interesgarria iruditu zitzaion. Hala, BCBLra joan ziren, eta, han, uste baino erantzun hobea jaso zuten. Izan ere, “ikertzaileek serio hartu zuten gure burutzioa”, gogoratu du Egañak.

BCBL zentroaren ikuspuntutik, ordea, ez da harritzekoa “serio” hartu izana Altunaren eta Egañaren proposamena. Izan ere, hizkuntzaren ekoizpenean parte hartzen duten mekanismo neurokognitiboak argitzea da BCBLren helburu nagusietako bat, eta, alderdi horretatik, lehenetik ere jakin-min handia zuten bertsolaritzarekiko. Horrenbestez, “irrikaz beteta” eutsi zioten ikerketa egiteko erronkari, Manuel Carreiras zentroko zuzendariak aitortu duenez.

Film bateko eszena deigarri edo bitxia izan behar zuena, beraz, zientzia-ikerketa bilakatu zen. Kepa Paz Alonso da ikerketaren burua, eta hark ere ez zuen inolako zalantzarik izan azterketa sakon bat egiteko aukera zela lehen bisita hura: “Ikerketa planifikatzea, probak diseinatzea eta erresonantzia magnetikoko makina prestatzea ez da erraza. Orduan, *Bertsolari* filme-rako egin behar genuenez, zergatik ez aprobe-txatu lan hura ikerketa zabal bat egiteko, parte-



ARG: © MIKE FLIPPO/123RF



Kepa Paz Alonso

BCBL zentroaren ikertzailea,
eta bertsolariekin egiten
ari diren ikerketaren burua.

ARG.: ANA GALARRAGA/ELHUYAR FUNDAZIOA.

hartzaile gehiagorekin?”. Bertsozale Elkartek ere begi onez ikusi zuen egitasmoa, eta elkarrekin ekin zioten bideari.

Paz Alonsok azaldu du zein den helmuga: “Neurozientzia kognitiboaren barruan, ohikoak dira jarduera jakin batean trebezia-maila desberdinak dituzten taldeak alderatzea. Kasu honetan, bertsoak sortzen espezialistak diren pertsonak (bertsolariak), sorkuntza-mota horretan trebatzen ari direnak (bertso-eskoletako ikasleak), eta bertsotan egiten ez dutenak alderatuko ditugu, ikusteko zer berezitasun duten bertsolariek besteekiko”.

Hala ere, argitu du ez diotela erantzungo bertsolaritzari buruzko galdera klasikoari, alegia, bertsolaria egin edo jaio egiten ote den: “Askok galdetu digute ea kontu hori aztertuko dugun, baina ez da hori gure asmoa, inondik inora ere. Dena dela, Andoni Egaña dio bertsolaria, beste edonork bezala, lehendabizi jaio egin behar duela, eta gero egiten dela. Nik, egia esan, ez daukat auzi horri buruzko daturik, baina bat nator harekin trebakuntzak, bertsotan aritzeak, zeresan handia duela bertsoak sortzeko ahalmenean, eta hori baieztatzeko edo ezeztatzeko behintzat balioko du ikerketak”.

Ikertzaileak aipatu duenez, “litekeena da ikerketaren amaieran galdera berriak izatea”, baina, hasiera batean, badituzte erantzun nahiko lituzketen galdera batzuk: “Adibidez, nabarmena da bertsolariek guk baino abilezia handiagoa dutela errima egiten duten hitzen zerrendak egiteko. Hori zergatik da, era berezian gordetzen dituztelako memorian, edo oso modu eraginkorrean ekartzen dituztelako gogora behar dituztenean? Horrelako galderei erantzun nahi diegu”.

Laneko memoria aztertzea ere interesatzen zaio: “Laneko memoria deitzen diogu informazioa *on line* gordetzeari eta, aldi berean, operazio konplexuak egiteko gai izateari. Bertsolariek ahalmen hori oso garatua dute, eta ikusi nahi dugu nola egiten duten hori, eta zer alde duten trebezia hori hain garatua edo hain entrenatua ez dutenekin alderatuta”.

ORDENAGAILUAN ETA ERRESONANTZIA MAGNETIKOAN

Horiek horrela, hiru proba diseinatu ditu Paz Alonsok; “lehenengo biak denek egin beharko dituzte, eta azkenekoa, bertsolariek bakarrik, bertsoak sortzeko eskatzen baitiegu, eta hori, noski, haiek bakarrik egin dezakete”.

Lehenengo proba ordenagailuan egin dute, eta, haren bidez, funtzio kognitibo nagusiak neurtu nahi dituzte: arrazoiketa, informazioa prozesatzeko abiadura, informazio garrantzitsuan arreta jartzeko ahalmena eta arreta galarazten duena inhibitzekoa, memoria... Beste biak, berriz, erresonantzia magnetiko funtzionalaren bidez egin dituzte, ikusteko garuneko zer sare aktibatzen diren hizkuntza-ekoizpenaren alderdi desberdinetan.

Paz Alonsok azaldu du nolakoak diren erresonantzia magnetiko bidezko probak: “lehenengoan, zailtasun-maila desberdineko ariketa fonologikoak, semantikakoak eta errimazkoak egin behar dituzte. Argi dago bertsolaria besteak baino hobeak izango direla bukaera jakin bat duten hitzen zerrendak osatzen; baina ikusi nahi dugu horretarako erabiltzen duten estrategiak beste arlo batzuetan ere abantaila ematen ote dien, adibidez, lehen silaba berdina duten hitzen zerrendak egiteko, edo arlo semantiko bereko hitzak emateko”.

Bertsoak sortzean parte hartzen duten mekanismo neurokognitiboak aztertzea da helburua.

Azkenik, erresonantzia magnetikoaren bidez egiten duten bigarren proban, boluntarioek bertsotan egin behar dute. Horretarako, gaia, doinua eta neurria ematen dizkiete, eta bertso-sorkuntzaren fase bakoitzean zer gertatzen den aztertzen dute: “bertsolariak gaia entzuten duen unean, bertsoa pentsatzen duenean, eta abesten ari den bitartean”, zehaztu du Paz Alonsok.

Ikertzaileak onartu du ariketa mugatua dela plazetan edo txapelketan egiten dutenarekin alderatuta, baina, emaitza esanguratsuak lortzeko, ariketak zehatzak izan behar dute eta denek egin behar dituzte ariketa berberak. Hori dela eta, bi neurritan bakarrik aritu behar izan dute: kopletan eta zortziko txikian. Gaiak, berriz, 30 ziren, batzuk besteak baino errazagoak; doinuak ere zehaztuta zituzten, eta baita pentsatzeko eta abesteko zituzten denborak ere. “Probak ahalik eta estandarizatuenak izatea da asmoa, erresonantzia magnetiko bidez lortutako datuak alderagarriak izan daitezen”.

Horrez gain, bertsoen kalitatea neurtzeko, transkribatu egin dituzte probetan botatako bertsoak, eta Bertsozale Elkarteko epaile-talde batek epaituko ditu. “Hori ere garrantzitsua da, ez bakarrik bertsoen kalitatea erresonantziak emandako irudiekin erlazionatzeko, baizik eta bertsolariak motibatzen eta ahalik eta bertsotuenak egitera akuilatzen”.

*Bertsolarien emaitzak
bertsolari ez direnekin
alderatu behar dituzte, ondorio
baliagarriak ateratzeko.*

BERTSOLARIAK, IKASLEAK ETA BESTEAK

Andoni Egañaz gain, beste 17 bertsolarik parte hartu dute ikerketan. Bertsozale Elkarteko Jon Agirresarobe arduratu da parte-hartzaileen koordinazioaz, eta, haren esanean, ez da hain erraza izan parte-hartzaileak aukeratzea: “Ez ez zutelako parte hartu nahi, baizik eta baldintza oso zehatzak bete behar zituztelako”.

Adibidez, haien ama-hizkuntzak euskara izan behar zuen; “horrek kanpoan utzi zituen bertsolari gazte dezente”, esan du koordinatzaileak. Horrez gain, ezin zuten ezkerak izan, “nonbait, haien garunak ez du funtzionatzen eskuinak garenok bezala”.

Hala ere, plazaz plaza eta txapelketetan punta-puntan dabilen bertsolari-kopuru nahiko handia hautatzea lortu zuen, eta probak egitea proposatu zaien guztiek baiezkota eman dute, tartean, Aitor Sarriegi Gipuzkoako txapeldunak: “Galdetu ziguten ea prest egongo ginatekeen akuri moduan-edo parte hartzeko, eta nik, egia esan, ez nuen bi aldiz pentsatu. Gainera, jakin-minez hartu nuen. Oso erakargarria iruditzen zait ikustea nola funtzionatzen duen neure buruak, berme zientifiko batekin”.

Bertsolarien taldeak dagoeneko egin ditu probak, eta orain beste bi taldeek egitea falta da. Haietarako boluntario bila dabilen orain. Agirresarobe dioenez, “hori ere ez da zeharo erraza, bertsolari bakoitzaren pareko norbait topatu behar baitut, bai bertso-eskoletako ikasleen artean, bai bertsoetan jarduten ez diren euskaldun zaharren artean”. Hau da, sexuan, adinean, hizkuntzaren ohiko erabileran, ingurune soziologi-



Aitor Sarriegi izan da ikerketan parte hartu duen bertsolarietako bat. Argazkian, Kepa Paz Alonsorekin batera agertzen da, erresonantzia magnetiko bidezko proba egiteko prest. ARG.: ALAITZ OCHOA DE ERIVE/ELHUYAR FUNDAZIOA.

Aitor Sarriegik erresonantzia magnetiko bidezko proban botatako bertsoetako bi dira behekoak. Entzuteko, sartu *Elhuyar* aldizkariaren webgunean.

Gaia:
Kirolaria zara. Urteetako lanaren ondorioz, goi-mailara iritsi zara eta ezaguna egin zara. Gaur, lehen aldiz, ume bat etorri zaizu autografo eske.

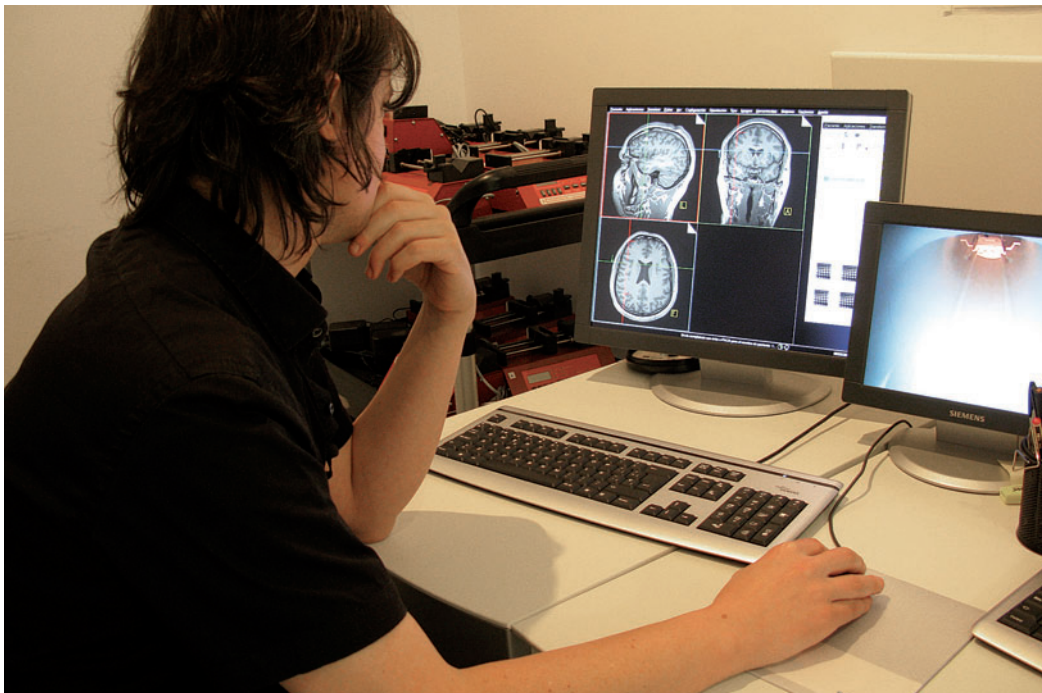
*Zorte handirik ez det
izan lehen bizitzan,
beti ibili bainaiz
besteen gerizan,
pozik firmatu diot
izar baten gisan,
eta azkenekoa
ez dadila izan*

Gaia:
Heavy metaleko talde batean musika jotzen duen gitarra-jolea zaitugu. Gaur, zure taldekideek folk erritmoko abestiak proposatu dizkizute zuen CD berrirako.

*Berdinak kontzertuan
eta estudioan,
halaxe izan gera
gure jarioan,
ta ikusirik taldea
norantza dihoan,
karrera egingo det
solitarioan*



SAREAN+



Bertsoak sortzean, fase bakoitzean garunaren zein eremu aktibatzen den ikusi daiteke erresonantzia magnetikoaren bidez. ARG.: ALAITZ OCHOA DE ERIVE/ELHUYAR FUNDATZIOA.

koan, adimen-mailan... denean izan behar dute haien pareko bertsolariaren berdinak, bertsotan egiteko trebezian izan ezik.

LEHEN ZERTZELADAK

Boluntario guztiek probak egin eta emaitzak alderatu arte, ezingo dituzte behin betiko ondorioak atera, baina, bitartean, zenbait gauza ikusi dituzte dagoeneko, ikertzaileek ez ezik, baita bertsolariek berek ere. Esate baterako, Egaña ohartu da hitzak errimaren arabera ordenatuta izatea lagungarria dela itxura batean errimarekin zerikusirik ez duten beste ariketa batzuk egiteko.

Paz Alonsok baieztatu du beste trebezia batzuekin ere gertatzen dela hori, zerbaitetan aditu izateko erabiltzen dituzten estrategietako batzuk beste zenbait arlotan ere baliagarriak direlako: "Adibidez, K letraz hasten diren hitzak emateko eskatuta, bertsolariek esandako hitzetako askok errima egiten zuten. Begi-bistakoa da, beraz, errima egiten duten hitzekin erabiltzen duten estrategia berbera baliatzen dutela ariketa fonologiko hori egiteko. Bertsotan egiten ez dugunok, ordea, ez dugu abantaila hori".

Lehen emaitzetan agertzea espero duten alderdi batzuk aurreratu ditu: "Besteak beste, ikusi nahi dugu ea garunaren aktibazioan diferentziak agertzen diren, bertsoaren izaeraren arabera. Esaterako, uste dugu bertsoaren freskura gune kortikalekin eta azpikortikalekin erlazionatuta egon daitekeela".

Beste zertzelada bat: "Nahiz eta oraindik oso goiz den ezer aurreratzeko, erresonantziak emandako irudietan ikusten ari gara batzuetan ikusmenarekin erlazionatutako guneak aktibatzen zaizkiela, baita ikusizko estimulua jasotzen ari ez direnean ere, adibidez, bertsoa pentsatzean. Izan liteke bertsoaren nondik-norakoa ikusten ari direlako, edo errima egiten duten hitzak irudikatzen ari direlako. Hipotesiak dira oraindik".

Besteak beste, ikusi nahi dute ea garunaren aktibazioan diferentziak agertzen diren, bertsoaren izaeraren arabera.

Ikertzaileak esan duenez, hilabete batzuk behariko dituzte gainerako boluntarioek probak egin, emaitzak analizatu eta alderatu, eta behin betiko ondorioak ateratzeko. Baina, bitartean, bertsolarien nahia edo itxaropena zein den azaldu du Andoni Egañak: "Ahal duguna egin dugu, zintzo erantzun diegu probei, eta espero dugu norbaitentzat eta noizbait baliagarriak izango direla hortik atera litezkeen ondorioak". ●

Tel: (+0034) 943 36 30 40
www.elhuyar.org

ITXAROPEN

Transplanteak sekulako aurrerapena izan ziren medikuntzan, baina ez dira perfektuak izatera iritsi; arazo handiak dituzte, eta gaur egungo ikerketa-lerro asko arazo horiek konpondu nahian ari dira. Azken urteetan, zelula amak iritsi dira ikerketa horietara. Zelula amek ere ez dute konponbide perfektua ekarriko, baina agian inflexio-puntu bat izango dira transplanteen munduan. Gaur egun, ez dago neurrira egindako organorik osatzerik haiekin, salbuespen oso mugatu batzuk kenduta. Baina ideia hori da ikertzaileen azken helburua.

