

ELHUYAR

zientzia eta teknologia



Elkarrizketa:

Iñaki Alegria

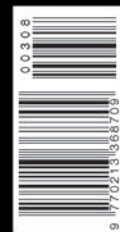
UEUko zuzendari berria

2013ko

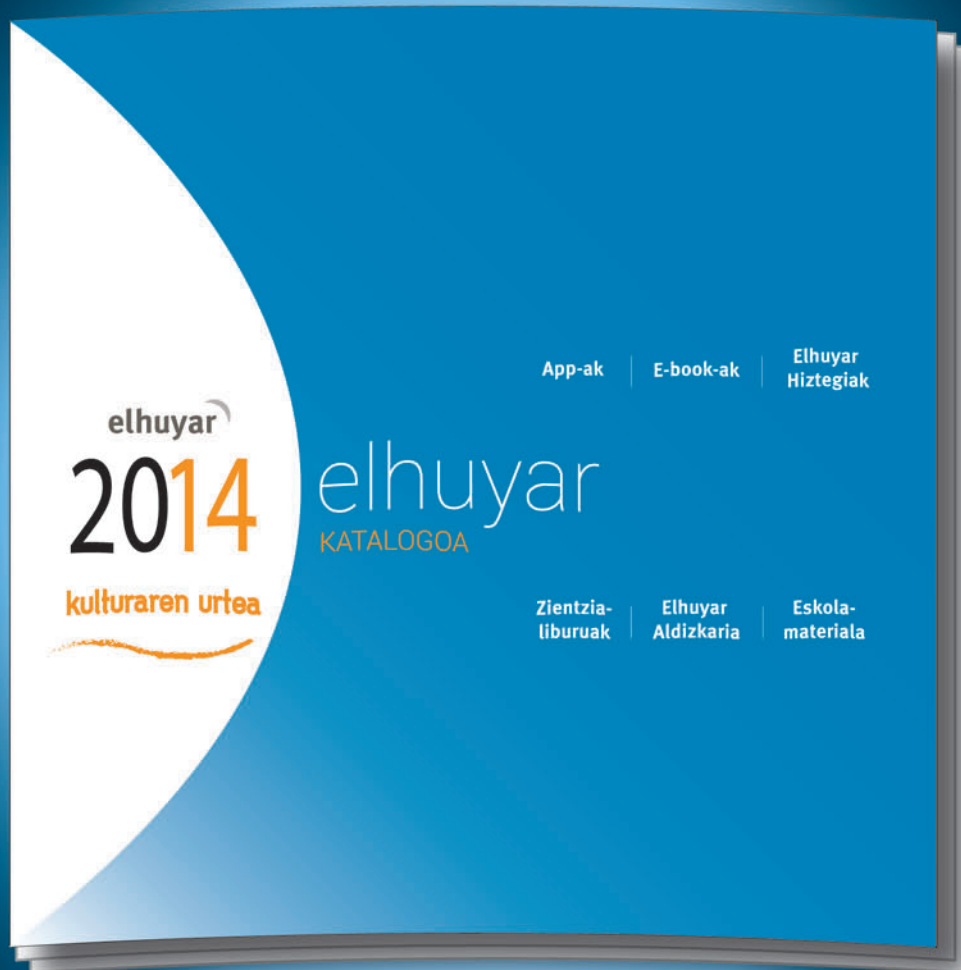
CAF-Elhuyar sariak

EUSKAL HERRIKO SAGUZARRAK

4,70
euro



Elhuyarren **2014**ko
katalogoa eskura



2014an preziorik ez dugu igo!

material berriak,
aukera berriak,

baina **prezioak lehengoak!**

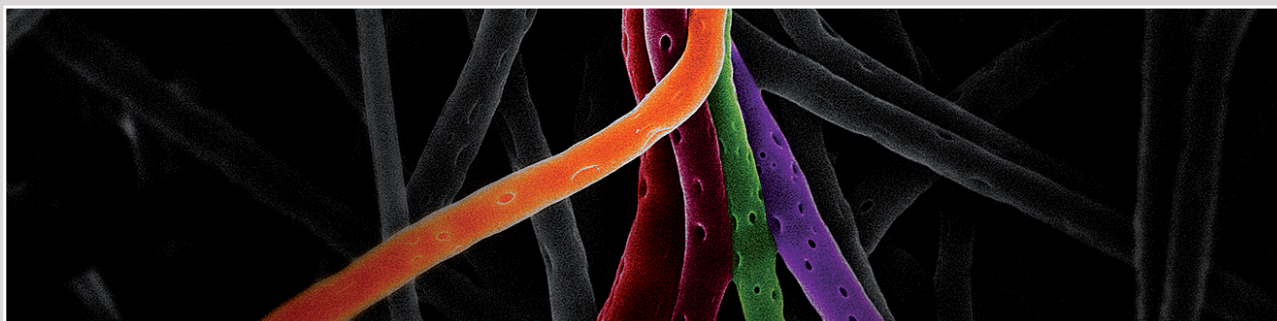
www.elhuyar.org/edizioak



“**E**txean saguzarrak izatea jende askorentzat ohorea izatea lortu dute” 19

“**I**ruditzen zait gutxi goraipatu dela euskara batua eta hizkuntza estandarra sortzeko prozesua” 31

“**A**urtengo Munduko Futbol Txapelketako Brazuca baloia puztutako kubo bat da” 33



“**H**asieran, Kimikako Institutuan emakumerik onartzen ez zenez, sotoan lan egin behar izan zuen” 40

“**M**atematikaren mirariak harritzen nau egunero” 42

Elhuyar efektua

Sormena, elkarlana, dibulgazioa eta diziplinartekotasuna. Balio horien argitara abiatu ziren joan den urrian 2013ko CAF-Elhuyar sariak, "Elhuyar efektua" leloarekin. Euskarazko zientziaren dibulgaziora idazle berriak erakartzeko asmoz 1994ean sortutako sariketaren 20. urteurrena betetzear dela, beste urtemuga bat izan du gogoan 2013ko edizioak: nola, 1783ko irailean, wolframaren berri eman zuten Fausto eta Juan Jose Elhuyarrek Euskal Herriko Adiskideen Elkartearen buletinean. Bergarako mintegian egin zuten aurkikuntza, beste batzuen artean, Xabier Munibe Peñafloidako kondearen bultzadapean sortu zen ikerketa-gunean.

Aurten, Bergarara hurbildu dira CAF-Elhuyar sariak, eta Errekalde Jauregian, Peñafloidako kondearen bizileku izandakoan, ospatu dute sari-banaketa, sortzaile haien ondarea aintzat hartu, eta etorkizunera begira jartzeko, elkarlanaren, dibulgazioaren eta diziplinartekotasunaren bidez.

Elhuyar aldizkaria ere gehitu zaio Elhuyar efektuari, eta zenbaki honetan argitaratu ditugu dibulgazio-artikuluen kategoriako bi lan sarituak: dibulgazio-artikulu orokor onena, eta egilearen tesian oinarritutako dibulgazio-artikulu onena.

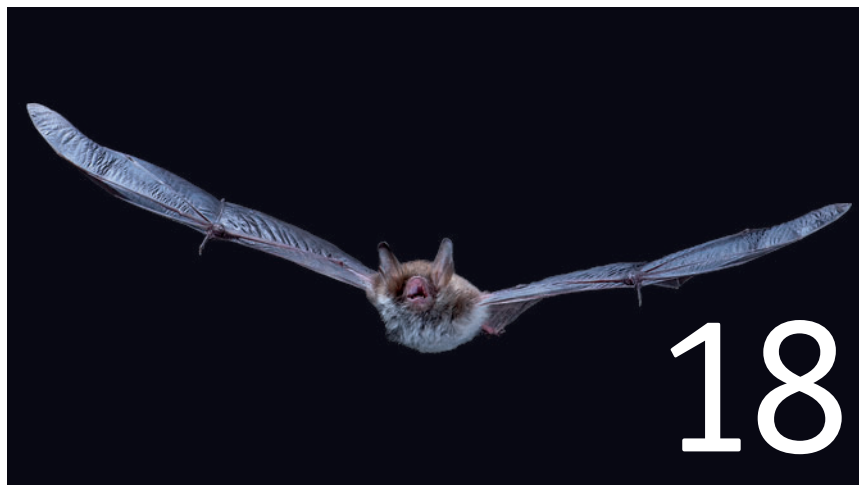
Eta *Elhuyar* aldizkaria bezala, beste asko ere gehitu zaizkio. Esaterako, Bergarako Udala, Errekalde jauregian bertan irekiko duen Laboratorium zientzia-museoarekin. Izan ere, "Elhuyar efektua" ez da Elhuyarren jabetzakoa, eta ez da mugatzen CAF-Elhuyar sarien 2013ko ediziora.

Joan den irailetik hona kultura zientifikoa euskaraz hedatzeko sarean izan den mugimendua sormena, elkarlana, dibulgazioa eta diziplinartekotasuna da. Jon Mattin Matxain kimikariak sortu zuen Twitterren #KulturaZientifikoa ekimena, ondoren jaialdi birtual bihurtu dena. Hiru hilabeteen 120 ekarpen izan ditu jaialdiak, eta agerian utzi du kultura zientifikoa euskaraz bizitzeko eta hedatzeko komunitate osasuntsua dugula sarean.

CAF-Elhuyar sariekin saritutako lanetara iritsi aurretik aurkituko duzue Matxainek berak idatzitako balorazio-artikulua. Eta CAF-Elhuyar sariak 2014ko edizioa izango duten bezala, Kultura Zientifikoa jaialdiak ere izango du bigarren edizio bat. Elhuyarren Zientzia.net webguneak hartu du jada testigua. Ospatzeko arrazoiak ez ditugu falta.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia*
aldizkariaren
zuzendaria



18

BEGIRADA BAT EUSKAL HERRIKO SAGUZARREI

Saguzarrak ikertzearen helburu nagusietako bat da haien kontserbazioan laguntzea, ezagutzen diren saguzar asko arrisku-egoeran baitaude. Babesteko modu bat da haiek ezagutzea, bai eta zer egoeratan dauden jakitea ere. Antton Alberdi biologoak Euskal Herriko saguzarrei buruzko hainbat bitxikeria eta ezaugarri kontatzen ditu.



ELKARRIZKETA

Iñaki Alegria UEUko zuzendaria

Iñaki Alegria Udako Euskal Unibertsitateko (UEU) zuzendari berria da martxotik, baina ez ditu utzi Informatika Fakultatean dituen lanak. Hala, irakaskuntzan, ikerketan eta administrazioan, hiruretan ari da lanean. Elkarrizketan, gogotsu hitz egin digu arlo bakoitzean dituen asmoez eta itxaropenez.

28

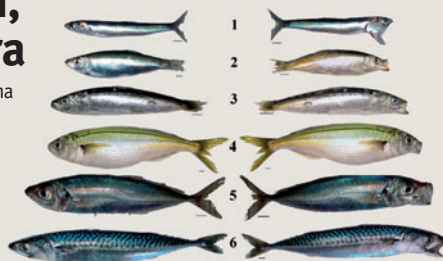
Fikzioa errealitate bihurtzen denean

Agian, giza irudimena gehien erakarri duen fikziozko teknologietako bat teleportazioa izan da. Edonork nahiko luke beretzat gailu batean sartu eta, istant batean, unibertsoko beste toki batean agertzeko gaitasuna. Baina zer dio zientziak horri buruz? Posible al da teleportazioa?

46

Arrainak, otorduetan, ekologiaz mintzo dira

Arrainen elikagaiaren konposizioa eta ugaritasuna aldatzen badira, horrek kate trofikoan eragin zuzena duen heinean, ondorio latzak izan daitezke arrainen ugaritasunean, eta, ondorioz, arrantzan. Tesi honetan, Bizkaiko golkoko espezie pelagiko txikien elikadura-ohiturak aztertu dira, arrantzaren kudeaketa hobetzeko.



50



Baloi platonikoak

Aurtengo Munduko Futbol Txapelketako Brazuca baloia airez puztutako kubo bat da, eta futboleko baloi ohikoena, pentagono beltz eta hexagono zuriduna, ikosaedro bat eraldatuta sortzen da. Kuboa eta ikosaedroa poliedro bereziak dira, futbolaren inguruan sortzen den zaletasuna, edo maitasuna, ere berezia den bezala. Poliedroak zein maitasuna, biak platonikoak dira.

33

LEKUKOA

Enrike Zuazua

Enrique Zuazuak grinaz bizi du matematika. Ezin du ezkutatu matematikarekiko sentitzen duen erakarpina, lilura, eta, gainera, lilura hori kutsatzen saiatzen da, uste osoa baitu gizartearen motor nagusietariko bat dela matematika.



42



aurkibidea]

4 FLASHA
EHUko Argazki Zientifikoan
V. Lehiaketa

6 ALBISTEAK

18 **BEGIRADA BAT
EUSKAL HERRIKO
SAGUZARREI**

28 ELKARRIZKETA
Iñaki Alegria

33 Baloi platonikoak

38 ANALISIA
#KulturaZientifikoa
1. Jaialdiaren inguruko
hausnarketa
JON MATTIN MATXAIN

40 ISTORIOAK
Gutunak erbestetik, fisioaz

42 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Enrike Zuazua

43 SATORRAK ILARGIAN

CAF-ELHUYAR SARIAK 2013

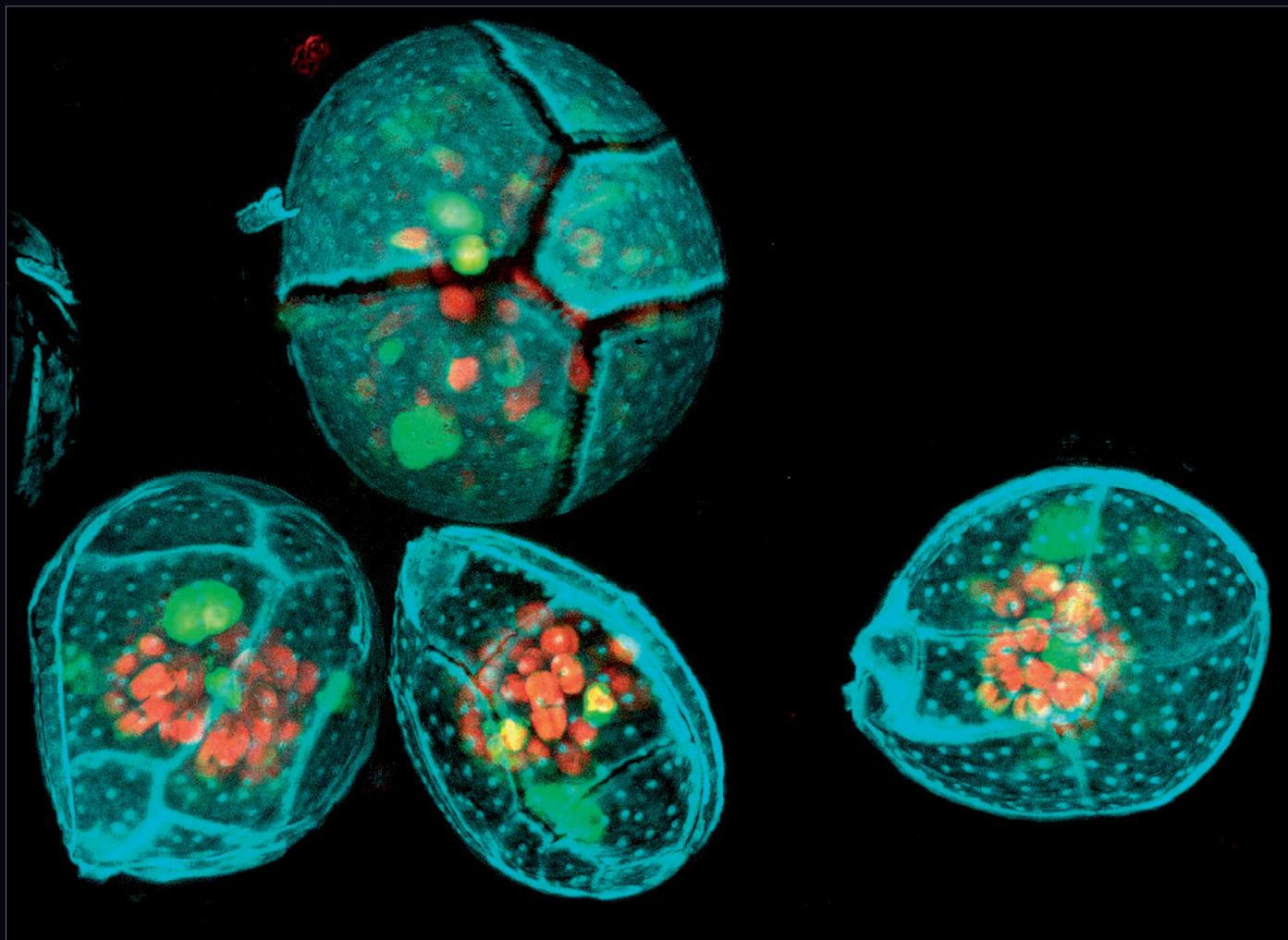
46 **Fikzioa errealitate
bihurtzen denean**
GORKA AZKUNE

50 **Arrainak, otorduetan,
ekologiaz mintzo dira**
ENEKO BACHILLER

54 ASTRONOMIA

56 HURRENGO ZENBAKIAN

EHUko Argazki Zientifikoen V. Lehiaketa



Ozeanoetako arriskuak

Ostreopsis generoko mikroalgei mikroskopio konfokalaren teknika erabiltuta egindako argazkia da hau. Itsas mikroalga horiek (70-90 μm) "ederrak bezain arriskutsuak dira", dio Helena Dias-ek deskribapenean, giza osasunarentzat kaltegarriak diren toxinak baitituzte. Mikroskopio konfokalaren teknikari esker, kanpoko azala osatzen duten plakak eta barruko organuluak ikus litezke, eta alga identifikatzeko bidea ematen du horrek. ARG.: HELENA DIAS DAVID.

Ozeanoetako ezkutuko arriskuez ohartarazten gaitu batek, eta besarkada birsortzaile itxaropentsu bat dakarkigu besteak. Irudi ikusgarri hauek EHUko Ikerketako Zerbitzu Orokorrak antolatutzen duen Argazki Zientifikoen V. Lehiaketako irabazleak dira.

Biziaren zientzien arloko kategorian, Helena Dias Davidek irabazi du

“Ozeanoetako arriskuak” lanarekin; eta, materialen teknologia eta zientzietako kategorian, Aitor Larrañaga Esparteroren “Besarkada birsortzailea” izan da saritua.

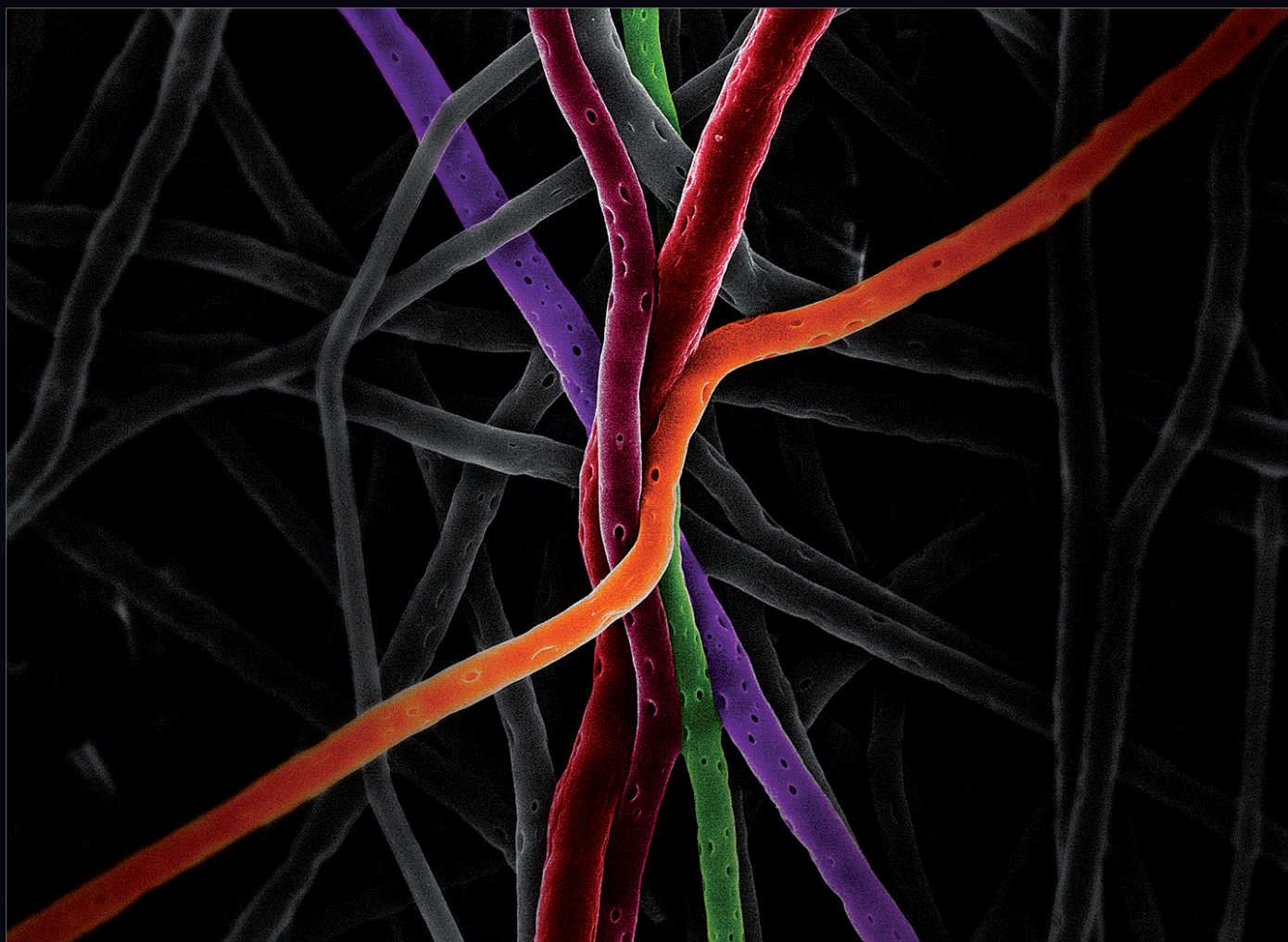
Mikroskopia bidez egindako argazkiak saritzen ditu lehiaketak, eta aurtengo edizioan 61 argazki aurkeztu dituzte 37 ikertzailek.

Epaimahaiak, “irudien ikusgarritasuna, zailtasun teknikoa, emaitza zientifikoa, originaltasuna eta estilo didaktikoa” nabarmendu ditu saritutako lanetan.●



SAREAN+

Saritutako argazkiez gain, sariketara aurkeztu diren 61 argazkiak ikusgai daude lehiaketaren webgunean.



Besarkada birsortzailea

Ekorketazko mikroskopia elektroniko (SEM) baten bidez hartutako argazki honek hiru mikratak polimero-zuntz biodegradagarriak erakusten ditu, elkarri lotuta. Mikro-zuntz horien bidez kolageno-zuntzak imitatzea da helburua, eta kaltetutako giza ehun eta organoak birsortzeko matrize gisa erabili ahal izatea egunen batean. ARG: AITOR LARRAÑAGA ESPARTERO.

Kutsatzaileen ondoriozko arrain arren emetzea euskal kostaldean zabalduta dagoela berretsi dute

Euskal kostaldeko arrain arrek emetzearen zantzuak dituztela ikusi dute EHUko Biologia Zelularra Ingurumen Toxikologian taldeko kideek. Aurrikuntza Urdaibain egin zuten 2007/08 urteetan, eta, orain, beste hainbat estuarioetan ere gertatzen dela berretsi dute. Emetzearen eragileak estrogenoaren antzera jokatzaren duten kutsatzaileak dira, eta, besteak beste, arrain arrek oboziotak —heldu gabeko obuluak— garatzea eragiten dute.

Lazunak izan dituzte aztergai EHUko Biologia Zelularra Ingurumen Toxikologian taldeko ikertzaileek, eta, guztira, sei gunetako arrainak aztertu dituzte: Arriluze eta Gernika 2007/2008an, eta, harrez gero, Santurtzi, Plentzia, Ondarroa, Deba eta Pasaia. Neurri handiagoan edo txikiagoan, guztietan antzeman dute arrain arren emetzea, bai arrainen gonaden ezaugarrietan, bai eta zenbait markatzaile molekularren bidez ere.

