

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

Elkarrizketa:

Amaia Zurutuza

Grapheneako zuzendari zientifikoa

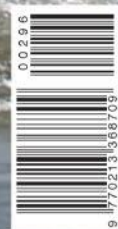
Neandertala klonatzea

ameskeria hutsa?

U HOLDEAK

konponbide berriak betiko arazoei

4,70
euro



TOP SECRET

4

Simon Singh

KODEEN LIBURUA

Kodeen eta kodeak hausteko sistemen historia sekretua

Simon Singh

KODEEN LIBURUA. Kodeen eta kodeak hausteko sistemen historia sekretua



izpiak

"Enkriptazioa gure
inguruko gauza
guztietan dago"
Simon Singh

Hura babesteko modua informazioa kodetzea da eta aspaldi hasi ginen kontu honekin... Asmatu zituzten kodeak, baina hauek hausten saiatu ziren eta orduan kode hobeak asmatu zituzten, baina kode horiek ere hautsi zituzten... Gaur egun, informazioaren garai honetan, informazioa babesteko inoiz baino gaurkotasun gehiago du informazioa kodetzeak.



Z izpiak

**KODEEN LIBURUA.
KODEEN ETA KODEAK
HAUSTEKO SISTEMEN
HISTORIA SEKRETUA**

Egilea: SIMON SINGH

THE CODE Book liburuaren euskarazko itzulpena.

www.elhuyar.org/edizioak



“Ez dut inoiz ezagutu neandertal bat klonatzeko asmoa duen inor” 24



“Behar ez den lekuetan eraikitzeako proiektuak badaude oraindik” 36

“Uholdeekin bizitzen ikasi behar dugu” 37

“Merkaturatzen diren botika berriek askotan ez dute abantailarik lehendik merkatuan daudenen aldean” 41

“Beldar guztiak lehenago kopulatu duten tximeleten arrautzetatik jaiotzen dira” 42

Pertsonak eta ekosistema helburu

Ibaietako ekosistema zaintzea eta tokian tokiko uholde-arriskua murrizteko neurri eraginkorrak hartzea ez dira kontzeptu antagonikoak. Bateragarriak dira. Eta ez bakarrik hori, maiz, eskutik datoz. Areago, ibaiak kudeatzeko estrategia klasikoa —ubidea bideratzea, ibaia kanalizatzea eta dragatzea— ez da soilik suntsitzailea ibaietako ekosistemarentzat, uholdeen aurkako estrategia gisa ere kaltegarria izan daiteke. Halaxe adierazi dute ibaiak eragindako uholde-arriskuaz guk baino askoz gehiago dakitenek zenbaki honetan gaiari eskainitako erreportajearen, eta, gainera, sintonia garbia da ekologoen eta kudeatzaileen artean.

Ikuspegi-aldaketa nabarmena da. Duela urte gutxi uholdeen kontrako neurri estandarrak zirenak, ibaiak kanalizatzea eta dragatzea, esaterako, ahal den guztietan baztertu egiten dituzte gaur egun Uraren Euskal Agentziako kudeatzaileek, hain zuzen ere, ez direlako bereziki onuragarriak eta iraunkorrak, uholdeen aurka esku-hartze eraginkorrak direla oso uste zabalduta den arren gizartean. Ekologoak eta kudeatzaileak sokaren alde banatan irudikatu ohi ditugu, baina ematen du jakintza zientifikoa eta teknikoak metatu ahala, ingurumenarekiko kezka gizartean hedatu ahala, eta araudi berriak indarrean sartu ahala, ikuspegi integrala gailentzen ari dela, eremu honetan behintzat. Pozgarria da.

Ez dira, ordea, ekologoak eta kudeatzaileak sokaren alde banatan egon izan diren bakarrik. Halaxe kokatzen dira maiz uholdeek kaltetuak ibaiarekiko. Edo eskumenen jokoan, uholde-arriskuaren ikuspegitik eraikitzeak erabili beharko ez liratekeen lurak eraikitzeak erabili nahi dituztenak. Ondorioz, pertsonentzat eta ekosistemarentzat konponbide egokiak emateaz batera, ezinbestekoa izango da mitoak hautsi eta pedagogia egitea, eta araudiak errespetatuko direla ziurtatzeko neurriak ezartzea, ez ditzan inork arriskugune berriak sortu denon kontura.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*



ELKARRIZKETA

Amaia Zurutuza Grapheneako zuzendaria

Modako materialarekin egiten du lan Amaia Zurutuza kimikariak, grafenoarekin. Ibilbide profesional handia eta oparoa du; industria farmazeutikotik zetorren, eta dohainak bazituen grafenoaren fisikara salto egiteko.