Zelula amekin
eraikitako organoak



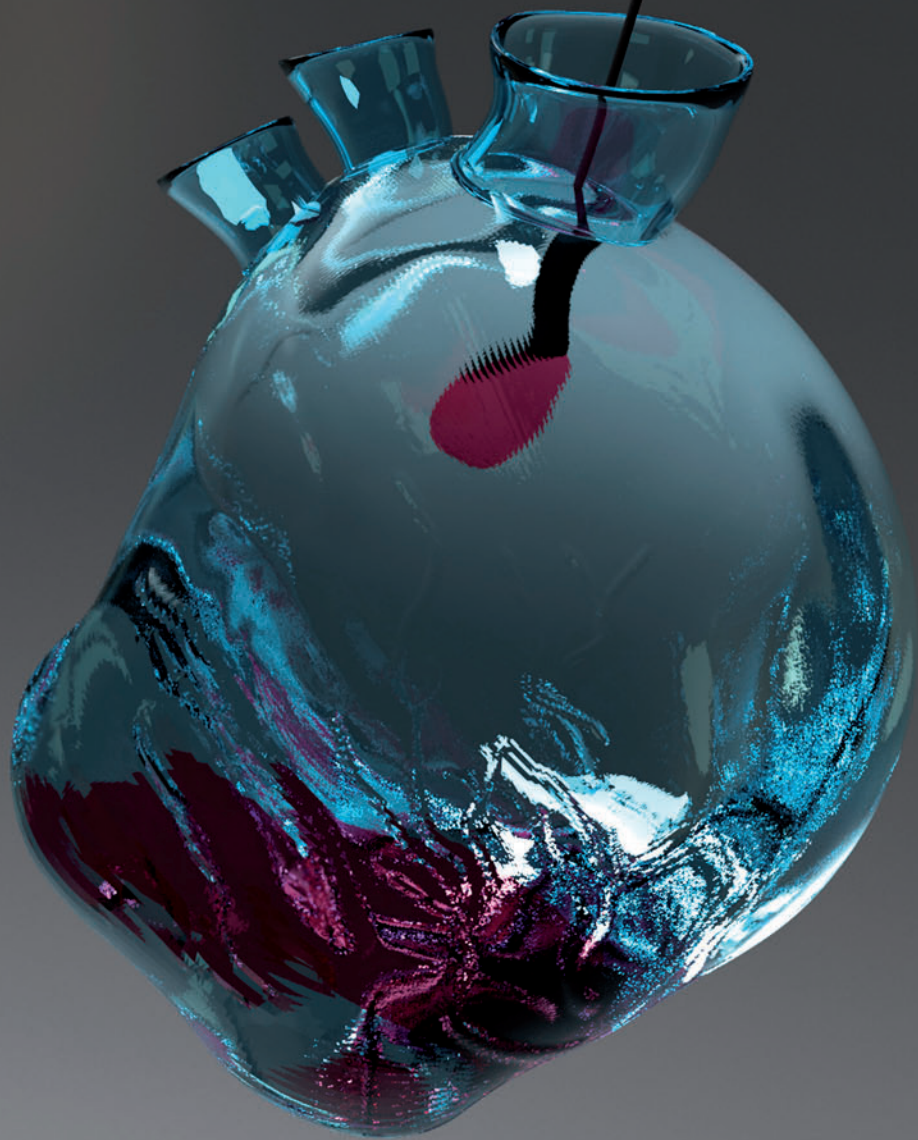
30

Ordezko sintetikoak
gorputzean



35

BIOARTIFIZIALA



Bidean, zelula amak

ORGANOAK NORBERAREN ZELULA AMETATIK SORTZEKO HELBURUA ARGIA DA, BIDEA EZ HAINBESTE

2011ko azaroan, trakea artifizial bat transplanta-tu zioten Christopher Lyle 30 urteko paziente es-tatubatuarrari. Lylek trakea-minbizia zuen, oso aurreratua, eta ezin zitzaion ebakuntzarik egin. Sendatzeko aukera bakarra trakea-transplante bat zuen, eta Suediako Karolinska Institutuko tal-de batek aukera hori eman zion. “Bizitzeko biga-rreren aukera bat da niretzat”, esan zuen.

Harentzat, bizitzen jarraitzeko aukera izan zen, eta zientzialarientzat, metodologia berri bat probatzekoa; izan ere, Lyleri egindako trans-plantea ez zen nolanahikoa izan.

Trakea “hutsetik” egin zioten, hau da, emaile batena jaso behar izan gabe. Horren ordez, egi-tura sintetiko bat fabrikatu zuten. Lyleri trakea-ren dimentsio zehatzak neurtu zizkioten, eta fabrikazioa hasi zen. Londresko Unibertsitatean trakearen oinarritzko egitura egin zuten, euska-rrri huts bat, PET polimeroaren nanozuntzekin forma egokia modelatuta. Eta oinarritzko egitu-ra hura egin bitartean, Estatu Batuetako Har-vard Bioscience enpresak biorreaktore bat pres-tatu zuen, trakea osatzeko ontzi berezi bat.

Trakearen egitura sintetikoa biorreaktorean sar-tu zuten, Lyleren hezur-muinetik hartutako ze-lula amekin batera, eta etengabe mugitu zuten bi egunez, oilaskoa erretzeko birak ematen zaiz-kion bezala. “Ia 36 ordu behar ditugu zelulek egitura osoa estal dezaten”, dio Paolo Macchia-rini transplantea egin duen Karolinska Institu-tuko zirujauak. Eta, denbora horretan, zelula amek medikuek espero zuten bezala funtziona-tu zuten. Egiturari itsatsi zitzaizkion, zelula be-rriak sortzen hasi, eta trakearen paretak osatu ziren oinarritzko egituraren inguruan. Bi egune-ko epean, medikuek osorik zuten trakea. Or-duan, pazienteari transplantatu zioten.

EPE LABURREKO ARRAKASTA

Komunikabideek goraipatu egin dute metodo-logia hori. Berez, mota horretako bigarren trans-plantea da. Lehenengoa, Macchiarinik berak egin zuen, baina beste abiapuntu batetik hasita: trakearen oinarritzko egitura hildako emaile ba-ten trakeatik sortu zuten; zelula gehienak ken-du zizkioten, harik eta euskarri huts bat utzi arte. Prozesuaren gainerako urratsak berdinak izan ziren bi transplanteetan, eta emaitza ere bietan ona izan zen.

Trakea-transplanteetan zelula amekin lan eginda, organoaren errefusa saihestu eta infekzioen arazoa konpontzen da.

Hala ere, oraindik urteen perspektiba falta du Macchiariniren taldeak bi trakea-transplante horiek behar bezala baloratzeko. Arrakastaz hitz egin ahal izateko, denbora bat itxaron behar da, organo berriek arazorik ematen duten ala ez ikusi arte. Bost urteren buruan, gutxie-nez, ikusi behar da zein den trakearen egoera, eta ikusi behar da ea trakearen zelula trans-plantatuak ordezkatu dituzten gorputzak sor-tutako beste batzuek. Transplante baten arra-kastak zerikusi handia du iraupenarekin. Dena dela, oraingoz, Macchiariniren taldea baikorra da; haien metodologiaren onurak eta abantail-lak oso nabarmenak dira.

Organo berriaren paretak osatzeko, pazientearen beraren zelula amekin lan egin dute, eta ho-rrek ohiko trakea-transplanteen arazo mediko

Paolo Macchiarini azken trakea-
transplantean. Karolinska Institutuko
taldeak egin duen bigarrena izan da
zelula amen teknikaren bitartez.

ARG.: © STEFAN ZIMMERMAN.





Paolo Macchiarini

Zirujaua, trakea-transplanteetan aditua. Gaur egun, Karolinska Institutuan dago, eta ospetsu bilakatu da zelula amen ikerketa transplanteetara aplikatu duelako bi aldiz, oraingoz, arrakastaz. ARG.: © KAROLINSKA UNIBERTSITATE-OSPITALEA.

asko konpontzen ditu. Lehenengoa organoaren errefusa saihestea da; hain zuzen ere, zelula amekin egindako terapien arrazoi nagusietako bat. Kasu horretan, gorputzak ez ditu organo berriaren zelulak arrotz gisa hartzen, eta transplantea jasotzen duen pertsonak ez du errefusaren kontrako botikarik hartu behar. Eta, horrez gain, metodoak infekzioen arazoa konpontzen du. Ohiko transplanteetan, errefusa saihesteko, sistema immunea ahuldu egiten dute medikuek, eta horrek handitu egiten du infekzio-arriskua. Hain zuzen ere, trakea-transplante askok huts egiten dute bakterioez edo birusez kutsatzen direlako. “Trakeak kontaktu zuzena du gorputzaren kanpoko aldearekin”, azaltzen du Macchiarinik. “Arnasa hartzen dugun bakoitzean, airea —garbia edo zikina egon— trakeatik pasatzen da. Eta zelula amez estalitako hodi sintetikoak erabilita transplanteetan, gerora ez da infekziorik izaten”.

Beste abantaila nagusietako bat denbora da. Macchiariniren metodologia euskarri sintetiko batetik abiatzen bada, ez dago emaille baten beharrik, eta horrek eragin zuzena du transplantatze-epeetan. Lyleren transplantean, “denbora guztiak batuta, bi aste behar izan genituen hasieratik transplantatu ahal izan genuen arte”, azaltzen du Macchiarinik. “Ohiko metodoaz, emaille baten zain egon behar dugu, eta ezin da iragarri emaille hori noiz azalduko den. Metodo honekin, aldiz, tumore bat duen gaixo bati transplantea azkar egin diezaiokegu”.

Eta lortu dute egitea, baina Macchiarinik argi dauka transplante hauek oraindik ikerketa-arlokoak direla. “Orain arte, bi pazientetan bakarrik probatu dugu metodologia honek funtzionatzen duela; ezin gara horretan geratu”. Eta, aldi berean, lanaren praktiktasuna nabarmendu nahi du. “Ni ez naiz ikertzaile soila, ikerketa

egiten duen kliniko bat baizik, eta, gainera, egiten dudan ikerketa gaixoei erabiliko dute zuzenean. Etikoki behartuta gaude gauzak ahalik eta modu errazenean egitera, mundu osoan egingarria izan dadin”.

Alderdi ekonomikotik, oraingoz, oso transplante garestiak dira; Lylek 350.000 euro ordaindu behar izan zituen, gutxi gorabehera, prozesu osoarengatik. Baina egin diren transplanteak bidearen hasiera besterik ez dira.

“Nola tratatuko dugu kaltetutako funtzio bat? Transplante baten bitartez? Ez. Gaixoaren beraren zelula amak erabil daitezke”

MACCHIARINI

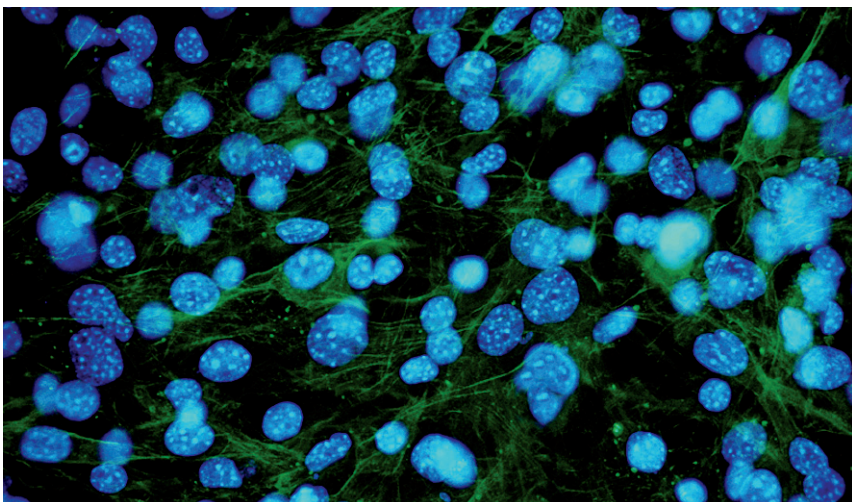
TRANSPLANTATU ALA BIRSORTU

Nora eramaten du terapia horrek? Zenbateraino espero behar da iraultza bat? Alderdi medikotik, prozesua ez dago guztiz biribilduta. “Oraindik ere arazoak sortzen dira”, dio Macchiarinik; “baina, ikerketari eutsiz gero, uste dut teknika estandar bihurtuko dugula”.

Ikerketaren emaitzek ekar lezaketen aldaketa modu askotakoa izan liteke. Ez da izango nahitaez organo bioartifizialak neurrira sortzeko aukera. Macchiarinik beste etorkizun bat ikusten du: “Zelula amen in vitro hazkuntza egin ordez, zergatik ez dugu giza gorputza bera biorreaktore bihurtzen? Esate baterako, ebakuntza batean birsortze-arazoak baldin badaude, zelula amak gehitu eta, birsortzea azkartzeko, hazkuntza-faktoreak ere gehi ditzakegu”. Eta ideia hori transplanteen esparrura ere aplika daiteke. Horregatik, zelula amek iraultza bat ekarriko ote duten galderari, Macchiarinik honako hau erantzuten dio: “Nik uste dut ez dutela iraultza ekarriko transplanteen teknikan. Nola tratatuko dugu kaltetutako funtzio bat? Transplante baten bitartez? Ez. Aldiz, gaixoaren beraren zelula amak erabil daitezke, funtzio hori berreskura dezan. Hori egingarria da, eta, hori bai, erabateko aldaketa izango da medikuntzaren arloan”.

Organoen edo ehunen birsortze-medikuntzak itxaropen handia sortzen du etorkizunerako. Baina aditu batzuek uste dute medikuntza hori ez dela inoiz izango transplanteen ordezkua. Horietako bat Rafael Matesanz da, Espainiako Transplanteen Erakunde Nazionalako presidentea.

Azaleko zelula amak dira helduen zelula amen iturri ohiko bat gaur egun. ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/DRA. SCHWARTZ.



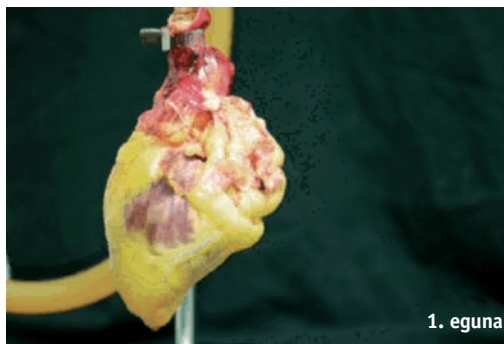
“Zelula amen lerroari birsortze-medikuntza deitzen zaio, eta, izenak adierazten duen bezala, medikuntza horren azken helburua da kaltetutako ehunak edo organoak birsortzea. Horretan saiatzen ari dira bihotzeko zelulekin, baina —Matesanzen esanean— arrakasta handirik gabe. Bihotzekoa izan duten pertsonen, adibidez, hezur-muineko zelula amak jartzen dizkiete miokardioan, ehuna birsortu nahian; izan ere, bihotzekoak berak tratamendua baduen arren, uzten dituen lesioek, ordea, ez”. Eta ehunaren birsortzea izan daiteke tratamendu hori. “Potentzialtasun izugarria du”, dio Matesanzek, baina muga handiak ere bai. “Hori ehunetan bakarrik izango da egingarria. Izan ere, erredura larriak tratatzeko egiten da, azaleko zelula amak, keratinozitoak, erabilia. Baina gauza bat da azal-zati bat birsortzea, eta beste bat organo oso bat birsortzea, gibela edo bihotza, adibidez”.

Zelula amekin hiru mailatan egiten da lan. Lehenengoa gaur egun egiten dutena da; alegia, terapia zelularra sartzea prozesu jakin batzuetan. Kaltetutako ehun bati zelula amak gehitzen zaizkio, ehuna birsortuko duten itxaropenarekin. Oso teknika mugatua da; kasu gutxi batzuetan bakarrik funtzionatzen du. Adibidez, kornearen linboaren transplantean eta beste terapia txiki batzuetan erabiltzen da, baina oraingoz ez du berme handirik.

Organo bioartifizialak transplanteetan erabili ahal izateko, urte asko behar dira oraindik.

Bigarren maila da organo hutsei epitelioa berregitea zelula amen bitartez. Macchiarinik egin dituen transplanteak horren adibide dira. “Egin dutena oso ideia ona da, baina hasiera bat besterik ez da”, dio Matesanzek. “Ez dut esango hori erraza denik, baina gaur egun teknologiarik egin daiteke”.

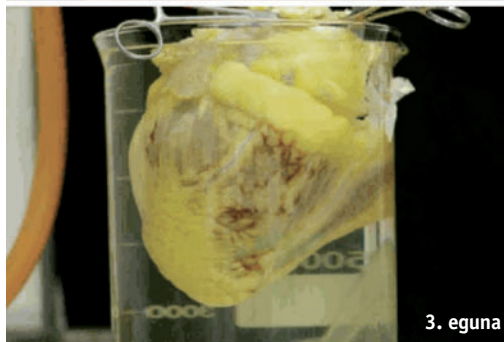
Eta hirugarren maila da organo solido osoak eta funtzionalak osatzea. Organo bioartifizialak dira, eta dagoeneko saiakuntza batzuk egin dira, baina ez transplanteetan erabiltzeko modukoak. Horregatik, oraindik ez da egingarria, eta adituek esaten dute urteak beharko dituztela emaitzak lortzeko. Bihotzarekin hasi ziren ikertzen, eta beste organo batzuekin ere saiatzen ari dira ikertzaileak: gibelarekin, birikekin



1. eguna



2. eguna



3. eguna



4. eguna (amaiera)



4. eguna (amaiera)

Madrilgo Gregorio Marañon ospitalean, organo bioartifizial solidoak eraiki nahi dituzte zelula ametatik. Honako hau bihotz bat osatzeko saio bat da, bideoan hartuta (bideo hori <http://aldizkaria.elhuyar.org> webgunean dago ikusgai). Hala ere, saio hauek hasierako faseetan daude. Bideoak giza bihotz baten saioa da, baina ikerketa nagusia saguekin egiten ari dira oraindik. ARG.: © GREGORIO MARAÑON OSPITALEA.