Ikerketa-taldearen zuzendari Miren P. Cajaravilleren esanean, emaitzek agerian uzten dute “disrupzio endokrinoa hedatuta dagoela gure estuarioetan, eta horrek esan nahi du arazo bat dugula hor kutsatzaileekin, beste herrialde batzuetan detektatu duten bezala”. Ikerketaren emaitzak *Science of the Total Environment* eta *Marine Environmental Research* aldizkarietan argitaratu dituzte, artikulu bannatan.

Hormona gisa jokatzaren duten kutsatzaileak

Disruputore endokrinoak dira emetzearen eragileak, eta erabilera arrunteko produktuak dira haien iturria: plastifikatzaileak, pestizidak, pilula antisorgailuak, fragantziak eta detergenteak, nagusiki. Hormona gisa jokatuz hormonon oreka apurtzen dute organismoan, eta gai dira organismoak emetzea edo artzea eragiteko.

Gutxi ezagutzen da oraindik kutsatzaile horiek ekosistemetan duten eraginari buruz, eta, horregatik, lortutako emaitzen garrantzia nabarmendu du Cajaravillek: “garrantzitsuak dira, ikusteko kutsatzaile horiek zein mailatan dauden gure estuarioetan eta ibaietan, eta zer efektu dituzten, horren arabera, neurriak hartu ahal izateko”.

Aztertutako estuario guztietan aurkitu dituzte lazun arren emetzearen frogak. Sei estuarioetatik hirutan (Gernikan, Pasaian eta Deban) arrain intersexualak aurkitu dituzte, hau da, testikuluetan heldu gabeko obuluak zituzten aleak, tokian toki, jasotako lazunen % 12 eta % 64 artean. Horrez gain, estuario guztietan eman dute positibo emetzearen bi adierazle molekular nagusiek: ar gehienek (% 60 eta 91 artean) bitelogenina proteina zuen gibelean (berez emeek bakarrik espresatzen duten proteina bat), eta, garunean, berriz, Cyp19a1b aromatasia kodetzen duen genearen espresio-maila ere handia zuten; estrogenoen sintesia parte hartzen du proteina horrek, eta, emetzearen adierazle ona da arren garunean espresatzea.

Lagindutako guneen analisi kimikoa ere egin dute ikertzaileek: “Kimikari analitikoekin batera egin dugu lan denbora guztian, eta leku bakoitza ikuspegi kimikotik eta ikuspegi biologikotik karakterizatu dugu —azpimarratu du Cajaravillek—. Horri esker, egiaztatu ahal izan dugu korrelazioa dagoela haien presentziaren eta emetze fenomenoaren artean”. Arrainen beazun-laginetan neurtu dituzte kutsatzaileak, eta, Cajaravilleren esanean, aurkitutako korrelazioak erakusten du kutsatzaileak direla arrain arren emetzearen eragileak. ●



Miren Cajaraville irakasle katedraduna, EHUren Biologia Zelularra Ingurumen Toxikologian ikerketa-taldeko burua. Unibertsitate bereko Kimika Analitikoa saileko ikertzaileekin batera, Euskal kostaldeko arrainen disrupzio endokrinoari buruzko azken lana argitaratu dute. Argazkiko arrainak zebra-arrainak dira, eta mundu guztian erabiltzen dira eredu gisa disrupzio endokrinoa laborategiko esperimentuetan ikertzeko. ARG.: EHU.

Birus bat biointsektizida bihurtu dute, askotariko laboreei eraso egiten dien izurri baten aurka

Nafarroako Unibertsitate Publiko ikertzaile batek, birus bat oinarri hartuta, *Chrysodeixis chalcites* sitsaren kontrako intsektizida sortzea proposatu du. Baratze-labore, labore apaingarri eta fruta-laboreen izurri handienetakotzat hartzen da sits hori, haren beldarrek landa-espezie asko jaten baitituzte.

Alexandra Bernal nekazari-tza-ingeniari teknikoak Kanariar Uharteetan egin du ikerketa, eta, zehazki, bananadiak izan ditu aztergai, inguru horretan *Chrysodeixis chalcites* sitsak "izurria eragiteko arrisku handiena duen laborea baita", argitu du. Izan ere, uztaren pisu guztiaren % 30erainoko galerak eragiten ditu sitsa horrek Kanarietan.

Bakulobirus bat aukeratu du ikertzaileak sitsaren kontrako biointsektizida diseinatzeko. Bakulobirus hori sitsen azpifa-

milia bati baino ez die eraso egiten, Plusiinae azpifamiliari, hain zuzen, eta, hortaz, "haie-tatik biointsektizida sortzeko beharrezko biosegurtasun-ezaugarriak ditu", ziurtatu du Bernalek.

Birusarekin infektatutako larba bat hiltzen denean, infekzio-iturri bihurtzen da, laboreen gainazala kutsatzen duelako. Hala, labore horretako beste larba batzuk infektatzen dira, eta modu berean hiltzen dira. "Bi larbarekin bakarrik futbol-zelai baten besteko azalera tratatu ahal izan genuen", dio ikertzaileak. Biointsektizidaren eraginkortasuna baieztatzeko, emaitzak intsektizida kimiko eta biologikoenekin alderatu zituzten, horiek erabiltzen baitira Kanariar Uharteetako platanondo-sailetan. "Ikusi genuen gure produktua 3 edo 4 aldiz eraginkorragoa dela", gaineratu du. ●



Banana-uztaren pisu guztiaren % 30erainoko galerak eragiten ditu sitsak Kanarietan. ARG.: © DENOVAO/DOLLAR PHOTO CLUB.



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

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





Siriako Tell Qarassa aztarnategian aurkitutako hagatxoa. ARG.: CSIC.

Giza sinbolismoaren garapena ulertzen lagundu duen aurkikuntza Sirian

Zizelkatutako bi aurpegi dituen hagatxo bat aurkitu dute

Arte figuratiboak izandako bilakaera ulertzen lagundu du Siriako Tell Qarassa arkeologia-aztarnategian aurkitutako hezurrezko hagatxoak. Espainiako CSICek zuzentzen duen nazioarteko ikerketa-taldeak *Antiquity* aldizkarian argitaratu berri duen artikuluan ezagutzera eman duenez, hezurrezko hagatxoak 8.000 urteko antzinatasuna du, eta zizelkatutako bi giza aurpegi ageri ditu.

“Ehiztari-biltzaileen ikonografiak animalien irudi naturalak adierazten ditu; giza irudia, berriz, modu eskematikoa adierazten du, salbuespen gutxi batzuetan izan ezik —azaldu du CSICeko Juan Jose Ibañez Ikertzaileak—. Neolitikoaren

sorrera bultzatu zuten alda-keta sozial eta ekonomikoak ematen hasi ziren heinean, giza irudia jarri zen irudikapen sinbolikoen erdigunean, eta Tell Qarassan aurkitutako hagatxoan agertzen diren antzeko giza aurpegi adierazpen naturistak azaldu ziren”, argitu zuen Ibañezek.

Sirian aurkitutako hagatxoak 51 milimetroko luzera, 17 milimetroko zabalera eta 7 milimetroko lodiera du. Duela 8.200 urte inguru, bobido handi baten sailhetsa erabiliz egin zuten, ziurrenik uro euroasiar baten hezurra. Bata bestearen gainean irudikatutako bi aurpegi ezaugarri berdinak dituzte: kopeta garai eta zabala, beti le gaineko arku zehatza,

begi itxiak, kopetarekin lotutako sudur luze eta zuzena, ebakidura txiki eta zuzen baten bidez egindako aho txikia eta kokots biribila. Bi aurpegi ez dute ilearik ezta belarrik ere.

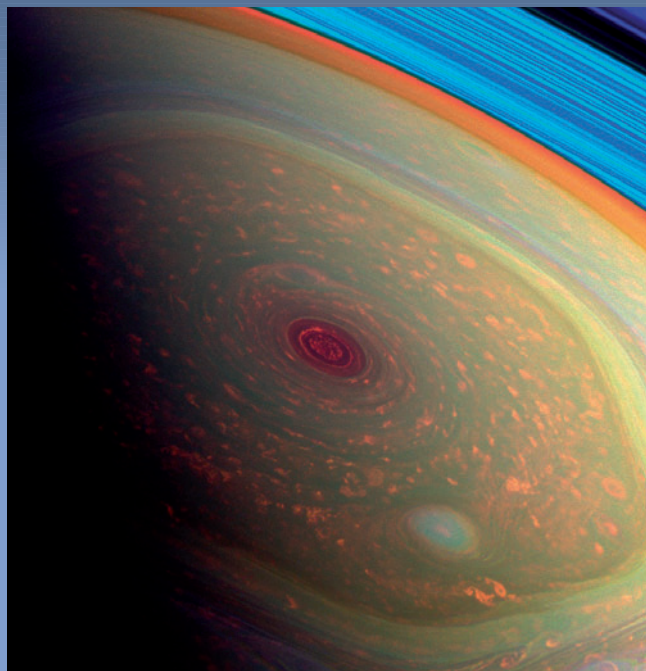
Paleolito eta Neolitoaren arteko trantsizioan era honetako aurpegiak ageri dira bai eskultura monumentaletan bai modelatutako garezurretan (aurpegierak modelatuta dituzten arbasoen garezurrak). “Kasu bietan, naturaz gaindiko izaki eta gizaki bizidunen arteko lotura sustatzeko balio du aurpegiaren irudikapenak”, nabarmendu zuen Ibañezek. “Neolitoaren sorrerarekin lotzen den berrikuntza nagusietako bat da hori”. ●

Saturnoko hexagonoa: fenomeno harrigarria

Orain dela hogeita hamar urte Saturnoren iparraldeko poloa inguratzen duen hexagono-formako egitura bitxi bat deskubritu zen. Orain, EHUko Zientzia Planetarioen Taldeak fenomeno zehatz-mehatz aztertu eta neurtu du sei urtez, eta, beste lorpen batzuen artean, haren errota-zio-aldia ezarri ahal izan du. Ikusi dutenez, aldi hori planetarena berarena izan liteke. Hain zuzen ere, Saturno eguzki-sistemako planeta bakarra da errotazioa egiteko zenbat denbora behar duen ezagutzen ez dena. Halaber, jakitera eman dutenez, oso egitura egonkorra da hexago-

noa, eta Saturnoko urtaroko aldaketek ere ez dute inolako eraginik horretan, oso gogorak badira ere. Planetaren ardatzak 27 gradu makurdura duenez, zazpi urtetik gorako gau polarrak izaten ditu, eta, ondoren, argiztapen aldakorra duen 23 urteko aldi luzea dator.

Ikerketa *Geophysical Research Letters* aldizkarian argitaratu dute, eta azalean ere agertu da. Besteak beste, 2004tik Saturnoren inguruan orbitan dagoen Cassini espazio-ontziak egindako bereizmen oso handiko irudiak baliatu dituzte beren ikerketa eta neurketak egiteko. ●



Saturnoren iparraldeko poloko hexagono-formako egitura aztertu dute EHU sei urtez. ARG.: NASA/JPL-CALTECH/SPACE SCIENCE INSTITUT.

kindle

Kodeen liburua

Erabili Elhuyar hiztegia zure **Kindlean***

Sarrera



Elhuyar hiztegia,
castellano-vasco
4 €

Elhuyar hiztegia,
euskara-gaztelania
4 €

www.elhuyar.org/hiztegiak-kindle

* **Kindle** irakurgailu hauetarako erabilgarri: DX, Touch, Classic, Paperwhite

Gamma izpiak banaka

Fotoiak banan-banan sortu eta igortzeko teknika oso energia altuko esparrura iritsi da

Fotoiak banaka igortzeko teknologia aurrerapauso bat egin du Texasko A&M Unibertsitateko fisikarien lanari esker: orain, gamma izpiak ere igor ditzakete banaka fisikariek. Oso energia altuko fotoiak dira, eta naturan oso prozesu gutxitan sortzen dira; baina teknika berri horren bitartez, artifizialki sor daitezke modu kontrolatuan.

Fisikariek kobalto-57 baliatu dute, berez gamma izpiak igortzen dituen isotopo erradioaktiboa delako, eta haren erradiazioa kontrolpean hartzeko sistema bat garatu dute. Horretarako, burdin

atomoen nukleoeek xurgatu behar dute erradiazioa, eta berriz ere igorri fotoi bakarretako pultsua osatuta. Burdin atomoa tartekatuta geratzen da kobaltoaren eta azken igorpenaren artean, eta fluoreszentziaren antzeko prozesu baten bitartez lortzen du kontrola. Baina ezberdintasun bat dago: fluoreszentzia hainbat atomoen elektroien jauziek eragiten dute, eta, gamma izpien kasuan aldez, burdin atomoaren nukleoan sortzen da efektua.

Gamma izpiak argi ikusgaia ordezkatzeko teknologia askotan. Zuntz optiko bidez-



ARG.: GUILLERMO ROA/ELHUYAR ZIENTZIA

ko komunikazio kuantikoa eraginkorragoa izango litza-teke gamma izpiak erabilia, adibidez, zenbat eta energia altuagokoak izan errazago detekta eta fokura daitezkeelako. Gainera, beste teknologia batzuek ezinbestekoak dituzte gamma izpiak, Mössbauer espektroskopi-

koak, esate baterako. Gaur egun, energia-maila askotako fotoiak, denak batera, bidaltzen zaizkio aztertu behar den laginari, tartean gamma izpiak ere egon daitezke; baina teknika berriaren bitartez, gamma izpi hutsezko erradiazioa erabili ahal izango da. ●



Zure trebakuntza
ibilbidea erabakitze
ko behar duzun informazio
guztia gida bakar batean

#KulturaZientifikoa 2. Jaialdia



elhuyar
Zientzia

**Animatu
parte hartzero!**

Posta elektronikoa: kzjaia@gmail.com

Twitter: [@zientzianet](https://twitter.com/zientzianet)

erabiltzaileari bidali zure sarreraren esteka [#KZJaia2](https://twitter.com/kzjaia2) traola erabiltza

Facebook: [KulturaZientifikoa Jaialdia](https://www.facebook.com/KulturaZientifikoaJaialdia) talde publikoa

Eguzki-sistema exotikoa: eraztunak asteroide baten inguruan

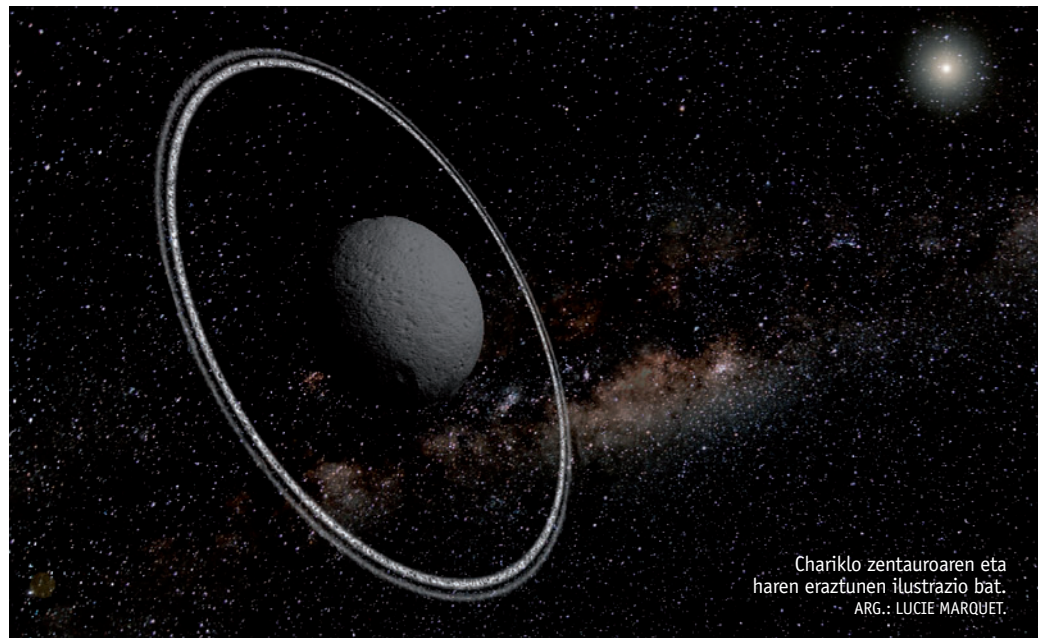
Kariklo objektuak inguruan eraztunak dituela detektatu dute Brasilgo MCTI behatoki-ko astronomoek. Orain arte, Eguzki-sistemako planeta erraldoietan bakarrik detektatu dira eraztunak.

Nature aldizkarian eman dute aurkikuntzaren berri.

Asteroide eraztunduna

Zentauroen taldeko gorputz handiena da Kariklo (124 km-ko erradioa du), eta 1997an detektatu zuten lehenengoz (Jupiter eta Neptuno artean dauden objektu txikiei deritze zentauro; asteroideak diruditen arren, kometa gisa ere jotzen dute askok). Harez gero egin zaion jarraipenean, datu "arraro" batzuk detektatu dituzte astronomoek, eta, orain, badute emaitza arraro horien azalpena: Kariklok eraztunak ditu inguruan.

Aurkikuntza 2013ko ekainaren 3an egindako behaketa batzuen emaitza da. Egun hartan Kariklo izar baten aurretik igarotzekoa zen, eta Brasilgo MCTI behatoki-ko astronomoek teleskopio andana zuten prest ezkututzea ikusi ahal izango zen Hego Amerikako 1.500 km-ko eremuan barrena. Ezkututzea ohiko behaketa-teknika da astronomoentzat. Objektuak ezkutatutako izarraren argian gertatzen diren aldaketak neurtuta, objektuari bu-



Chariklo zentauroaren eta haren eraztunen ilustrazio bat.
ARG.: LUCIE MARQUET.

ruzko informazioa lortzen dute astronomoek. Kasu honetan, Karikloren tamaina fintzea eta itxura zehaztea ziren behaketaren helburua, baina Kariklok sorpresa bat zuen astronomoentzat.

Ezkutatzearen emaitzek agerian utzi dute Kariklok dentsitate handiko bi eraztun dituela inguruan: bata 7 km-ko zabalerakoa 391 km-ra, eta bestea 3 km-ko zabalerakoa 405 km-ra. Eraztunen hipotesiak ezin hobe egiten du bat bai ezkututzean behatutakoarekin, bai eta Karikloren seinaleetan detektatutako anomaliekin ere. Izan ere, 1997 eta 2008 artean, objek-

tuaren distira apaldu egin zen gradualki, eta, izotzaren seinalea ahuldu; 2008tik, berriaz, kontrakoa ari zen gertatzen. Eraztunek ondo azaltzen dute zergatik ikusten zen hori Lurretik, Kariklo sistemaren eta Lurraren arteko posizio/orientazio erlatiboak aldatu ahala.

Astronomoek ez dakite oraindik nola sortu zen halako eraztunen sistema ñimiño bat. Cornell Unibertsitateko Joseph A. Burn astronomoaren esanean, "Karikloren grabitate-indar erlatiboki txikia aintzat hartuta, ez dirudi oso probablea objektuarekin batera sortu izana eraztunak.

Seguru aski, gure ilargia sortu zuen talka katastrofikoaren pareko gertaera batek sortuko zituen eraztun horiek ere", idatzi du *Nature* aldizkarian bertan argitaratutako artikuluan. Baina ez da aukera bakarra.

"Karikloren inguruan eraztunak detektatzeak zur eta lur utziko ditu planetei bu-ruzko ikertzaile asko —bukatzen du artikulua—. Baina halakoak izan da beti planeten esplorazioa: ideia teori-koetatik gutxitan etorri dira aurkikuntzak eman dituzten bilaketak; alderantziz, halako aurkikuntzak izan ohi dira jakintza berrietarako bidea".●



01423 Sobron (Araba)

tel.: 945 359016

faxa: 945 359137

http: www.aventurasobron.com

h. el.: info@aventurasobron.com

Etor zaitetz ezkutuko ingurune natural hau
ezagutzera eta abenturaz gozatzera

Sobrongo abentura-zentroa

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



Eskola-umeentzako prezio bereziak

Donostian

UZTAILAK 2,3 eta 4



hh

XV. HIK HASI Udako Topaketak

Donostia. Uztailak 2, 3 eta 4

Matrikulatzeko azken eguna: maiatzaren 31



IKASTAROK: Metodo berriak prestakuntzan ♦ **Pedagogia Sistemikoa** ikasgelan ♦
EUSKARAOLA hizkuntz tailerra ♦ Oinarrizko konpetentziak lantzeko: BLOK ♦
Kalea esploratu, eraldatu eta ikasi! ♦ **Eskola libre eta demokratikoak** ♦
Hezkuntzan zailtasunak: hezitzailearen erantzunak ♦ **Nerabeak eta hezkidetza** ♦
XXI. mendean eskuz idazten ♦ **Haurrentzako masajea** ♦ Pentsamendu autonomia eta
sortzailea ♦ **Nola saihestu gatazkak** ♦ Emozioak hezkuntzan ♦ **Euskal mitologia** eskoletan
♦ **Entrenamendu Mentala** ♦ Bideoa ♦ **Dantza eta gorputz hizkuntza** ♦ **10 plastika**
proposamen ♦ Espresio tailerra ♦ **Animaliek lagundutako esku-hartzeak** ♦
KIROL EGOKITUA ♦ Harrerako haurren hezkuntza ♦ **“IRRIA” aldizkaria** gelan ♦
Ahotsaren erabilera egokia ♦ Grafodramamusikamotrizitatea ♦ **Yoga eta Kontzentrazio**
Teknikak eskolan ♦ **Coaching** ♦ **Zeinu hizkuntza** ♦ **Pikler-Loczy pedagogia**

Informazioa: www.hikhasi.com

943 371 408

Kromosoma bat sintetizatu dute laborategian, sekuentziaren diseinutik abiatuta

Lehen aldiz, legamia baten kromosoma bat diseinatu eta sintetizatu dute, eta funtzionala dela frogatu dute. Zehazki, *Saccharomyces cerevisiae* legamiaren hiru-garren kromosomaren ordezkua egin dute, ikertzaileak eta ikasleak elkarlanean, New York Unibertsitateko Jef Boeke genetikariaren gidaritzapean, *Build a genome* ("Eraiki genoma bat") egitasmoaren barruan.

Hala, 73 egilek sinatzen dute *Science* aldizkarian argitaratu duten ikerketa. Artikuluan azaldu dutenez, *S. cerevisiae* legamiak 16 kromosoma ditu; haren genoma osoak 6.000 gene ditu, eta haietatik 5.000 inguru, bakarka, ez dira beharrezkoak. Horietatik, ordea, zenbat ez dira beharrezkoak aldi berean? Galdera horretan oinarritu dira kromosoma osoa diseinatu eta sintetizatzeke.

Horrela, erabat aldendu dira orain arte beste ikertzaile batzuek, hala nola Creig Venterrek edo George Churchek, probatu duten bidetik. Izan ere, haiek genomen kopia sintetikoak egiten saiatu dira, baita lortu ere, bakterioetan.

Oraingo ikerketan, urrunago joan dira, legamiak eukariotoak baitira, eta, beraz, bakterioak baino konplexuagoak, eta, gainera, garatu duten metodologia berria eraginkorra dela frogatu dute.

Hirugarren kromosomaren baliokidea egin dute, *S. cerevisiae*ren hirugarren txikiena. Jatorrizko kromosomaren sekuentzia hartu dute oinarritzat, eta haren baseak ezabatu dituzte eta batzuk berriekin ordezkatu dituzte, beti ere egonkorra eta funtzionala dela bermatuz.

Bokeren esanean, 50.000 aldaketa baino gehiago egin dituzte DNA-kodean,

"eta gure legamia oraindik bizi da". Egonkorra eta funtzionala dela erakutsi dute, eta, are gehiago: funtzio berriak ere eman dizkiote.

Ikerketa horretan oinarrituta, sendagai eta txerto berriak egiteko bideak zabalduko direla iragarri du Boeckek, eta antzeko itxaropena erakutsi dute beste ikertzaile askok ere. Dena dela, ekarpena ez da medikuntzara mugatzen; hain zuzen, bio-remediazioan eta bioerregaien arloan ere baliagarria dela ere aipatu dute, besteak beste.