18



UHOLDEAK konponbide berriak betiko arazoari

Ibaien kudeatzaileak gero eta lan gehiago egiten ari dira ingurumenaren zaintzaren eta pertsonen babesaren artean oreka bilatzeko. Besteak beste, ibaiei uholdeetan behar duten lekua itzultzen hasi zaizkie, eta tradizioz ibaietan egin izan diren esku-hartze suntsitzaileak alde batera uzten ari dira.

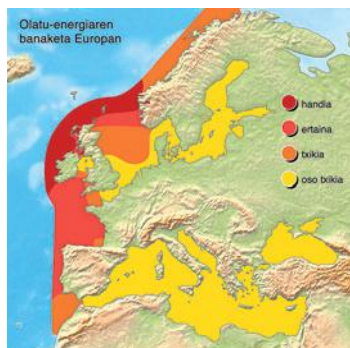
22

Neandertala klonatzea, ameskeria hutsa?

Duela gutxi, Harvard Unibertsitateko ikertzaile batek, George Church genetikariak, komunikabideetan zabaldu zuen neandertal bat klonatzeko asmoa zuela. Churchek berehala gezurtatu zuen albistea, baina haren oihartzuna ez da guztiz isildu. Teknikoki egin daiteke? Zer auzi etiko eta legal sortuko lituzke?

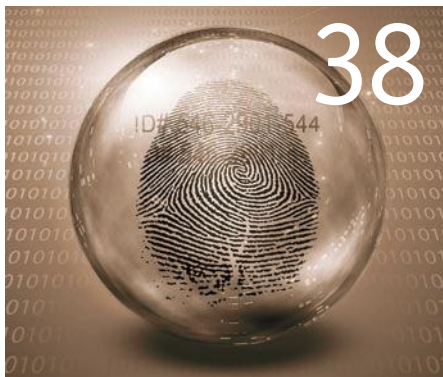


46



Olatuak energia-iturri

Itsasoek daukaten energia potentziala izugarria da. Gainera, energia hori hainbat modutan lor daiteke. Aukera bat olatuen mugimendua baliatzea da. Mutrikun, adibidez, olatuen energia aprobetxatzeko proiektu bat dago martxan.



Autentifikazioa Interneten

On line denda batean erosten ari garela, nola jakin denda hori berak dioena dela, eta ez dela gure datuak lortzeko benetako dendaren itxura bereko webgunea muntatu duen lapur bat? Beti ez da erraza izaten iruzurrak atzematea, baina Interneten badaude mekanismoak webgune bat esaten duena dela bermatzeko, hau da, webgunea autentifikatzeko.

Zonbien izurritearen analisi matematikoa

Zientzia-fikziozko hainbat istoriotan zonbien apokalipsiak kontatzen dira. Zonbien eta gizakien arteko fikziozko lehia adibide ona da izurriteak edota espezie gutxituen behin betiko desagertzea matematikoki nola aztertzen diren ulertzeko.



aurkibidea]

4 **FLASHA**
Gaueko argiak

6 **ALBISTEAK**

18 **ELKARRIZKETA**
Amaia Zurutuza

22 **Neandertala klonatzea, ameskeria hutsa?**

28 **UHOLDEAK**
konponbide berriak
betiko arazoari

38 **MUNDU DIGITALA**
INTERNETEO KOMUNIKAZIOEN
SEGURTASUNA II:
Autentifikazioa

40 **ANALISIA**
Zer helburu ditu industria
farmazeutikoak?
BEGOÑA CALVO

42 **ISTORIOAK**
Maria Sibylla Merian,
xomorroekin liluratuta

44 **LIBURUTEGIA**
Zientzia, hosto baten
bizitzatik ikusita

45 **SATORRAK ILARGIAN**

46 **GAI LIBREAN**
Olatuak, potentzial handiko
energia-iturria
IRAIDE LÓPEZ, JON ANDREU, IÑIGO KORTABARRIA, IÑIGO MARTINEZ DE ALEGRIA, SALVADOR CEBALLOS

51 **GAI LIBREAN**
Zonbien izurrite bati aurre
egiteko gai izango ote
ginateke?
ELISABETE ALBERDI

54 **ASTRONOMIA**

56 **HURRENGO ZENBAKIAN**



Gaueko argiak

Gauez, espaziotik begiratuta (eta lainoak kenduta) garbi ikusten da zibilizazio teknologikoaren banaketa munduan. Inoiz baino zehaztasun handiagoz erakusten

dute hori iazko abenduan NASAk argitaratu zituen irudi hauek. Suomi NPP sateliteak 2012ko apirilko 9 gautan eta urriko 13tan egindako 312 orbitatan hartutako



irudietatik abiatuta osatu dituzte
mapa hauek. Satellite horren
VIIRS sentsorea itsasoaren erdian
dagoen itsasontzi bakar baten argia
harrapatzeko bezain sentikorra da.