SAREAN+



Rafael Matesanz

Espainiako Transplanteen Erakunde Nazionalen presidentea. Hark jarri zuen martxan espainiar eredu, transplanteen kudeaketarako antolamendu-eredu arrakastatsua. 2010ean Asturiasko Printzea saria jaso zuen esparru horretan egin duen lanarengatik. ARG.: © ONT.

eta abar. Ikerketa hori oraingoz saguekin ari dira egiten. Oinarri teorikoa Macchiariniren teknikaren antzekoa da, emaile baten organotik osatutako euskarri bat eta pazientearen zelula amak behar direlako. Baina kasu horretan organo solido oso bat sortu behar da, eta horretan datza zailtasun nagusia.

ORGANOAK NEURRIRA: HELBURU URRUNA

Lan horretan aritzeko inauguratu da laborategi bat Gregorio Marañon Ospitalean, Francisco Fernández-Avilés doktoreak zuzenduta. Espainian aitzindariak dira ikerketa horretan. Ideia bera Minnesotako Unibertsitateko Doris Taylor doktorearen ikerketarekin sortu zen, eta Gregorio Marañon Ospitalean lan haren jarraipen bat ari dira egiten. Rafael Matesanzek gertutik jarraitzen du haien lana, itxaropenez baina zuhurtasunez. “Oso konplexua da. Denbora beharko da lortzen duten arte; urratsak egin beharko dira lehenago, eta gizakietan egitea lortzen denean, orduan izango da behin betiko unea. Horrelako bihotz bat paziente bati transplantatzen zaion egunean, ez da atzera bueltarik izango. Eta nik uste dut urte batzuk igaroko direla guk hori ikusi arte”.

Nolanahi ere, Matesanzek ez du uste organo bioartifizial horiek egiteko teknikak erabat desagerraraziko dituztenik gaur egun ezagutzen ditugun transplanteak, “beti izango baitugu berehala egin beharreko transplanteen arazoa, larrialdietakoak”.

Denborak esango du. Une honetan, zelula amen erabilerak itxaropen handia piztu du, baina oraindik asko itxaron behar da emaitzak ikusteko. “Zelula amek mirariak egiten dituztela entzuten du beti jendeak telebistan eta prentsan. Hori tontakeria hutsa da; ez dago ziurtasunik”, dio Macchiarinik. Baina egia da ikerketa-ahalegin handia dagoela haien inguruan.

“Organo bioartifizial horiek ez dituzte erabat desagerraraziko gaur egun ezagutzen ditugun transplanteak”

MATESANZ

Matesanz doktorea ere zuhurra da. “Hankak lurrean izan behar ditugu”, esaten du: “Potentzialtasun handia dute zelula amek, baina litekeena da ezerezean geratzea. 15 urte igaro dira zelula amei buruz hitz egiten hasi ginenetik, eta hara non gauden oraindik. Organo artifizialak egiteko teknikan, hain justu, ikusi behar da zenbat aurreratzen den eta zer lortzen den, baina ez laborategi bakar batean: ondo atera behar du toki batean, gero beste batean, eta abar, eta, azkenean, toki guztietara zabaltzeko behar da. Hori da teknologia bat indartzen ari den seinalea”. ●

Zelula amak: bide guztiak irekita

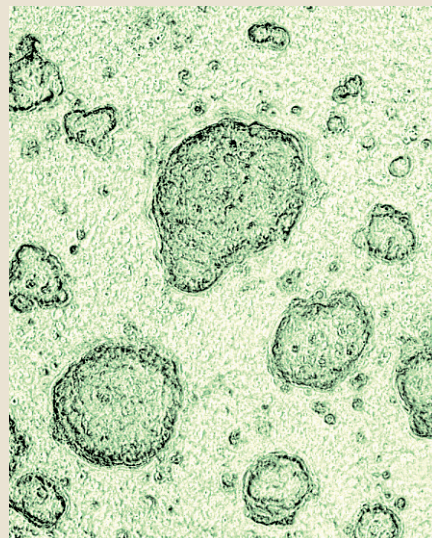
“Ia inork ez daki asko zelula amei buruz” dio barrez Rafael Matesanz doktoreak. “Asko hitz egiten dugu, gauza asko entzuten dira, baina gutxi batzuek bakarrik dakite asko zelula amei buruz”. Nolanahi ere, aurrerapenak izan dira, bai zelula amak erabiltzeko tekniketari, bai eta sortzen dituzten arazoen identifikazioari ere.

Gaur egun, terapia batean beharrezkoak direnean, oro har, hezur-muinetik edo azaletik hartzen dituzte medikuek. Zelula amen birsortze-ahalmena aurkitu zenean, ordea, enbrioia proposatu zen zelula amen iturri ezin hobetzat. Enbrioiaren zelulek, garatu ahala, beste zelula espezializatu guztiak sortzen dituzte, eta logikoa zen pentsatzea zelula haietatik abiatuta organo oso osasuntsuak sor litezkeela. Enbrioiaren zelula amek, ordea, arazoak eman zituzten, etikoak alde batetik, baina, bestalde, baita medikoak ere: gorputz heldu batean txertatuz gero, kontrolik gabe hazten

ziren tumoreak osatzeraino, eta errefusa eragiten zuten. “Horrek esan nahi du ezingo ditugula inoiz erabili? Bada ez, jende askoren helburua da zelula horiek kontrolatzea, eta guk nahi dugunean hazkuntza geldiaraztea” dio Matesanzek.

Oraingoz, soluzioa zelula ama helduak erabiltzea da; ehun-mota batetik erauzitako zelulei espezializazioa kendu, zelula ama pluripotente indutituak sortu, eta haietatik nahi den motako beste zelula batzuk sortzea lortzen ari dira ikertzaileak. Gaur egun, indar handia du ikerketa-lerro horrek. Eta ez da bakarria. Ikertzaile batzuek lortu dute zelula-mota bat beste bat bilakatzea tarteko urratsik gabe.

Ikerketaren ikuspuntutik, ate guztiak irekita daude. Kasu guztietan, zelula amen manipulazioa zaila da, eta, are gehiago, organo osoak osatu nahi badira zelula horietatik hasita eta laborategian.



Enbrioia batetik erauzitako zelula amak. ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/DRA. SCHWARTZ.

Joera naturala ARTIFIZIALETIK ABIATZEA

Organo bioartifizialak sortu ahal izatea ikertzaile askoren azken helburua da, egoera ideal batetik gertuen dagoen posibilitatea dirudielako. Egoera ideal batean, kaltetutako organo bat ordezkatzeko litzateke, nahi bezain azkar, eta albo-ondoriorik izan gabe. Organo bioartifizialak sortu eta transplantatzea da ideia. Baina ez dago bermatuta organo bioartifizialak egin ahal izango direnik. Horregatik, bestelako organo artifizialen bidea ere ez dago geldirik.



ARG.: © LAYERWISE

Ingeniarien trikimailuak transplanteen mundura iritsi dira. 2011ko ekainean, Herbehereetan, titaniozko barailezur bat transplantatu zioten 83 urteko emakume bati. Hezurraren infekzio kroniko bat zuen, eta medikuen ustez aukera onena barailezurra transplantatzea zen. Baina ez zuten ohiko transplante bat egin. Aldiz, LayerWise enpresako ingeniariak eskatu zieten

hezur sintetiko bat egiteko 3D inprimagailu baten bitartez.

Ohiko teknika da ingeniariak pieza industrial konplexuak egiteko; ingeniariak piezaren hiru dimentsioko eredu bat sortzen du ordenagailuan, eta, eredu horretatik abiatuta, makina batek osatzen du, material-geruzak bata bestearen



LayerWise enpresak 3D inprimagailuaren teknika erabili zuten barailezur artifizial bat sortzeko, eta emakume bati transplantatu zioten. Goian, transplantea egin zuen taldea, eta, behean, transplantatutako barailezuraren erradiografia.

ARG.: © LAYERWISE.



gainean jarrita. Kasu honetan, inprimagailuak titanio metalikoaren hautsarekin egiten zituen geruzak; laser batez urtu, eta aurrekoari itsasten zion geruzetako bakoitza. Altueran milimetro bat osatzeko, 33 geruza jartzen zituen. Eta modu horretan, zehaztasun handia lortu zuten barailaren forman. Lotune artikulatuak ditu, muskuluak itsasteko guneak eta denborarekin transplantearen ondoren gorputzak garatuko dituen odol-hodientzako lekua ere; eta ezaugarri geometriko horiek guztiak paziente jakin horren aurpegia- rentzat diseinatu zituzten. Eta ingeniarien lanaren azken urratsa baraila osoa material biozera- miko batez estaltzea izan zen. Neurrira egindako hezur sintetiko baten adibidea da.

Baraila neurrira egina zenez, medikuek erraz ja- rri zuten zegokion tokian, eta ebakuntzaren den- bora asko murriztu zen. Hala ere, transplantea bera ez zen erraza izan, eta barailak baditu de- sabantaila batzuk. Adibidez, emakumearen jato- rrizko barailak baino 107 gramo gehiago pisatzen du, eta horrek esan nahi du pazienteak ohitu egin beharko duela aurpegian pisu gehigarri hori eramatera. Hala ere, aurrerapauso handitzat har- tu da transplantea. Ateak ireki dizkio gorputz- atalak inprimatzearen kontzeptuari.

BENTRIKULU MEKANIKO BAT

Inprimatze-teknikaren bitartez ezingo dira gi- bel, giltzurrun edo bihotz osoak egin. Geome- triaren aldetik bai, eta litekeena da teknika horrekin organo horien ordezkoeen pieza sinte- tikoak egin ahal izatea. Baina gaurko ingeniari- tzak baditu beste hainbat trikimailu transplan- teen esparruan laguntzeko.

 Barailezur sintetikoa egiteko, 3D inprimagailuak zehaztasun handia lortu zuen barailaren forman.

Otsailean, Eufemio García 57 urteko pazientear- ri bentríkulu baten ordezeko mekaniko bat eza- rri zioten Bellvitgeko ospitalean, Katalunian. Bihotz artifizial deitu izan zaio gailuari, baina ezker bentríkuluari ponpatzen laguntzen zion turbina bat zen; ez zen pieza txiki bat, ohikoak diren balbula artifizialen modukoa, ezta bihotz artifizial oso bat ere, baizik eta tarteko makina

bat. Nolanahi ere, mota horretako gailuen transplanteetan lehenengoetako bat izan zen.

Transplantearen helburua, ordea, ez zen bizitza osoan irautea gorputzaren barruan; bihotz natural bat lortu bitarteko soluzioa zen. Baina medikuek nabarmendu zuten epe luzerako zegoela pentsatuta, gaur egun erabiltzen diren antzeko beste organo artifizial batzuek hilabete baterako funtzionamendua bakarrik izaten baitute.

Bellvitgeko transplantea ospetsu egin zen, García handik gutxira hil zelako. Transplantea egin eta egun batzuetara aurkeztu zuten lorpena komunikabideen aurrean. Eta prentsasurrekoaren hurrengo egunean pazientea hil egin zen, bentrikuluko arritmia baten ondorioz. Medikuek argi utzi zuten bentrikulu artifizialak ondo funtzionatu zuela, eta ez zela arritmia horiei aurre egiteko diseinatutako gailu bat (nahiz eta gailuan desfibriladore bat izan).

Garcíari ezarritako gailua, Incor izeneko, ez da transplantatzen, ez baita bihotza kentzen gailua instalatzeko. Bihotz-zati baten ardura hartzen du, bentrikulua, bihotz-zati hori kanporatu gabe. Gainera, gailu osoa ez dago gorputzaren barruan; kanpoaldera irteten den kable bat du, bi bateriatara konektatuta. Baina ezin da transplanteen joera berriei buruz hitz egin, mota horretako gailuak aipatu gabe. Makinak dira, sintetikoak, eta iraupen mugatua dute; baina, ezaugarri horiei esker, emailen organoen aukera zabaltzen dute, eta funtzionatu bitartean funtzio biologikoa betetzen dute.

KOLAGENOA IKUSMENA BERRESKURATZEKO

Organo artifizialak epe baterako izatearen ideiak aukera handiak ditu. Eta ez da nahitaez



Bihotz artifizial osoak epe mugatu baterako baliatzea ohikoa da transplanteetan. Irudian, Abiacor izeneko, gehien erabiltzen denetako bat. ARG.: © ABIOMED.

kasu guztietan organo artifiziala kendu behar epea pasatutakoan.

Kornearen kasua adibide berezia da ikuspuntu horretatik. 2010ko abuztuan eman zen ezagutzera teknika berritzaile baten berri; kolagenoz egindako kornea sintetikoak transplantatu zituzten, eta kornea naturalen transplanteen pareko emaitzak lortu zituzten. Hau da, pazienteek maila berean berreskuratzen zuten ikusmena. Kornea sintetikoaren arrakasta gorputzaren erantzunean datza. Kornea sintetikoaren gainean, zelula berriak hazten dira, baita nerbioenak ere, eta modu horretan organoak normaltasuna berreskuratzen du. Ikusmena berreskuratzen da, ukitzearekiko sentikortasuna ere bai, eta denborarekin malkoak sortzen hasten da. Pixkanaka, kornea sintetikoa naturalen konplexutasuna izatera hurbiltzen da.



Kornea sintetikoaren arrakasta gorputzaren erantzunean datza. Zelula eta nerbio berriak hazten dira, eta organoak normaltasuna berreskuratzen du.

Hala ere, konplexutasun hori beste ehun batzuetakoa baino txikiagoa da. Korneak ez du ez odolik ezta linfarik ere. Bihotzaren balbulek ere ez dute. Beraz, beste hainbat ehun baino erraza-gu integratzen dira ordezko sintetikoak.

Hain zuzen ere, sintetikoak izan edo ez, transplanteen mundua gero eta gehiago oinarritzen da ehunetan eta gorputz-zati txikietan. Askok hobetzen ari dira organoak transplantatzeko teknikak eta gerora egin beharreko segimenduterrapiak. Baina, ahal den neurrian, saihestu egiten dira. Gaur egungo joera nagusia pazientearen ongizatea zaintzea da, eta horrek ekartzen du kasu askotan ehunak bakarrik transplantatzea edo besterik gabe txertatzea.

Hortik dator transplanteen medikuntzaren modernotasuna, teknika aurreratuarekin, baina baita gaixoaren egoera orokorraren azterketa sakona egitearekin ere. Beharrezkoa den kasuetan, ehun eta organo sintetikoak ere transplanta daitezke; baina, ahal bada, transplante konplexuenak baztertzen dira. Horretan datza pazientearen ongizatearen zaintza. ●



Transplante bereziki konplexuak

Organo sintetikoaren transplanteetan ez ezik, organo naturalak transplantatzeko teknikak ere asko hobetu dira azken urteetan. Dagoneko transplante ikusgarriak egin izan dira, eta haietako batzuk ugaritzen ari dira.

Adibidez, aurpegi osoaren transplanteak ez dira gauza berria. 2010ean egin zuten lehenengoa, Bartzelonako Vall d'Hebron ospitalean. 31 urteko gizon bati egin zioten. Ebakuntza oso konplexua zen; transplantatu zizkieten zatien zerrenda luzea da: aurpegiko muskulu guztiak, azal osoa, sudurra, ezpainak, goiko baraila, hortz guztiak, ahosabaia, masailalbo-hezurak eta beheko baraila. Eta, transplante horiez gain, kirurgia plastikoa eta odol-hodiak berreskuratzeke mikrokirurgia egin behar izan zizkieten.

Eskuen transplanteak ere posible izatetik harago joan dira. Egin egiten dira. Are gehiago, bi eskuak transplantatzen dira aldi berean, nahiz eta horrek oso ebakuntza luzea eta zirujau-talde handi baten parte hartzea eskatzen dituen. Transplante konplexua da, baina gero eta ohikoagoa. Kasu batzuetan, gainera, lehentasuna ematen zaio. Adibidez, Madrilgo La Paz ospitaleak transplante-mota hori egiteko aukera eskaintzen du, baina bi eskuak transplantatzeko beharra da-goien kasurako bakarrik.



Lehen aldiz galdetu zaie Euskal Herriko gazteei zer iritzi duten zientzia eta teknologiari buruz.

ARG.: DANIEL SOLABARRIETA/ELHUYAR FUNDATZIOA.

Zientzia eta teknologiaren irudia

GAZTEEN ISPILUAN

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Martxoaren amaieran aurkeztu zen Euskal Herriko gazteek zientziari eta teknologiari buruz duten pertzepzioa azaltzen duen azterketa. Ikerketa zabala izan da; hain zuzen, Elhuyar Fundazioko Eneritz Muguruza azterketaren koordinatzailearen arabera, ez dira mugatu gazteek zientziaz eta teknologiaz duten iritzia biltzera: “diagnosi sakon bat egin nahi izan dugu, eta, horretarako, gai horiei buruz duten interesa neurtzeaz gain, haien informatzeko ohiturak ezagutu nahi izan ditugu, eta ikusi nola baloratzen duten eskolan jasotzen duten prestakuntza zientifiko-teknologikoa. Azkenik, bokazioei buruz ere galdetu diegu”.