Hurrengo pausoa beste kromosomekin jarraitzea izango da. Bi urte barru, kromosoma guztiak izango dituztela espero dute; organismo berean guztiak batera izandakoan, organismoa funtzionala izango den da erronka. ●



Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

kluster@soziolinguistika.org

http://www.soziolinguistika.org/

Soziolinguistika Klusterra

Martin Ugalde K.P. 20140 - Andoain

BAT aldizkariaren 89. zenbakia!

HAUSNARTU EUSKAL SOZIOLOGISTIKA SARIAK

LAN SARITUEN ARTIKULUAK BAT ALDIZKARIAN ARGITARATU BERRIAK



1. SARIA

Lantokietako ahozko erabileraren neurketak. Interpretaziorako eta interbentziorako hainbat gako. Haritz Goikoetxea. EMUN Koop.

02. SARIA

Ingurune euskalduneko gazteak eta hizkuntza idatzia, eskolan eta eskolatik kanpo. Garbiñe Bereziartua. DREAM taldea. Euskal Herriko Unibertsitatea

3. SARIA

Sormen-ekosistema bat euskarazko komunikazioarentzat. Aitor Zuberogoitia, Goio Arana, Eneko Bidegain eta Txema Egaña. Hezikom-HUHEZI- Mondragon Unibertsitatea

BESTE EGILE BATZUK...

Itxaro Artola, Karmelo Ayesta, Gorka Blanco Mata, Ariane Ensunza, Miguel Galicia Lambarri eta Sergio Foruria Amunategi, Eztitxu Harignordoquy

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

entzun **zientzia.net!**

www.zientzia.net

entzun **Elhuyar aldizkaria!**

<http://aldizkaria.elhuyar.org>



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



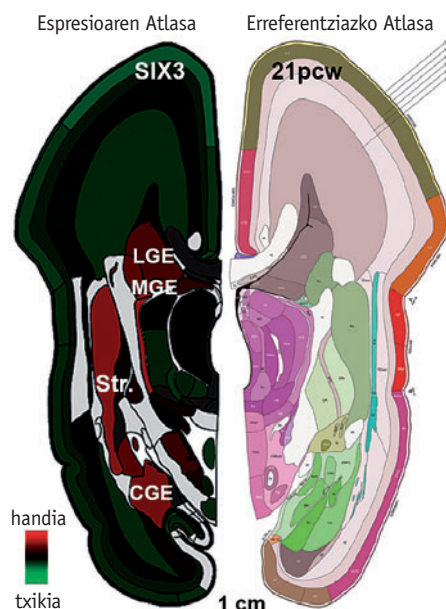
Piztu bozgorailuak, eta
GOZATU zientziaz!

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

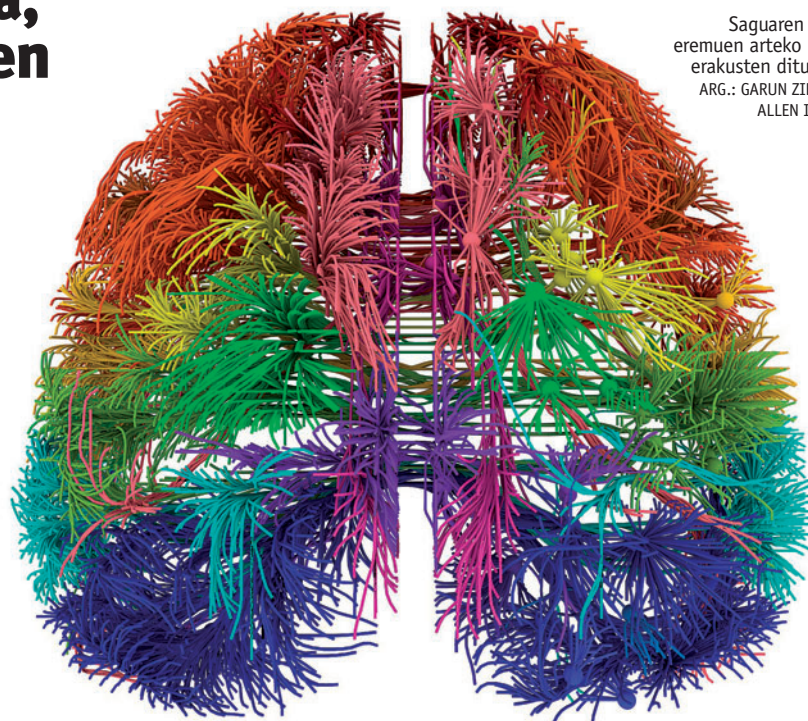
Garunaren bi mapa, BRAIN proiektuaren lehen fruituak

Oraindik ez da urte erdi bat ere igaro Rafael Yuste neurobiologoak BRAIN proiektua aurkeztu zuenetik Donostian, *Passion for Knowledge-Quantum* ekimeneko hitzaldietako batean, eta dagoeneko argitaratu dituzte proiektuaren lehen emaitzak. Nature aldizkariak plazaratu ditu, bi artikuluren bidez. Batean, giza enbrioaren garunaren gene-espresioaren atlasa azaldu dute, eta, bestean, saguaren neurona-konexioen mapa. Garun Zientziarako Allen Institutuko ikertzaileek sinatzen dituzte bi artikuluo, eta, haien arabera, biak ere giltzarri dira giza garunaren eta neurona-zirkuitoen garapena ulertzeko.

Iazko udaberrian abiarazi zuten BRAIN proiektua, asmo handiekin: garunaren funtzionamenduaren mapa osatzea, bai pertsona osasuntsuetan, bai gaixoetan. Hiru helburu nagusi dituzte: garunak informazioa nola prozesatzen duen ezagutzeta, zelulen funtzioa maila genetikoan ulertzea, eta garuna osatzen duten zelulak guztiak identifikatzea eta sailkatzeta, baita haien arteko loturak ere. Nazioarteko ikertzaile ugari dabilta proiektuan, Garun Zientziarako Allen Institutuaren gidaritzapean, eta lankidetzak horren erakusle dira orain argitaratu dituzten artikuluo.



Enbrio-garunaren atlasaren irudietako bat.
ARG.: GARUN ZIENTZIARAKO ALLEN INSTITUTUA.



Saguaren kortexeko eremuen arteko konexioak erakusten dituen irudia.
ARG.: GARUN ZIENTZIARAKO ALLEN INSTITUTUA.

Aipatzekoa da lortzen dituzten datu guztiak publikoak direla. Hala, ikertzaileek aurreratu dutenez, lehen artikuluan aurkeztu duten giza enbrioaren garunari buruzko atlasa oso baliagarria izango da zientzialari askorentzat. Ideia hori berretsi du Thomas R. Insel Estatu Batuetako Osasun Mentaleko Institutuko zuzendariak: "Atlas hau dagoeneko aldatzen ari da giza garunaren bilakaera eta garapen neuronalarekin lotutako gaixotasunak (hala nola autismoa eta esquizofrenia) ikertzeko modua", adierazi du.

Izan ere, helduetan elkarren artean erlaziorik ez duten gene batzuk konektatuta daude enbrioaren garunean. Hortaz, gene horien funtzionamendua (noiz espresatzen diren, noiz ez, zer erlazio duten elkarren artean) ulertzea gako da jaio ondoren haurraren eta gaztearen garunak izango duen garapena ezagutzeko. Eta funtzionamendu hori jasotzen du, hain juxtu, aurkeztutako mapak.

Autismoaren ikerketan, adibidez, hasi da fruituak ematen. Alderdi horretatik oso baliagarria izateaz gain, gure espeziea beste animalietatik zertan bereizten den ulertzeko ere lagungarria dela nabarmendu dute. Ad Lein Allen Institutuko ikertzailearen arabera, "jakin badakigu giza genomaren eremu batzuek diferentzia harrigarriak erakusten dituztela, beste

animalia batzuenekin alderatuta. Garunaren espresatzen den gene bakoitzaren funtzioari buruzko arrastoa eman deza-keenez, gene horiek gure garuna zertan egiten duten berezi ulertzeko erabil deza-kegu gure mapa".

Saguaren neurona-konexioen mapa

Bigarren artikulua, berriz, lagungarria da garunak nola prozesatzen duen informazioa ikertzeko. Zehazki, saguaren neuronak nola konektatzen diren erakusten duen mapa osatu dute: *Mouse Brain Connectivity Atlas*. Pauso oso handia da, orain arteko mapa osatu bakarra *C. elegans* nematodoarena baitzen (*C. elegans*-ek 302 neurona ditu; saguak, 75 milioi, eta, guk, 100.000 milioi).

Ikertzaileek azaldu dutenez, nematodoaren eta saguaren mapak osatzean, alde ez da bakarrik neurona-kopuruan egon, metodologikoki ere beste pauso bat eman baitute. Hain zuzen, genetikoki eraldatutako birusak erabili dituzte neuronei banakako jarraipena egiteko. Datuak hiru dimentsioetan kokatzeko, berriz, programa estandarizatu bat garatu dute, eta horri esker lortu dute sortutako datu-kantitate guztia (1,8 petabyte) hain azkar prozesatzea. ●



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



ANTTON ALBERDI BIOLOGOAREN ESKUTIK

Begirada bat Euskal Herriko SAGUZARREI

OIHANE LAKAR IRAIZOZ
Elhuyar Zientzia

ARGAZKIAK: ANTTON ALBERDI

Euskal Herrian *Myotis nattereri* saguzarra dago. Orain dela hiru urte, ordea, espezie horretan katalogatutako saguzarrak, izatez, hiru espezieetako aleak direla ondorioztatu zuten ikerketa batean. Azterketa molekularrek utzi dute agerian aleen arteko desberdintasun genetikoak nahikoa handiak direla hiru espezieetan banatzeko. Antton Alberdi saguzar-ikertzaileak berak dio ez dela gai jakiteko saguzar horiei ateratako argazkietan (lerro hauen gainekoa, adibidez) zer espezieetako den bakoitza, “oso-oso antzekoak direlako”, dio. Argazkietan desberdintzeko zailtasunaz gainera, oraindik ez dute lortu hiruren ezaugarriak definitzea, zer ekologia duten zehaztea. Hiruretako bati, gainera, oraindik ez diote izenik eman. *Myotis sp1* da oraingoz.

Saguzarrak ikertzearen helburu nagusietako bat da haien kontserbazioan laguntzea, ezagutzen diren saguzar asko arrisku-egoeran baitaude. Galtzeko zorian dauden espezieen EAEko katalogoan, katalogatuta dauden 30 ugaztunetatik 21 saguzarrak dira. Nafarroan, berriz, 23 ugaztun daude katalogatuta, eta horietako 14 dira saguzarrak. Alegia, “3-4 espezie kenduta, gainerako saguzar guztiak galtzeko arriskuan daude Euskal Herrian”, argitu du Alberdik.

Zer ingurunetan bizi diren, arazo batzuk edo beste batzuk dituzte. Kobazuloak, harkaitzen arrakalak, zuhaitz zaharren zuloak eta abar dira beren gordeleku naturalak. Alabaina, etxeen barrura ere sartzen dira babes bila hainbatetan, eta habeen eta hormen arteko tarteetan, teilen azpian eta txoko epeletan ezkutatzen dira, besteak beste, harri eta harkaitz artean egingo luketen antzera. Kobazuloetan daudenei turismoan dabilen jendeak egiten die traba, eta kalte; babesteko zuhaitz zaharrak behar dituztenek halako zuhaitzen eskasia pairatzen dute. Eta etxeetan sartzen direnak, jabeen portaeraren menpe gelditzen dira erabat. Ez dago inola-



ko lege edo araurik halako egoeratan zer egin zehazteko. Dena den, hasiak dira neurri batzuk hartzen, eta saguzarrak babesteko bidea egiten. Esate baterako, “kontserbazio-plan bat prestatzen ari dira, etxeetako eta kobazuloetako saguzarren egoera hobetzeko, oraindik zirriborro mailan badago ere”, dio Alberdik.

Ugaltzen ari diren emeek, bai ernari daudenek, edo kumeak edoskitzen ari direnek, leku epelak behar izaten dituzte, eta askotan halakoek jotzen dute etxeetara. Adibide batekin azaldu du biologoak: “Demagun baserrian zaharberritze-lanak egin nahi dituela baserritar batek, eta saguzarrak aurkitzen dituela. Normalean uda garaian izaten da hori, emeak orduan umatzen baitira. Europako hainbat herrialdetan ondo zehaztuta dago zer egin behar den halakoetan, eta bultzatzen da inolako esku-hartzerik ez egitea udazkenara arte. Izan ere, zerbait eginez gero, kolonia oso bat akabatu dezakezu. Aldiz, lanak udazkenara atzeratuz gero, saguzarrak beren kabuz joango dira, normalean gordeleku desberdinak izaten dituztelako udarako eta negurako”.

Beste adibide bat parke eolikoekin gertatzen da. Turbinak hasi beharrean martxan 5 m/s-ko haizearekin, 6,5 m/s-ko haizearekin hasiko balira, “saguzarren hilkortasuna asko jaitsi, eta energiaren maila, berriz, oso gutxi jaitsiko litzateke. Izan ere, haize horiekin saguzarrak ez dira ibiltzen hain gora hegan ehizan”, azaldu du. Europa iparraldean eta Estatu Batuetan lan dezente egin dute alor horretan, eolikoak saguzar asko eta asko akabatzen ari baitira. “Neurri txikiak dira, baina oso eragin handia izan dezakete”, adierazi du Alberdik.

Saguzarrak babesteko modu bat da haiek eza-gutzea, bai eta zer egoeratan dauden zabaltzea ere, gizartea kontzientziatu dadin. Erresuma Batuan, esaterako, gizartea kontzientziatzea lortu dute, eta etxean saguzarrak izatea jende askorentzat ohorea eta zortea izatea lortu dute bertan lanean ari diren erakundeek. Horretarako, ordea, saguzarrak zer diren, nolakoak diren eta zer abantaila eskaintzen dizkiguten jendeari ulertaraztea ezinbestekoa da.

Aztertzeko metodoak

Orokorrean, munduan “100 espezie berri definitu dituzte azken hamar urteetan”, azaldu du Alberdik. Hortaz, Euskal Herrian zenbat saguzar-espezie dau den ziur esatea ezinezko zaie adituei; “25 bat dau de”.

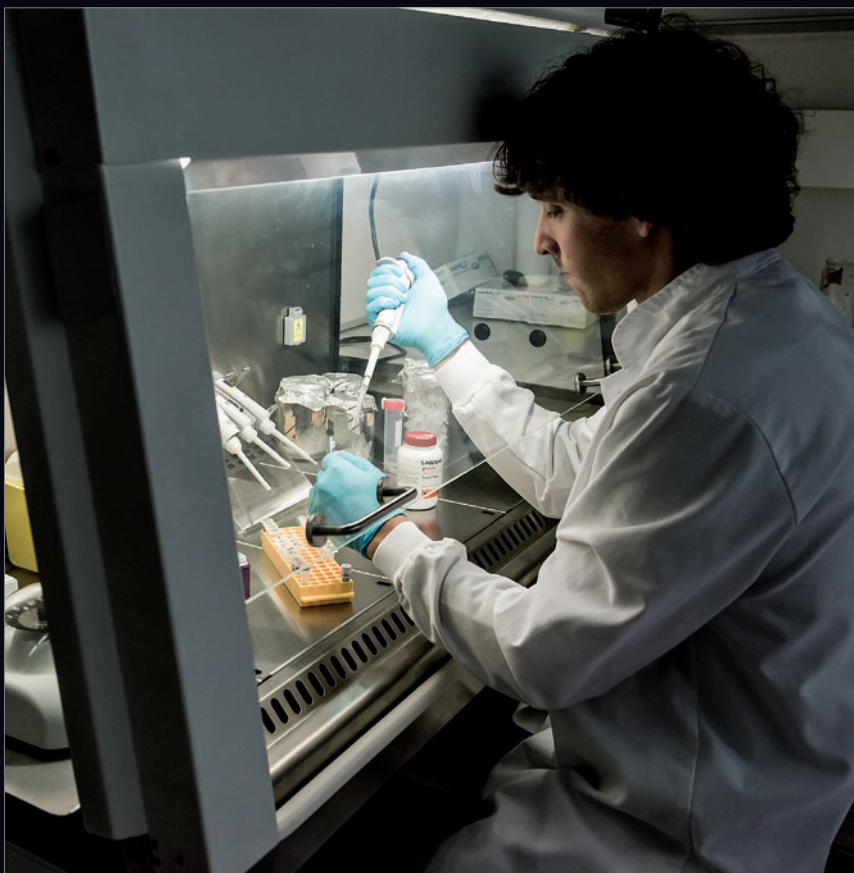
Ziurtasun falta horren atzean, besteak beste, saguzarrak aztertzeke zailtasunak daudela uste du biologoak: “oso leku zailetatik ibili behar izaten dugu, gauez gehienetan”. Gainera, animalia iheskorak dira, eta, gautarrak direnez, begi hutsez ikustea oso zaila izaten da. Beste bide batzuetatik jotzen dute ikertzaileek zailtasun horiek gainditzeko.

Esate baterako, saguzarrek igortzen dituzten ekokokapen-pultsuei erreparatzen diete ikertzaileek, ultrasoinu-detektagailu bidez. Pultsu horiek nolakoak diren, zer saguzar den jakiten dute. Bi ezaugarritan bereizten dira pultsuak, eta, hortaz, saguzarrak: Alde batetik, frekuentzian, kilohertz handiagoko edo txikiagoko pultsuak igortzen baitituzte. Eta, bestetik, pultsuek ezaugarri desberdinak dituzte saguzar batzuetan eta besteetan: pultsu batzuk maiztasun finkokoak dira; beste batzuk, berriz, maiztasun aldakorrekoak izaten dira, hau da, hasieran maiztasun handikoak eta bukaeran txiki-koak Informazio horrekin, “genero-mailan bereiz ditzakegu saguzarrak. Genero jakin bateko espezieen bereizketa egitea zailagoa da kasu batzuetan, oso-oso antzeko pultsuak igor baitituzakete”, argitu du Alberdik.

Saguzarren ekokokapen-pultsuetatik jasotako informazioa osatzeko, bestelako lanak ere egiten dituzte ikertzaileek. Besteak beste, sareak jarrita harapatzen dituzte saguzarrak, leku jakin batean espezie jakin baten ugaritasuna ezagutzeko, saguzarrak markatzen dituzte, transmisore txikiak jartzen dizkiete haien kokapen zehatzaren jarraipena egin ahal izateko eta, hala, zer babesleku, portaera eta abar duten ezagutzeko.

Patagioko (hegoa eratzen duen mintza) lagin bat hartuta azterketa molekularrak egiten dituzte laborategian. Izan ere, genero batzuetan, ziur egoteko espezie batekoa dela, analisi molekularra egin behar da. Mitokondrioetako DNA aztertu ohi dute espezieak elkarrengandik bereizteko. Saguzarrek jaten dutena ere DNAREN analisiaren bitartez ezagutzen dute ikertzaileek.

Ikerketen osagarri, saguzarrei argazkiak ere ateratzen dizkie Alberdik, argazkilari afizionatua baita. “Jende askok animalia zikin eta nazkagarritzat dituenetz, argazkiek aukera ematen dute animalia hauen garbitasuna eta edertasuna jendeari erakusteko”.





Argazkietan, goian, ezkerrean, EHUKo ikertzaileak saguzarrak harrapatzeko harpa-tranpa prestatzen; eskuinean eraztundutako saguzar bati transmisorea jartzen, eta behean, eskuinean, transmisoreek igortzen duten seinaleari jarraikita, saguzarren gordelekuen kokapena ezagutzeko. Behean, ezkerrean, bestalde, Antton Alberdi laborategiko lanetan.



Hiru belarrihandiak

Euskal Herrian *Plecotus* generoko hiru espezie daude: *P. auritus*, *P. austriacus* eta *P. macrobullaris*. Morfologikoki oso antzekoak dira hirurak. “Ekologia desberdina dute, dena den, portaera eta beharrian biologiko ezberdinak baitituzte”, dio Alberdik. *P. macrobullaris*, adibidez, Pirinioetan bakarrik dago. *P. austriacus* baso-inguru mistoetan bizi da, Euskal Herrian tipikoa den paisaian: basoak, larreak, hesi biziak tartekatuta dituzten ingurune mistoetan, eta *P. auritus* basoetako espeziea da. “Duela 3-4 milioi urte bereizi ziren hiru espezie horiek, eta, hala ere, denek eutsi diote antzeko morfologiari”, zehaztu du.

Saguzar horiek belarri handiak dituzte, harripakinek egiten dituzten soinuak pasiboki entzuten dituztelako, ziurrenik. Jaten dituzten sits asko tinpanatuak dira, eta gai dira

saguzarrek igortzen dituzten ultrasoinuak entzuteko. Hainbat sitsen estrategia da ultrasoinuren bat entzutean, hildakoarena egitea eta beren burua lurrera erortzen uztea. Beste batzuk gai dira ultrasoinuak igortzeko sexu-organoak elkarren kontra joz, eta, hala, saguzarrak nahasten dituzte. “Hortaz, halako gauzak saihesteko, saguzar horiek entzun egiten dute, ia ultrasoinurik igorri gabe”, argitu du Alberdik.

Ultrasoinu gutxi igortzeaz gainera, igortzen dituztenak detektagailu bidez antzemateko zailak dira. Detektagailuen mugetako bat da hori, ez dituztela berdin hautematen saguzar guztiek igorritako pultsuak. Batetik, saguzar batzuek intentsitate baxuan igortzen dituzte, eta “detektagailutik bost metrora egonda ere ez du detektatutako”, dio Alberdik.



Plecotus austriacus



Plecotus macrobullaris



Plecotus auritus



Pirinioetako larreetan

Plecotus macrobullaris Pirinioetan lehenengo aldiz 2003an harrapatu zuten, Ordesan, eta ez zen beste zitarik egon zenbait urtean. Antton Alberdik gogoratu duenez, "uste zen oso espezie arraroa zela Pirinioetan. Sareak larreetan jartzen hasi ginen arte. Inoiz ez zen laginketarik egin larreetan. Liburu batzuetan esaten da larreetan inoiz ez jartzeko sarerik, saguzarrak ez baitira eroriko. Bada, espezie horretako aleak harrapatzeko ia modu bakarra hori da. Eta ehunka ale harrapatu ditugu metodo horrekin. Larreetan ibiltzen dira lurretik gertu sitsak harrapatzen. Ultrasoinuen detektagailuekin oso zaila da haiek detektatzea, eta laginketak leku ezegokian egiten zirenez, pentsatzen zen oso intzidentzia txikia zutela halako lekuetan.

"Belarrihandi alpetarra, orain arteko ezagumenduan oinarrituta, Europan ingurune alpetarretan ehizatzen eta kumatzen duen espezie bakarra da. Eme kumatzaileak arrakaletan gordetzen diren bitartean, arrak eta eme ez-kumatzaileak legarretako harri-tarteetan ezkutatzen dira sarri. Pirinioetako ia edozein harriren azpian saguzar bat egon daiteke, 2.500 metroko altueraraino. Pirinioetan 1.400 metrotik 2.800 metrora bitartean aurkitu dugu espeziea, eta gordelekuak elurtegietatik oso gertu aurkitu ditugu", argitu du Alberdik.



Plecotus macrobullaris ale bat harri artean gordeta.



Eliza batean aurkitutako
saguzar-taldea.

ARG.: LIDE JIMENEZ



Pipistrellus kuhlii saguzar bat gordelekutik ateratzen.

Etxeetan

Beren berezko habitata ez den arren, saguzarrak egokitu egin dira gizakiok sortutako azpiegiturretan bizitzera, eta, zenbaitetan, etxebizitza, eliza eta abarretan sartzen dira, babesleku bila, umatzeko toki egoki eske eta abar.