NASAk irudi horiekin osatutako
mapa interaktibo bat jarri du
Worldview webgunean.

ARG.: © NASA GODDARD PHOTO AND VIDEO.

Istripuetako biktimak immobilizatzeko material bat sortu du Tecnaliak

Tecnaliak Varstiff materiala sortu du; hainbat forma har ditzakeen material bigun bat, hutsean zurrun bihurtzen dena, ohiko plastiko baten gogortasuna hartu arte. Materiala egoera malgura itzultzen da, hutsa kentzen zaionean. Varstiff materiala erabiliko den lehen produktua istripuetako biktimak larrialdietan immobilizatzeko tresna bat izango da.

Material berriari esker, istripuren bat gertatzen denean, gorputz-atalak —hala nola lepoa, bizkarra eta toraxa— berehala

immobiliza daitezke, gorputza mugitu gabe. Materiala edozein gorputz-ataletara eta edozein egoeratarako egokitzen da. Bigun eta malgu dagoela jartzen da, eta, ondoren, hutsa egitean, igeltsua bezain zurrun bihurtzen da.

Material horrek beste osasun-arlo batzuetan ere izan ditzake aplikazioak, esaterako, ortopedian. Eta baita automobilgintzan, aisialdian eta kirolean ere, erabiltzaileen segurtasuna eta erosotasuna bermatzeko. Merkaturatzen laguntzeko, oinarri



Varstiff materiala edozein gorputz-ataletan jar daiteke bigun dagoela, eta hutsa egitean igeltsua bezain gogor gelditzen da. ARG.: © TECNALIA.

teknologikoko enpresa berri bat sortuko da. Hasieran, osasun-sektorean jardungo du enpresa horrek, baina aurreikuspena da jarduera beste sektore batzuetara hedatzea, hala nola

automobilgintzara edo aisialdira. Aurreikuspenen arabera, enpresa berria 2013ko bukaeran egongo da martxan, eta 2014aren hasieran merkaturatuko du lehen produktua ●

Bertako landareak landatzen ari dira Bidasoako uharteetan, *Baccharis halimifolia* espeziearen kontrako planean

Eusko Jaurlaritzaren Ingurumen eta Lurralde Politika sailak bertako 14.000 zuhaitz eta zuhaixka landatzeko plana jarri du martxan Bidasoa ibaiko



ARG.: PATRICK COIN/CC-BY-NC-SA

Galera eta Santiagourrea uharteetan, bertako landaredia lehengoratzeko xedez. Izan ere, *Baccharis halimifolia* (txilka edo karkexa) espezie exotiko inbaditzailea hedatuta zegoen bertan. Ipar Amerikan du jatorria zuhaixka horrek eta Frantziatik iritsi da Bidasoa ibaiaren arrora.

Euskadiko gobernuaren Biodibertsitateko zuzendari Amaia Barredok dioenez, «landaketak bi helburu ditu: batetik, aipatutako espezieak *Baccharis halimifolia* espezie inbaditzailearekin lehiatzea bilatzen da, birkolonizazioa ekiditeko, eta, bestetik, munen eta lezioen higadura saihestu nahi da, uharte horietako dinamika bereziari eusteko. Izan ere, interes handiko landare espezie askoren bizilekua dira, eta gune garrantzitsua hegazti urtarrek atseden har dezaten eta elika daitezen».

Uharteetako natura-gunea lehengoratzeko jarduera Santiagourrea eta Galera uharteetan *Baccharis*

halimifolia landare exotiko inbaditzailea erauzteko lanak egin eta gero dator. 2012an egin zituzten erauzketa-lanak, eta oso positibotzat jotzen dituzte, «uharteetan ur gainerako azalera erabat estaltzen zuten zuhaixken % 90 erauzi ahal izan baita», azaldu du Barredok. Hainbestekoa zen inbasioa, ezen erauzketa-lanen ondoren, uharteetako babes-munak batera landare gabe geratu baitira, kendu ez diren zenbait ereinotz eta zuhaixka salbu. Santiagourrea eta Galera uharteetan landatze-prozesuan badaude ere, 2013an Bidasoa ibaiko estuarioaren gainerako aldeetan landare inbaditzailea kentzeko lanekin jarraituko dute. Eta, Bidasoa ibaiaren arroan ez ezik, Urdaibai ere *Baccharis halimifolia* espezieak hartuta duela identifikatuta dute adituek. Hortik ere desagerrarazi egin nahi dute, eta, Barredok azaldu duenez, «Bidasoan egindako erauzketa-lanetan ari gara orain Urdaibain». ●

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 lankidetzahitzarmena:

- Arabako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Odontologo eta Estomatologoen Elkarte
- 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 Biologoek Elkargo Ofiziala

Neandertalaren orain arteko genoma osatuena aurkeztu dute

2010ean neandertalaren genomaren zirriborroa plazaratu zuen *Science* aldizkariak. Egileak Max Planck Institutuko ikertzaileak ziren, eta orain ere haiek aurkeztu dute orain arteko genoma osatuena. Aurkezpenak polemika sortu du inguru batzuetan, datu guztiak denen eskura jarri baitituzte zientzia-aldizkari batean argitaratu aurretik. Hala ere, Max Planckekoek aurreratu dute badutela ikerketa argitaratzeko asmoa.