Euskal Herrian lehen aldiz egin da horrelako azterketa bat, eta, Elhuyar Fundazioarekin batera, Eusko Jaurlaritzaren Hezkuntza Saila eta EHU-BFA Kultura Zientifikoko Katedra dira egileak. Lurralde osoaren egoera ezagutu nahi izan dute; hala, Euskal Autonomia Erkidegoko, Nafarroako eta Iparraldeko ia ehun ikastetxetara joan dira galdeketa egitera, Muguruzak azaldu duenez, “eskolak baitira bide errazena ikasleengana heltzeko”. Guztira, 10 eta 18 urte bitarteko 2.061 ikaslek hartu dute parte.

Azterketa egitera zerk bultzatu dituen azaltzeko, Elhuyarren xedea aipatu du Muguruzak: “Gure

xede nagusietako bat zientzia eta teknologia gizarteratzea da, haurretatik hasita. Orduan, guretzat beharrezkoa da jakitea gizarteak nola bizi duen edo nola ikusten duen mundu hori”.

Arrazoi gehiago ere eman ditu Muguruzak: “Bestalde, gure egunerokoan oso presente daude zientzia eta teknologia, eta gero eta gehiago. Hortaz, oso garrantzitsua da gizarteak, eta bereziki gazteek, kultura zientifiko bat garatzea. Gainera, Euskal Herrian eta Europan badago kezka bat bokazioekin, Europako garapen ekonomikorako beharrezkoak izango diren iker-tzaileak lortzeko zailtasunak baitaude”. Aurreratu zuenez, azterketa lau urtez behin egiteko asmoa dute, denborarekin aldaketarik bada- goen ikusteko.

ASIALDITIK IKASTETXERA

Azterketaren emaitzak eskutan, haur eta gazteek zientzia eta teknologiarekiko erakutsitako interes handia nabarmendu du Muguruzak: “Ia erdiak erantzun du interes handia edo oso handia duela. Zehazki, aukeran emandako 11 gaitatik, hirugarren, laugarren eta bosgarren lekue- tan daude medikuntza eta osasuna, zientzia eta teknologia, eta ingurumena eta ekologia. Eta aurretik bi gai bakarrik daude; lehenengoa ki- rola da, eta bigarrena, zinema, artea eta kultura. Kirola, gainera, berriro azaldu da lehen lekuan bokazioei buruz galdetu zaienean ere, batez ere gaztetxoenen artean”.

Bestela, zientzia eta teknologiako gaien ba- rruan, informatikaren alde egin dute gazteek, ia hirutik bik baitute interes handia edo oso han- dia arlo horretan. Informatikaren atzetik datoz teknologia, ingurumena eta osasuna, eta gu-

txien interesatzen zaizkienak espazioa eta Lu- rraren zientziak dira.

Alabaina, interesa izateak ez du esan nahi gai ho- rie buruzko informazioa bilatzen dutenik. Hain zuzen, azterketak agerian utzi du gazteen gu- txiengo batek baino ez duela jotzen hedabidee- tara, zientzia eta teknologiari buruzko edukien bila, hamarretik batek, gutxi gorabehera. “Gaz- teen informazio-iturri nagusia Internet da, eta komunikabideak, oro har, gehiago erabiltzen di- tuzte aisialdirako informatzeko baino”, zehaztu du Muguruzak.

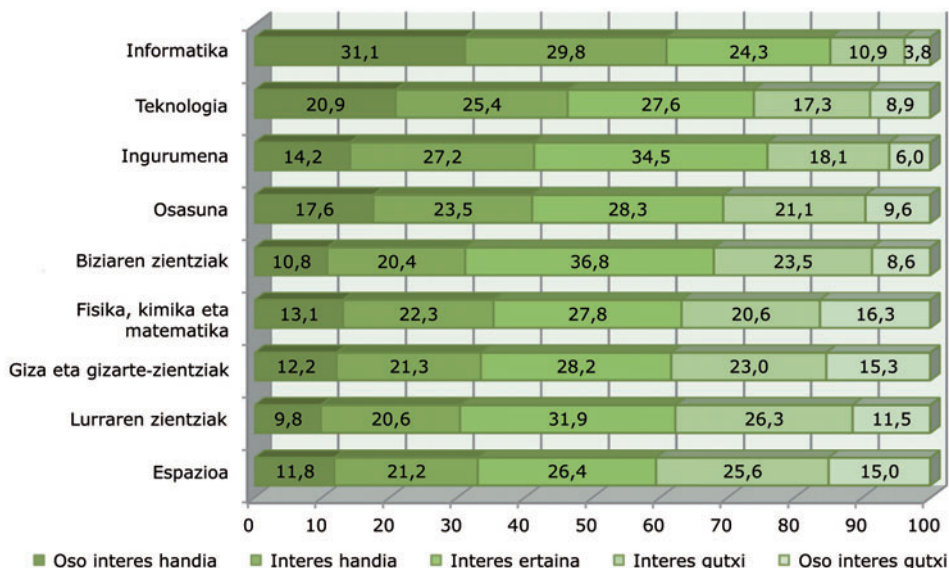
Hezkuntzari buruzko galderetara igarota, Mugu- ruzak esan du “gustura” daudela ikastetxeetan zientzia eta teknologiako gaietan jasotzen duten hezkuntzarekin. Izan ere, azterketaren emaitzen erakusten dute erdiak (% 49,7k) uste duela arlo horretan ikastetxean ematen zaien prestakuntza oso ona edo ona dela. “Ikasgai zailak direla uste dute, baina hirutik biri ez zaie iruditzen txapa hu- tsa direnik, eta esan dute gai horiekin lotuta egi- ten dituzten jarduerak dibertigarriak direla”.

Ikasgai gogokoenak aukeratzeko eskatuta, Mu- guruzaren ustez “nabarmentzekoa da” ikasle askok eta askok Matematika aukeratu izana. Izan ere, Matematika bigarren lekuan agertzen da ikasgai gogokoenen zerrendan, eta zerren- daren goialdean azaltzen dira baita Ingurumen- zientziak ere (laugarrenean), eta Fisika eta Kimika (seigarrenean). Haur eta gazteen zerren- da-burua, berriz, Gorputz-hezkuntza da.

Horrez gain, azterketaren egileek jakin nahi izan dute ikasgai horiek baliagarriak iruditzen ote zaizkien gazteei. Eta baietz erantzun dute;

 **Gazteei zailak iruditzen zaizkie zientzia-ikasgaiak, baina ez dute uste astunak direnik.**

Zientzia eta teknologiako arlo zehatzekiko interesa (%)



Pertzepzio-azterketaren atal honetan, zientzia eta teknologiako arlo zehatzetan gazteek zenbaterainoko interesa duten azaltzen da.



Eneritz Muguruza

Elhuyar Fundazioko Zientziaren
Komunikazioa saileko kidea eta
azterketaren koordinatzailea.



Begoña Ochoa

Eusko Jaurlaritzaren Hezkuntza
Saileko Zientzia Politikarako
zuzendaria.



Juan Ignacio Pérez Iglesias

EHU-BFA Kultura Zientifikoko
Katedrako koordinatzailea.

hain zuzen, % 85,3 ez dago ados esaldi honekin: Ez zait gustatzen zientzia eta teknologiako gaiak ikastea, ez baitute ezertarako balio. Hamarretik zortzik uste du zientzia eta teknologia ikasteak merezi duela etorkizunean egin nahi dituzten ikasketak egiteko, eta hamarretik zazpi, nahi duten lana izateko.

Hezkuntzari buruzko galderen zatian, ikasteko-irakasteko metodologiaz galdetuta, ikasleek nahiago dituzte teknologia berriei lagundutako ikasgaiak (% 67,7k).

ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIARI BURUZKO IRUDIA

Azterketaren beste helburu bat zen zientzia eta teknologiaz eta zientzilariei buruz duten irudia ezagutzea. Hala, galderen erantzunak ikusita, irudi positiboa dutela ondoriozta daiteke, “gizartearen ongizatearekin lotzen baitute”, Muguruzaren esanean. Hain justu, ikasleek hamarretik zazpi pentsatzen du zientziak eta teknologiak gure bizimodua erosoagoa eta errazagoa egiten dutela, gaixotasunak sendatzen laguntzen dutela, edo zientziak mundua hobeto ezagutzen laguntzen digula.

Hala eta guztiz ere, Muguruzak azpimarratu du haur eta gazteak jabetzen direla zientziaren eta teknologiaren erabilera ez dela arriskurik gabea: “Adibidez, esan dute osasunerako arriskuak izan daitezkeela uste dutela”.

Dena dela, emaitzen txostenean agertzen denez, zientzia eta teknologiari buruzko irudi positiboa gailentzen da negatiboaren aurrean: elkarizketatuen hirutik batek uste du zientziaren eta teknologiaren onurak kalteen gainetik daudela, eta % 6,7k soilik kalteak handiagoak direla. Hori bai, % 30 inguruk ez du iritzi argirik.

Muguruzak azaldu digu nola irudikatzen dituzten gazteek zientzialariak: “Gizonezkoak dira, nagusiak, bata zuria dute jantzita, eta laborategian egiten dute lan. Hala ere, aipagarria iruditzen zait gazteek ez izatea zientzialari eroaren estereotipoa; izan ere, zientzialariaren irudia gizonezko zahar bata zuridunarena izanagatik, jende arrunta dela ere esan dute, eta, aipatutako beste ezaugarri horien gainetik, sortzaileak eta zoriotsuak direla esan dute, eta talde-lanean aritzen direla, eta ez bakarka”.

ZER IZAN NAHI DUZU HANDITAN?

Etorkizunean zer lanbide izan nahi duten ere galdetu diete haur eta gazteei. Eta, emaitzen arabera, gazte gehienek ez dute zientzialari izateko asmorik: hamaika lanbide aukeran eman da, zortzigarren lekuan azaltzen da ikertzaile

izatea. Lanbide gogokoenak, berriz, kirolariarena eta enpresaburuarena dira. “Alegia, helduen antzera pentsatzen dute gazteek”, esan du Muguruzak. “Haiek ere, bai Euskal Herrian bai Europan egindako azterketetan, ikertzaileen garrantzia aitortzen dute, baina gero ez dute beren burua lanbide horretan ikusten”.

Edonola ere, Muguruzarentzat nabarmentzekoa da zientzia eta teknologiaren gainean, oro har, gazteek duten irudi ona: interesgarriak iruditzen zaizkie, baliagarriak, onura gehiago dakarte kaltea baino, zientzialariak jende arrunta dira... “Ez dakigu zer pentsatzen zuten lehengo gazteek, Euskal Herrian lehen aldiz egin baitugu horrelako azterketa bat; baina iruditzen zaigu joera aldatzen ari dela, askotan entzun baitugu gai horiek txapa hutsa direla, eta azterketa honetan, berriz, aurkakoa esan dute”.



Azterketaren arabera, haur eta gazteak jabetzen dira zientziaren eta teknologiaren erabilera ez dela arriskurik gabea.

Muguruzaren iritziz, joera-aldaketa horretan, seguru asko eragina izan dute zientzia eta teknologia gazteengana gerturatzeko egiten diren ekimenek. “Esate baterako, ikastetxeetan gero eta garrantzia handiagoa ematen zaie esperimenduei eta talde-lanei, eta ikastetxez kanpo ere gero eta jarduera gehiago daude gai horien inguruan, hala nola zientzia-jaialdiak, zientzia-udalekuak... Nik uste ahalegin horien fruituak ikusten ari garela orain”.

GIZARTEAREN ISLA

Begoña Ochoa Hezkuntza Saileko Zientzia Politikarako zuzendaria da, eta harentzat ere bereziki interesgarria da ikustea ea badagoen aldaketarik gazteen pertzepzioan. “Horretarako, maiztasun jakin batekin egin beharko ditugu azterketa hauek. Baina orain, behintzat, badugu oinarri bat, eta, hemendik aurrera, egiten ditugun ekintzen eragina neurtzeko tresna bat izango dugu”, adierazi du Ochoak. “Hala ere, kontuan izan behar dugu gizartean aldaketak oso motel gertatzen direla”, ohartarazi du.

Azterketaren emaitzak ikusita, Ochoari iruditzen zaio haur eta gazteak egitiak izan direla. Normala iruditzen zaio haien interes nagusia kirola eta aisialdia izatea, “baina harritu egin nau hainbesteko interesa agertzea zientziareki-

ko”, aitortu du. “Hala ere, beren garaiko seme-alabak direla aintzat hartuta, zentzuzkoa da teknologiarekiko interes handia izatea, haien egunerokotasunean pisu handia baitu”.

Bestalde, ingurumenarekiko interes handiagoa izango zutela pentsatzen zuen Ochoak. “Eran-tzunen arabera, ordean, ez dakit zenbateraino ohartzen diren ingurumen-gaiek duten garrantziaz. Agian, zerikusia izango du horretan komunikabideetan ematen den irudiarekin, arlo horiei buruz azaltzen diren albisteetako asko ezkorrak izaten baitira: kutsadura, Garoña, arazoak... Hori aldatzeko, lana egin beharko dugu”.

Ochoak bereziki ondo baloratu du haur eta gazteek duten iritzia jasotzen duten hezkuntzari buruz. “Zoragarria iruditzen zait, eta esango nuke egiten ari garen ahaleginaren isla dela. Gainera, ikasketetan teknologia berriak hain gogoko izateak bide onetik goazela erakusten du”.

Aldi berean, gazteak “praktikoak” direla nabarmendu du Ochoak, “horregatik iruditzen zaizkie baliagarriak zientzia eta teknologiao gaiak, nahiz eta gero ez duten ikusten beren burua ikertzailearen rolean”. Hala ere, hori normala dela uste du, “gazteei zaila eta abstraktua dela iruditzen baitzaie, batez ere kirolari batekin edo enpresaburu batekin alderatuta”.

Generoen artean oraindik ere bereizketa dagoela ere adierazi du Ochoak: “Oraindik ere, neskek zientzia eta teknologiaren arlo gizatiarragoa dute

gustuko, hala nola medikuntza eta osasuna, eta mutilek arlo teknikoagoa. Gure gizartearen argazki bat da, eta hori ere landu beharra dago”.

Oro har, azterketa oso baliagarria iruditu zaio, eta iritzi bera du EHU-BFA Kultura Zientifikoko Katedrako koordinatzaileak ere, Juan Ignacio Pérez Iglesiasek. Haren esanean, “informazio bat baliagarria izateko, lehen baldintza da informazio ona izatea, eta nik uste dut ona dela; izan ere, uste dut pentsatzen dutena esan dutela, eta horren frogarria da ia denek esan dutela kirola dela gehien gustatzen zaiena, batez ere mutilek”.

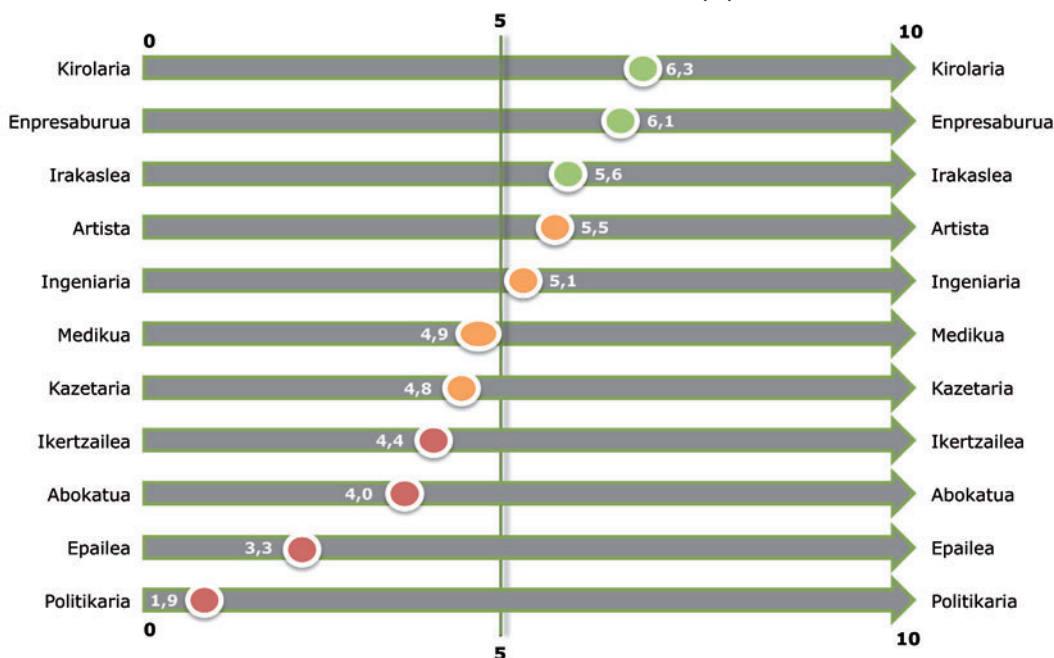
Horrez gain, espero zituen gauzak eta espero ez zituenak aurkitu ditu Pérez Iglesiasek. “Ezusteko horiek dira gehien interesatzen zaizkidanak; adibidez, haur eta gazteek oso argi dute zientzia baliagarria dela, dituen aplikazioengatik”. Baina hari ez zaio hori gustatzen, “nagusiek ere gauza bera pentsatzen dutelako, eta zientzian gabiltzanontzat zientzia ez da hori. Guretzat zientzia da mundua ulertzeko eta ezagutzeko tresna”.