Antton Alberdi saguzarretan adituak horri lotuta behin izandako pasadizo bat gogoratu du: “Emakume batengana joan ginen, bere etxeko bi tabikeren artean saguzarrak entzun zituela eta. Etxe-dorre bateko seigarren pisua zen. Emakumea, larrituta, gu joan baino lehenago itxi zuen saguzarrek sarbide gisa erabiltzen ari ziren saretoa. Joan ginenean, azaldu genion kolonia bertan egongo zela asko jota irailera arte, eta gero alde egingo zutela, eta orduan ixten bazuen, berriro ez zitzaizkiola etorriko. Baina hori baino lehen ixten bazuen, esan genion barruan geldituko zirela, hasieran zarataka egongo zirela, gero hil egingo zirela, eta usteltzean izugarrizko kiratsa izango zuela. Hark itxitako sarbidea ireki genuen berriro, eta egarriak eta goseak jota atera ziren saguzarrak handik. 55 *Pipistrellus kuhlii* atera ziren”.

Kobazuloetakoak

Gaur gaurkoz, saguzarrak kontserbatzeko neurri eraginkorra "kobazuloetako turismoa erregulatzea da", Antton Alberdi saguzarretan adituaren arabera. Izan ere, ikertzaileek saguzarren kontserbaziorako gako diren hainbat kobazulo ezagutzen dituzte. Euskal Herrian 20-30 inguru dira, bai kantitate aldetik ale asko biltzen dituztelako, bai kualitatiboki, dibertsitate handia dutelako, edo arriskuan dauden espezieen gordeleku direlako. "Kobazulo batzuk izaten dira espezie batzuen udako gordeleku, eta beste batzuen hibernatzeko leku", dio.

Bada, kobazuloetako turismoak azkenaldian gora egin duela ikusita, eta, aldi berean, horietako batzuetan gero eta saguzar gutxiago dagoela ikusita, neurriak hartzen hasi dira administrazioan. Kobazuloren batean debekatu egin dute sartzea, eta jarraipena egiten ari dira saguzarrak berreskuratzen diren ikusteko.

Ikertzaileen ustez, oso kontu handiz joratu behar da gai hori. "Hainbat jendek

kobazuloetarako sarrera debekatzea ez du begi onez ikusten, baina egoera benetan larria delako ari dira neurriak hartzen", azaldu du Alberdik. Ikerlariak, natur kudeatzaileak, turistak eta espeleologoak ados jarri behar direla uste dut, guztien elkarlanarekin soilik lortuko baita Euskal Herrian dugun saguzarren dibertsitatea mantentzea", gaineratu du.

Itxiturak jartzea arazo ere bihur daiteke saguzarrentzat. Saguzarren ganordez pertsonengan pentsatuz jarri izan dira itxitura asko, alegia, barra bertikalekin, eta barren artean asko jota 20-25 zentimetroko tartea utzita, pertsona ez ezik, saguzar askori ere pasabidea oztopatzen zaie. "Espezie txiki batzuek gaitasuna dute hegoak itxi eta pasatzeko, baina gehienek ezin dute egin", azaldu du Alberdik. Orain jartzen ari diren barrak horretan pentsatuta jartzen dira: bertikalak baldin badira, 3 metrora arte jartzen dira, goitik pasatzeko lekua utzita, eta, bestela, barra horizontalak jartzen dira.



Baso zaharretakoak

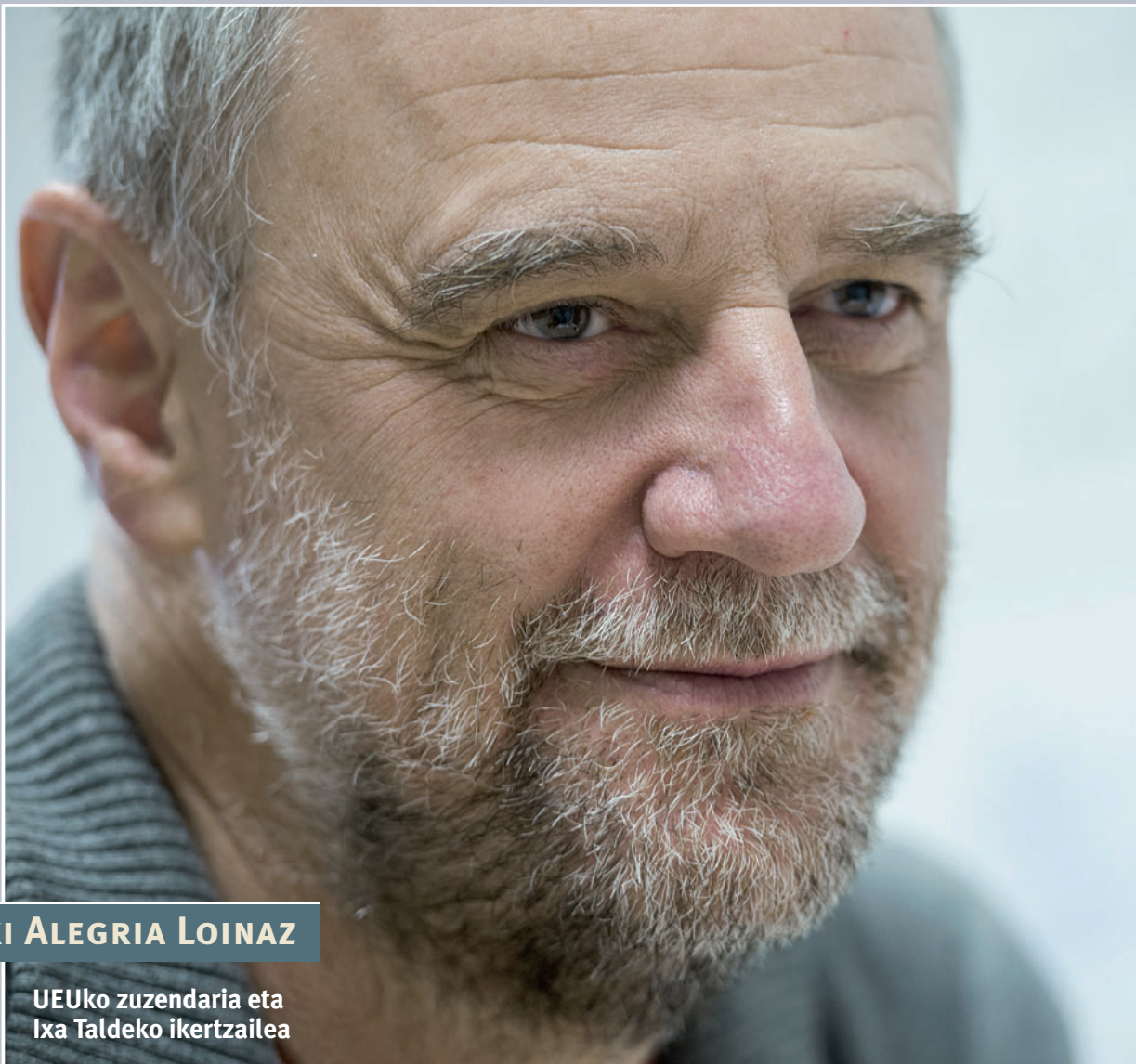
Zuhaitz eta baso zaharretan bizitzera espezializatutako saguzarrak dira, Antton Alberdiren ustez, “egoera larrienean daudenak eta kontserbatzeko zailtasun gehien dituztenak”. Baso-saguzarra, *Barbastella barbastellus*, adibidez, zuhaitzen azalaren eta kortexaren arteko arrakaletan sartzen da; horiek dira bere gordelekuak. *Myotis bechsteinii* espezieak, aldiz, okil-zuloak erabiltzen ditu batez ere umatze-koloniak ezartzeko. “Zaila da saguzar horiek kontserbatzea, ditugun baso zaharren —batez ere hariztien— azalerak oso txikiak direlako”, nabarmendu du Alberdik. Halaber, askoz zailagoak dira detektatzeko eta monitorizatzeko, asko aldatzen direlako gordelekuz, eta zuhaitzez zuhaitz ibiltzen direlako. Kasu horietan egin daitekeen gauza bakarra da habitata mantentzea, alegia, basoak osorik babestea. “Baina horrek beste inplikazio batzuk ditu, beste eskala bateko faktore eta neurriak sartzen dira”, dio.



Myotis bechsteinii.
ARG.: JOXERRA AIHARTZA.



Barbastella barbastellus



IÑAKI ALEGRIA LOÑAZ

UEUko zuzendaria eta
Ixa Taldeko ikertzailea

ARGAZKIAK: © JON URBE/ARGAZKI PRESS

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

“**U**EUren bidez lortutako
sarea niretzat oso garrantzitsua izan da,
maila pertsonalean zein akademikoan”

Iñaki Alegria Udako Euskal Unibertsitateko (UEU) zuzendari berria da martxotik, baina, antza denez, ez ditu utzi Informatika fakultatean dituen lanak. Hain zuzen ere, fakultateko bulegoan hartu gaitu. Eta han aitortu digu irakaskuntzan, ikerketan eta administrazioan, hiruretan ari dela lanean. Ez zaio nekerik sumatzen, ordea; aitzitik, gogotsu hitz egin du arlo bakoitzean dituen asmoez eta itxaropenez.

Hasteko, zorionak zure kargu berriarengatik. Hala ere, zure betiko bulegora gonbidatu gaituzu. Zertan ari zara orain, hemen, Informatika fakultatean?

Informatika-irakaslea naiz, eta Ixa Taldeko ikertzailea ere banaiz, hizkuntzaren prozesamenduan. Horretan nabil eta horretan eraman nahi dut denbora gehiena. Azken hiru urteotan Kanpo Harremanetarako dekanorde izan naiz; Langune elkartearen zuzendaritzan aritu naiz, baita UEUren zuzendaritza-taldean ere. Orain, dekanordetza eta Langunekoa utzi ditut, UEUren zuzendari-kargua hartu ahal izateko, eta hemen ditudan lanekin jarraitzeko. Hala, irakaskuntza, ikerketa eta administrazioa, hiru arloak uztartzen ditut.

Zein da zure ikerketa-arloa?

Ixa Taldean ari naiz, eta ildo bakarra da hizkuntza idatziaren prozesamendua. Guk ez dugu hizketarekin lanik egiten; izatekotan, ahozkoa idatzizko bihurtzen dugu, eta horrekin egiten dugu lan. Testu idatziaren barruan, badaude hainbat arlo; batzuk ingeniaritza-arazo sinpleak dira nolabait, adibidez zuzenketa ortografikoa, eta beste batzuk konplexuagoak izan daitezke.

Zuzenketa ortografikoa aipatu duzu. Zenbat urte ditu Xuxenek?

Laster egingo ditu hogeitau urte. Ixak 25 urte egin berri ditu, eta bi tesi atera ziren Xuxen sortzeko. Bat izan zen informatikaren aldetik, hori izan zen nire tesia; eta bestea, hizkuntzalaritzaren aldetik, UZEIko Mirian Urkiak egin zuena. Biok elkarrekin ibili ginen tesia egiten, eta ia batera bukatu genuen. Xuxen jaio, eta arrakasta izan zuen, eta orain bere bidea egiten dabil.

Hori nahiko erraza dela esan duzu, sinplea.

Bai, tira, erraza bada, baina ez oso erraza. Izan ere, hitz bat oker dagoela dirudienean, ez da erraza erabakitzea ondo ote dagoen edo oker. Eta, oker badago, zein izan daitekeen hura ordezkatzeko hitz egokiena. Ez da erraza, eta horregatik ez diozu makinari erabakitzen uzten % 100ean. Hau da, kontzeptualki errazagoa bada ere, ez dago ebatzita erabat. Baina errazagoa da hori, itzulpen automatikoa baino.

Edonola ere, itzulpen automatikoan ere bazabiltzate.

Azken urteotan nahiko sartuta gaude horretan, bai. Orain European badugu proiektu bat; Kepa Sarasolak darama, eta ni taldean nago. QTLearn izena du: *Quality Translation by Deep Language Engineering Approaches*. Itzulpen automatikoan, sistema estatistikoak dira gailendu direnak; Google Translate da ezagunenetakoa, baina gure bidea ez da hori. Kontua da oinarrizko sistema bat egitea erraza dela software librearen bidetik joanda. Teknika hori garatu zen IBM laborategietan, gero argitaratu zen, eta hasieran jendeak mesfidantzarekin begiratzen bazion ere, orain gailendu da, eta gainerako guztia aurretik eraman du ia.

Baina orain joera aldatu egin da. Badirudi bide hori bere gailurrera iritsi dela. Beraz, itzuli behar dugu eza-gutza linguistikora eta, nolabait, konbinatu egin behar dira eza-gutza linguistikoa eta estatistika.

Orduan, horretan ari zarete?

Hori da. Guk taldean dugun beste lerro sendoa bat semantikakoa da, Wikipediarekin eta WordNetekin lotuta dagoena. WordNet da mundu mailan dagoen ontologia bat; Estatu Batuetako Princeton Unibertsitatean asmatutakoa. Hiperonimoak, homonimoak, sinonimoak eta abar ditu, eta ontologia horretan sartzen da hitzen arteko erlazioa, baina ez hizkuntza jakin batean, baizik eta



kontzeptu abstraktuen artean, adiera-multzoak eratuz. Hori hasieran mapeatu zen ingelesez, eta gero egin da beste hizkuntza askotan, baita euskaraz ere.

Arazorik handiena anbiguitasuna da, eta gure taldean espezialista onak daukagu desanbiguazio semantikoan, hau da, hitz batek bere testuinguruan zer esan nahi duen erabakitzean.

“Erronka da robot batek bertsolari baten portaera erakustea. Eta horretan gabiltza”

Semantikarekin lotuta, Europako pare bat proiektutan egon gara, eta, orokorrean, informazioaren erauzketan aritzen gara, hau da, testuan dagoen informazio ez egituratua informazio egituratu bihurtzen. Horrek aukera ematen du testu jakin baten antzeko informazioa izan dezaketen beste testu batzuk aurkitzeko.

Eta azken multzo handia izango litzateke irakaskuntzarekin lotutako tresnak. Azpitalde bat dugu horretan, eta saiatzen gara garatzen ditugun tresnak sinplifikatzen, irakaskuntzan baliagarriak izan daitezen.

Bertsolaritzarekin lotutakoak ere hor sartuko lirateke?

Bertsolaritza da guretzat arazo polit bat, erronka bat. Adimen artifizialeko arazo bat da, bertako kulturarekin lotua, eta erronka da robot batek bertsolari baten portaera erakustea. Eta horretan gabiltza. Badaude bi tesi ildo horretatik; bat elkarrekintzaren bidetik doa, hau da, ahotsa, keinuak, musika eta isiluneak programatzera bideratuta; eta, bestea, bertsoa sortzera. Hor probatzen ari garen estrategia itzulpen automatikoan oinarrituta dago. Demagun zati guztiak itzulita daudela; esaldi berri bat itzultzeko, bilatu behar dira itzulita dauden zatiak, eta elkarrekin josi behar dira, sintaxiaren arabera eta abar. Bada, bertsoekin gauza bera egin nahi dugu: bertso-bilduma handi bat dugu, eta, bertso-zati egokiak hartuta, elkarrekin josten ditugu, ahalik eta modu koherenteenean.

Azken finean, robot bertsolariarekin egiten duguna da, batetik, estrategia berriak probatu, eta, bestetik, adimen artifizialarekin eta beste arlo batzuekin uztartu. Bestalde, ikusten dugu beste gaiek baino askoz interes handiagoa pizten duela gizartearen; horrenbestez, dibulgazioa egiteko ere balio digu.

Zalantzarik gabe, amu polita da. Hala ere, aipatu dituzun beste gaiak puri-purian daude nazioartean, eta zuek ere hor ari zarete.

Bai, adibidez, itzulpen automatikoan talde pila bat ari dira lanean, biltzarrak egiten dira, lan asko argitaratzen

dira... Baina beste arlo batzuek ere badute garrantzia. Esaterako, guretzat oso inportanteak dira baliabide urriko hizkuntzak. Hor komunitate bat dago, SALT MIL (*Speech And Language Technology for Minority Languages*) izenekoa, eta Kepa Sarasola dago zuzendaritza-taldean. Hortik, ikerketak bultzatzen dira, baliabideak partekatu, biltzarrak eta topaketak antolatu... baliabide urriko hizkuntzen garapen teknologikoa sustatzeko asmoz.

Besteak beste, quechuarekin eta aimararekin ari gara, baina ez da erraza. Askotan gertatzen da lurralde horietan: gazte kementsuak lanean hasten dira, batzuetan laguntzak ere lortzen dituzte, baina gero, askotan, leku handiagoetara joaten dira lanera, eta bere horretan uzten dute egiten ari ziren lana. Hala ere, Cuzcoko Unibertsitatearekin lan batzuk egin ditugu elkarlanean, Cubarekin irakaskuntza-sistemetan badugu lankidetzat bat, Mexikon ere nahuatl hizkuntzarekin kontaktu batzuk egin ditugu duela gutxi... Guk euskararekin dugun esperientzia besteekin konpartitzea eta, ahal den neurrian, besteei laguntzea da helburua.

Neurri batean, euskara eredu da baliabide urriko hizkuntza horientzat?

Zalantzarik gabe. Gure ustez, beraiek gidatu behar dute beren prozesua, baina gure esperientzia eskaini nahi diegu, baliagarria izan daitekeelakoan. Guk topatu dugun arazo nagusia ez da teknologikoa, baizik eta sozio-linguistikoa, batez ere estandarizazio-falta.

Hori ikusita, iruditzen zait gutxi goraiatu dela euskara batua eta hizkuntza estandarra sortzeko prozesua. Orain batzuk euskara batuaren aurka hitz egiten dute, eta esaten dute euskalkiak bultzatu behar direla eta abar. Eta beren arrazoiak dituzte, baina, hala ere, kontra-koa ere esan behar da: estandarrik gabe, ez dago etorkizunik hizkuntza idatzi batentzako. Kanpora joaten zarenean, konturatzen zara zenbateraino den garrantzitsua; horregatik, niri azpimarratzea gustatzen zait.

Argi dago informatika-arloan ez zaizula lanik falta, eta, orain, UEUren zuzendari-kargua hartu duzu. Ardura berria bada ere, UEU ez zaizu arrotza...

1984an sartuko nintzen, Kepa Sarasolaren eskutik, euskaldun berri-berria nintzela. Eta beti atxikimendu handia izan dut: lagun handiak egin ditut, asko ikasi dut, eta UEUren bidez lortutako sarea niretzat oso garrantzitsua izan da, bai maila pertsonalean, bai akademikoan.

UEUk, ezagutu zenuenetik gaur egunera, bilakaera handia izan du.

Bai, denborarekin, bere funtzioa aldatzen joan da. 41 urte ditu; sortu zenean, EHU bera ez zen existitzen, eta unibertsitatean euskaraz ez zegoen ezer. Bazeuden irakasle batzuk bere gaiak euskaraz ematen zituztenak, baina maila antolatuan ez zegoen ezer. Orduan, UEU sortu zen

eta Karlos Santamariak teorizatu zuen unibertsitate hori sortzeko lehen pausoa eman zuen. Hau da, euskalduna, lurraldetasuna aintzat hartzen zuena eta hori dena. Hor Elhuyarrek ere erruaren zati bat izan zuen...

Horrela, euskal unibertsitatearen erreferente bihurtu zen. Udako ikastaroekin, praktikak egiteko leku bat eskaini zuen, eskolak ematen zituzten irakasle asko ikasleak baitziren, edo irakasle berriak, trebatu gabeak. Argitaletxea ere egin zuen; materiala, terminologia eta edukia sortzen eragile izan zen; eta euskaraz bizitzeko oasi bat.

[Irribarre zabal batekin] Gogoan dut hasieran Baionan eta Biarritzen egon zela, batez ere Baionan. Eta gero, urte askotan, udako ikastaroak Iruñean ziren euskaldun militanteon erreferentzia-puntu nagusietako bat. Euskaldun berri asko hara joaten zen praktikatzera.

*“Euskararekin dugun esperientzia
besteekin konpartitzea eta,
ahal den neurrian, besteei
laguntzea da helburua”*

Hori izan zen fase bat, nahiko luzea, baina pixkanaka, ohiko unibertsitateetan, eta, batez ere EHU, euskalduntze-prozesu bat martxan jarri zen, eta ikasleek gero aukera handiagoa izan zuten euskaraz ikasteko. Hortaz, euskaraz ikasten zuten neurrian, beraientzat UEUren eskaintza ez zen oso interesgarria. Horrenbestez, bilakera bat izan zen, eta udako ikastaroetan bestelako edukia ematen hasi ziren, unibertsitatean ematen zenaren osagarria, jendea erakartzeko.

Denbora baten ondoren, ikusi zen udako ikastaroetan lehen baino jende gutxiago biltzen zela, eta eskaintza urte osora luzatzeko beharra zegoela, etengabeko edo bizi osorako formazioaren ildotik. Horrekin batera, jakintza-arloetan trinkotze-lana egin zen: informatikarien bilkura, adibidez, edo orain dela gutxi izan den naturazientzia... Horrelako ekintzak egin dira urte osoan, eta, bestalde, etengabe ikastaroak eskaini dira. Udako ikastaroekin jarraitzen dugu, baina beste ikuspegi batekin, eta, horrez gain, urte osoan egiten da lana. Hori izan da bigarren urratsa.

Eta hirugarren urratsa?

Bada, hirugarrena dagoeneko hasita dago, eta da online ikastaroak eskaintzea. Ez bakarrik bizi osorako trebakuntzari begira, baita graduak eta graduondokoak ere. Hori bat dator gure ildo estrategikoarekin, alegia, euskal unibertsitatea sortzea, gure ustez oraindik ez baita lortu.



Arlo estrategiko horretan, hutsune handi bat dago. Ikasketa presentzian, EHUren eta Mondragon Unibertsitatearen bidez, badago aukera, baina ez dago ezer ez-presentzian edo online. Hori transferitu gabe dago, urte asko igaro dira unibertsitateak euskalduntzen hasi zirenetik, eta ez da urrats bat bera ere eman.

Duela hamar bat urte, UEUK Eusko Jaurlaritzarekin eta Universitat Oberta de Catalunya (UOC) egin zuen, baina ez zen aurrera atera. Orain, Gipuzkoako Foru Aldundia-rekin proposamen bat lantzen ari gara, eta UEUK baka-rrik ezingo du egin, baina asmoa da bizpahiru urte barru zerbait martxan izatea, eta gradu eta graduondo ofizia-lak eskaintzea. Orain UEUK ezin du gradu ofizialik eman, baina guretzat estrategikoa da, eta hori lortzeko lanean ari gara. Behar hori dagoela gizarteratu behar dugu, ez baita posible ezer ez egotea, batez ere gero eta garrantzi-tsuagoa denean bizi osorako trebakuntza jasotzeko au-keraz izatea.

“Orain UEUK ezin du gradu ofizialik eman, baina guretzat estrategikoa da, eta hori lortzeko lanean ari gara”

Epe luzera begira, egokiena izango litzateke UOC bat eratzea Euskal Herrian. UNED da urruneko unibertsita-tea, izenak berak esaten du; UOC da irekia, *oberta*, eta guk online esaten dugu, nolabait irakasleen eta ikasleen arteko konexioa adierazteko. Teknologia erabili nahi dugu ikaslea gertu izateko, fisikoki urruti egon arren, gertutasun hori oso garrantzitsua baita, batez ere ikaske-ta luzeetan. Ezinbestekoa da dinamika bat sortzea ikas-lea kateatzeko eta ikasketekin jarraitzera bultzatzeko. Hori da gure helburua.

Eta epe motzera, baduzue erronkarik?

Badira hiruzpalau urte ikertzaile gazteen bilkura bat egi-teko ideia dabilkigula buruan, baina ezin izan dugu gau-zatu, diru-arazoengatik. Orain, asmoa da 2015eko udabe-rrian egitea, beste batzuekin batera, eta bi edo hiru urtez behin egitea, hasierako UEUren barnetegiaren espiritua berreskuratzeko. Izan ere, ikertzaile gazte euskaldun asko daude ikerketa-zentroetan, unibertsitateetan eta enpresetan, mundu osoan sakabanatuta, baina, nire us-tez, guri gertatzen zitzaiguna gertatzen zaie: beren ar-loan eta hurbilekoekin badute harremana, baina ez dute sare bat beste jakintza batzuetakoekin. Sare hori sortzen lagundu nahi diegu. ●

Aurtengo Munduko Futbol Txapelketak, aurreko guztiek bezalaxe, bere baloia izango du: Brazuca. Haren deskribapena ematean, aitortzen dute bi urte eta erdi egon direla Adidaseko adituak baloiari zer itxura eman aztertzen. Are gehiago, “simetria paregabea” duela esaten dute, bai eta “egitura berritzailea” duela ere. Bada, matematikari baten eskuetan jarrita, baloi zaharrenen itxura hartzen dio Brazucari. Izan ere, kubo baten egitura du oinarrian: sei zatiz osatuta dago, eta baloiaren josturetan ikus daiteke zatiak hirunaka elkartzen direla erpinetan. XIX. mendean dagoeneko baloiek oinarri hori bera zuten.