Bitartean, emaitzak publiko egin dituzte. Adierazi dutenez, oraingo genomak “oso kalitate” handia du. Hain zuzen, 2010eko zirriborroa egiteko, Kroaziako haitzulo batean topatutako hiru hezurretatik abiatu ziren, eta, bataz beste, behin baino ez zuten sekuentziatu genomaren kokapen bakoitza. Orain, berriz, Denisovan (Siberia) aurkitutako banako baten oineko hezurretik abiatu dira, eta kokapen bakoitza “50 aldiz” sekuentziatu dutela zehaztu dute. DNA garaikidearen kutsadura, berriz, % 1 ingurukoa dela kalkulatu dute.

Horrez gain, neandertal horren genoma sekuentziatuta dauden beste neandertal batzuenarekin eta denisovako gizakiarenarekin alderatu dute, eta ikusi dute beste neandertalekin ahaidetuta dagoela, nahiz eta denisovako gizakiak eta biek bizileku berbera izan zuten (ziur aski, garai desberdinetan bizi izan ziren kobazulo hartan). ●

Iberiar penintsulako bi perretxiko-espezie berri deskribatu dituzte

Tripaki esan ohi zaien genero jangarrikoak dira EHUko ikertzaileek deskribatutako bi espezieak

Bi perretxiko-espezie berri deskribatu dituzte EHUko mikologo batzuek, Espainiako Erret Lorategi Botanikoko eta Esloveniako Baso Institutuko ikertzaileekin batera.

Hydnum generoko bi espezie dira: *Hydnum ovoideisporum* eta *Hydnum vesterholtii*. Tripaki esan ohi zaie genero horretako perretxikoei, eta, genero ezaguna da, hartako perretxiko asko jateko onak direlako. *Mycologia* aldizkarian argitaratu dute espezie berrien deskribapena.

Genero ezaguna izanagatik, lan zientifiko gutxi egin dira hura osatzen duten espezieak aztertu eta deskribatzeko, EHUko ikertzaile Ibai Olariagak SINC Espainiako zientzia-albisteen webguneari adierazi dionez. Hark gidatu du ikerketa, eta haren esanean, oso zaila da genero horretan bereizketak egitea, espezieak oso antzekoak baitira itxuraz eta ezaugarri

mikroskopikoak ere antzekoak baitituzte. “Besteak beste, horregatik uste izan dute autore askok aldaera diferente gutxi zirela *Hydnum* espezieetan”, gehitu du Olariagak.

Olariagak urteak daramatza *Hydnum* generoaren berrikuspen bat egiten Iberiar penintsulan.

Morfologian oinarritutako taxonomia klasikoaren bidez detektatu zuen bazirela besteetatik bereizten diren bi espezie, espora oboideak dituztelako —gehienetan esferikoak izaten dira—; eta, argitaratu berri den lanean, azterketa molekularren bidez baieztatu du hala dela, bi espezieak leinu genetikoki bereizitakoak direla. Hain juxtu, perretxiko horiei buruz egin diren azterketa molekular apurrek dibertsitate genetikoa handia dela pentsarazten dute.

Jangarriak eta ezezagunak

Jangarriak direnez gero, *Hydnum* generoko

espezieak erruz biltzen dira, baina Olariagak nabarmentzen du gutxi ezagutzen dela haien banaketaz eta ekologiaz. Esaterako, ez da ezagutzen biltzen diren espezieak espezie mehatxatuak edo desagertzeko arriskuan daudenak diren, edo, aldiz, espezie oso arruntak diren.

Generoa osatzen duten espezie bat bera ere pozoitsua ez izateak, haiek bereizteko ahalegin txikia ekarri du Olariagaren ustez, eta halako azterketen bidez jakintzan sakontzeko interesa aldarrikatzen du.

Deskribatutako espezie berriak jangarriak ote diren galdetuta, baietz dio:

“Nekez pentsa liteke deskribatutako bi espezie hauek ez direla jangarriak”. *Hydnum* generoko perretxikoak filogenetikoki senidetuak daude *Cantharellus* (ziza horia da genero horretakoa) eta *Clavulina* generokoekin. ●



Hydnum vesterholtii eta *Hydnum ovoideisporum* perretxikoak, deskribatutako bi perretxiko espezie berriak. Tripaki esan ohi zaien genero perretxikoak dira biak. ARG.: © EHU.