Horiek horrela, Pérez Iglesiasek uste du agian hor dagoela zientzietako gaietan izandako bokazio-jaitzieraren arrazoia: “Ez dugu asmatu ulertarazten zientzia berez dela interesgarria, ez gerora izan ditzakeen aplikazioengatik”. Helduek duten ikuspuntu bera dutela pentsatzen du, “eta uste dut alde horretatik ahalegin bat egin beharko genukeela”. ●



➔ Haur eta gazteentzat zientzialariak pertsona arruntak dira, sortzaileak, zoriontsuak eta talde-lanean aritzen dira.

Lanbideen batez besteko puntuazioa (%)



Etorkizunean zer lanbide izan nahi duten ere galdetu diete haur eta gazteei. Gehienek kirolari izan nahi dute.

HANNOT RODRÍGUEZ

EHUko Sánchez-Mazas Katedrako ikertzailea



Nanoteknologia eta arriskua: Europar Batasunaren adibidea

Ekonomiaren giltzarritzat ditugu zientzia-teknologiaren berrikuntzak. Lehiakorrak izan eta lanpostuak sortzeko, ezinbestekoak dira. Berrikuntzarako bidean, nanoteknologiari berebiziko garrantzia esleitzen diote bai sektore pribatuak zein publikoak.

Baina zer da nanoteknologia? Hitz gutxitan, maila atomiko eta molekularrean aritzen diren zientzia eta teknologia (sinplifikatzearren, ez ditut nanozientzia eta nanoteknologia bereizten, eta biak barne hartuko lituzkeen “nanoteknologia” erabiltzen dut). Hau da, maila oso txiki horietan ezagutu eta manipula daitekeenaz arduratzen den jardura. Nanometro bat metro baten mila milioirena da. Oro har, nanoteknologiak nanometro 1 eta 100 nanometro arteko eremuan egiten du lan.

Nanoteknologia ez da, hortaz, gailu espe-zifiko bat, mundua ezagutu eta eraldatzeko modu berri bat baizik, nanoeskalan aritzen dena. Hori dela eta, nanoteknolo-

gia bide berri asko irekitzen dituen ikerketa-eremu bat da, “iraultzailea”, oinarri teknologikoa duten industria-sektore guztietan sakoneko eragina izango lukeena (medikuntzan, energian, informazioaren teknologietan, eta abar). Horregatik da hain garrantzitsua nanoteknologia ekonomikoki, aurkikuntza bakar bat sektore ugarian aplika daitekeelako. Tes-tuinguru horretan, merkatu-analistek nanoteknologiari lotutako 750.000 milioi euro eta 2 bilioi euro bitarteko merkatua eta 10 milioi lanpostu iragartzen dituzte 2015. urterako.

Nanoteknologiak badu, ordea, hain samurra ez den beste aurpegi bat: ingurumen-eta osasun-arrisku berriak eragiteko izan lezakeen ahalmena. Materialak maila atomiko eta molekularrean manipulatzearen ondorioz, material horien portaera eraldatu eta hobetu egiten da (eroankortasuna, arintasuna, erresistentzia eta antzeko ezaugarriei dagokienez), baina, era berean, manipulazio horrek maila oso txiki horietan bakarrik izaten diren propietate fisiko-estruturalei lotutako arriskuak eragin ditzake. Horrek esan nahi du nanomaterial baten portaera, segurtasunari dagokionez, ezin dela osagai kimiko bera duen tamaina handiagoko materialaren portaeratik estrapolatu.

Izan ere, nanomaterialek giza gorputzean zein beste organismo bizidun batzuetan sartzeko, eta organoak, ehunak eta zelulak zeharkatzeko erraztasun handiagoa dute, hain txikiak ez diren partikulekin alderatuta. Zentzu horretan, esate baterako, Edinburgoko Unibertsitateko Ken Donald-sonek zuzendutako talde-ikerketa batek agerian utzi zuen jostorratz-forma duten karbonozko nanohodiek asbestoaren antzeko eragina dutela laborategiko saguen-gan¹. Mugikortasunak eta formak ez ezik, nanomaterialek bolumenarekiko azalera erlatibo handiagoa izateak ere zehazten du nanomaterialen arriskugarritasuna. Horrek gaitasun katalizatzaile handiagoa ematen die, baina erreaktibotasun kimiko agresiboagoa ere bai, eta, horrenbestez, toxikotasun handiagoa.

Tamainak garrantzia du horrenbestez, eta osagai kimikoarekin batera, materialen arriskugarritasuna baldintzatzen du. Berezitasun horiek izan arren, jada nanoteknologian oinarritutako 1.300 kontsumo-produktu baino gehiago merkaturatu dira munduan zehar (Europa barne)², produktu horien segurtasuna bermatuko lukeen nanoteknologiaren gaineko araudi berezirik aplikatu gabe. Horren harira, Europar Batasuneko botere exekutiboak, Europako Batzordeak, ondorioztatu zuen

nanoteknologia garatu aurreko esparru erregulatzailea —eta, hortaz, nanoteknologia espezifikoki aintzat hartzen ez duena— egokia zela “nanomaterialen osasun-, lan- eta ingurumen-arrisku potentzialak arautzeko”. Hori 2008ko *Regulatory Aspects of Nanomaterials* txostenean jaso zuen.

Hala ere, Europar Batasuneko beste instituzio batek, Europako Parlamentuak, ebazpen bat onartu zuen 2009ko apirilean, Batzordearen txostenaren ondorio nagusi horrekiko oso kritikoa. Ebazpen horretan, gainera, Europako Parlamentuak Batzordeari eskatu zion indarrean zegoen araudia 2011ko apirilerako berriro aztertzeko, araudiak nanoteknologiaren arriskuei heltzeko izango zukeen egokitasuna beste behin zehatz zezan (oraindik argitaratu gabe dago azterketa hori).

Bien bitartean, eta Europako Parlamentuaren bultzada legegileari esker, azken urteotan Europar Batasunean nanoteknologiari aplikatutako segurtasun-neurri espezifikokoak barne hartzen dituzten araudiak onartu dira, munduan lehen aldiz (herrialdeetako gobernuak aintzat har-

tzen badira, bederen). Haien arteko esanguratsuena —arauen espezializazioa eta barietatea kontuan hartzen baditugu— 2009ko azaroan onartutako produktu kosmetikoen gaineko 1223/2009 Araudia da (2013ko uztailan sartuko da indarrean). Araudi horretan, adibidez, nano-

“Jada nanoteknologian oinarritutako 1.300 kontsumo-produktu baino gehiago merkaturatu dira munduan zehar”

materialen arriskuen ebaluazio zientifiko berezia eskatzen da, osagaitzat nanomaterialak dituzten produktu kosmetiko guztien etiketatzea derrigortzen da, edota Europar Batasuneko merkaturatutako nanomaterialak osagaitzat dituen produktu kosmetiko bat saltzeko asmoa duenari,

merkaturatu baino sei hilabete lehenago Europako Batzordeari produktuaren segurtasunari buruzko informazioa helarazteko beharra ezartzen dio.

Hortaz, Europak bidea ireki dio nanoteknologiaren segurtasunaren arautze espezifikoiari. Europako Batasunean, enpresa-entitatez harago kontsumitzaileen eta ingurumenaren interesak hobekien ordezkatzeko dituen instituzioak, hots, Europako Parlamentuak —herritarrek hautatzen dute—, hartu du bere gain egiteko hori. Azken buruan, nekazaritza transgenikoak Europan izan duen porrotak agerian utzi duen moduan, gizarteak segurtasuna modu sakonean aintzat hartzen duen garapen tekniko-industrial arduratsu bat nahi du. ●



¹ POLAND, C.A. *et al.*: “Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study”, in *Nature Nanotechnology* 3, (2008), 423-428.

² Nanoproduktuen inbentarioa, hemen: www.nanotechproject.org/inventories/consumer.



IRUDIA: GUILLERMO ROA/ELHUYAR FUNDAZIOA

IGNAZ SEMMELWEIS

Amen salbatzaile

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

Lehenengo Klinikara joan baino, askok nahiago zuen kalean erditu. Vienako Ospitale Nagusiko Obstetrixia Zerbitzuak bi klinika zituen. Asteko egunaren arabera, batean edo bestean txandaka hartzen zituzten erditzera joaten ziren emakumeak. Lehenengo Klinika egokitzen zitzaizkionean, bat baino gehiago belauniko erreguka hasten zen bigarrenera eramanez zezaten. Izan ere, oso fama txarra zuen Lehenengo Klinikak: zabaldua zegoen hara iristen ziren emakume asko ez zirela bizirik ateratzen.

XIX. mendearen erdialdea zen, eta sukar puerperala gogor jotzen ari zen ospitaleetako erditze-geletan. Garaiko medikuntzat ohiko gaitza zen, eta ez zegoen ezer egiterik haren aurka.

Baina Ignaz Semmelweis mediku hungariarra kezkatuta zegoen gaitz hark eragiten zituen heriotzekin. 1846an kontratatatu zuten Semmelweis Lehenengo Klinikaren arduradun izateko. Eta gaitza ikertzearekin zion. Haren kezka handitu baino ez zen egin bi kliniken azken sei urteetako datuak konparatu zituenean: Lehenengo Klinikako heriotza tasa % 10ekoa zen, eta, Bigarren Klinikakoa berriz % 3koa. Kalean zabaldua zegoen ustea ez zen hutsala.

Eta, harriturik, Semmelweis konturatu zen kalean erditzen zutenen artean ere heriotza-tasa askoz txikiagoa zela. “Niretzat, logikoa zatekeen kalean erditzen zutenen heriotza-tasa gutxienez klinikakoa adinakoa izatea”, idatzi zuen.

“Lehenengo Klinikaren medikuntza-ikasleak eta irakasleak arduratzen ziren erditzeaz, eta, Bigarren Klinikaren, emaginak”

Erabat atsekabetuta, bi kliniken arteko desberdintasunak zein izan zitezkeen aztertzen hasi zen: klima bera zen, teknika berak erabiltzen zituzten, erlijio-praktikak ere berdinak... Bi kliniken arteko desberdintasun bakarra bertan lan egiten zuen jendea zen: Lehenengo Klinikaren medikuntza-ikasleak eta irakasleak arduratzen ziren erditzeaz, eta, Bigarren Klinikaren, berriz, emaginak.

Baina Semmelweisek ez zuen heriotzatasun arteko aldea azaltzeko arrazoirik ikusten horretan. Harik eta 1847an bere lagun Kolletschka doktorearen ustekabe-

ko heriotza gertatu zen arte. Gorpu baten autopsia bat egiten ari zirela, ikasle baten eskalpeloarekin zauri bat egin zuen, eta zauri hartatik zabaldua zegoen infekzioaren ondorioz, septizemiak (odoleko infekzio orokorra) hil zen.

Lagunaren autopsiaren emaitzak aztertu zituen Semmelweisek, eta, bat-batean, argi ikusi zuen: “Gutiz lur jota [lagunaren heriotzagatik], kasua aztertu nuen obsesioz eta hunkiduraz, halako batean pentsamendu bat burutik pasatu zitzaidan arte; berehala argi ikusi nuen sukar puerperala eta Kolletschka doktorearen heriotza bat eta bera zirela, bilakaera patologiko bera baitzuten. Beraz, Kolletschka doktorearen kasuan... infekzioa... hilotz-partikulen inokulaziotik etorri bazen, sukar puerperalak iturri beretik sortu behar zuen”.

Hain zuzen ere, Lehenengo Klinikaren ohikoa zen ikasleek aurreko egunean hildako emakumeen gorpuekin praktikak egitea goizez, eta, arratsaldean, erditze-geletan zeuden emakumei azterketak egitea oraindik “eskuetan hilotz-usaina zutela”. Bigarren Klinikaren, berriz, emaginek ez zuten gorpuen disezioerik egiten. Hala, Semmelweisek ondorioztatu zuen “disezioetan zikindutako ikasleen eta doktoreen hatzek eta eskuek hilotzen pozoilgarri hura eramaten zutela emakumeen sexu-organoetara”.



Hartu beharreko neurria erraza zen: eskuak garbitzea. Semmelweisek bazekien xaboia ez zela nahikoa hilotz-usain hura kentzeko, eta kaltzio hipokloritoa aukeratu zuen. Erditze-gelen sarreran arraskatu jarri zituen, eta baita honela zioten kartelak ere: “Erditze-gelara azterketak egi-tera sartzen den edozein ikasle edo doktorek gogotik garbitu behar ditu eskuak kaltzio hipokloritozko soluzioarekin... Azterketa batetik bestera, eskuak xaboi eta urez garbitu behar dira”.

Arrakasta nabarmena izan zen. Neurriak hartu aurretik, 1847ko apirilean, % 18koa izan zen heriotza-tasa, eta, maiatzaren erdialdera neurriak hartuta, ekainean % 2,2koa, uztaillean % 1,2koa eta abuztuan % 1,9koa.

Baina, hala ere, mediku gehienek ez zuten onartu Semmelweisen aurkikuntza. Iraingarria zen medikuek eskuak garbitu behar izatea. Doktoreen mailako pertsonen eskuak heriotza eragiteko bezain zi-

kin egon zitezkeenik pentsatzea ere... Semmelweisek isekak eta barreak baino ez zituen jaso.

1849an kontratua berritzeko garaia iritsi zenean, ez zioten berritu. Hurrengo urtean, konferentzia batean aurkeztu zituen bere ondorioak, baina han ere atzera bota zizkieten. Suminduta Budapestera alde egin zuen, lagunei ere agur esan gabe. Han, St. Rochus Ospitalean, ordaindu gabeko postu bat eman zioten. Eta, han ere, erakutsi zuen berak proposatutako neurriak hartuta sukar puerperala ia desagertzea lortzen zela. Baina medikuen komunitatea ez zegoen prest horrelakorik onartzeko, eta entzungor egiten jarraitzen zuten.

Gutun irekiak idazten hasi zen: “Hiltzaile deitzen diet sukar puerperala saihesteko proposatu ditudan neurrien kontra dauden guztiei! (...) Nire ustez, hiltzailetzat baino ezin dira hartu. Eta bihotza bere lekuan duen edonork nik bezala pentsatuko du! Ez dago erditze-gelak itxi beharrik deitoratzen ditugun ezbeharrak amaitzeko; tokologoak bota behar dira, haiek baitira benetako epidemia”.

Semmelweisek okerrera egin zuen. Depresioak jo zuen, elkarriketa guztiak sukar puerperalera desbideratzen zituen, buruko arazoak izaten hasi zen, gero eta oldarrragoa zen... Azkenean, psikiatriko batean sartu zuten. Engainatuta eraman zuten, eta zertan ari ziren konturatu zenean ihes egiten saiatu zen; zaindarien gogor jo zuten. Bi asteren buruan hil zen, 1865eko abuztuaren 13an, 47 urterekin. Zauri bat gangrenak joa zuen, eta autopsiak argitu zuen heriotzaren kausa: septizemia.

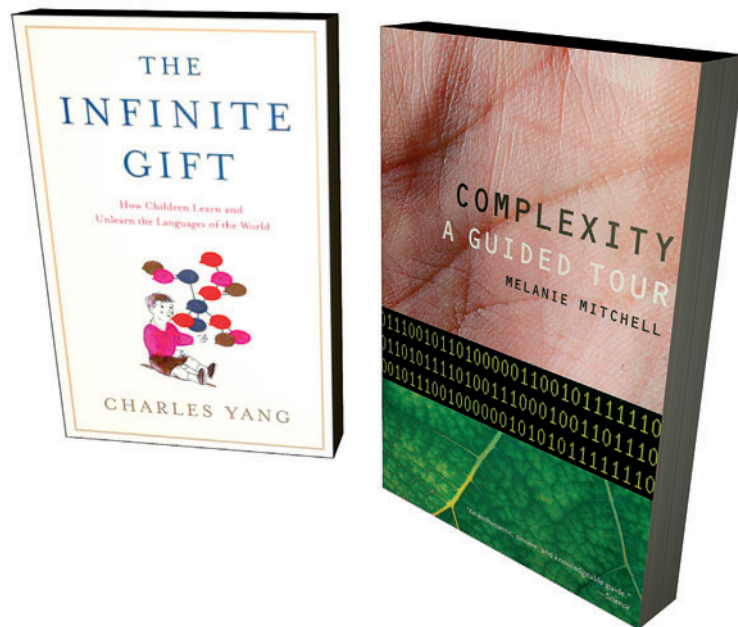
Hamalau urte geroago, 1879ko martxoaren 11n, Parisko Medikuntza Akademiaren biltzar batean, mediku bat erditze-gelako epidemiaren ustezko kausei buruz ari zen. “Horietako ezerk ez du eragiten epidemia”, moztu zion 60 bat urteko gizon batek, bere aulkitik. “Erizainak eta medikuak dira mikrobioak emakume infektatuetatik osasuntsuetara pasatzen dituztenak!”. Mikrobio haiek sekula aurkituko ez zirela erantzun zion hizlariak. Orduan, gizona zutitu, arbelera joan, eta borobil batzuk marraztu zituen bata bestearen segidan, kate bat osatuz. “Hona hemen, ze itxura duten!”. *Streptococcus* bakterioen marrazki bat zen. Louis Pasteur zen gizon hura. ●



SAREAN+

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

ITZIAR LAKA HIZKUNTZALARIAREN GOMENDIOZ



Ikaslearen garuna eta konplexutasuna BI BIDAIA INTERESGARRI

Ikastea prozesu miresgarria da. Organo baten funtzionamendu konplexua eskatzen du, garunarena alegia. Egia da oraindik ez dakigula zehatz-mehatz nola funtzionatzen duen garunak eta zein diren ikaste-prozesuaren sekretu guztiak, baina gero eta ikerketa hobeak ari dira egiten esparru horretan. Hain zuzen ere, ikaste-prozesua ikertzen du Itziar Laka Hizkuntzalaritza eta Euskal Ikasketak Saileko irakasleak, EHUKo Letren fakultatean. Gaian aditua da eta horri buruzkoa da gomendatu duen liburuetakoa bat. Horrekin batera, bere esparrukoa ez den oso bestelako liburu bat ere gomendatu du: konplexutasunari buruzko bat.