ARG.: ADIDAS

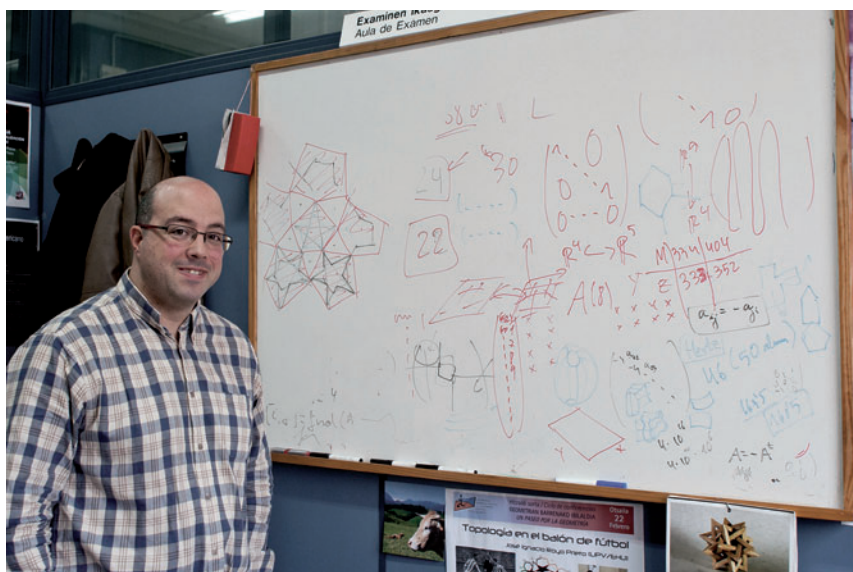
BALOI PLATONIKOAK

OIHANE LAKAR IRAIZOZ
Elhuyar Zientzia

FUTBOLEKO BALOIAK MATEMATIKAREN IKUSPUNTUTIK

Matematikaren ikuspuntutik, “futbol-baloiak oso erakargarriak dira”, dio Jose Ignacio Royo Prieto EHUko matematikariak. Futbolaren inguruan sortzen diren zurrumbilo, zaletasun, baita maitasun platonikoetatik urrun, baloiek oinarrian dituzten aurpegiak, ertzak eta erpinak ikusten dituzte matematikariek. Izan ere, airez puztutako poliedroak dira funtsean, eta poliedroak “oso egitura politak dira”.

Aurtengo Munduko Futbol Txapelketako Brazuca baloia airez puztutako kubo bat den bezala oinarrian, era askotako poliedroak bihur daitezke baloi. Alabaina, “poliedro-multzo jakin batek, poliedro platonikoeak, eta haien eratorriak, izan dute arrakasta gehien baloigintzan. Platonen Timéo liburuan deskribatu zirelako esaten zaie platoniko, baina lehenagotik ziren ezagunak”, azaldu du Royok. Poliedro horien berezitasuna,



Jose Ignacio Royo Prieto
EHUko Matematika Aplikatua
saileko ikertzailea da. Zenbait
argitalpen eta ikerketa egin ditu
baloien geometriari lotuta.
ARG.: OIHANE LAKAR/ELHUYAR ZIENTZIA.

eta baloigintzarako abantaila, da erabat erregularrak direla. Batetik, erpin guztietan gauza bera gertatzen da, alegia, ertz- eta aurpegi-kopuru bera elkartzen da. Bestetik, poliedroa eratzen duten aurpegi guztiak berdinak dira, hau da, poligono-mota bakarrez osatuta daude. Gainera, poligonoak ere erregularrak dira, alegia, alde guztiak berdinak dituzte, eta aldeen arteko angeluak ere bai.

Royok nabarmendu duenez, hain erregularrak izanda, "errazagoa da haiek oinarri gisa erabiltzea baloiak eskala handian fabrikatzea. Jostunek ez dute jakin beharrik poliedro bat zer den; ja-

kin behar duen gauza bakarra da zenbat pieza josi behar dituen bata bestearekin. Erregela sinple horrekin baloia sortuko da". Baloigintzaren ekoizpenari balio bat emateko, hona datu bat: 2010eko Munduko Futbol Txapelketako baloia-
ren 13 milioi ale saldu ziren.

➔ Poliedro platonikoen
ezaugarria da erabat
erregularrak direla, eta hori
abantaila da baloigintzarako.

Bost poliedrok besterik ez dituzte platonikoen ezaugarri guztiak. Triangeluak elkartuta, halako hiru forma sor daitezke: tetraedroa, 4 triangelu hirunaka elkartuta; oktaedroa, 8 triangelu launaka elkartuta, eta ikosaedroa, 20 triangelu bosnaka elkartuta. Karratuekin, kubo egin daiteke (6 karratu hirunaka elkartuta), eta, azkenik, dodekaedroa, hirunaka elkartutako 12 pentagonok eratzen dute.

KUBOA, BALOI ZAHARREN OINARRIA

Futboleko baloi zaharrenetan, XIX. mendetik XX. mendearen erdira artekoetan, kubo-egiturak dira nagusi. Aldaera ugari sortu ziren sei aurpegi karratuko oinarrizko egitura horretatik. Batzuetan, adibidez, aurpegi bakoitza osatzeko hiru pieza laukizuzen elkartzen zituzten, eta, hortaz, 18 piezarekin osatzen zuten kuboak.

XX. mendearen hasierako Realeko baloian ikus daiteke kubo-egitura duela oinarrian. Kuboaren aurpegi bakoitza hiru pieza laukizuzenez eratuta dago. ARG.: © ARITZ MARTINEZ.



© Aritz Martínez photography

18 piezatako egitura horretatik, halaber, beste bat eratorri zuten, pieza laukizuzenak ordeztuz, T itxurakoak erabiliz. Hala, aurpegi bateko tira batek T-aren goiko lerro horizontala eratzen du, eta, T-aren hankak, ondoko aurpegiko erdiko tiraren erdia betetzen du.

Eraldaketa horien guztien helburua da, Royok azaldu bezala, “baloia ahalik eta oreka handiena ematea, eta, horretarako, puztutakoan, baloia ahalik eta esferikoena izatea”. Izan ere, ikuspuntu teknikitik, baloia orekatuta egon behar du, botatzean, “mugimendua ahalik eta normalena izan dadin, partikula batek izango lukeenaren antzekoena. Baloia desorekatuta baldin badago, haren mugimendua konplexuagoa da, eta hori txarra da jokatzeko ari direnentzat”.

Baloia egitura zatika egiten denez, eta zatiak josi egiten direnez, “oso kontuan hartzekoak dira josturetan sortzen diren ertzak”, zehaztu du Royok. Izan ere, baloia puztean, ertzak ez dira mugitzen, ez baitira gainerako materiala

 *Futbol-baloia gehien-gehien arketipo bihurtu zen harrezkero hexagonoz eta poligonoz osatutako poliedroa.*

bezain malguak, eta, horren eraginez, konkorak sor daitezke, edo bestelako desorekak, eta horien ondorioz ustekabeko efektuak egin ditzakete baloiek. Hortaz, aipatutako aldaerak, baloia puztean, eta piezak kurbatzean, ahalik eta esferikoena izateko asmatutako konponbideak izan ziren. Esate baterako, kurbatzean, T itxurako piezak gehiago hurbiltzen dira esfera baten formara pieza laukizuzenak baino.

IZARRETAN IZARRA, HEXAGONO ETA PENTAGONOZKO BALOIA

Aurrerapenak aurrerapen, kuboak ez da esferara gehien hurbiltzen den forma, eta baloien eboluzioan oinarritzeko beste egitura batzuk asmatu zituzten. 1970. urteko Munduko Futbol Txapelketarako sortu zuten baloia, Telstar delakoa, mugarrizko izan zen. “Futbol-baloia gehien-gehien arketipo bihurtu zen harrezkero hexagonoz eta poligonoz osatutako poliedroa. Aurrerapauso handia izan zen baloien biribiltasunera bidean, esferaren % 86 betetzen baitu poliedro horrek airez puztuta egon gabe”, dio Royok.

Ikosaedro moztua esaten zaio poliedro horri, eta 12 pentagonoz eta 20 hexagonoz eratuta dago. Ez da poliedro platonikoa, bi motatako po-

Championsedroa, baloi bihurtu ezingo litzatekeen poliedroa

Futboleko txapelketa nagusietako batek, Txapeldunen Ligak, baloi berezia du: elkarri ukitzen dioten izarrak dira baloi horren bereizgarriak. Baloi hori egiteko, ordeak, ez da poliedro berezirik behar, ikosaedro moztu bat baita funtsean. Ikosaedro batetik abiatuta egiten da, hortaz, pentagonoz eta hexagonoz eratutako baloi klasikoena bezala. Ikosaedroaren erpinak mozteko orduan, zati handi bat kenduta, hor sortzen diren pentagonoak elkarri uki diezaioten adina, pentagonoen artean triangeluak sortuko lirateke hexagonoen ordeztuz. Alegia, ikosidodekadroa osatuko litzateke. Eta pentagono horietan bost puntako izarrak marraztuko bagenitu, Txapeldunen Ligako baloia lortuko genuke.

Ez da berdina gertatzen, ordeak, txapelketa horren logotipoarekin. Lehenengo begiratu batean bai, baloia itxura bera hartzen zaio. Arretaz begiratu, ordeak, “akats ortografiko” topologikoak dituela ikus daiteke.

Izan ere, benetako baloian izarrak hiruko biribilak eratzen dituzte. Logotipoak, berriz, lau izarreko bi biribil ditu. “Nire ustez, diseinatzailerak ardura edo interes falta izan zuen logotipoa egiteko orduan. Ez dut uste berariaz baloia egitura apurtu nahiko zuenik, artistikoki apropos egindako zerbait izan zenik”, dio Jose Ignacio Royo Prieto EHUKo Matematika Aplikatu Saileko matematikariak.

Logotipo horren itxurak harrituta, izar pentagonalak hiru eta lauak biltzen duen poliedrorik egin daitezkeen aztertzei ekin zion Royok. *Championsedro* izena eman zion. “Eulerren formula erabilita, ikusi genuen posible dela ezaugarri horiek dituen poliedro bat sortzea, baina lau izarreko biribilek beste posizio bat izango zuten”, azaldu du. Bi biribil horiek aurrez aurre egongo lirateke elkarrekiko, eta horrek forma elipsoidal emango lioke poliedroari. “Oso zaila litzateke futboleko aritza poliedro horrekin egindako baloi batekin”.



ARG.: © KELLY BORESON/123RF



ARG.: RONNIE CHAN

Txapeldunen Ligako logotipoa ez da baloi erreala baten irudia. Benetako baloian, izarrak hiru eta lau izarreko bi multzoak dira. Logotipoan (beheko argazkian), berriz, lau izarreko bi multzo daude.

ligonoek eratzen baitute, baina platoniko bate-tik eratorria da, ikosaedrotik. Gomaz edo gaztaz egindako ikosaedro bat hartuko bagenu, eta bost aurpegi elkartzen diren erpin bakoitza moztuko bagenu, erpin horiek pentagono bihurtuko lirateke, eta triangeluak hexagono. Gainerako ezaugarriak, dena den, poliedro platonikoen berdinak ditu eratorri horrek; alegia, poligono guztiak erregularrak dira, eta erpin berri guztietan gauza berak gertatzen dira. Hala, poliedroen beste familia bat sortzen dute poligono platonikoetatik eratorritakoek: poligono arkimediarrak.

 *Gaur egungo baloietan beroaren laguntzaz ematen diete esfera-itxura perfektua piezei.*

Horrenbestez, baloiak fabrikatzeko poligono arkimediarrak erabiltzeak “poliedro platonikoen abantaila berdinak ditu, eta, hortaz, erraza da haiek fabrikatzea. Dirudienez, ikosaedro moztuarekin lortu zuten oreka handiena biribiltasunaren eta fabrikatzeko konplexutasunaren artean”. Izan ere, badaude hura baino biribiltasun handiagoa duten poligonoak, pentagonoak, karratuak eta triangeluak konbinatuta sortzen den ronbikosidodekaedroa, kasu, esferaren % 94 betetzen baitu bete gabe, baina ekoizteko kon-

plexuagoa da, 72 pieza eta 120 jostura dituelako, eta “ez du arrakastarik izan baloigintzan, seguru asko garestiegia litzatekeelako”, dio matematikariak.

BALOI MODERNOEK, JOSTURA GUTXI ETA TRATAMENDU TERMICO ASKO

Josturen arazoa, eta, oro har, poliedroen muga, “gaindituta dago gaur egun, eta ez da zaila edo zer itxurako zatiekin osatzea esferak. Beste material batzuk erabiltzen dira baloiak egiteko, hala nola plastikoak, zeintzuk larrua baino malguagoak diren, eta beroaren laguntzaz edo zer forma har dezaketen”. Hortaz, piezek ez dute ez kubo, ez hexagono, ez pentagonoen itxurarik. Gainera, piezen arteko lotura ere termikoa da, eta, hortaz, ez dago josturarik.

Brazuca baloiaren kasuan, adibidez, lau besoko sei izarrez osatuta, eta, haiek termikoki elkartzean esfera perfektua eratzen dute. Poliedroen eta josturen arrastorik ez du, berez. Baina poliedro batzuk esfera bihur daitezkeen bezala, esferak, era jarraituan deformatuz, poliedro bihur daitezke. Ariketa hori eginez, hau da, sei piezak aldi berean zanpatuz, Brazucaren oinarrian “kubo bat ikus daiteke topologiaren ikuspuntutik begiratuta. Topologian ez du inporta poliedroa osatzen duten aurpegien ertzak lerro bat zuzena edo kurbaduna duten; egitura bakarrik hartzen du kontuan, eta horiek hiruak elkartzen dira”, dio Royok. Azken finean, baloi modernoek ere geometria dute oinarri. ●



Bosnaka elkartutako 20 triangeluk eratzen dute ikosaedroa. Ikosaedroaren erpinak moztuz gero, erpina zena pentagono bihurtzen da, eta triangeluak hexagono. Horra inoiz izandako baloi arrakastatsuenaren oinarria.

ARG.: © KRISSADA CHUANYEN/123 RF.

Garai interesgarriak. Begirada independentea.



Harpidetza
etxean jaso nahi dut

ARGIaren urte osoko harpidetza
(46 zenbaki, 11 Larrun, Urtekaria)

Hego Euskal Herrian 12 € hilean
Iparralde Euskal Herrian 15 € hilean

Izen-abizenak

Helbidea

Posta kodea Herria

Herrialdea

N.A./I.F.K.

Telefona

e-posta

Kontu zenbakia (20 digitu)

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

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

Jaso lekuan
kobratu
SEILORIK EZ



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

TOLESTU



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

TOLESTU

ZELO PARERA
HEMEN JENI

JON MATTIN MATXAIN BERAZA

EHUko Kimika Fakultateko eta DIPCKo ikertzailea



#KulturaZientifikoa

1. Jaialdiaren inguruko hausnarketa

Urtarrilaren 7a eta martxoaren 31 bitartean, #KulturaZientifikoa 1. Jaialdi birtuala egin dugu Interneten. Egitasmoa parte hartu nahi zuen edonorentzat irekia izan da, kultura zientifikotzat har daitezkeen ezagutza-arloen gaineko ekarpen-mota ezberdinak biltzeko asmoz, sareak eta teknologia berriek eskaintzen dituzten aukerak baliatuz. Horrek guztiak helburu nagusi bat zuen: edozein jaialditan bezala, ongi pasatzea, kasu honetan kultura zientifikoa zabalduz, partekatuz eta gizarteratuz, euskara izanik komunikazio-hizkuntza.

Jaialdiek, ordea, ongi pasatzeko baino gehiagorako balio izaten dute. Partaideen arteko harremanak indartzeko balio izaten dute. Ildo horretatik, jaialdiaren helburuak bestelakoak ere baziren, hala nola Interneten kultura zientifikoa euskaraz lantzen dihardugun eragileen sarea sortzea, zientzia eta kultura zientifikoa hezkuntzan eta gizarte osoan indartzea, "zientzien" eta "letren" arteko muga artifiziala gainditzeko laguntzea, elkarlana bultzatzea, eta abar.

Hori dela eta, jaialdian parte hartzeko gonbita zientzietan (modu zabalean ulertuta) lanean dihardugun orori luzatu zitzaion: hezkuntza, ikerketa, zientzia-komunikazio zein bertze alorretan (museo, liburutegi, katalogatzaile eta abar) dabiltzan kide zein erakunde guztiak, eta, goian aipatu bezala, nahi zuen bertze edonor ere gonbidatuta zegoen jaialdi birtual honetan parte hartzera. Jaialdia bukatuta, helburuak bete ote diren ikusteko garaia heldu da. Jaialdiak emandako zenbaki eta estatistika guztiak Zientzia Kaiera blog anfitrioiak zabaldu zituen. Estatistika horiek hausnarketa askorako ematen dute, eta, gehiagi ez luzatzearen, niretzat esanguratsuenak diren zentratuko naiz.

Denera, ehun partaidek baino gehiagok landutako 120 ekarpen partekatu dira, 31 blog/webgune erabiliz (batzuk jaialdirako espresuki sortuak). Ekarpene horietan landutako gaiak zientzia experimental eta teknologikoak, eta osasun-, giza eta gizarte-zientzien ingurukoak izan dira. Partaideak alor guztietakoak izan dira. Hezkuntza-maila guztietako ikasle eta irakasleen partaidetza izan dugu, lehen hezkuntza-koak izan ezik. Hainbat unibertsitate, ikerketa-zentro eta zentro teknologikotako ikertzaileek ere parte hartu dute. Zientzia-komunikazioko hainbat talde eta erakun-

detako kideek parte hartu dute. Hainbat liburutegi, museo, erretiratu, langabetu eta abarrek ere parte hartu dute. Egindako ekarpenak ere askotarikoak izan dira. Testuak, infografiak, bideoak, podcastak sortu eta partekatu dira Jaialdian.

Horretaz gain, sare sozialetan giroa paregabea izan da. Jaialdiaren ekarpenak Twitterren eta Facebooken bidez zabaldu dira, eta, horrenbestez, jaialdian partekatutako lanen hedapena bultzatu da. Adierazgarria da oso Twitterren 1.846 jatorrizko txio zabaldu izana, bertxioak kontuan hartu gabe. Txio eta bertxio horiei esker, #KZJaia traola euskaldunon joera nagusietan izan dugu 70 egunez, eta Sustatu albistegi digitalaren automatikoak 44 ekarpen harrapatu ditu. Hedapen horri esker, ekarpenen egileak baino jarraitzaile dezente gehiago izan ditu jaialdiak, modu batera edo bestera. Horren adierazgarri da blog anfitrioiak izandako bisita-kopurua: Jaialdiarekin lotuta izandako 30 bat argitalpenek denera ia 6.000 bisita izan dituzte. Hortaz, esan dezakegu hasierako aurreikuspenak gainditu direla eta helburuak bete direla.

Ekimena arrakastatsua izan arren, ezin dugu ahaztu partaide-kopuru hori zientzien inguruan lanean dihardugun guztien portzentaje oso txikia dela. Dena

Gutunak erbestetik

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

Gabonetako opor haiek oso bereziak izan ziren. Izeba bisitatzera joan zen Otto, Suediako Kungälv herrira. Iritsi eta hurrengo goizean, esperimentu berri bati buruz hitz egiteko irrikaz zihoan izebarengana. Baina gutun batean murgilduta aurkitu zuen, eta ez zuen entzun ere egiten.

Ottok ere gutuna irakurri behar izan zuen. Hasieran, ez zuen sinestu gutun hark zioena, baina han kontatzen zenak azalpenik bazuen, inoizko aurkikuntzarik handienetakoa baten aurrean egon zitezkeen.

Neutroiekin uranioa bonbardatu eta bariora lortzea... hori ezinezkoa zen. Inoiz ez bazen lortu atomo batetik protoiak eta alfa partikulak baino ezer handiagorik bereiztea, nola orduan uraniotik bariora? “Akatsen bat egongo da”, iradoki zion Ottok izebari. “Ez, Hahn kimikari onegia da horretarako” erantzun zion hark. Izebak ondo ezagutzen zuen Hahn; 30 urtez aritu ziren elkarrekin lanean, 1938an Berlingo Suediara ihes egin behar izan zuen arte.

1907an Max Planckekin ikastera Berlinera joan zenean ezagutu zuen Lise Meitnerrek Otto Hanh. Meitner, Vienatik zetorren. Emakumeek ikasketak egiteko zituzten mugen ondorioz, 1901 arte (23 urte zituela) ezin izan zuen Vienako Unibertsitatean sartu. Eta ordura arteko ikasketak gurasoei esker egin zituen, alabei eta semeei hezikuntza bera eman behar zitzaizela irizita, ikasketa pribatuak ordaindu baitzizkioten.

Vienako Unibertsitatean bigarren emakumea izan zen fisikako doktoretza ateratzen. Gas-lanparen fabrika batean lan egiteko eskaintzari muzin egin, eta Berlinera joan zen, Max Plancken fisika teorikoko eskolak hartzera. Han hasi zen lanean Otto Hahn kimikariarekin.

Hasieran, Kimikako Institutuan emakumerik onartzen ez zenez, sotoan lan egin behar izan zuen Meitnerrek, aparteko sarrera zuen gela batean. Gero, 1912an Kaiser Wilhelm Institutu sortu-berrira joan ziren Meitner eta Hahn. Han, urtebetez, soldatarik gabe aritu behar izan zuen Meitnerrek, Hahnen “gonbidatu” gisa. Hurrengo urtean lortu zuen bere benetako lehen lanpostua institutu horretan. 1917an, berriz, Institutuko fisikako departamentua zuzentzen hasi zen, eta 1926an Berlingo Unibertsitatean fisikako irakasle postua hartu zuen. Postu hori lortzen zuen lehen emakumea izan zen.

**Ozta-ozta lortu zuen
ihes egitea, Reich barruko
eta kanpoko hainbat
zientzialariren laguntzari
esker.**

James Chadwickek esango zuenez “zientziaren historiako lankidetzarik eman korrenetako bat” izango zen Meitner eta Hahnena. Hanh kimikari bikaina zen, metodikoa eta zehatza, esperimentalista petoa, arlo teorikoan ahulagoa; Meitner, berriz, fisikari teoriko argia, kimikan esperimentariak gabea, baina laborategiko emailtzei azalpenak ematen oso trebea.

Erradioaktibitatearekin lan egin zuten batez ere, eta hainbat isotopo berri aurkitu zituzten. Baina aurkikuntzarik handiena egiteko bidean zeudenean, Alemaniak Austria hartu zuen, eta ordura arte austriarra izateak ematen zion babesa galdu zuen Meitnerrek. Jatorriz judua izaki, gutxiarako balioko zion 1908an protestante bihurtu izanak. Ozta-ozta lortu zuen ihes egitea,

Reich barruko eta kanpoko hainbat zientzialariren laguntzari esker. Betirako utzi zuen Alemania, diru-zorroan 10 marko baino ez zituela. Diamantezko eraztun bat ere bazuen, Hahnek emana, mugako gardak erosi ahal izateko.

Herbeheretara pasa zen, eta Suedian bukatu zuen, Manne Siegbahn's laborategian. Hahnekin harremanean jarraitu zuen gutun bidez.

Alemania utzi aurretik, uranioa neutroiekin bonbardatuz sortzen ziren substantziak ikertzen ari ziren Meitner, Hahn eta Fritz Strassmann. Ez ziren bakarrak; horretan ari ziren Rutherford Ingalaterran, Joliot eta Curie Frantzia, eta Fermi Italian. Izan ere, Chadwickek neutroia aurkitu zuenetik, susmoa zuten uranioa, orduan ezagutzen zuten elementu astunena, neutroiekin bonbardatuz gero, elementu astunagoak lortzea posible izan zitekeela.