Tumoreak hautemateko eta suntsitzeko sistema bat garatu dute nanopartikuletan oinarrituta

Minbiziaren kontrako sistema berritzaile bat garatu dute Gaiker-IK4 buru izan duen proiektu batean. Tresna gisa nanopartikulak erabilia, tumoreen kokalekua zehaztea eta haiek hiltzea zuen helburu proiektuak.

Lau urtez aritu dira lanean helburu bikoitz hori lortzeko Europako hogeitaz erakunde, eta, lortutako emaitzetako bat izan da tumoreei antzemateko sistema garatzea. "Helburua zen gaur egungo sistemak (biopsia) bezain inbaditzaileak ez izatea. Bada, nanopartikulen ezaugarri jakin batzuei esker, eta sortutako software bat baliatuz, tumorearen eskualdeko irudiak lortzen dira, eta zehaztasun handiz ikus daitezke zer dimentsio duen tumoreak", azaldu du Pedro Heredia Gaiker-IK4ko ikertzaile eta proiektu-buruak. Eta nanopartikuletan gordetako farmakoak askatuz, tumore-zelulak hiltzea ere lortu dute ikertzaileek, *in vitro* egindako esperimenduetan.

Hala ere, "proiektu guztietan gertatzen den bezala, emaitza gazi-gozoa izan da, gauza oso garrantzitsuak lortu ditugulako, batetik, baina ez ditugulako genituen helburu guztiak bete", dio

Heredia. Arazoak *in vivo* esperimenduak egitean agertu zaizkie: "Emaitzak ez dira hain onak izan, ez baitugu lortu aurretik egiten zen tratamendua baino eraginkorragoa izatea. Izan ere, animalia-sistemak askoz konplexuagoak dira, eta laborategian hazitako zeluletan agertzen ez diren prozesuak dituzte, hala nola immunitate-sistema".

Aurretik bide luzea dagoela aurreikusten du ikertzaileak, "in vivo egindako entseguak oso mugatuak izan direlako. Besteak beste, nanopartikulak berak hobetu egin behar dira, esperimenduetan ikusi baitugu nanopartikulen sorta batetik bestera asko aldatzen zela lortutako emaitza. Hau da, sorta guztietan emaitzak errepikatzea lortu beharko genuke".●



Sortutako sistemaren bidez aurkitutako tumoreak. ARG.: © GAIKER-IK4.



Ongi pasatu eta ikasi!

JARRAI IEZAGUZU:



www.sendaviva.com
T 948 088 100

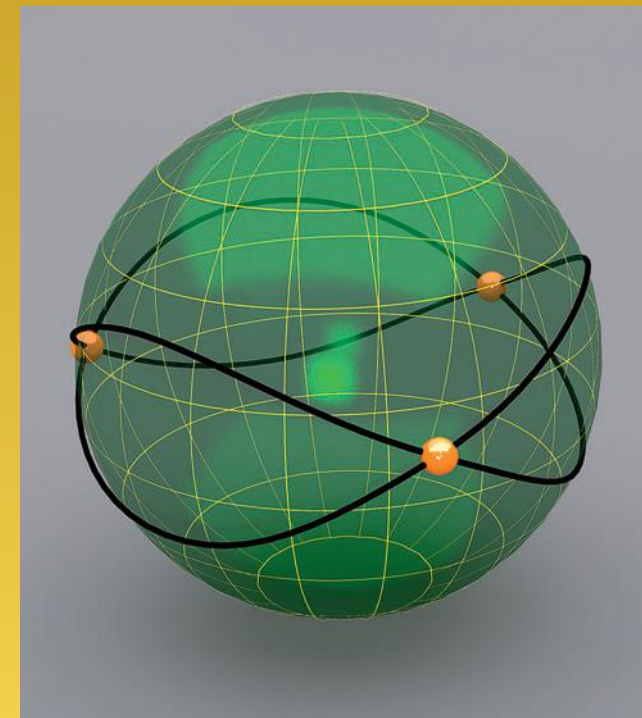


Hamahiru soluzio berri hiru gorputzen problemari

Hiru gorputzen problemarentzat soluzio berri asko aurkitu dituzte Belgradoko Unibertsitateko fisikari batzuek. Problema berez ez du soluzio orokorrik, baina bai kasu berezi jakin batzuetan; orain, fisikariek kasu berezi horietako asko topatu dituzte, eta soluzioak hamahiru familietan sailkatu dituzte.