Lehenengoa *The Infinite Gift* liburua da, Charles Yang estatubatuarrena. “Yang irakaslea Ikerbasque antolatzen duen Zientzia Foroan izan genuen hizlari”, gogoratzen du Lakak. “Liburu atsegin eta erakargarri horretan, haurrek hizkuntza nola ikasten duten azaltzen digu, eta, horren haritik, hizkuntzaren egitura eta izaerari buruzko hainbat kontu jakingarri agertzen dira. Arrakasta handiko liburua da, eta espero dezagun ikertzaile horrek dibulgazio-liburu gehiago idaztea laster”.

i

The Infinite Gift

Charles Yang

Scribner argitaletxea

224 x 152 mm

ISBN: 978-1451612998

Complexity: A guided tour

Melanie Mitchell

OUP USA argitaletxea

231 x 152 mm

ISBN: 978-0199798100

Liburu horretan, egileak Noam Chomsky adi-tuaren teoria azaltzen du, alegia, gizakiak hizkuntza ulertzeko ahalmenak osagai genetiko garrantzitsu bat duela.

Lakak gomendatzen duen bigarren liburua zeharo ezberdina da. Melanie Mitchell estatubatuarren *Complexity: A guided tour* liburua da. Mitchell konputazio-irakaslea da, informatikaria, eta esparru askotako konplexutasunaren gaia aztertzen du, betiere ordenagailu baten konputazioarekin erlazionatuta.

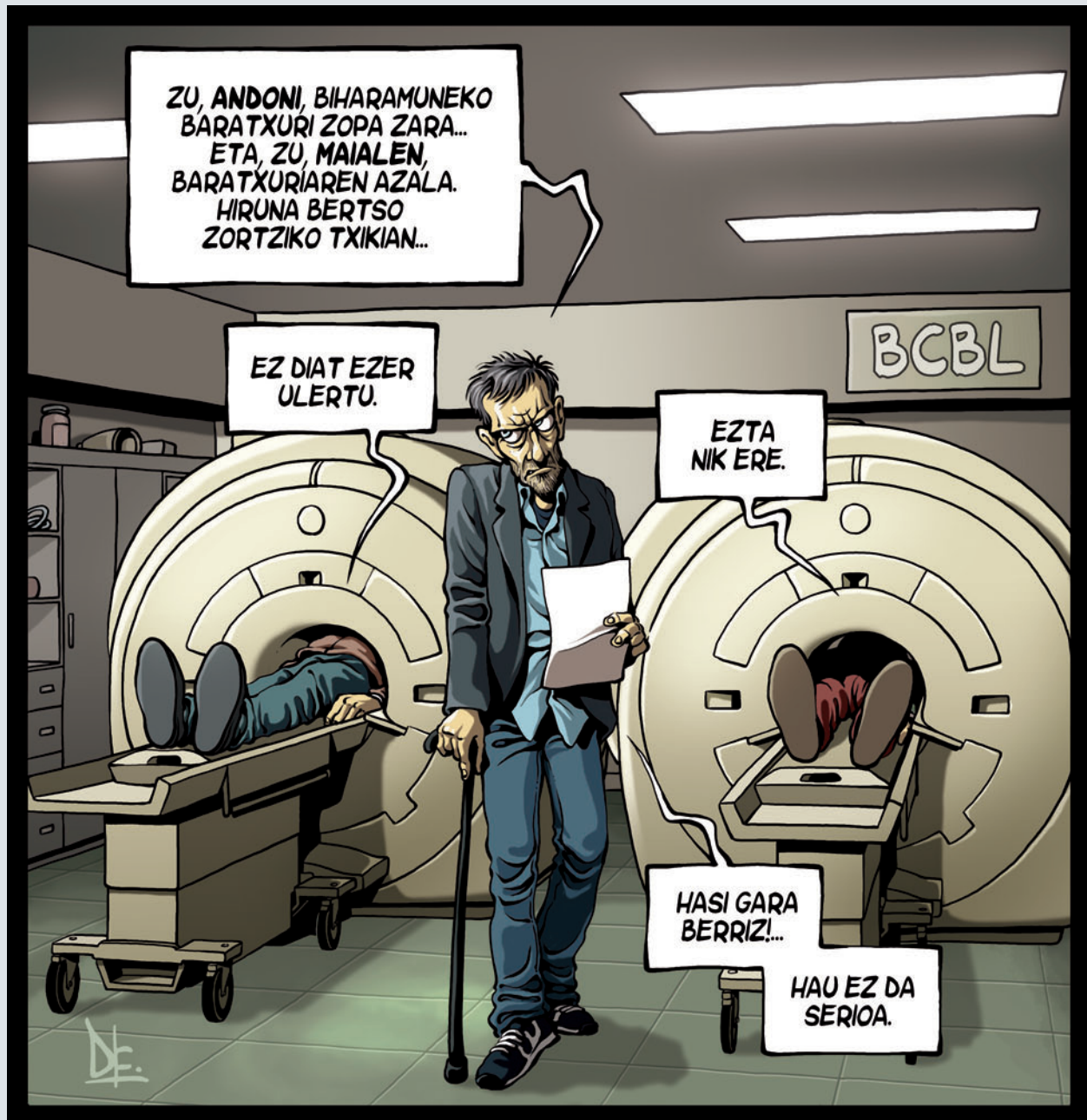
“Eguraldia, txori-aldrak, hodeiak, hizkuntza, burmuina, gizartea... denak dira sistema konplexuak”, dio Lakak. “Konplexutasunaren teoriak horien arteko antzekotasunen zergatia ikertzen du, ba ote da sistematikotasunik antzekotasun horietan? Alor horretan aditua ez naizenez, esan dezaket liburu honek ematen duela gai honi buruz ezagutzen dudana azalpenik argien eta erakargarriena. Bazter batzuetan matematikaren aldapan gora egin behar da, eta denak ez gara tontorrera helduko, baina, hala ere, merezi du liburu honek proposatzen digun ibilaldiari ekitea”. ●



SAREAN+

SATORRAK

dani fano ILARGIAN



IRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND



Independentea Aurrerakoia Sakona
 Burujabea Euskararekin konprometitua
 Zorrotza eta kritikoa Irakurle fidelez osatutakoa
 Izen handiko sinaduren topagune
 Multimedia izaerakoa ...



Euskal Herriko eta munduko
aktualitatearen erakusle

Milaka irakurle dira
izaera honekin
bat egiten dutenak.

Ezagu gaitzazu. Jaso ezazu Euskal
Herriko astekaria
hilabetez doan!
harpide@argia.com

Milaka begi dira
zure iragarkia ikusiko dutenak.

Aukeratu ARGIA
zure irudia zabaltzeko.
publiz@argia.com



argia

© 943 37 15 45

Independentzia astero ikusten da



ZENBAKIZKO METODOEN FABULA BAT: ... ETA JATEKO, MAIZTASUN HANDIKO UHINAK

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

“Zein dira zure zaletasunak?”, galdegin zion pertsonaleko arduradunak aurrez aurre zuen zenbakizko metodoari. “Atsegin dut ekuazio diferentzialak askatzeko dauden metodoei buruzko biografiak irakurtzea”, erantzun zuen metodoak. “Gimnasia joatea ere gustuko dut, kalkuluak azkar egin ahal izateko entrenatzera. Egunero hartzen dut ordubete ariketa horiek egiteko, burua argi mantentzen laguntzen baitidate. Gainerakoan, oso etxekoia naiz. Gustuko dut ondo jan eta edatea. Edateko, ez dago bertako sagardoa bezalakorik, eta jateko, maiztasun handiko uhinak gustatzen zaizkit”. Pertsonaleko arduradunak jaso zuen mezua: “...eta jateko, maiztasun handiko uhinak...”. Bazekien lankide berri hori aztertzeak lana emango ziola.

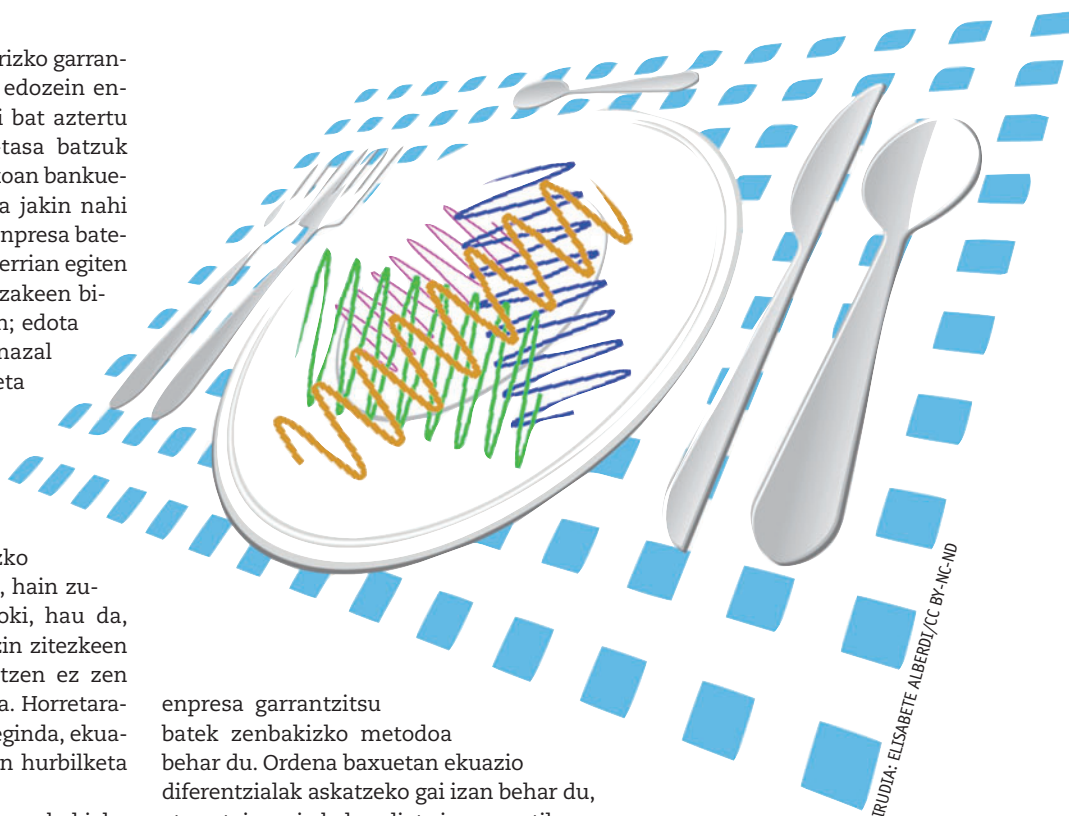
ZENBAKIZKO METODOAK

Ekuazio diferentzialek ikaragarriko garrantzia hartu zuten. Han zeuden edozein enpresatan negozio-aukera berri bat aztertu behar zenean; baita, interes-tasa batzuk aplikatuta, urte batzuk igarotakoan bankuetan izango zen diru-kantitatea jakin nahi zenean ere; edota eraikuntza-enpresa bateko ingeniarien artean, alboko herrian egiten ari ziren zubi berriak jasan zitzakeen bi-brazioak aztertzen ari zirenean; edota kimika-laboretegi batean, gainazal baten tenperatura-sakabanaketa kalkulatu behar zenean... Horiek denek lanpostu berri baten premia identifikatu eta definitzera eraman zituzten hainbat enpresa eta ikerketa-zentro: zenbakizko metodoari zegokion lanpostua, hain zuzen. Haien lana zen analitikoki, hau da, modu zehatz batean, ebatzi ezin zitezkeen edo zehazki ebaztea interesatzen ez zen ekuazio diferentzialak askatzea. Horretarako, egin beharreko eragiketak eginda, ekuazio diferentzialaren emaitzaren hurbilketa bat kalkulatzera lortzen zuten.

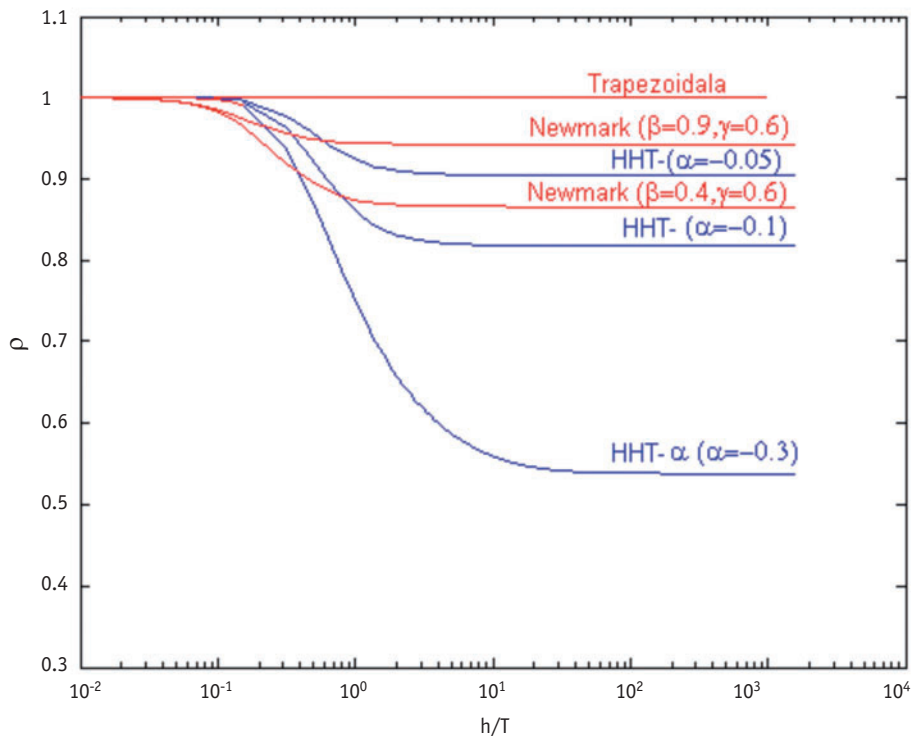
Horrelako lekuren batean zenbakizko metodo bat kontratatatu beharra zegoenean, iragarkia jartzen zen prentsan, beste edozein lanposturekin egiten den bezalaxe. Eta horixe egin zuen une hartan elkarrizketa egiten ari zen pertsonaleko arduradunak ere: “Eraikinak egiten dituen Bilbo inguruko

enpresa garrantzitsu batek zenbakizko metodoa behar du. Ordena baxuetan ekuazio diferentzialak askatzeko gai izan behar du, eta gutxi eragin behar diote ingurunetik eratorritako perturbazioek edo problemek. Bibrazioei dagozkien problemak ebazten esperimentia izatea baloratuko da. Maiztasun handiko uhinak gustuko izatea ezinbestekoa da. Soldata ona eta enpresako gimnasia erabiltzeko aukera eskaintzen dira.”