Meitner konturatuta zegoen esperimentu horietan zerbait arraroa gertatzen zela. Eta, gero, Parisetik zetozen berriek zioten sortzen ziren substantzia berriek uranioa baino arinagoak ziruditela. Hahnek ere berehala ikusi zuen hori hala zela, eta Fritz Strassmannekin batera egindako esperimentuek iradokitzen zuten radioa sortzen zela.

Gutun bidez izan zuen Meitnerrek horren berri. Eta, zentzurik ez zeukala ikusita, emaitza ulertezin haiek ez argitaratzeko eskatu zion Hahni. Gero, 1838ko azaroan, Copenhagen elkartu ziren, eta esperimentu gehiago egiteko proposatu zion Meitnerrek Hahni, ustezko radio hura benetan zer zen argitzeko.

Halaxe egin zuten Hahnek eta Strassmannek. Eta hara non aurkitu zuten radioa ez, bariora zela uraniotik ateratzen zen elementuetako bat. Harrigarria zen, baina

fisioaz

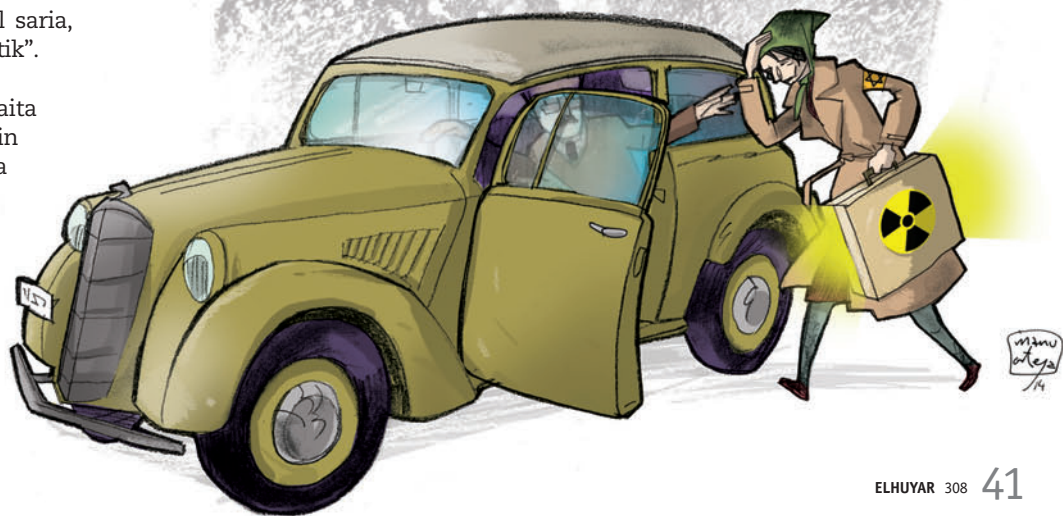
emaitzak argiak ziren. “Agian zu gai izango zara honi azalpen ederren bat emateko” idatzi zion Hahnek Meitnerri.

Elurretan zegoen enbor baten gainean eseri ziren Meitner eta Otto Frisch izeba-ilo-bak, eta paper-zatitan kalkuluak egiten hasi ziren. Bohrek atomoen nukleoentzat emandako “likido-tanta” ereduak kontuan hartuta, ondorioztatu zuten neutroi batek eragin zezakeela “uranio-tanta” hori bitan zatitzea, tanta txikiagoak emanaz. Bakterioen zatiketa etorri zitzaion burura Frischi, eta, horregatik, “fisio” deitu zioten. Meitner, gainera, konturatu zen, zatiketa horretan masa galtzen zela, eta beraz, Einsteinen $E = mc^2$ formula ospetsuak zioen bezala, energia sortzen zela; energia mordo bat. Dena bat zetorren. Bazuten azalpena!

Hahnek eta Strassmannek barioaren aurikuntza hura argitaratu zuten. Ezin izan zuten Meitner sartu artikulu hartan; erbesteratutako judu batekin lankidetzan aritu zirela aitortzea zatekeen. Baina Strassmannek gerora argi utziko zuen Meitnerrek izan zuen garrantzia: “guri intelektualki lotuta zegoen Suediatik... gure taldearen lider intelektuala zen”.

Meitnerrek eta Frischek *Nature*n argitaratu zuten azalpena. Baina, 1944an Otto Hahnek bakarrik jaso zuen Nobel saria, “nukleo astunen fisioa aurkitzeagatik”.

Meitnerrek ondorioztatu zuen, baita ere, fisioak kate-erreakzio bat eragin zezakeela, energia izugarria aska zezakeen kate-erreakzioa. Eta, jakina, berehala ikusi zuten batzuek horren aplikazioa. Manhattan proiektuan parte-hartzeko eskatu ziotenean, Meitnerrek ez zuen zalantzarik egin: “ez dut ezer ikustekorik izan nahi bonba batekin!”.





ENRIKE ZUAZUA IRIONDO

Matematikari ikertzailea

Enrike Zuazua Iriondo (Eibar, 1961) BCAM (Basque Center for Applied Mathematics) zentroko zuzendari sortzailea da; eta, bertan, Ikerbasque Fundazioko ikertzailea. Madrilgo Unibertsitate Autonomoaren Matematika Aplikatuko katedratikoa ere bada. Uhinaren arloan espezializatuta dago, eta sari ugari jaso ditu; azkena, joan den otsailean: Humboldt Ikerketarako Sari ospetsua. ARG.: LUIS JAUREGALTZO/ARGAZKI PRESS.

“Uhinak gara. Uhinik gabe ez legoke bihotzaren taupadarik, ez barrerik, ez negarrik”

Enrike Zuazuak grinaz bizi du matematika. Halaxe aitortzen du, eta nabaritu egiten zaio, gainera. Adibidez, galderei erantzutean, ezin du ezkutatu matematikarekiko sentitzen duen erakarpena, lilura. Baina ez da horretan geratzen, eta lilura hori kutsatzen saiatzen da, uste osoa baitu gizartearen motor nagusienetariko bat dela matematika.

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

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

Oro har, matematikaren mirariak harritzen nau egunero. Matematika gizakiak asmatutako eta sortutako tresna da, ingurunea ulertu nahian. Eta ulergaitza zait hain zehatza, hain indartsua izatea.

Zientzialari handienak ere matematikaren aurrean apal aitortu ziren, txiki. Einsteinek, bere azken egunetan, natura jarri zuen zientziaren gainetik. Newtonek, berriz, Jaungoikoa aipatu zuen, lege matematikoen bidez antolaturiko unibertso baten egile bakar posible gisa. Leonardo da Vincik esan zuen ez zegoela ziurtasunik matematika aplikatu ezin zen lekuetan. Galileok, unibertsoa matematikaren hizkuntzan idatzita zegoela...

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Kirolean esaten da garrantzizkoa lehiatzea dela, ez irabaztea. Matematikan gauza bera esango nuke, aritzea da gogoko dudana. Horrekin gozatzen dut eta horrela jarraitzea nahiko nuke. Baina besteengan ere nahiko nuke piztu matematikarekiko interesa. Horregatik, bulegoko lan isilean ez ezik, elkarriketak ematen eta horrela koetan ere aritzen gara.

Izan ere, matematika gizartearen motor nagusienetariko bat da. Eta Euskal Herriak hori benetan barnertatuz gero, gure herri txiki eta txikitu honek aurrerapauso galanta egiteko aukera izango luke.

Euskal Herrian ahalegin handia egin dugu gure sarea osatzeko. Nire ustez, orain energia horiek

Txunditu egiten nau matematikaren barnetik bizitzeko aukera izanak. Bere indar miragarriaren behatzaile, eta, neurri txiki batean bada ere, sortzaile izateak pribilegiatu sentiarazten nau.

Lanean hasi nintzenetik bidean naiz, mendizaileak mendian gora bezala. Baina bidea hasi besterik ez da egin. Beti ikasten... Oraindik asko falta da lehen tontorrera igotzeko.

Bestalde, ikasle naizen arren, profesional gisa badut besteei erakusteko aukera ere. Horrek katearen etorkizuna ziurtatzen du. Hain zuzen, gizakia, matematika sortzeko gai izateaz gain, haren etorkizuna bermatzeko gai ere izan da.

integratzeko beharra dugu, gazteek aukera berri lehiakorrak izan ditzaten *Euskal Doktoretza Bikaintasun Eskola Internazionaleal* batean.

Bestalde, 2000. urtean, milurtekoko zazpi problemak aukeratu genituen matematikariok Horieta-tik bakarra ebatzi da: Perelmanek Poincaréren aierua egiazkoa zela frogatu zuen 2006an. Gainerakoek ebatzi gabe jarraitzen dute.

Dena dela, ni ez naiz gai horietan ari. Nire arloa uhinak dira, haien portaera aztertze behar diren simulazio-tresnak garatzen aritzen naiz. Eta grina handiz bizi dut nire arloa. Izan ere, uhinak gara. Uhinik gabe ez legoke bihotz-taupadarik, ez barrerik, ez negarrik. Merezi du, beraz, gaiak. ●

SATORRAK

dani fano

ILARGIAN



IRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND



ELHUYAR ANAIK

74^W



DIBULGAZIOA

SORMENA

ELKARLANA

DIZIPLINARTEKOTASUNA

Laguntzaileak



elhuyar

EUSKO JAURLARITZA

HEZKUNTZA, HEZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SALA
Hezkuntza Politikako Sailburuordetza



GOBIERNO VASCO

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



**Bergarako
Udala**



CAF ELHUYAR sariak 2013

Joan den apirilaren 10ean banatu ziren 2013ko zientzia-dibulgazioiko CAF-Elhuyar sariak, Bergarako Errekalde jauregian. Sariketa osatzen duten lau kategorien saridunak ezagutzera ematez gain, Elhuyarren Merezimendu saria jaso zuen Udako Euskal Unibertsitateak.

Elhuyarko lehendakari Txema Pitarkeren eskutik jaso zuen Udako Euskal Unibertsitateak Elhuyarren Merezimendu saria, 41 urteko ibilbidean "hainbat diziplinatan egindako dibulgazio lanagatik, euskararentzat eremu berriak lantzeagatik, eta elkarlanerako erakutsi duen gaitasunagatik", eta erakundearen izaera dibulgatiboa, elkarlanerako gaitasuna, eta diziplinartekotasuna bultzatzeko jarrera goraiatu ditu. Zenbaki honetako 28. orrialdean elkarrizketatutako Iñaki Alegria UEUren zuzendari izendatu berriak jaso zuen saria.

Kazetaritza-lanen arloan Zumaiaiko Baleike herri aldizkariako zuzendari eta kazetari Gorka Zabaleta Lopetegi izan zen irabazleari, "Angulari erradiografia" lanari esker. Epaimahaiaren esanean, erreportaje bikaina da, eta gaur egungo kazetaritzaren eredu, "primeran erabili baititu baliabide guztiak: testua, argazkiak, bideoa, papera eta Internet".

Zabaletaren lana saritzeaz gain, beste kazetari baten lan bat ere aipatu zuen epaimahaiak, eta Aipamen Berezia egin zion Amaia Portugal Gonzalez donostiarrak Berrian argitaratutako "Giza eboluzioa berridazten" lanari. Epaimahaiak eguneroko prentsaren bidez gaia halako sakontasunez tratatu izana nabarmendu zuen erreportajetik.

Zientzia gizartearen sorkuntza-beka, berriz, Xabier Erkizia Martikorena soinu-ikertzailearentzat izan zen. Kategoría horrek zientziaren/teknologiaren eta gizartearen arteko elkarrekintza lantzen duten proiektuak saritzen ditu. Erkiziak "IDAZKERA ISILAK: Entzuteko idatziak eta Soinuzko irudiak" proiektua garatuko du bekaren bidez. Soinuak grabatu ahal izateko teknologia asmatu aurretik, bestelako euskarrietan gordetako soinuak aurkitu eta erregistratzea da proiektuaren helburua. Epaimahaiak proiektuaren interes sozialari, egingarritasunari eta teknologia eta gizartearen arteko elkarrekintzari

erreparatu zion beka emateko; halaber, aipatu zuen erabakigarria izan zela "emaitza ez izatea une bateko gertakizuna, baizik eta gerora ere erabilgarria izatea, aurkezten den unetik harago".

Dibulgazio-artikuluaren kategorian, azkenik, Gorka Azkune Galparsorok eta Eneko Bachiller Otamendik jaso zituzten sariak, eta hurrengo orrietan dituzue irakurgai haien lanak.

Lehenak dibulgazio-artikulu orokor onenaren saria jaso zuen "Fikzioa errealtate bihurtzen denean" lanarengatik. Lanen honek bidez teleportazioa zer den azaldu du Azkunek. Artikuluari "ausarta" iritzi zioten epaimahaiakideek, azaltzeko eta ulertzeko gai zail bati heldu diolako egileak, eta artikulutik nabarmendu zuten entretenigarria izateaz gainera, aurrera begirako ikuspegia duela, eta protagonistak pertsonak direla.

Bachillerrek egilearen tesian oinarritutako dibulgazio-artikulu onenaren saria jaso zuen. Epaimahairen esanean, izenburu erakargarri batekin hasita, erraz irakurtzen den artikulua osatu du egileak, ikuspegi eta egitura egokiak dituen, eta oso irudi aberats eta erakargarriak. Hauxe da lanaren izenburua: "Arrainak, otorduetan, ekologiaz mintzo dira".

"Elhuyar efektua" lelopean, sormena, elkarlana, dibulgazioa eta diziplinartekotasuna izan ziren ekitaldiaren ardatzak, eta, zehazki, Bergarako mintegiaren ondarea, mintegiaren sustatzaile nagusi izan zenaren bizilekuan bertan. Izan ere, Xabier Munibe, Peñafloridako kondea Errekalde jauregian bizi izan zen, eta, hark sortu zuen, beste bi azkoitiarrekin batera Euskal Herriko Adiskideen Elkarte 1765ean. Elkarte horrek, sustatu zuen Bergarako Mintegiaren sorrera, eta mintegi horretan isolatu zuten wolframa, duela 230 urte, Fausto eta Juan Jose Elhuyar anaiek. Zuzeneko irati-kronika batek eman zien ikusleei Elhuyar anaien lanaren berri, eta, bideo batek ekarri zituen orainaldira: jakintza zientifikoa dibulgatzeko, bokazio zientifikoak sortzeko, eta elkarlanean kultura zientifikoa lantzeko eta gizarteratzeko sustatutako hainbat proiekturen printza batzuk erakutsi zituen bideoak, horien artean, ekitaldia hartu zuen tokian sortuko den Laboratorium zientzia-museoa.



GORKA AZKUNE GALPARSORO

(Azpeitia, 1982). EHU*n* ikasi zuen Informatika Ingeniaritza. Karrera amaierako proiektua Optika Kuantikoko Max Planck Institutuan egin zuen, Ignacio Ciracen zuzendaritzapean. Tecnalían aritu da lanean robotika eta adimen artifizialaren arloetan, eta gaur egun DeustoTech-en ari da ikertzaile, sistema adimentsuen esparruko ikerketatan sakontzen, doktore-tesia burutzeko helburuarekin.

Fikzioa errealitate



© SIRYLOK/123RF

Zientzia-fikziozko telesail, film eta liburuak gazte zein helduak liluratzeko erraztasuna erakutsi dute urteetan zehar. Mundu harrigarrietara bidaiatu ahal izan dugu horien eskutik, ezinezkoa egia bihur zitekeen munduetara eta baliteke hori izatea hainbeste erakartzen gaituena. Agian, giza irudimena gehien erakarri duen fikziozko teknologietako bat *teleportazioa* izan da. Edonork nahiko luke beretzat gailu batean sartu eta, instant batean, unibertsoko beste toki batean agertzeko gaitasuna. Baina zer dio zientziak horri buruz? Posible al da *teleportazioa*?

KUANTIKA, BETI KUANTIKA

Star Trek moduko telesailetan ikusi dugun teleportazio-motara gehien hurbiltzen den ideia zientifikoa **teleportazio kuantikoa** da, zeinaren helburua baita sistema kuantiko bat *A* puntutik *B* puntura garraiatzea, inolako euskarri edo kanal fisikorik gabe. Baina hori guztia behar bezala ulertzeko, fisika kuantikoaren oinarri batzuk azaldu behar ditugu. Ez izutu! Oso modu ulerterrazean egingo baitugu.

KUTXAK ETA BOLATXOAK

Sistema kuantikoak aipatzen ditugunean, atomo, elektroioi, protoi edo fotoi moduko kontzeptuei buruz dihardugu. Gauzak erraztearren, kutxa berezi batzuetan gordeta dauden bolatxo berezi batzuk izango dira guretzat sistema kuantikoak. Bolatxo horiek bi kolore izan ditzakete: gorria $|G\rangle$ ala urdina $|U\rangle$. Hona hemen bolatxo horien lehen berezitasuna: kutxaren barnean dauden bitartean, $|G\rangle$ eta $|U\rangle$ koloreen konbinazio-egoera batean egon daitezke:

$$a |G\rangle + b |U\rangle$$

bihurtzen denean

non a eta b bi zenbaki erreal baitira. Horien esanahia simplea da: kutxatik ateratakoan bolatxoak izango duen kolorearen probabilitatea adierazten dute. Hots, bolatxo bat $0,5 |G\rangle + 0,5 |U\rangle$ egoeran badago, kutxa irekitzean $|G\rangle$ izateko probabilitatea % 50 da. Kuantikan, gainezarpenaren propietate deritzo bolatxoaren propietate horri. Horrek beste lege berezi batera garamatza: bolatxoak, kutxa barruan, gainezarpen-egoeran egon daitezke; baina, kutxa irekitzen dugunean, $|G\rangle$ ala $|U\rangle$ bakarrik izan daitezke. Kutxatik at ez dago gainezarpenik. Kutxa irekitzearen sinonimo kuantikoa neurketa da, non bolatxoaren gainezarpen-egoera deuseztatzen baita (ikus 1. irudia).

Kutxak, ordea, ez dira bolatxoak gordetzeko bakarrik erabiltzen. Kutxa modu ezberdinetan astinduz gero, bolatxoaren egoera alda dezakegu, adibidez konbinazioen proportzioak aldatuz. Astintzearen baliokidea eragiketa kuantikoak dira. Mota askotakoak daude, eta guk ez dugu horretan sakonduko. Oraingoz, pentsatu kutxa astinduta gai garela nahi ditugun eragiketak egiteko.

Atal honekin bukatzeko, gure kutxa eta bolatxoaren beste berezitasun bat aipatu beharrean gaude. Bi bolatxo kutxa berean jartzen baditugu eta kutxa astintzen badugu, bolatxoak elkarrekin korapila ditzakegu. Hala, 1. bolatxo eta 2. bolatxo kutxa berean astinduta, $0,5 |G_1 G_2\rangle + 0,5 |U_1 U_2\rangle$ egoera lor dezakegu. Kuantikan, egoera horri korapilatze deritzo, bi bolatxoak elkarrekin korapilatuta geratzen baitira. Egoera horretan, kutxatik 1. bolatxo bakarrik ateratzen badugu eta $|G\rangle$ egoeran dagoela ikusi, jada badakigu, kutxatik atera beharrik gabe, 2. bolatxo $|G\rangle$ egoeran egongo dela (ikus 2. irudia). Kontu izan hori ez dela posible bi bolatxoak bi kutxatan izanez gero, nahiz eta gainezarrita izan. Kasu horretan, lehen bolatxo atera eta $|G\rangle$ bada, bigarren bolatxo $|G\rangle$ edo $|U\rangle$ izan daiteke. Bien artean ez dago inolako loturarik.

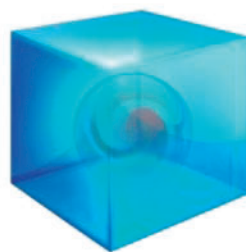
Azterketa asko ari dira egiten korapilatzeren gainean. Bi bolatxo korapilatu ondoren, neurketa bat egin arte korapilatuta mantentzen dira,

nahiz eta haien arteko distantzia oso handia izan. Distantzia edozein delarik ere, bolatxo batean egindako neurketak beste bolatxoan eragiten du bat-batean, eta horren egoera aldatzen du, nahiz eta ez dugun ukitu ere egin. Oraindik ez dakigu zergatik eta nola gertatzen den korapilatzea, baina jada erabiltzeko gai gara. Pentsa daitekeen moduan teleportazioa lortzeko giltzarria dugu.

TELEPORTAZIO KUANTIKOA

Alaitz eta Beñat bi lagun on ditugu, eta, elkarrekin zeuden egun batean, bi bolatxo korapilatzea erabaki zuten. Korapilatzea gertatu ondoren, baikoitzak bere bolatxo hartu zuen kutxa berezi batean, bolatxoari inoiz begiratu gabe. Hala, baikoitzak bere etxera joandakoan, bi bolatxoek korapilatuta jarraitzen zuten, nahiz eta elkarrengandik urrun egon.

Bolatxo kutxa:
Gainezarpen-egoera



Bolatxo kutxatik
atera → neurketa



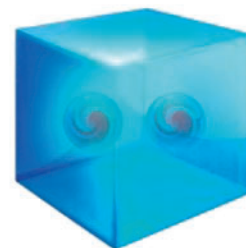
% 50eko probabilitatea



% 50eko probabilitatea

1. irudia. Gainezarpenaren printzipioa eta neurketa bolatxo baten kasuan. GORKA AZKUNE.

Bi bolatxo kutxa
korapilatuta

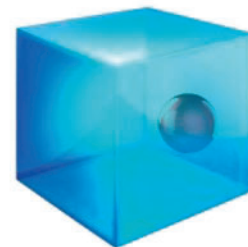


1. bolatxo
kutxatik atera

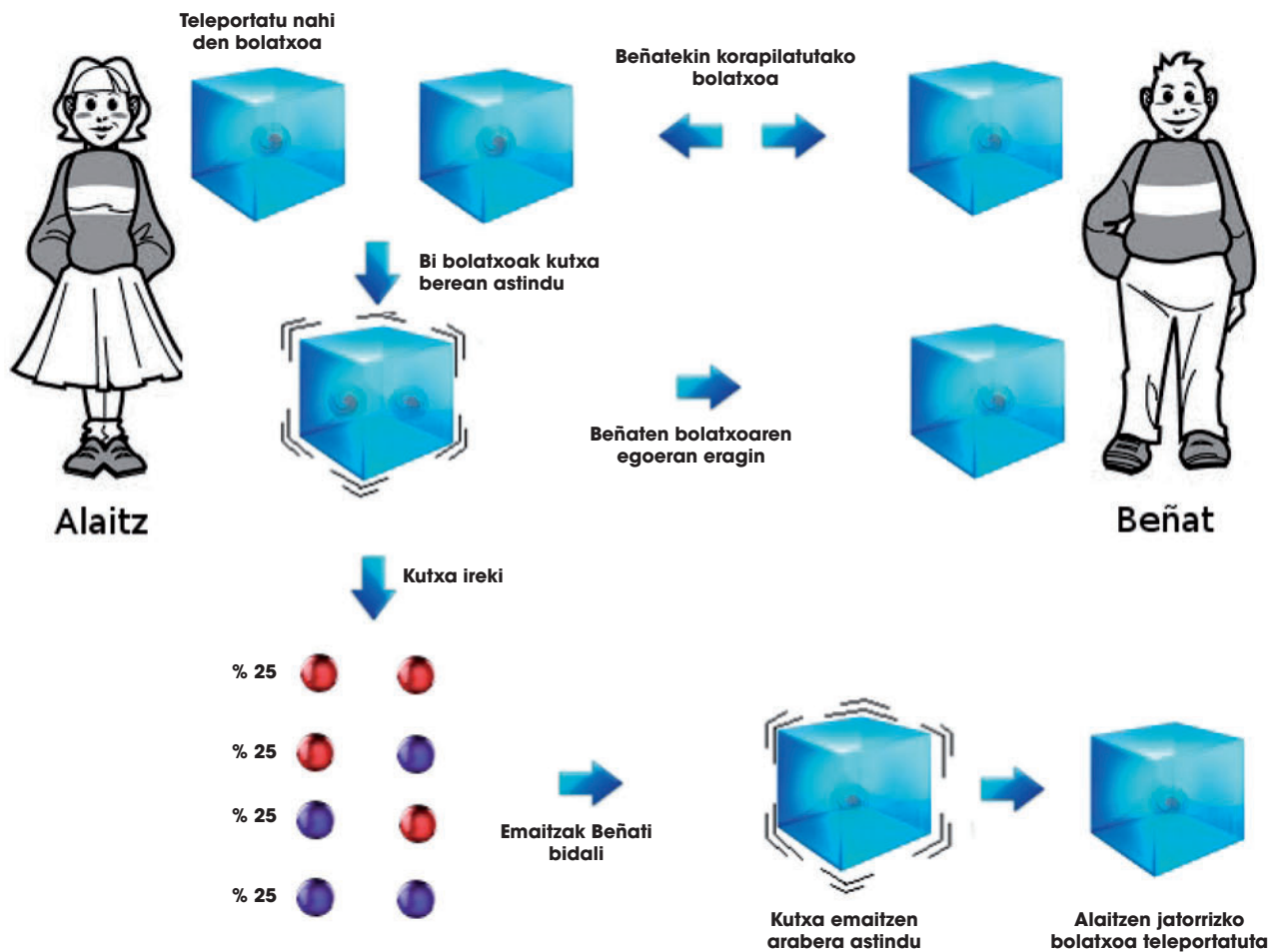
% 50



% 50



2. irudia. Korapilatzearen printzipioa eta haren ondorioak bi bolatxorekin. GORKA AZKUNE.