Newtonek topatu zuen problema, grabitatearen legea plazaratu zuenean. Bi gorputz aztertzen direnean, izar bat eta inguruko orbitan planeta bat adibidez, ez dago arazorik: mugimenduaren kalkulua zehatza da. Biek orbita errepikakorrik dituzte masa-zentroaren inguruan. Baina sisteman hirugarren gorputz bat gehitzen denean (Eguzkia, Lurra eta Ilargia, adibidez), ez dago modurik hiruren mugimenduen periodikotasunak kalkulatzeko. Ezin da; hala frogatu zuen Heinrich Bruns matematikariak XIX. mendearen bukaeran. Are gutxiago, hiru gorputz izatetik gorputz asko izatera pasatzen den kasurako.

Horrek esan nahi du, adibidez, ezin direla eguzki-sistemako planeten mugimenduak zehaztu matematikoki orbiten ekuazioen bitartez. Beti gehitu beharko dira zuzenketak haietaz kalkulatzeko mugimenduetan. Ekliptaseak noiz gertatuko diren eta



Belgradoko taldeak topatutako soluzioetako bat.
ARG.: GUILLERMO ROA/ELHUYAR FUNDATZIOA.

nondik ikusiko diren kalkulatzeko ere, kalkulu konplexuak egin behar dira. Eta astronomiatik kanpo ere eragiten du problema, hiru partikularen mugimenduak kalkulatzeko zailtasun bera baitago.

Hala ere, kasu jakin eta berezi batzuetan soluzioa aurki daiteke. XVIII. mendean, Euler eta Lagrange matematikari ospetsuek problema ebazti zuten hiru gorputzetako batek oso masa txikia duen kasurako eta zirkunferentzia baten gaineko higidura kontuan hartuta. 1970eko hamarkadan, Roger Brouke matematikariak eta Michel Henon astronomoak beste kasu-mota baterako soluzioa kalkulatu zuten: hiru gorputzetako bat beste bien inguruko orbitan mugitzen ari denerako. Eta 1993an, Christopher Moore fisikariak hirugarren

soluzio-mota bat topatu zuen zortzi-itxurako mugimenduen kasurako.

Orain arte, hiru soluzio-familia horiek besterik ezin izan dira lortu hiru gorputzen problemarako. Orain, berriz, sekulako iraultza etorri da: Belgradeko Unibertsitateko fisikari batzuek soluzio berri asko topatu dituzte. Haien teknika soluzio jakinetatik abiatzea zen, eta hiru gorputzen mugimenduen hasierako kondizioak pixkanaka aldatzea, soluzio berri bat topatu arte. Fisikariak harrituta daude teknika horrek emaitza asko eman dituelako. Hain zuzen ere, lortu dituzten soluzioak hamahiru familietan sailkatu behar izan dituzte. Horrek esan nahi du dagoeneko hamasei soluzio-familia daudela hiru gorputzen problemarako. ●

RNA zirkularra, geneen erregulatzaile

Orain gutxi arte ia ezezagunak ziren RNA zirkular batzuek geneen erregulazioan parte hartzen dutela argitu dute *Nature* aldizkarian argitaratutako bi lanek. MikroRNA izeneko modulatuzaileak xurgatzen dituen “belaki” gisa jokatzen dute.

Azken bi hamarkadetan, RNA mota berri asko agertu dira, baina ia beti linealak. Landareetan eta animalietan RNA zirkularrak agertu izan direnean, akats esperimental edo genetiko gisa hartu izan dira. Ohiko sekuentziaio-teknikek RNA-ren “buztan” bereizgarri batzuk bilatzen dituzte, eta, beraz, horrek ere ez du lagundu RNA zirkularrak aurkitzen. Baina sekuentziaio-teknika berriekin gero eta gehiago agertuz joan dira. Eta iaz, Stanford Unibertsitateko ikertzaileek argitaratu zuten gizakietan ugariak direla.

Orain, Berlingo Max Delbrück Zentroko eta Danimarkako Aarhus Unibertsitateko ikertzaileek 1.500 nukleotidoko RNA zirkular bat aztertu dute, eta ikusi dute miR-7 izeneko mikroRNA lotzeko 70 leku dituela. MikroRNA molekulek geneak blokeatzen dituzte, eta, beraz, RNA zirkularrak blokeatzailea blokeatuko luke. Hala ere, ikertzaileek uste dute, hau adibide bat besterik ez dela, eta hainbeste RNA zirkular egonik, beste funtzio asko ere izan ditzaketeela. ●



Viagra-pilulak. ARG.: © SELEFANT (WIKIPEDIA).

Viagrak obesitateari aurre egiteko balio duela frogatu dute

Ikertzaileak aspaldi jabetu ziren sildenafilak, hau da, Viagrak, obesitateari aurre egiteko balio duela. Hain zuzen, epe luzean sildenafil hartzen zuten saguak ez ziren gizentzen, kaloria eta gantz askoko dieta emanda ere. Orain, hori zer mekanismoren bidez gertatzen den argitu dute Bonn Unibertsitateko ikertzaileek (Alemania).