Posturako jasotako hautagaien curriculumak aztertzen ziren. Zenbakizko metodoaren gaitasun intelektualak eta psikologikoak izaten ziren kontuan. Intelektualen artean,



IRUDIA: ELISABETE ALBERDI/CC BY-NC-ND



Zenbakizko metodoen erradio espektralak, pauso-tamainaren (h) eta periodoaren (T) arabera irudikatuta. Erradio espektrala ρ letraz adierazi dugu. Ikusten da HHT- α metodoaren erradio espektralak txikiagoak direla Newmarken zenbait metodorenak baino. IRUDIA: ELISABETE ALBERDI/CC BY-NC-ND.

kontuan hartzen zen metodoak zer-nolako zehaztasunez ebatz zezakeen ekuazio diferentziala. “Problemak ordena ezberdinetako zehaztasunez ebazteko diseinatu eta programatu izan naiz”, esaten bazuen batek, adierazi nahi zuen bilatzen zen emaitza hurbilduarentzat enpresak nahi zuen

zehaztasunez (handia zein txikia) ebatz zitezakeela ekuazio diferentzialak. Beste batzuek lehen edo bigarren ordenan baino ez zuten lan egiten, hau da, ordena baxuetan, eta, beraz, doitasun txikiarekin. Enpresak esku artean zuen proiektuak zehaztasun handiagoa behar zuenean, ez ziren kontra-

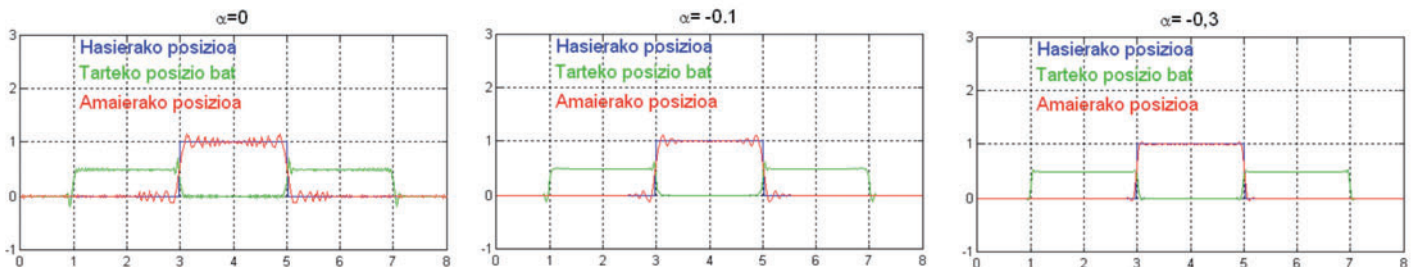
tatzen ordena baxuetan askatzen zutenak. Horrek ez zuen esan nahi ez zegoenik ordena horietan lan egiten zuten langileak kontratatzeak enpresarik; beste batzuetan kontratatutak izan zitezkeen, jakina.

Gaitasun psikologikoei zegokienez, enpresa kontratatzaileak jakin nahi izaten zuen zenbakizko metodoak zer egonkortasun-eremu zuen. Ekuazioak askatzean sortzen ziren akatsen edo perturbazioen aurrean metodoak zuen erantzuna zehazten zuen horrek. Metodoak ekuazio diferentzialak zituen berezitasunetara —autobalioetara— ohitzeko zuen gaitasuna ere islatzen zuen. Metodoak egonkortasun-eremu zabala izateak adierazten zuen bazuela askotariko problemen aurrean jarduteko gaitasuna. Egonkortasun-eremu txikiago batek, aldiz, erakuts zezakeen perturbazio batzuen aurrean metodoak ez zuela emaitza onik emango. Horrelakoetan, egonkortasun-eremutik kanpo ebatzitako problemetako perturbazioak handitu egiten ziren, eta kalkulatuak emaitza ez hain ona edo txarra izatera irits zitezkeen.

Zenbat kobratzen duzu? “Koste konputazionalaren arabera”. Ordena altuetan lan egiteko gai zena eta perturbazioak ekidingo zituen garesti ordaindu behar zen. Hala, hainbat matematikariren lanak metodo horien diseinuan jartzen zuen arreta.

ERRADIO ESPEKTRALA

Zenbakizko metodoak ezkututako eramaten zuen ezaugarriaren bat ere bazegoen, ordea. Ezkutuko ezaugarrietako bat moteltze algoritmikoa izenekoa zen. Eta horrek erakusten



Pultsu-forma duen uhin-ekuazioa HHT- α metodoa erabilia askatu dugu, α parametroaren hiru balioetarako ($\alpha = 0$, $\alpha = -0.1$ eta $\alpha = -0.3$) eta $\gamma = \frac{1-2\alpha}{2}$ eta $\beta = \frac{(1-\alpha)^2}{4}$ balioetarako, hain zuzen. Horretarako, 400 elementu hartu ditugu uhinean, eta metodoak 1.400 pausu eman ditu, $t = 16$

segundoko denbora-tartean ekuazioa askatzeko. Goiko grafikoetan, uhinaren hasierako eta amaierako posizioak eta tarteko posizio bat irudikatu dira. Problema horren emaitza alboetara bidaizten duten bi uhin dira, zeinak islatu egiten baitira puntara heltzean eta berriz bat egiten baitute hasierako posizioan. Beraz, hasierako posizioa eta bukaerakoa berdinak dira. Problema metodo ezberdinekin askatuta, ikusten da metodo batzuek beste batzuek baino *kizkur* gehiago eransten diotela emaitzari. Hori gertatzen da zenbakizko metodoak goi-maiztasunak jateko gaitasunik ez duelako. IRUDIA: ELISABETE ALBERDI/CC BY-NC-ND.



zuen zer portaera zuen metodoak maiztasun handiko uhinekin.

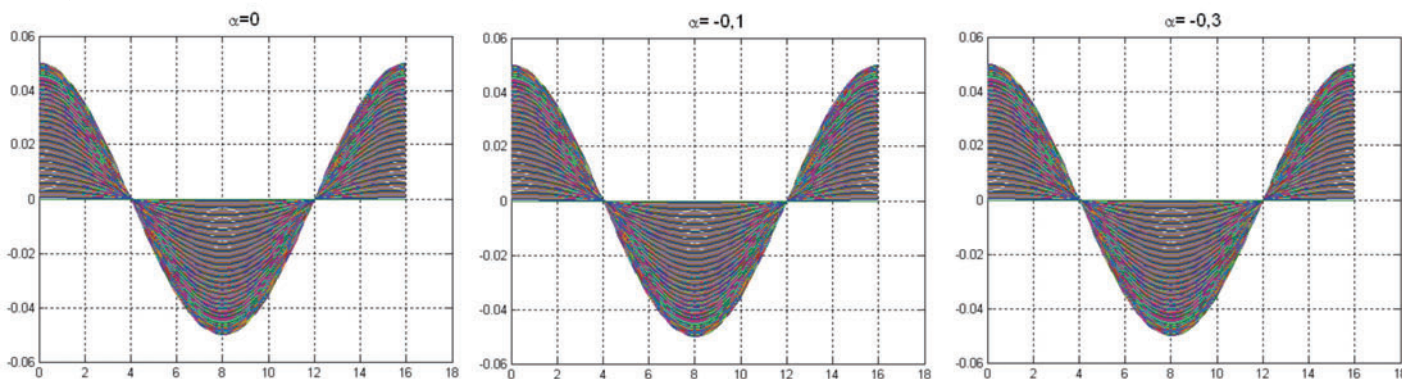
Baziren ordena altukoak eta egonkorak izan arren maiztasun handiko uhinekin portaera ona ez zuten zenbakizko metodoak. Horrek esan nahi zuen ezen goi-maiztasunak ageri ziren ekuazio diferentzialak askatzen ari ginenean bazeudela metodo batzuk goi-maiztasunak gehiegi jatera jotzen zutenak. Uhin-erako ekuazio diferentzialetan, teorikoki uhina denbora-tarte batean bibratzen ari bazen, zenbakizko metodo horiek emango zuten emaitza hurbilduan uhina bere anplitudea galduz joaten zen, besteak beste, eta uhina guztiz desagertzerare ere hel zitekeen. Alderantziz, baziren maiztasun handiko uhinei begiratu ere egiten ez zieten metodoak ere, hau da, halakorik jango ez zutenak. Batzuetan, ordea, hori ere ez zen ona.

Ekuazio diferentzial bat era hurbilduan askatzen ari garenean, ohikoa da emaitza kalkulatu behar diogun eremua elementutan banatzea, hau da, problema diskretizatzea. Elementu bakoitzaren muturrei nodo deritze. Behin eremua elementutan banatuta, zenbakizko metodoa aplikatzen zaio problemari. Problema horrek autobalio batzuk izango ditu, batzuk txikiagoak eta beste batzuk handiagoak. Autobalio txikiek behe-maiztasuneko uhinak emango dizkigute, eta handiek, maiztasun handikoak. Eta problemako autobalio guztiek eragiten dute emaitzan. Gertatzen dena da autobalio handiak askotan diskretizazioaren ondorio baino ez direla, eta, hori dela eta, ez dutela ezer edota ezer onik eransten azken emaitzan. Beraz, zenbakizko metodoen bidez ekuazio diferentzial bat askatzen ari gare-

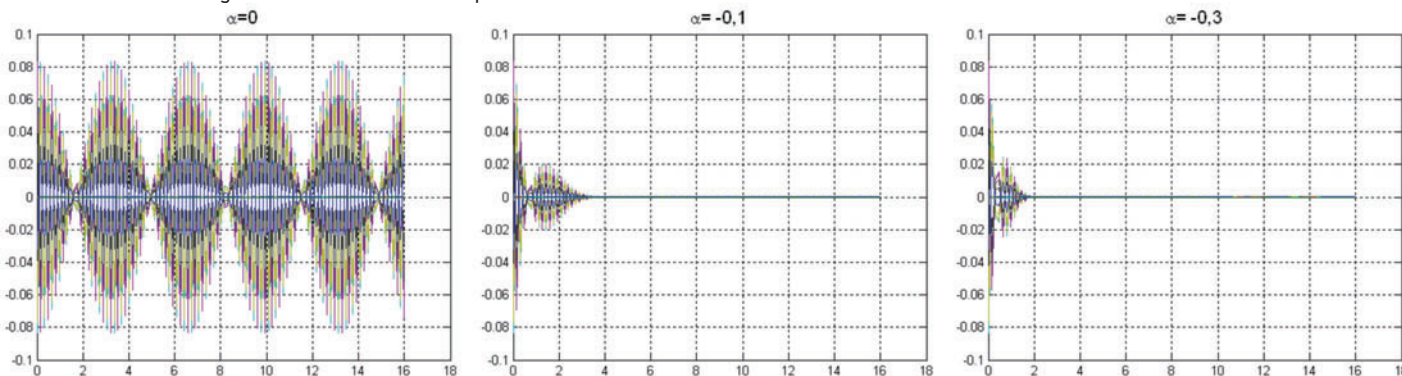
nean, ordenaz eta egonkortasunaz gainera, interesatzen zaigu diskretizazioaren ondorio izan daitezkeen maiztasun handiko uhin horiek neurri batean jango dituen metodo bat aplikatzea. Hau da, arazoaren gakoak da aplikatuko dugun zenbakizko metodoa maiztasun handiko uhinak neurrian jateko gai izatea.

Metodo bakoitzak anplifikazio-faktore bat dauka hari lotuta. Anplifikazio-faktore horren modulurik handieneko autobalioari erradio espektral deritza. Erradio espektral horren balioa, bestetik, ekuazio diferentziala askatzeko erabiliko dugun metodoan emango dugun pausoaren tamainaren eta periodoaren arabera da. Pausoaren tamaina periodoaz zatituta balio txikia lortzen den kasuei dagokien erradio espektralak erakusten digu zenbakizko metodoak zer portaera

Lehenengo autobalioaren eraginez zenbait nodok duten portaera metodoan konstante ezberdinak hartzean:



350. autobalioaren eraginez zenbait nodok duten portaera metodoan konstante ezberdinak hartzean:



Pultsu-forma duen uhin-ekuazioa HHT- α metodoa erabilia askatu dugu, α parametroaren hiru balioetarako ($\alpha = 0$, $\alpha = -0.1$ eta $\alpha = -0.3$) eta $\gamma = \frac{1-2\alpha}{2}$ eta $\beta = \frac{(1-\alpha)^2}{4}$ balioetarako, hain zuzen. Horretarako, 400 elementu hartu ditugu uhinean, eta metodoak 1.400 pausu eman ditu, $t = 16$

segundoko denbora-tarte batean. Goiko grafikoetan, denbora-tarte osoan zenbait nodok 1. eta 350. autobalioen eraginez duten portaera irudikatu da. $\alpha = -0.1$ eta $\alpha = -0.3$ kasuetan, ikusten da 350. autobalioaren moteltzea gertatzen dela. IRUDIA: ELISABETE ALBERDI/CC BY-NC-ND.



izango duen behe-maiztasuneko uhinekin. Pausoaren tamaina periodoaz zatituta zenbaki handia lortzen den kasuei dagokien erradio espektralak, aldiz, esango digu zelan portatuko den zenbakizko metodoa maiztasun handiko uhinekin. Pausoaren tamaina periodoaz zatituta handitzen doan neurrian erradio espektralaren balioa txikituz badoa, horrek esan nahi du metodoak maiztasun handiko uhinak moteltzera joko duela.

Bi parametrari (β , γ) balioak emanez lortzen den Newmark-en familiako metodoak 2. ordenakoak dira

$$\gamma = \frac{1}{2} \text{ denean,}$$

eta egonkortasun-ezaugarri nahiko onak dituzte. Newmarken metodoan

$$\beta = \frac{1}{4}, \gamma = \frac{1}{2} \text{ balioak hartzen ditugunean,}$$

metodo trapezoidala izenekoa lortzen da, 2. ordenakoa eta egonkortasun-eremu handikoa. Gainera, erradio espektralaren balioa unitatea da beti. Horrek esan nahi du goizein behe-maiztasuneko uhinak bere horretan mantenduko dituela, ezertxo ere moteldu barik. Hori ona da neurri batean, denbora pasatu ahala uhina osorik mantenduko baita; baina, bestetik, ez da hain ona, diskretizazioaren ondorio diren maiztasun handiko uhinak moteltzea ondo etor baitaiteke.

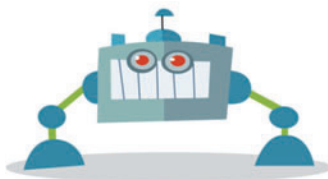
HHT- α metodoa Newmarken metodoan oinarrituta eraikita dago, eta hiru parametroi (α , β , γ) balioak emanda lortzen da. Eta

$$\alpha \in [-1/3, 0], \gamma = \frac{1 - 2\alpha}{2} \text{ eta } \beta = \frac{(1 - \alpha)^2}{4}$$

aukeratzen dugunean, HHT- α metodoa 2. ordenakoa da, egonkortasun-ezaugarri onak ditu eta, gainera, goi-maiztasunak moteltzea lortzen du. Hori ona da diskretizaziotik eratorritako goi-maiztasunen efektua txikiagotu egingo duelako metodoak. HHT- α metodoan $\alpha = 0$ aukeratzen dugunean, Newmarken familia lortzen da. Eta aipatutako γ eta β -ren adierazpenetan $\alpha = 0$ hartuta, Newmarken familiako metodo trapezoidala lortzen da.

GA KOA: METODO BAKOITZARI ONDO EGIN DEZAKEEN LANA EGOKITZEA

Beste lanpostu batzuetan bezalaxe, zenbakizko metodo bakoitzari ondoen egingo



Maiztasun handiko uhinak jaten dituen metodoa



Maiztasun handiko uhinak jaten dituen metodoa uhinaren atzetik korrika. IRUDIA: ELISABETE ALBERDI/CC BY-NC-ND.

zuen lana egokitzean zetzan gakoa. Pertsonaleko arduradunak galdera bat zuen buruan: kontratatuko zuten zenbakizko metodoak maiztasun handiko uhinak gustuko izatea zen iragarkian jartzen zuten baldintzetako bat, baina zer neurritan ote zituen gustuko?

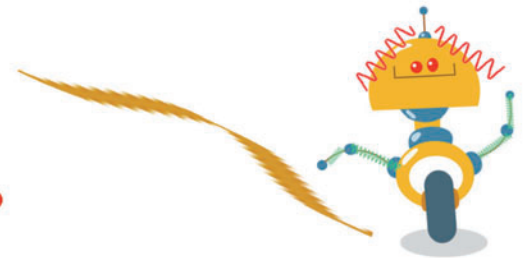
Pertsonaleko arduraduna honela zuzendu zitzaion elkarrizketatu berri zuen metodoari: “Proba txiki bat egin behar dizut, zure ordena eta egonkortasun-eremua ziurtatzeko eta zure erradio espektrala kalkulatzeko”.

Proba egin eta handik denbora batera, pertsonaleko arduradunak ezaugarri horien emaitzak eskuratutakoan, honela zuzendu zitzaion metodoari: “ordena baxuetan aritzeko gaitasuna duzula ikusten dut. Egonkortasun-eremu oso ona daukazu, ia ezerk ez dizu zirkinik eragiten. Gainera, erradio espektralari dagokionez, ikusten dut neurri batean baino ez diezula eragiten maiztasun handiko uhinei, ez gehiegi, ez gutxiegi. Askatu behar ditugun problemetarako egokia zara. Ongi etorri eraikuntzan esperientzia duen gure enpresara”.