3. irudia. Alaitz eta Beñaten artean bolatxo bat teleportatzeko prozesua. GORKA AZKUNE.

Alaitzek beste bolatxo bat du etxean, beste kutxa batean sartuta, gainezarpen-egoera ezezagun batean. Alaitzek erronkak atsegin dituenenez, zera pentsatu du: "Nola bidal diezaioket Beñati bolatxo berria, dagoen egoeran, etxetik mugitu gabe?". Ezin du bolatxo kutxatik atera, kasu horretan haren berezko egoera aldatuko bailitzateke, eta $|G\rangle$ ala $|U\rangle$ bihurtu. Berak berezko egoeran bidali nahi dio bolatxo Beñati, hots $a|G\rangle + b|U\rangle$ gainezarpen-egoeran. Erronka zaila dirudi Alaitzenak, ezta?

Baina Alaitz neska azkarra denez, topatu du konponbide bat. Beñati bidali nahi dion bolatxo jada Beñatekin korapilatuta zeukan bolatxoarekin batera jarri du kutxa berean. Kontu izan Beñatek bere bolatxo bere etxean gordeta duela. Alaitzek eragiketa batzuk egiten ditu eskuetan dituen bi bolatxoetan, kutxa modu berezi batean astinduz. Korapilatzearen ondorioz, eragiketa horiek Beña-

ten bolatxoari ere eragiten diote, eta Alaitzek badaki, gainera, zer eragin izan duten. Ondorioz, kutxa irekitzen du bere bi bolatxoak zer egoeratan dauden jakiteko. Bolatxoak $|GG\rangle$, $|GU\rangle$, $|UG\rangle$ edo $|UU\rangle$ egoeran egon daitezke, hurrenez hurren. Emaitzaren arabera, Alaitzek badaki Beñaten bolatxo zein egoeratan dagoen. Harrigarria badirudi ere, Alaitzen eragiketaren ondoren, egoera posible horiek $a|G\rangle + b|U\rangle$, $a|U\rangle + b|G\rangle$, $a|G\rangle - b|U\rangle$ eta $a|U\rangle - b|G\rangle$ dira.

Beraz, Alaitzek bere bi bolatxoak ikusi bezain pronto Beñati deitzen dio, eta esaten dio nola astindu behar duen haren bolatxoaren kutxa Alaitzek bidali nahi dion bolatxo lortzeko. Kuantikak erakutsi digu ezen, kutxa nola astindu jakinez gero, aurkeztu ditugun lau egoera horietatik Alaitzen bolatxoaren jatorrizko egoera lor daitekeela. Azaldu dugun prozesua 3. irudian ikus daiteke.

Prozesuaren bukaeran, Alaitzen hasierako bolatxo Beñaten etxera teleportatu da!

TELEPORTAZIO KUANTIKOA AL DA GURE AMETSETAKO TELEPORTAZIOA?

Galdera horren erantzun laburra ezezkoa da. Gaur egungo fisikaren arabera, ezin da *Star Trek*-eko teleportazioaren modukorik lortu. Zergatik? Zer ezberdintasun daude ikusi berri dugun teleportazio kuantikoaren eta *Star Trek*-ekoaren artean?

1. Alaitz eta Beñaten artean ez da inoiz bolatxorik mugitu: Alaitzen hasierako bolatxoaren egoera Beñaten bolatxora *kopiatu* da, baina ez da izan materia-garraiorik.
2. Teleportazio kuantikoa ez da bat-batekoa. Teleportazioa gerta dadin, Alaitzek Beñati bere bi bolatxoaren egoeraren berri eman behar dio

telefonoz, posta elektronikoz edo oihuka. Komunikazio hori, gehienez ere, argiaren abiaduran gerta daiteke, baina ez azkarrago. Beraz, teleportazio kuantikoak denbora-tarte bat behar du gauzatzeko, eta ezin du gainditu argiaren abiadura.

Arazoak arazo, badirudi teorikoki bederen lor dezakegula pertsona bat teleportatzea. Baina kontu izan zailtasun teknikoak:

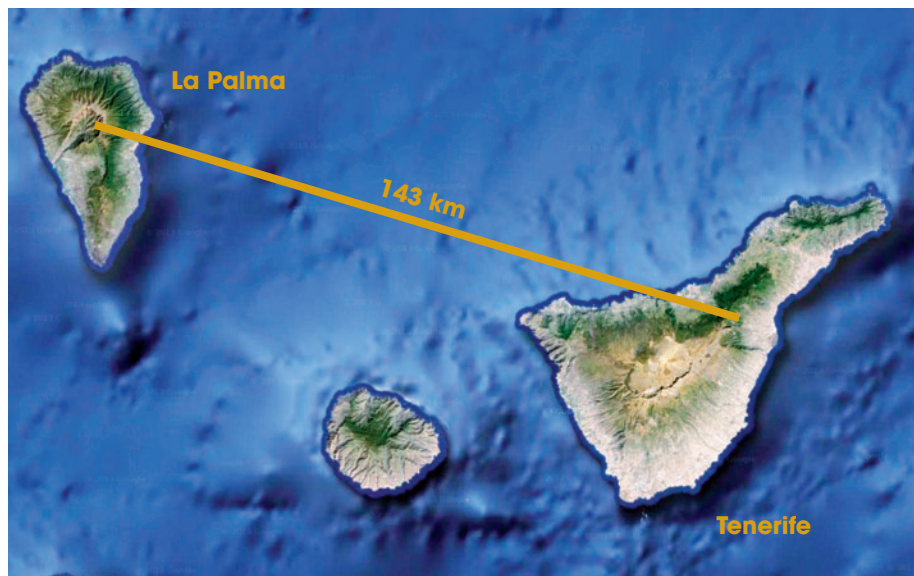
1. Bolatxo bat teleportatzeko, beste bolatxo bat izan behar dugu helmugan (Beñaten bolatxoa). Beraz, teleportatu nahi dugun pertsonaren beste partikula batzuk izan behar ditugu helmugan.
2. Pertsona baten partikula guztien propietate guztiak aintzat hartuta egin beharko genituzke eragiketak eta neurketak. Bolatxoaren kasuan, kolorea bakarrik aipatu dugu, baina partikula kuantikoek propietate asko dituzte.
3. Milioika neurketa horien informazio guztia bidali beharko genuke helmugan, ohiko komunikazio kanalak erabiliz.

Hori hasiera besterik ez da. Kuantikan jada ikusi da oso zaila dela bi partikularen arteko korapilatzea mantentzea, partikula horiek mundutik isolatu behar baitira. Ondorioz, guztiz arbiuatu gabe ere, ia ezinezkotzat jo dezakegu pertsona bat teleportatzea. Gainera, eta esparru filosofikoago batera pasatuta, pertsona bera al da horrela teleportatu dugun pertsona bat? Azken batean, pertsona baten informazioa beste materia-partikula batzuetara kopiatu dugu. Airean utziko dugu galdera.

Dena dela, gaur egungo teknologiarekin jada lortu da fotoiak eta atomo batzuk teleportatzea. Fotoien kasuan, Tenerife eta La Palma uharteetan artean lortu zuten teleportazioa, eta 143 km-ko errekorra ezarri (ikus 4. irudia). Esperimentu horren azalpenak *Nature* aldizkari ospetsuan argitaratu ziren 2012. urtean. Maryland Unibertsitateko ikertzaile batzuek, bestalde, distantzia labur batean atomo bat teleportatzea ere lortu zuten, 2009. urtean.

TELEPORTAZIOA GAUR ETA BIHAR

Teleportazio kuantikoa maila teorikoan menderatzen dugu: teleportazioaren propietateak ezaugarritzen dira, badakigu nola egin eta badakigu zer muga dituen. Teknologikoki ere oso pauso



4. irudia. Kanariar uharteetan egin zen teleportazio-esperimentua. GOOGLE EARTH.

garrantzitsuak eman dira jada, azaldu dugun moduan. Ziur gaude etorkizunean distantzia luzeagoak eta informazio-kopuru handiagoak teleportatzeko gai izango garela, baina non dago muga? Nork jakin.

Teleportazio kuantikoa oso teknologia garrantzitsua izango da etorkizunean. Kriptografia kuantikoan ezinbestekoa da, eta, etorkizunean, giltzarrietako bat izango da ordenagailu kuantikoak lortzeko ere. Ziurrenik, orain imajinatu ere ezin ditugun aplikazioetan erabiliko da, hasiera batean fikzioaren esparruan bakarrik zegoen bitxikeria hori.

Euskal Herrian, gai hauetan diharduen punta-puntako ikerlari-talde bat izateko ohorea dugu. Ikerbasquen eskutik Leioara etorri zen Enrique Solano doktorearen *Quantum Technologies for Information Science*¹ taldeak jada sona handia du nazioartean. Horren adibide da 2010. urtean *Nature* aldizkarian argitaratu zuten artikulua.

Hemen zein han, ikerlariak gure mundu liluragarri honi buruzko ezagutza berria ekarriko digute. Teleportazio kuantikoak ate berriak irekiko dizkigu, baina inork ezin du jakin zer egongo den ate horien atzean. Pedro Miguel Etxenik dioen moduan, ezagutza berriak ezjakintasuna areagotzen du, erantzun bakoitzak mila galdera berri azaleratzen baititu.

BIBLIOGRAFIA

- NIelsen, M. A.; CHUANG, I. L. (2010). *Quantum computation and quantum information*. Cambridge University Press.
- BENNETT, C.H.; BRASSARD, G.; CRÉPEAU, C.; JOZSA, R.; PERES, A.; WOOTTERS, W. K. (1993). Teleporting an Unknown Quantum State via Dual Classical and Einstein-Podolsky-Rosen Channels, *Phys. Rev. Lett.* 70, 1895-1899.
- MA, X.-S.; HERBST, T.; SCHEIDL, T.; WANG, D.; KROPATSCHEK, S.; NAYLOR, W.; WITTMANN, B.; MECH, A.; KOFLER, J.; ANISIMOVA, E.; MAKAROV, V.; JENNEWAIN, T.; URSIN, R.; ZEILINGER, A. (2012). "Quantum teleportation over 143 kilometres using active feed-forward," *Nature*, 489 bol., 7415 zk., 269-73 or.
- GERRITSMA, R.; KIRCHMAIR, G.; ZÄHRINGER, F.; SOLANO, E.; BLATT, R.; ROOS, C. F. (2010). "Quantum simulation of the Dirac equation," *Nature* 463, 68.
- GOTTESMAN, D.; CHUANG, I.L. (1999). Demonstrating the viability of universal quantum computation using teleportation and single-qubit operations. *Nature*, 402(6760), 390-393.
- URSIN, R.; JENNEWAIN, T.; ASPELMAYER, M.; KALTENBAEK, R.; LINDENTHAL, M.; WALTHER, P.; ZEILINGER, A. (2004). Communications: Quantum teleportation across the Danube. *Nature*, 430(7002), 849-849.

¹ <https://sites.google.com/site/enriquesolanogroup/>



ENEKO BACHILLER OTAMENDI

(Donostia, 1981). Biologian lizentziatua EHU, "Itsas Baliabideak eta Ingurugiroa (MER)" master europarra osatu zuen Southamptoneko Unibertsitatean eta EHU. Masterreko proiektua AZTI-Tecnalia burutu zuen, antxoak gazteen ekologia trofikoaren inguruan. Han garatu zuen Doktoretza tesia, Bizkaiko golkoko espezie pelagiko nagusien ekologia trofikoari buruzkoa (2007-2012). 2014ko urtarriletik, Bergeneko Itsas Ikerketa Institutuan (Norvegia) ari da doktoretza-ondoko proiektuan lanean, espezie pelagikoen arteko elkarrekintza trofikoak aztertzen.

Arrainak, otordueta, ekologiaz mintzo dira

Euskal arrantzaleei so egiten diegunean, askori datorrigu burura Bizkaiko golkoan azken hamarkadan antxoek izan duten protagonismoa. Baina, antxoek harago ere, orokorrean itsasoan eskura garri dagoen arrain-kantitatearen urritzea agerian geratu da, eta horrek eragin zuzena izan du arrantzaleen jardueran. Arrantza-ikerketak argi erakutsi digu, batetik, klima-aldaketaren ondorioz, eta, bestetik, gehiegizko arrantza dela eta, arrantzaren egoera are okerragoa izan daitekeela etorkizunean, itsas ekosistema zaintzen ez badugu. Hala, ekosistemaren funtzionamendua ondo ezagutzeak berebiziko garrantzia du arrantza jasanga-

ria bermatzeko bidean, kontuan izanik horren gainean dugun jakintza hainbat alderditan oraindik ere mugatua dela. Adibidez, gauza jakina da arrain-espezie pelagiko nagusiek zooplanktona dutela elikagai-iturri nagusia, eta klima eta egitura ozeanografikoen ondorioz suerta daitezkeen zooplanktonaren ugaritasun- eta konposizio-aldaketek eragin zuzena izan dezaketela arrainen errekrutamentuan. Beraz, esan genezake arrainen elikagaiaren konposizioa eta ugaritasuna aldatzen badira, horrek kate trofikoan eragin zuzena duen heinean, ondorio latzak egon daitezkeela arrainen ugaritasunean eta hedapenean ere.

Zooplankton-laginketa

Pairovet sareak



Ikerketa-kanpaina ozeanografikoetan, hainbat metodo erabiltzen dira laginketarako. Zooplanktona hartzeko, Pairovet sareekin laginketa bertikalak egiten dira. Arrainak hartzeko, berriz, Bizkaiko golkoan arrantzarako erabili ohi diren bi teknika nagusiak erabiltzen dira: arraste-arrantza eta inguraketa-sarea (traina).

ENEKO BACHILLER.

Arrain-laginketa

Arraste-arrantza



Inguraketa-sareak



Alderdi horretatik, tesi honen helburu nagusia Bizkaiko golkoan dauden espezie pelagiko txiki nagusiek zer eta nola jaten duten aztertzea da. Hala bada, dieta zehazteaz gain, elikatzean arrainen artean suerta daitezkeen lehiakortasun nahiz mugapenak ere aztertu dira, espezie horien populazioaren biziraupenean eta, beraz, erregulazioan ezinbestekotzat jo daitezkeen espazioaren eta denboraren arabera dieta-gainjartzeak eta espeziearteko elkarrekintzak zehaztuz. Bizkaiko golkoan horrelako ikerketa bat egiten den lehen aldia da, eta 800 arrain-urdaile inguru ireki, horietan 90.000 harrapakinetik gora banaka identifikatu eta horietako 11.000tik gora neurtu ostean, asko ikasi dugu...

ANTXOA GAZTEEN ELIKADURAREN PARADOXA

Arestian aipatu den bezala, antxoa europarrak ikerketa zientifikoaren interes handiena espezie horren arrantza debekatu den bitartean (2005-2010) jaso badu ere, epealdi horretan Bizkaiko golkoan antxoaren ekologia trofikoak aztertzen duen lehen ikerketa da honako hau. Hala, antxoa gazteek elikadura-portaera berezia dutela ikusi da, haien dietaren ezaugarriak sakon aztertu beharrik gabe, gainera. Izan ere, 2003tik 2010era bitartean, udazkenean, laginetarako hartutako antxoa gazteen urdailaren pisua aztertuz (urdailaren betetze-maila, eremuaren arabera), honako hau ikusi da: plataforma kontinentaletik at nahiz ezpanda kontinentalean, eskuragarri dagoen zooplanktonaren kontzentrazioa txikiagoa izanik, antxoa gazteen urdailak pisu handiagoa dute (pisu hori arrainen pisu osoarekiko neurtuta), plataforma kontinentalaren barrukoekin alderatuz gero.

Baina nola izan litezke eremu ezin hobeak aipatutako lehen bi eremuak, elikagai gutxiago izan arren? Batetik, bertako ura hain uherra ez denez errazago harrapa daitekeelako energetikoki interesgarriagoa dirudien zooplankton handia, eta, bestetik, antxoa gazteei harrapakarietatik ihes egiteko aukera handitzen dielako. Gainera, badirudi urdailaren betetze-maila altua (pisu handia) egoera biologiko onaren adierazle izan daitekeela, eta hori lagungarri suerta daiteke antxoa gazteen stockaren neguko biziraupenean (hots, errekrutamentuan), hein handi batean.

Hala ere, urdailen pisuak ematen digun informazioa erabilgarria baina, bestalde, mugatua den heinean, arrainen urdaila ireki eta espezie batetik bestera zer alde hauteman diren ikusteak interes berezia du. Azter ditzagun, beraz, nolakoak diren 2008. eta 2009. urteetako ikerketa-kanpaina ozeanografikoetan (BIOMAN, ECOANCHOA,



Frantziako kostaldeko ibai nagusien emariek Bizkaiko golkoko plataforma kontinental elikagaiz hornitzen dute, eta fitoplanktona ugaritzen dute; hori zooplanktonaren elikagai nagusia den heinean, zooplankton-kontzentrazioa ere handia izaten da inguru horretan. Zooplanktona jaki nagusiztat duten antxoa gazteen urdaila, ordea, beteagoa ageri da mapak ezpanda kontinental eta eremu ozeanikoa irudikatzen dituen eremuan, plataforma kontinentalaren eremuarekin alderatuta. Horrenbestez, plataformatik kanpo zooplankton-kontzentrazioa baxuagoa den arren, badirudi antxoa gazteek probetxua ateratzen dietela bertako ur-uhertasan txikiak eskaintzen dizkien abantailei. ENEKO BACHILLER.

PELACUS, JUVENA), maiatzetik irailera eta egunez nahiz gauez, Bizkaiko golkoko hainbat eremu geografikotan hartutako espezie pelagiko txiki nagusien dietak.

ARRAINEN HARRAPAKINAK: TXIKI ASKO, HANDI GUTXI

Arrainek itsasoan eskuragarri duten edozer, baldin eta ahotik sartzeko modukoa bada, jaten al dute? Bai. Galdera horrek sinplea dirudi. Baina zer iradokiko genuke arrain handiek gehienbat harrapakin txikiak jaten dituztela esango bagenu? Izan ere, Bizkaiko golkoko antxoak (*E. encrasicolus*), sardinak (*S. pilchardus*), txitxarro beltz edo atlantiarra (*T. trachurus*), txitxarro zuri edo mediterranearra (*T. mediterraneus*), berdel atlantiarra (*S. scombrus*), makaelak (*S. colias*), ijito-sardinak (*S. sprattus*) eta bogak (*B. boops*) ingurunea partekatzen dute, eta janaria eskuratzeko lehia daitezke elkarrekin. Bestalde, arrain harrapakarien nahiz harrapakinen tamainak, hein batean, haien biologia eta ekologia zehaztu dezakete. Hala bada, ikerketa honen emaitzek erakutsi dutenez, gorputzaren tamainarekiko aho-zabalera handia izateak ez du zertan mugatu harrapakariaren/harrapakinaren

tamaina eta biomasa-erratioaren banaketa. Horren arabera, harrapakariak eskuragarri duten tamaina-tarte osoko harrapakinak harrapatzen dituzte, tamaina txikiak barne, eta, handitu ahala, harrapakin handiagoak gehitzen dituzte beren dietara, harrapa ditzaketen heinean betiere. Hortaz, ikusi da dietaren konposizioan gainjartze-maila handia dagoela, baita neurri ezberdineko arrainen artean ere. Hala, txitxarroak dira harrapakin handietan espezializatuak diruditen baka-

ARRAINEN MENUA EZ DA HAIEN TAMAINAREN ARABERAKOA

Arrain pelagiko txikien dieten arteko ezberdintasunak harrapakinak lortzeko aukerari loturiko elikatze-portaeren hautemandako ezberdintasunei erreparatuz ere iker daitezke. Laginketa-puntu bakoitzeko zooplanktona (Paironet sareekin hartutako ur-laginak) eta bertako arrainen urdailaren edukia alderatu dira, eta emaitzek adierazi dute hobi bera partekatzen duten arrainak elikagai-iturri beretik elikatzen direla, eta haien elikadura gehienbat zooplankton txiki osatua dagoela (adibidez, kopepodoak). Hain zuzen, txitxarro eta ber-



Arrain-espezieen arteko ezberdintasun alometrikoak are nabarmenagoak dira ahoa zabalik dutela konparatzen ditugunean. Ahoaren gehieneko zabalerak harrapakinaren gehieneko tamaina mugatzen duen arren, aho handia izateak ez du esan nahi arraina harrapakin handiz soilik elikatzen denik. Hain zuzen, antxoak harrapakin handiak hartzeko aukera badu ere, batez ere zooplankton txikiz elikatzen da, berdela bezala. (1) Antxo, (2) ijito-sardina, (3) sardina, (4) boga, (5) txixarroa, (6) berdela. Irudiko marra beltzek 1 cm adierazten dute. ENEKO BACHILLER.

del handienek, adibidez, antxo txikienean jan ohi dituzten harrapakin-espezie berberak jaten dituzte. Arrainei ahalegin handiagoa eskatzen dieten harrapakin handien (adib., eufausiazekoak, dekapodoak eta misidoak) kontsumoari dagokionez, oster, harraparitza hori maizago ikusi da txixarro beltzaren eta zuriaren kasuetan nahiz berdel atlantiarren eta makaelaren kasuetan. Hortaz, esan genezake aipatutako bi espezieak gainerakoei (adibidez, antxo, sardina, boga eta ijito-sardina) gailentzen zaizkiela ematen duela, harrapakin handiak harrapatzeko joera handiagoa erakusten duten heinean, batez ere, gau-partean.