Ikertzaileek saguekin egin dituzte esperimentuak, eta ikusi dute sildenafilak gantz-zelulak aldatzen dituela: gantz-zelula zuriak arreak bihurtzen ditu; hau da, obesitatearekin eta harekin lotutako gaitzekin erlazionatzen den gantz-mota osasunean kalterik eragiten ez duen gantz bilakatzen du. Izan ere, gantz zuria energia-

biltegia da, eta arreak, berriaz, energia erre eta bero bihurtzen du.

Horrez gain, gantz zuriak gaixotasun kronikoen arriskua areagotzen du, hantura eragiten duten hormonak sintetizatu eta jariatzen dituelako. Bada, sildenafilak ondorio hori ere eragozten duela frogatu dute ikertzaileek.

Esperimentuen emaitzak itxaropentsuak badira ere, ikertzaileek ohartarazi dute ez dela zuzena pentsatzea hurrengo argaltzeko pilula sildenafil izango dela. Hori baino lehen, saguetan ikusitako ondorioak pertsonetan ere gertatzen direla baieztatatu behar dute, eta, hala izanda ere, bide luzea geratuko litzateke horretarako. ●



*Aurrematrikula
Maiatzaren 20tik
Ekainaren 15era*



PRESTAKUNTZA ZIKLOAK

Erdi maila

- Beroa sortzeko instalazioak (iturgintza, eguzki instalazioak, gasa)
- Mantentze lan elektromekanikoa
- SARBIDE PROBA Goi mailarako

Goi maila

- Administrazioa eta finantzak
- Telekomunikazioak eta informatika sistemak
- Automatizazioa eta robotika industrialak
- Fabrikazio mekanikoko produkzioaren programazioa
- Elikagaien industriako prozesuak eta kalitatea

Arratsaldeak:

- Energi eraginkortasuna eta eguzki energia termikoa
- Web aplikazioen garapena
- Fabrikazio mekanikoko diseinua



GEHIAGO JAKIN
NAHI DUZU?

94 616 9002

info@leartik.com

Xemein Etorbidea 19, Markina-Xemein (48270)

www.leartik.com

Fukushima, bere onera itzuli nahian

Bi urte igaro dira Fukushiman lehenik hondamendi naturala eta haren ondotik nuklearra gertatu zirela, eta egoera bere onera etorri gabe dago oraindik. Normaltasunera itzultzeak luze joko du, gainera: iazko gobernuak egindako planaren arabera, 40 urte inguru beharko dira hondatutako erreaktoreak kentzeko eta zentrala erabat eraisteko. Oraingo gobernuak, ordea, epeak laburtu nahi ditu, eta horretara bideratu du aurrekontuen zati bat.

Besteak beste, eraisketa-lanetarako tresnen eta roboten ikerketa indartu nahi du Japoniako gobernuak, eta, bestetik, lehenbailehen jarri nahi ditu martxan orain geldirik dauden erreaktoreak.

Izan ere, hondamendiaren aurretik, Japoniak zentral nuklearretatik lortzen zuen elektrizitatearen % 30. Alabaina, geroztik geldirik daude herrialdean egoera onean dauden 50 erreaktoretatik 48. Berez, horien ordez, energia berriztagarrietan oinarritutako instalazioak irekitzeko asmoa zutela adierazi zuen gobernuak, eguzki-energia, eolikoa eta olatuena baliatzeko. Hala ere, badirudi energia nuklearra ere ez duela baztertu nahi, eta zentralak segurtasun-neurri berrietara egokitzeke lanak azkartu nahi ditu.

Alde horretatik, zentraletan ez ezik, inguruetan ere egin behar dituzte egokitzapenak. Lehen ebakuazio-planak 10 km-ko erradioan zeuden herrietan ezartzen ziren; orain, ordea, erradioa 30 km-ra zabaltu da. Eta hori



Fukushima hiriko auzo bat. ARG.: YAUCHI/DOMEINU PUBLIKOA.

guztia eginda ere, hiru zentral behin betiko itxi beharko dituzte, failen gainean daudelako eraikita.

Energia eta ekonomia alde batera utzita, osasuna ere kezka-iturri da gobernuarentzat. Berriki, Fukushima hondamendiak osasunean izandako ondorioei buruzko txostena argitaratu du Munduko Osasun Erakundeak (MOE). Bereziki, hondamendia gertatu zenean haurrak zirenen artean minbizia izateko arriskua zenbat hazi den nabarmentzen du txostenak.

Hain zuzen, emakumezkoek tumore solidoak izateko ohi baino % 4 arrisku handiagoa dute, eta bularrekoa izateko ohi baino % 6 handiagoa. Gizonezkoek, berriz, ohi baino % 7 arrisku handiagoa

dute leuzemia izateko. Baina arriskua gehien bat tiroide-minbizian hazi da: ohi baino % 70 handiagoa da emakumezkoetan.