Horrenbestez, eraikinak egitzen zituen Bilboko enpresa garrantzitsuak HHT-alfa metodoa kontratatu zuen. ●



SAREAN+



Maiztasun handiko uhina

BIBLIOGRAFIA

- BUTCHER, J.C.: *Numerical Methods for Ordinary Differential Equations*, Wiley, 2008.
- FARLOW, STANLEY J.: *Partial differential equations for scientists and Engineers*, John Wiley & Sons, 1993.
- HAIRER, E.; WANNER, G.: *Solving ordinary differential equations, II, Stiff and Differential Algebraic Problems*, Springer, 1996.
- HILBER, H.M.; HUGHES, T.J.R.; TAYLOR, R.L.: “Improved numerical dissipation for time integration algorithms in structural dynamics”, in *Earthquake engineering and structural dynamics*, 5 (1977), 283-292.
- HUGHES, THOMAS J.R.: *The finite element method. Linear static and dynamic finite element analysis*, Prentice-Hall International Editions, 1987.
- LAMBERT, J.D.: *Numerical methods for ordinary differential systems: the initial value problem*, John Wiley & Sons, 1991.
- NEWMARK, N.M.: “A method for computation for structural dynamics”, in *Journal of the Engineering mechanics division, ASCE*, 85 (1959), 67-94.
- Zienkiewicz, O.C.; Taylor R.L.; Zhu, J.Z.: *The finite element method, Its basis & fundamentals*, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.



Aldizkari bakarra, zuk nahi adina forma



Harpidetza Internet bidez egiteko,
sartu aldizkaria.elhuyar.org webgunean edo idatzi
mezu bat harpidetza@elhuyar.com helbidera.

Orain *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkari
harpidedun eginez gero, aldizkaria hilerotxean
jasotzeaz gain, **Interneteko edizio digitalera
sarbidea izango duzu, prezio berean.**
Etxean nahiz kalean zurekin eraman gaitzazun.

Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren
urteko harpidetza-saria: 49,50 euro lehenengo
urtean, eta 42 euro bigarren urtetik aurrera.

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

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





Ilargiaren efemerideak

- 2** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -7,79^\circ$).
- 3** 21:16an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin $8,3^\circ$ -ra.
- 4** Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,67^\circ$).
- 6** 19:20an, Ilbetea.
- 7** 10:15ean, konjuntzio geozentrikoa Saturnorekin, $6,3^\circ$ -ra, eta Virgoko Spica izarrarekin.
16:40an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena):
147.100.000 km.
- 10** 00:50ean, goranzko nodotik pasatuko da.
06:12an, konjuntzio geozentrikoa Scorpius konstelazioko Antares izarrarekin, $4,9^\circ$ -ra.
- 13** 10:51n, Ilbehera.
- 14** Gehienezko librazioa longitudean ($l = 6,88^\circ$).
- 17** Gutxieneko librazioa latitudean ($b = -6,70^\circ$).
- 21** 07:19an, Ilberria.

Beste efemeride batzuk

- 1** Igandea. Egurdian, 2.456.020. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek. Egundak 12 ordu eta 48 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 14 ordu eta 15 minutukoa hilaren 30ean. Hileko azken egunean, lehenean baino 50 minutu lehenago aterako da Eguzkia, eta 37 minutu geroago ezkutatuko da.
- 3** 13:38an, Lurra Eguzkitik zehazki Unitate Astronomiko batera (149.597.870.691 km edo 8,316746 argi-minutu) igaroko da.
- 8** Pazko-igandea. Martxoaren 21aren ondorengo lehen Ilargi Betearen osteko aurreneko igandea izaten da beti. 2013an pazko-igandea martxoaren 31n izango da.
- 15** Pazko ortodoxoa (2012ko apirilaren 2a egutegi juliotarrean)
12:00etan, denboraren ekuazioa zero izango da.
- 18** Eguzkia, itxuraz, Aries konstelazioan sartuko da ($28,99^\circ$).
- 19** Astrologiaren arabera, Eguzkia Taurusen sartuko da (30°).
- 22** Lirida izeneko izar iheskorren maximoa. Apirilaren 16tik 25era izango dira aktibo.

- 22** 14:10ean, apogeoetik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena):
406.431 km (perigeoan baino 48.107 gehiago).
17:10ean, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin 2° -ra.
- 23** 17:12an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin $3,6^\circ$ -ra.
- 24** 03:41ean, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 25** 02:22an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin $5,7^\circ$ -ra.
20:30ean, Taurusen Dzeta izarra ezkutatuko da.
- 29** 09:58an, Ilgora.
- 30** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -8,01^\circ$).
Latitudeko gehienezko librazioa ($b = 6,78^\circ$) hurrengo egunean da. Bien bateratzea dela eta, Krisien itsasoa ekialdeko linboan ikusiko da.

apirila 2012

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

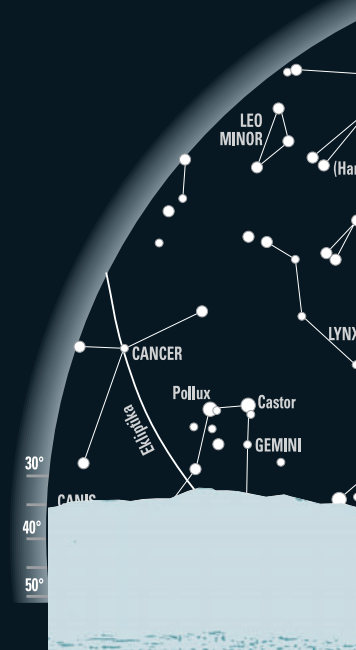
Goizez: Merkurio (hilaren 20tik aurrera) eta Saturno.
Arratsalde: Artizarra, Marte, Jupiter (hilaren 25a baino lehen) eta Saturno.
Gauez: Marte eta Saturno.

Merkurio

Martxoaren 21ean igaro zen behe-konjuntziotik; beraz, apirileko lehen egunetan ezin izango zaio behatu. Hilaren 18an izango da elongazioarik handienezko Eguzkitik mendebaldera, baina, ekliptikaren inklinazioa eta haren magnitude txikia direla eta, zaila izango da hari behatzea. Hilaren 20an, prismatikoekin, ekialdeko horizontean gainean ikusi ahal izango da, Eguzkia atera baino ordu-erdi lehenago, baldin eta horizontea erabat garbi eta turbulenziazirik gabe badago. Hilaren 30ean, Eguzkia baino 40 minutu lehenago aterako da. 0 h eta 1 h bitarteko igoera zuzena. -02° , -03° eta 00° bitarteko deklinazioa. Piscisen

Zerua

2012ko apirilaren 15eko
06:30ekoa



Mendebaldea

izango da hil osoan; amaieran, Cetusetik igaroko da, eta Piscisera itzuliko da berehala. Magnitudea handituko zaio; 1,4tik 0ra iritsiko da hilaren amaieran.

Artizarra

Tausus konstelazioan hasiko du ibilbidea, Pleiadeen kumulu irekitik igaroz. Eguzkia baino lau ordu geroago ezkutatuko da hil osoan, eta gero eta distira handiagoa izango du, harik eta hilaren 30ean $-4,6$ ko magnitudea izatera iristen den arte. Argazki originalen zaleak saia daitezke argia planeta honek islatzen duela bat egitea lortzen. 30 handipeneko prismatikoak edo teleskopioa erabiliz, haren % 27ko ilgoraren silueta ikus daiteke. Gaueko lehen orduetako ikuskizuna da hil honetan ere, beraren distira dela eta. 03 h eta 05 h bitarteko igoera zuzena. $+23^\circ$ eta $+27^\circ$ bitarteko deklinazioa. Hil osoan Taurusen izango da. $-4,4$ tik $-4,6$ ra handituko zaio magnitudea.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 4an, 15:00etan, Delta Cephei izar aldakorraren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 10ean, 15ean, 20an eta 26an izango dira beste maximoak.

Hilaren 3an, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorraren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 11n, 18an eta 25ean izango dira beste maximoak.

Hilaren 10ean, European, Lurraren Eguzkiarekiko orientazioa egokia da gaueko lehen orduetan mendebaldean argi zodiakala ikusteko. Oraingoan, Taurus eta Gemini konstelazioak estaltzen ditu Artizarra oinarrian dela.

Hilaren 2tik 4ra, Artizarra ikusi ahal izango da Pleiadeen ondoan.

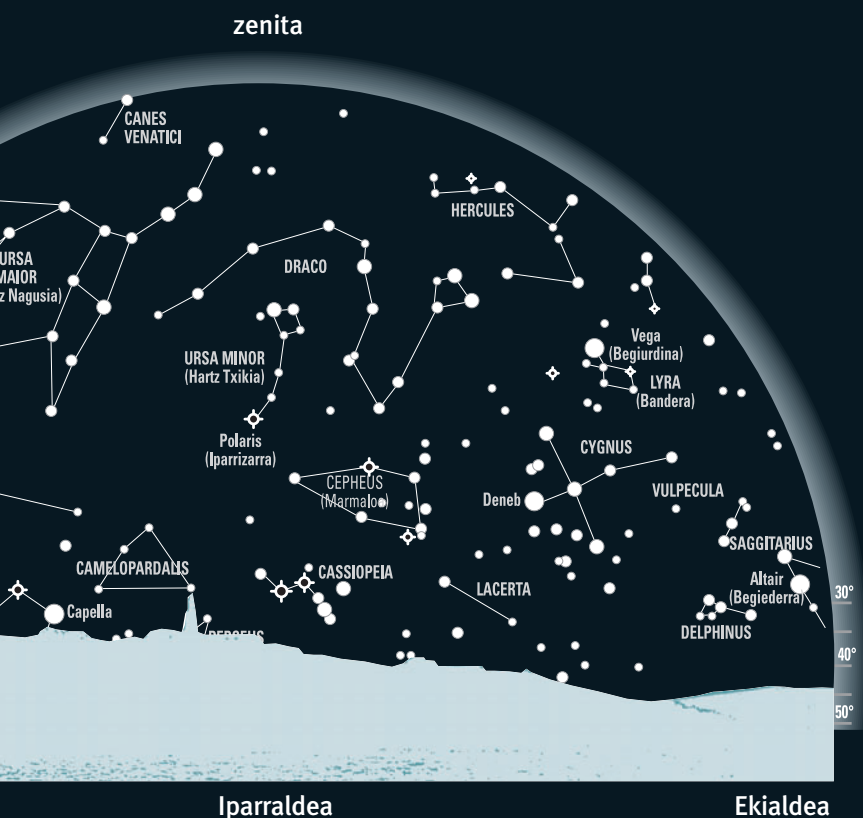
Hilaren 22an, arratsaldeko azken orduan, oso Ilgora fin bat ikusi ahal izango da Jupiter planetaren ondoan, mendebaldeko horizontearen gainean.

Hilaren 24an eta 25ean, arratsaldearen bukaeran, Ilgora eta haren argi hauskara ikusi ahal izango dira Artizarren ondoan.

Teleskopioarekin:

Artizarren fase bat ikusi ahal izango da, gainazalaren zati baino ez baitu argizatua.

Hilaren 25ean, 20:30ean, Ilargiak, (% 17 baino ez du izango argizatua) Tauruseko Dzeta izarra, 3 magnitudekoa, ezkutatuko du. 21:13an agertuko da berriro.



Hilaren 2tik 4ra, Pleiadeen ondoan ikusi ahal izango da.

Marte

Ia gau osoan egongo da ikusgai; mendebaldeko horizontetik +55°-ra baino gorago egongo da gauaren erdian. Hilaren 14an, eretrogradazio-begizta amaitu, eta ekliptikaren ekialderanzko bideari ekingo dio berriz. Igoera zuzena: 10:30 h. +13° eta +11° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Leon izango da. Magnitudea -0,7tik -0,2ra aldatuko zaio.

Hilaren 3an, Ilargi ia betearen ondoan ikusi ahal izango da.

Jupiter

Hilaren 1ean, Eguzkia baino bi ordu eta erdi pasatxo geroago ezkutatuko da; 30ean, hiru ordu-laurden geroago baino ez. Arratsaldean ikusgai den aldiaren amaieran gaude. 03 h-ko igoera zuzena. +15° eta +17° bitarteko deklinazioa. Ariesen

izango da hil osoan. Magnitude bera izango du hil osoan: -2,0.

Saturno

Behatzeko kondizio ezin hobeak izango dira. Oposiziotik igaroko da hilaren 15ean. Horrek esan nahi du Eguzkia, Lurra eta Saturno lerokatuta egongo direla egun horretan. Hilaren 1ean, Eguzkia sartu eta ordubetera aterako da; 30ean, ordu eta erdi lehenago. 0,2ko magnitudeko distira izatera iritsiko da. Lurretik 1.300 bat milioi km-ra dago; beraz, haren argiak 72 minutu inguru behar ditu guregana iristeko. 14 h-ko igoera zuzena. -07°-ko deklinazioa. Virgon izango da hil osoan, Spica izarretik gertu. Magnitudea 0,2tik 0,3ra aldatuko zaio.

Eraztunen inklinazioa +14,2°-tik +13,3°-ra aldatuko da hilean zehar.

Hilaren 7an, 03:53an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 15ean, 05:12an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 23an, 01:14an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Urano

Ezin izango zaio behatu hil honetan ere. 00 h-ko igoera zuzena. +01° eta +02° bitarteko deklinazioa. Piscisen egongo da, eta 5,9ko magnitudea izango du.

Neptuno

Ezin izango zaio behatu maiatzera bitartean. 22 h-ko igoera zuzena. -11°-ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen. Magnitudea 8,0tik 7,9ra aldatuko zaio.



SAREAN+

* Gehitu bi ordu denbora
ofiziala kalkulatzeko.

Mezu kimikoak



Begirik eta belarrik ez duten izakietan, komunikazioa kimika-kontua izaten da. Landareak, adibidez, komunikatzaile petoak dira; hamaika mezu kimiko bidaltzen dituzte, aurkariak uxatzeko, lagunak erakartzeko, edo ingurukoak ohartarazteko. Eta mikroorganismoek ere hizkuntza kimikoan hitz egiten dute, indarrak batu, eta bakarrik ezingo luketena taldean egiteko. Hurrengo zenbakian mezu horiek interpretatzen saiatuko gara.

ARG.: DANEL SOLABARRIETA/ELHUYAR FUNDAZIOA.



Minbizia eta genetika

Minbizi gehienen jatorria edo eragilea ezezaguna bada ere, jakina da kasu batzuek jatorri genetikoak dutela. Kasu horiek identifikatuz gero, gaitzaren garapena eragozteko neurriak hartzeko aukera dago. Horretan dabilta, beste batzuen artean, Donostiako Onkologikoko Genetika Saileko sendagileak. Aldi berean, ikertzaileek minbizi horiek hobeto ezagutzeko ahaleginetan dabilta.

ARG.: ELHUYAR FUNDAZIOA.



Leize-hartz baten bidaia berria

2007an, Gipuzkoako Lezetxiki kobazuloan, leize-hartz baten garezur osoa atera zuten EHUKO arkeologoek. Fossil ikusgarria da, desagertuta dagoen espezie batena. Lurretik atera ondoren, arkeologoek egonkortu egin zuten fosila, eta ikerketa konplexu bati ekin zioten. Fossilak laborategian egin duen bideari jarraituko diogu.

ARG.: GUILLERMO ROA/ELHUYAR FUNDAZIOA.

Argitaratzailea:

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



zientziaren
ELHUYAR
komunitateak

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

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

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

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

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

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

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Elisabete Alberdi, Dani Fano, Igor Leturia, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Hannot Rodríguez.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: Guillermo Roa/Elhuyar Fundazioa

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaskun Etxebeste, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 49,50 €*. Beste herrialdeak: 74 €*.

*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo dizugu harpidetza-sarian.

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

CC BY-NC-ND Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 213-3687

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

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

DOILAN TEGIA Koop. Elk.; LAGUN-ARO SERVICIOS Koop. Elk.;
ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; IKERLAN Koop. Elk.;
MAIER Koop. Elk.

Hodeik ez ditu zientziak bereziki gustuko, baina Estibaliz zientzialari iaioa da; udan bizi izan duten maitasun-istorioaren ondoren, Hodei zientziekiko duen ikuspuntua aldatzen hasi da...



Zientziak ala giza zientziak?

Zuk noren aldeko hautua egiten duzu?

ZzL

12-16 urte

Gazteentzako zientzia-narrazioa irakurketa-liburua, zientziaren eta literaturaren arteko zubia.

2011ko CAF-Elhuyar sarietan **Gazteei zuzendutako zientzia-narrazioak** kategorian saria jaso zuen proiektuaren emaitza da liburu hau.

**% 10
merkeago**
eta
bidalketa-gastuak
DOAN

Liburuaren Nazioarteko Eguna ospatu dezazun, Elhuyarren zientzia eta euskarazko produktuak % 10 merkeago eta bidalketa-gastuak doan apirilaren 23tik maiatzaren 7ra.

www.elhuyar.org/edizioak





aldizkaria.elhuyar.org



Ezagutu *Elhuyar* aldizkariaren webgune berria

- Paperean dagoen edukia formatu digitalean.
- Edizio digitala deskargatzeko aukera.
- Eduki osagarria irakurtzeko atala: iturriak, bibliografia, bideoak, gaiarekin lotutako albisteak.
- Edukiei buruzko iritziak emateko bidea.
- Harpidetzaren datuak kudeatzeko gunea.

Irakurri *Elhuyar* aldizkaria zure tabletan. Harpidetzu eta parte hartu zozketan

Martxoaren 15etik apirilaren 15era bitartean *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkariko harpidedun egiten bazara, tableta baten zozketan sartuko zara.

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

Harpidetza Internet bidez egiteko, sartu **aldizkaria.elhuyar.org** webgunean edo idatzi mezu bat **harpidetza@elhuyar.com** helbidera.