Gainera, antxo gazteen kasuan ikusi den moduan, emaitzak iradokitzen dute ikusmen-mugapenak paper garrantzitsua joka dezakeela harraparitzan arrainek duten arrakastari dagokionez. Edonola ere, neurri erlatiboki txikiko organismoek osatzen dutenez nagusiki dieta, irentsitako espezieei dagokionez ere oso antzekoak dira dietok. Hala ere, dietaren konposizioari erreparatu gero, arrain pelagiko txikien artean gainjartze-maila handia hauteman daiteke, zeina aldatu egiten baita harrapakariaren espezie, tamaina, denbora eta eremu geografikoaren arabera. Bestetik, badi-rudi itsasoan eskuragarri dagoen zooplanktonak mugatzen duela irentsitako harrapakin dibertsitatea, arrainek harrapakinenganako izan dezaketen lehentasunak baino gehiago. Ikertutako zortzi espezieetatik, hiru klupeido-espezieen artean (an-

txoa, sardina eta ijito-sardina) gertatzen da dieta-gainjartze handiena, eta antxoek ijito-sardinekin baino elikatze-jarduera handiagoa dute harrapakin erlatiboki handiagoekiko. Hala ere, dieta-gain-



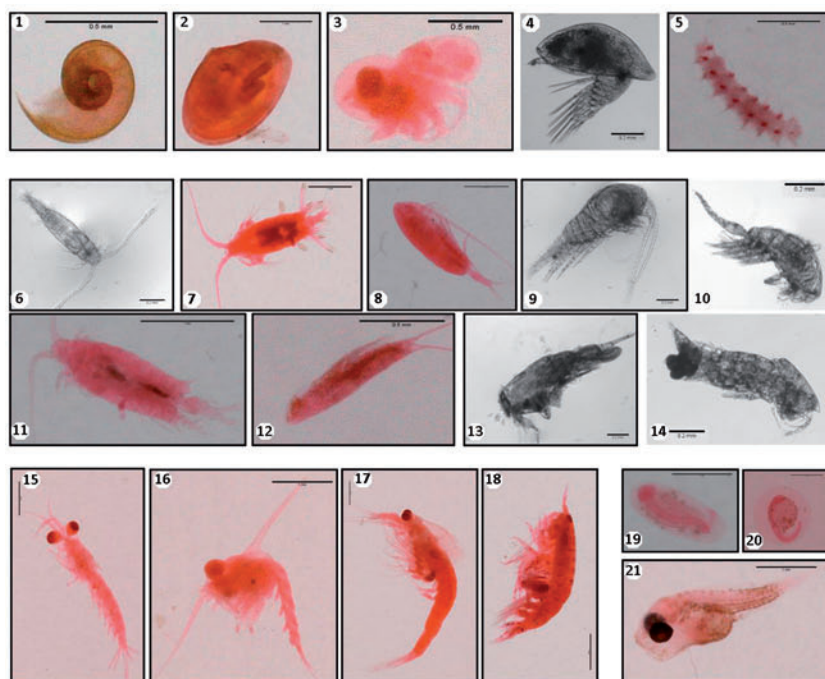
Arrainen urdaila ireki eta barneko harrapakinak kontatu eta identifikatzeko, batez ere elementu hauek behar dira: mikroskopioa, matxardak, bisturia, taxonomia-gidaliburuak eta, denetan garrantzitsuenak, pazientzia. Izan ere, urdail bakar batean milaka harrapakin aurkitu diren kasuak ere aztertu dira. ENEKO BACHILLER.

jartzeak ez du zertan elikadura-lehia inplikatu, ez behintzat elikadura soberan dagoen bitartean, bereziki zooplankton txikiez ari bagara (adibidez, kopopodoak).

KATE TROFIKOAREN ERAGIN EKOLOGIKOA ANTZOETAN

Orain arte azalduetakoak agian zalantzan jar leza-ke ikerketa honek arrantzaren kudeaketarako izan lezakeen baliagarritasuna, arrainek jaten dutena ezagutzeak, besterik gabe, ez baitirudi balio dezakeenik arrainen populazioaren iraunkortasuna bermatzeko. Baina, bestalde, harrapakariaren arteko eta, bereziki, harrapakari-harrapakinaren arteko elkarrekintzak arrantza-ikerketaren eztaba-dagai nagusi dira gaur egun; izan ere, arrain-populazioen dinamika ezagutzeak etorkizuneko arrantzaren eraginkortasuna eta jasagarritasuna berma dezake. Zergatik ote? Ikus dezagun.

Zooplanktona, arrainen arrautzak eta arrain pelagikoen larba goiztiarrak planktonikoak dira, eta, horren ondorioz, baita harrapakin potentzialak ere haien gurasoekin elikagaia eskuratzeko lehiatzen diren arrain-espezie planktoboroentzat (horri "lehiakideen arteko harraparitza" deritzogu). Kanibalismoa nahiz lehiakideen arteko harraparitza lehiak dauden espezieen arteko erregulazio mekanismotzat jo izan dituzte aurretiko ikerketek. Hori kontuan hartuz, espezie pelagiko txiki nagu-



1. Gastropoda

2. Bibalboa

3. Kladozeroa

4. Zirripedoa

5. Poliketoa

Kopepodoak

15. Eufausiazoea

16. Dekapodoa

17. Misidoa

18. Anfipodoa

19. Antxo-arrautza

20. Sardina-arrautza

21. Arrain-larba

6. *Acartia* sp.7. *Candacia* sp.8. *Calanus* sp.9. *Temora* sp.10. *Oncaea* sp.11. *Centropages* sp.12. *Microsetella* sp.13. *Corycaeus* sp.14. *Euterpina* sp.

Espezie pelagiko txikien urdaileko edukia aztertzean, ikusi da haien elikadura gehienbat krustazeoek osatzen dutela. Horien artean, kopepodoak (6-14) dira nagusi, zeinak ahoa irekita mantenduz ura iragaziz jaten baitituzte, baina, batzuetan, aktiboki ehizatzen dituzten harrapakin handiagoak ere aurkitu daitezke, esate baterako, eufausiazoeak (15), dekapodoak (16) edota misidoak (17). Horiez gain, badira sarri aurkitu daitezkeen bestelako harrapakin batzuk ere, hala nola poliketoak (5), arrain-arrautzak (19, 20) edota arrain-larbak (21). ENEKO BACHILLER.

sien harraparitzak (antxoaren harraparitzak barnean dela; hori kanibalismotzat har dezakegu) antxoaren estadio goiztiarretan, hots, antxoaren arrautza eta larbetan, eragiten duen hilkortasun-tasa potentziala zenbatetsi da. Ikerketa horretarako laginketa antxoaren errute-garaian egin zenez, harrapakarien urdailean ez zen apenas larbarik aurkitu. Arrain-espezie ezberdinek irentsitako antxo-arrautza kopuruari erreparatuz, ordea, emaitzek adierazten dute klupeidoen eta, bereziki, sardinaren harraparitzak eragin handia izan dezakeela antxo-arrautzen biziraupenean: sardinak eta berdelak eragindako inpaktua txitxarro beltzak, txitxarro zuriak, bogak, ijito-sardinak edota antxoak eragin dezakeena baino handiagoa da.

Hala bada, 2008ko emaitzek iradoki zuten, adibidez, antxo-arrautzen % 33 inguru sardinaren harraparitzaren ondorioz galdu zela, eta balio hori % 37koa zela, arestian aipatutako espezie pelagiko txiki guztien harraparitzak kontuan hartuz gero. Halaber, ikusi zen balio horiek urtetik urtera asko alda daitezkeela. Izan ere, kanibalismoaren nahiz lehiakideen arteko harraparitzaren maiztasuna aldatu egin daiteke harrapakarien eta harrapakinen espezieen ugaritasun erlatiboaren, haien kontzentrazioaren eta habitataren gainjartze-azaleraren arabera. Beraz, esan genezake antxo-arrautzen

harraparitzak kontuan hartu beharko luketela antxoaren errekrutamentua aztertzeko eta stockari buruzko aholkularitza emateko egiten diren ikerketek, orain jakin baitakigu espezie pelagikoen elikadurak eragin zuzena duela antxoaren fase goiztiarreko hilkortasunean eta, beraz, biziraupenean.

BIBLIOGRAFIA

- AKSNES, D.L.; UTNE, A.C.W. (1997). A Revised Model Of Visual Range In Fish. *Sarsia*, 82(2): 137-147.
- ALBAINA, A., IRIGOIEN, X. (2004). Relationships between frontal structures and zooplankton communities along a cross-shelf transect in the Bay of Biscay (1995 to 2003). *Marine Ecology Progress Series*, 284: 65-75.
- BARNES, C., MAXWELL, D., REUMAN, D.C., JENNINGS, S. (2010). Global patterns in predator-prey size relationships reveal size dependency of trophic transfer efficiency. *Ecology*, 91: 222-232.
- HYSLOP, E.J. (1980). Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- IRIGOIEN, X., DE ROOS, A. (2011). The role of intraguild predation in the population dynamics of small pelagic fish. *Marine Biology*, 158(8): 1683-1690.
- IRIGOIEN, X., FERNANDES, J.A., GROSJEAN, P., DENIS, K., ALBAINA, A., SANTOS, M. (2009). Spring zooplankton distribution in the Bay of Biscay from 1998 to 2006 in relation with anchovy recruitment. *Journal of Plankton Research*, 31(1): 1-17.

IRIGOIEN, X., FIKSEN, Ø., COTANO, U., URIARTE, A., ALVAREZ, P., ARRIZABALAGA, H., BOYRA, G., SANTOS, M., SAGARMINAGA, Y., OTHEGUY, P., ETXEBESTE, E., ZARAUZ, L., ARTETXE, I., MOTOS, L. (2007). Could Biscay Bay Anchovy recruit through a spatial loophole? *Progress in Oceanography*, 74: 132-148.

PAJARO, M., CURELOVICH, J., MACCHI, G.J. (2007). Egg cannibalism in the northern population of the Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* (Clupeidae). *Fisheries Research*, 83(2-3): 253-262.

RAAB, K., NAGELKERKE, L.A.J., BOEREE, C., RIJNSDORP, A.D., TEMMING, A., DICKEY-COLLAS, M. (2012). Dietary overlap between the potential competitors herring, sprat and anchovy in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 470: 101-111.

SCHARF, F.S., JUANES, F., ROUNTREE, R.A. (2000). Predator size-prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. *Marine Ecology Progress Series*, 208: 229-248.

VALDÉS SZEINFELD, E. (1991). Cannibalism and intra-guild predation in clupeoids. *Marine Ecology Progress Series*, 79(1): 17-26.

VAN DER LINGEN, C.D., BERTRAND, A., BODE, A., BRODEUR, R., CUBILLOS, L.A., ESPINOZA, P., FRIEDLAND, K., GARRIDO, S., IRIGOIEN, X., MILLER, T., MÖLLMANN, C., RODRIGUEZ-SANCHEZ, R., TANAKA, H., TEMMING, A. (2009). Trophic dynamics. In: D. Checkley, J. Alheit, Y. Oozeki, and C. Roy (Eds.) *Climate change and small pelagic fish*, pp.112-157. Cambridge University Press, Cambridge, Erresuma Batua.



Ilargiaren efemerideak

- 1** 15:41ean, konjuntzio geozentrikoan Tauruseko Aldebaran izarrekin, 2°-ra.
- 4** 12:51n, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin 5,4°-ra.
20:20an, Geminiko Lambda izarra (magnituda: 3,6) ezkutatuko da.
- 6** 10:01ean, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 404.323 km (aurreko perigeoan baino 34.556 gehiago).
Gehieneko librazioa latitudean ($b = 6,83^\circ$).
- 7** 3:16an, Ilgora.
- 11** 11:22an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin, 2,8°-ra.
- 12** 22:05ean, goranzko nodotik pasatuko da.
- 13** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -5,77^\circ$).
- 14** 12:02an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 0,6°-ra.
19:17an, Loreen Ilbetea. Ekialdetik aterako da Eguzkia sartu baino ordu-erdi lehenago, eta mendebalde hego-mendebaldetik desagertuko da hilaren 15eko egunsentian, Eguzkia atera eta ordu-erdi geroago. Argazki panoramiko bikaina egiteko aukera.

- 18** 11:56an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 367.094 km (aurreko apogeoa baino 37.229 gutxiago).
- 19** Gutxieneko librazioa latitudean ($b = 6,68^\circ$).
- 21** 13:00etan, Ilbehera.
- 25** 14:07an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin, 2,2°-ra.
17:58, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 28** 18:41ean, Ilberria.

Beste efemeride batzuk

- 1** Osteguna. Eguerdian, 2.456.779. egun juliotarra hasko da.
- 6** Eta Akuarida izeneko izar iheskorren maximoa. Lurak, Eguzkiaren inguruan egingo duen ibilbidean, Halley kometak utzi duen hautsa zeharkatuko du apirilaren 19tik maiatzaren 8ra, eta izar iheskor horiek sortuko dira. Urrian zeharkatuko du berriro, eta, orduan, Orionida izeneko izar iheskorak sortuko dira. Halley kometaren ibilbideak bi aldiz ebakitzen du Lurak Eguzkiaren inguruan egiten duten ibilbidea.
- 9** Eta Lirida izeneko izar iheskorren maximoa. Lurak, Eguzkiaren inguruan egingo duen ibilbidean, C/1983 HI IRAS- Araki-Alcock kometak utzi duen hautsa zeharkatuko du maiatzaren 3tik 12ra, eta izar iheskor horiek sortuko dira.
- 14** 11:59an, Eguzkia Ariesen konstelazioan sartuko da itxuraz ($53,62^\circ$).
12:00etan, denboraren ekuazioa urteko lehen maximo negatibora iritsiko da: -3 m 29 s.
- 20** Sagitarida izeneko izar iheskorren maximoa. Lurak, Eguzkiaren inguruan egingo duen ibilbidean, ezagutzen ez dugun kometa edo asteroide batek utzi duen hautsa zeharkatuko du apirilaren 15etik uztailaren 15era, eta izar iheskor horiek sortuko dira.
- 21** Astrologiaren arabera, Eguzkia Geminin sartuko da (60°).
- 24** Lurak gaur zeharkatu beharko luke 209P LINEAR kometak utzitako hauts-hodeia 2004. eta 2009. urteetan iragan zenean. Izar iheskorren ekaitz bat espero da; oraindik ez zaie jarri izenik. Kometa berriro hilaren 29an pasatuko dela uste da, Lurretik 0,055 ua-ra (8,3 milioi kilometro).

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 25an eta 26n, Eguzkia atera baino ordubete lehenago, Artizarra ikus daiteke Ilbeheraren ondoan, 10° baino gutxiagoan Ekialdeko horizontearen gainean.

Teleskopioarekin:

Hil osoan, Artizarren fase konkordun nabarmena ikus daiteke.

Hilabete egokia da, orobat, Marteri behatzeko eta hari argazkiak ateratzeko.

Saturno, bestetik, oposizioan dago, eta ikusgarri ikusiko da 200 mm-ko teleskopio batekin.

Hilaren 17an, 21:21etik 23:29ra, Iok eta Kalistok beren planeta Jupiterren azalean proiektatzen dituzten itzalak ikusi ahal izango dira.

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

Merkurio

Hilaren 4tik aurrera ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 172.440 km/h.

Mendebalde ipar-mendebaldeko horizontearen gainean ikus daiteke, Eguzkia sartu eta 45 minutura (20:00 eta 20:20 artean), 2 orduz. Hilaren 25ean, elongaziorik handienez. Hilaren amaieran azkar galduko du distira, eta jada ezin izango da ikusi ekainaren hasieran. 03 h eta 06 h bitarteko igoera zuzena. +18 eta +25° bitarteko deklinazioa. Ariesen hasiko du hila, ondoren Taurusera igaroko da, eta Geminin amaituko du azkenik. Magnitudea -1,8tik 0,9ra aldatuko zaio.

Artizarra

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

Hil osoan, Eguzkia baino ordu eta erdi lehenago aterako da (3:30 eta 3:00 artean). Abuztura bitartean, goizez ikusi ahal izango dugu egunsentia baino ordubete lehenagotik, 5-10°-ko altitudenean ekialdeko horizontean. -4 inguruko distira du, eta erraz bereiziko da begi hutsez ere. 00 h eta 02 h bitarteko igoera zuzena. 0 eta +10° bitarteko deklinazioa. Piscisen hasiko du hila, gero Cetusera igaroko da, eta Piscisen amaituko du berriro hila. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, -4,1etik -4,0ra.

Marte

Gauaren lehen erdian baino gehiagoan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 86.760 km/h

Hilaren 1ean, Eguzkia sartu baino 3 ordu lehenago aterako da (16:15 inguruan), eta

maiatza 2014

A	A	A	O	O	L	I
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Zerua

2014ko maiatzaren 15eko
23:00etakoa



hilaren 31n, Eguzkia sartu baino 5 ordu baino gehiago lehenago (14:40 inguruan). Ilunabarretik gauerdia baino geroago arte ikusi ahal izango da. Hilaren 21ean amaituko du erretrogradazio-begizta. 12 h-ko igoera zuzena. -03° -ko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. Magnitudea $-1,2$ tik $-0,7$ ra jaitsiko zaio.

Jupiter

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

Eguzkia baino 5 ordu geroago sartuko da hilaren 1ean (0:15 inguruan), eta Eguzkia sartu baino 3 ordu geroago hilaren 31n (22:40 inguruan). Behatzeko azken egunak dira, ez baita gehiago ikusiko uztailean bitartean; orduan goizetik aterako da. 7 h-ko igoera zuzena. $+22^{\circ}$ -ko

deklinazioa. Hil osoan Geminin izango da. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, $-2,0$ tik $-1,9$ ra.

Saturno

Gau osoan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 34.560 km/h.

Hilaren 1ean, Eguzkia sartu eta ordu-erdi baino gehiagora aterako da (19:40 inguruan), eta hilaren 31n, Eguzkia sartu baino 2 ordu lehenago (17:40 inguruan). Hilaren 10ean oposizioan dago. Saturnoren argiak 74 minutu inguru behar ditu guregana iristeko; denbora hori behar dugu Cassini zundak hartutako datuak jasotzeko eta, gorabeheraren bat izanez gero, haren mugimenduak zuzentzeko. 15 h-ko igoera zuzena. -15° -ko deklinazioa. Libran izango da hil osoan. 0,1eko magnitudeari eutsiko dio.

Urano

Oraindik ezin da ikusi; orbita-abiadura: 24.480 km/h.

1 h-ko igoera zuzena. $+05^{\circ}$ -ko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. 5,9ko magnitudeari eutsiko dio.

Neptuno

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

22 h-ko igoera zuzena. -10° -ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen izango da. 7,9ko magnitudeari eutsiko dio.

* Gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeko.

Atmosfera ez denean eskulturentzat egokiena



Guggenheim museoak Txillidak Corten altzairuz egindako eskultura bat du: *Besarkada XI*. Kanpoan luze irauteko berariak sortutako altzairua bada ere, eskultura ez da behar bezala jasaten ari Bilboko atmosferako kondizioak, eta kalte batzuk agertzen ari zaizkio mikroegiturari. Hala ere, museoak kontserbatzaileek ez dute arazo larritzat hartzen. EHUko kimikari batzuk eskultura horien, eta beste batzuen, diagnostikoa egin dute, eta arazoak zergatik sortu diren argitu dute. ARG.: GUGGENHEIM BILBAO MUSEOA.



Matematika, garuna ikertzeko tresna

Duela gutxi, BRAIN proiektu estatubatuarren lehen emaitzak argitaratu dituzte: giza-enbrioaren mapa genetikoa, batetik, eta saguaren neuronen arteko konexioen mapa, bestetik. Bietan, matematikak funtsezkoak izan dira emaitzetara iristeko. Eta gauza bera gertatzen da Europar garuna aztertzeke martxan dauden proiektuetan ere. Pedro Larrañaga matematikari eta ikertzaileak azalduko digu zein den bere lana, parte hartzen duen ikerketetan: Cajal Blue Brain eta Human Brain Project.

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

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

Publizitate-arduraduna: Iزارo Aizpurua,
harpidetza@elhuyar.com.

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

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga,
Oihane Lakar.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin
eta Josexto Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea),
Gorka Azkune, Eneko Bachiller, Dani Fano, Jon Mattin Matxain,
Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: Antton Alberdi

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

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

Harpidetzak: Maier Tapia, m.tapia@elhuyar.com

Paperean eta edizio digitala:

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

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

CC BY-NC-ND Elhuyar
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 2255-4998

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

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

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



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, HIZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA



Gipuzkoako Foru Aldundia

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

zientziaazoka

galdetu.ikertu.lortu

elhuyar da

2013-2014

Ikertzaile gazteen Euskal Herriko zientzia-azoka

EGUNA: maiatzak 24 (larunbata)

ORDUA: 10:30etik-14:00etara.

LEKUA: Plaza Barria, Bilbo

PARTE-HARTZAILEAK:

Lauro Ikastola, San Benito Ikastola, Zangozako Ikastola, Hernani BHI, Begoñazpi Ikastola, Arizmendi Ikastola, Gurutzeta BHI, R.M. Azkue Ikastola, Hirukide, Amor Misericordioso ikastetxea, Egibide, Elorrio BHI, La Anunciata, Ibaizabal Ikastola, Aralar BHI, Axular Lizeoa, Amazabal BHI, Iturrama BHI, Karmengo Ama ikastetxea, Lauaxeta Ikastola, Uzturpe Ikastola

Ez galdu Euskal Herriko ikertzaile gazteenak ezagutzeko aukera!

Zientzia Azoka ekimena gazteek garatutako proiektuen azoka da. Erronkari heldu dioten gazteak, ikasturtean zehar, taldeka, haiek erabaki duten gaiaren inguruan aritu dira lanean: galdetzen, ikertzen, diseinatzeko, eraikitzen, eta esperientzia berriak bizitzeko. Lanaren emaitza ikerketa-proiektu bat nahiz proiektu teknologiko bat izango da, eta, lanak erakusteko stand bana izango dute Zientzia Azokan.

Antolatzailea:

elhuyar
Zientzia

Kolaboratzaileak:


Universidad
del País Vasco


Euskal Herriko
Unibertsitatea


upna
Universidad del País Vasco
Nafarroa
Unibertsitatea


Deusto
Facultad de Ingeniería
Ingeniaritza Fakultatea


MONDRAGON
UNIBERTSITATEA


tecnalia
Corporación Tecnológica


IK4
Research Alliance


BTEK
BIZI TEKNOLOGIA

Babesleak:


EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO


Obra Social "la Caixa"


FECYT
FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

Laguntzaileak:

Donostiako Aquariuma, Gaztezulo,
Gipuzkoako parkeak, Karpin Abentura,
Skunkfunk, Sobrón Abentura, Rocopolis.



Kontaktua:

zientzia-azoka.elhuyar.org
zientzia-azoka@elhuyar.com
@zientziahezk · 943 36 30 40

Uda Ikastaroak - XXXIII - Cursos de Verano Europar Ikastaroak - XXVI - Cursos Europeos

ZIENTZIA-HEZKUNTZAREN ERRONKAK: Europara hurbilpena eta tokiko eredua **elkargunea**

Helburuak

- ✓ Europa 2020 estrategiaren barruan, Europar Batzordeak zientzia-hezkuntzaren arloan zehaztutako erronkak ezagutzea.
- ✓ Europa 2020 estrategiarekin lerratuta, Euskal Herriko zientzia-hezkuntzaren erronkak zehaztea.
- ✓ Europako zientzia-hezkuntzaren estrategiari tokian tokiko interes-taldeek zer ekarpen egin diezaioke ten argitzea.
- ✓ Zientzia-hezkuntzari buruzko epe luzeko hausnarketa bultzatzea.
- ✓ Proiektu arrakastatsuen emaitzak, sareak eta jarduerak mantentzeko egitura iraunkorraren beharraz sentsibilizatzea gizarteak.
- ✓ Interes-taldeak indartzea, pentsaera estrategiko eta sistematiko baten bitartez.
- ✓ Interes-taldeen arteko elkarlana bultzatzea, maila guztietan, zientzia-hezkuntzako metodo berrien zabalkundea eta inplementazioa sustatzeko.

DATA Uztailak 7

Dokumentazio banaketa	9:00ean
'Zientzia-hezkuntza: zer falta izan zait eta zer izan dut soberan' solasadia Txema Pitarke (Nanogune eta Elhuyar) eta Jasone Osoro (EIE)	9:15ean
Etenaldia	10:30ean
Horizon 2020: Europako batzordeak zientzia-hezkuntzaren arloan definitu dituen erronkak Maria Korda, Science in Society Project Officer (Europako Batzordea)	10:45ean
Etenaldia	12:00ean
Nola kokatu euskal zientzia-hezkuntza eta haren interes taldeak Europako estrategian	12:15ean
Tailerra (Workshop-a)	
Laburpen saioa / Bibliografiari buruzko saioa	13:30ean

DATA Uztailak 8

Izenburua: Euskal Herriak zientzia-hezkuntzaren arloan zehaztutako erronkak Miren Bego Urrutia, Zientzia Politikarako zuzendaria (Eusko Jaurlaritza)	
Etenaldia	
Zientzia-hezkuntza gizarte eraikuntzan Martin Lindner doktorea (Martin-Luther University, Halle, Germany)	
Etenaldia	
Interes-taldeak elkartzeko eta zientzia-hezkuntzako tokian tokiko eredua zehazteko lehen pausoak	
Tailerra (Workshop-a)	

Matrikula eskaria

Ohikoa: 2014ko maiatzaren 5etik 31ra
2014ko ekainaren 1etik aurrera %20 gehiago

Argibideak eta izen-ematea

Ikastaroen Idazkaritza
Miramar Jauregia Miramoncha Pasealekua, 48
20.007 DONOSTIA 1.042 Postakutxa
Telefonoa (+34) 943 21 95 11 / Faxe: (+34) 943 21 95 98
eposta: udaikastaroak@ehu.es