Emergentzia-lanetan ibili ziren langileak ere aipatzen ditu txostenak, eta haietatik heren batek minbizia izateko populazio arruntak baino are arrisku handiagoa dutela jakinarazten du.

Bestalde, erradiazioak osasunean duen eragina neurtzeaz gain, egoera psikosozialak osasunean eta ongizatean ondorio txarrak izan ditzakeela ere ohartarazi du MOEK txostenean, eta horixe bera jarri du agerian Fukushima Osasun Sailaren azterketak.

Azterketaren arabera, antsietatea, depresioa, eta traumaren ondorengoko estresa ohiko asaldurak

bihurtu dira Fukushima inguruan. Bi milioi pertsona baino gehiagok hartu dute parte azterketan, eta buru-osasuna aztertzeaz gain, tiroideen azterketak eta jaioberrien eta erditzeen jarraipenak ere egin dituzte. Gainera, azterketa orokorrak ere egin dituzte, batez ere ebakuazio-eremutik kanporatu zituzten biztanleei, bizimodu aldaketak eragin diezaieken arazoak lehenbailehen diagnostikatzeko eta prebenitzeko.

Fukushimako Osasun Sailak argitara eman ditu datu horiek guztiak, eta, horren bitartez, gardentasuna aldarrikatzearekin batera, beste batzuentzat ere baliagarriak izango direlako itxaropena erakutsi dute arduradunek. ●



**Elhuyarren
smartphoneetarako
aplikazioa euskara
ikasteko**

Ikasi euskara
Aprende euskera
Learn Basque
Apprenez le basque

Nabigaziorako hizkuntzak:
gaztelania, ingelesa eta
frantsesa.



Salgai 3 €-an.
Deskargatu doako
demoa.

Ikasi euskarazko
oinarrizko hiztegia:

- Ohiko egoeretan euskaraz komunikatzeko tresna.
- Entzuteko ariketak, mintzatzeko ariketak eta irakurri eta idazteko ariketak.

www.elhuyar.org/kxo!



**ELHUYAR
HIZTEGIAK**



ELHUYAR
HIZTEGIA
euskara-
gaztelania /
castellano-
vasco



ELHUYAR
DICTIONARY/
HIZTEGIA
euskara-
ingelesa /
english-basque



DICTIONNAIRE
ELHUYAR
HIZTEGIA
euskara-
frantsesa /
français-basque



ELHUYAR
SINONIMOEN
KUTXA
Sinonimoen
eta antonimoen
hiztegia



ELHUYAR
IKASLEAREN
HIZTEGIA



**ORAIN
TABLETETAN**

www.elhuyar.org/hiztegiak-mugikorrean

Azken arrastoen arabera, Marte leku egokia izan zitekeen bizitzarako

Curiosity ibilgailua Marteren azalean jarri zutenean, bi helburu zituela esan zuten NASAkoek: batetik, konposatu organikoen arrastoak bilatzea, eta, bestetik, garai batean bizia izateko kondizioen aztarnak topatzea. Bada, orain jakinarazi dutenez, bigarren helburua bete du dagoeneko.

Lehen helburuan arrakasta izatea oso zaila dela aitortu dute, konposatu organikoak erraz degradatzen baitira, baina bigarrena ere ez zen erraza. Hain zuzen, orain arte analizatu dituzten laginetan oxidatzaileak eta bizitzarako aukera ukatzen zuten gatzak topatu dituzte. Oraingoan, ordea, juxtu

kontrakoren berri eman dute, hau da, bizia ahalbidetzen duten konposatuak eta kondizio egokiak dituen ingurua aurkitu dituzte.

Lagina Yellowknife badian hartu zuen Curiosityk, eta ibilgailuak berak duen laborategian aztertu zen. Eraitzen arabera, badirudi lekua ibai-sistema baten parte edo aintzira bat izan zela tarteka. Izan ere, arroakak buztina du, eta mikroorganismoentzat energia-iturri aproposa izan zitezkeen sulfatoak eta sulfitoak. Gainera, beste batzuetan ez bezala, ingurua neutroa edo pittin bat alkalinoa da; bizitzarako egokia, beraz.

John Gotzinger Mars Science Laboratory proiektuaren zuzendariak aurreratu duenez, "hurrengo hilabete eta urteetan Curiosityk aurkikuntza zirrargarri gehiago" egingo dituela espero dute. Ibilgailua joan den abuztuan iritsi zen Marteren azalera, bi urtez funtzionatzeko xedearekin. ●



Lagina hartzeko Curiosity ibilgailuak Marteren azalean egindako zuloa. ARG.: © NASA/JPL-CALTECH/MSSS.

Zergatik dira esateko hain zailak aho-korapiloak?

Hitz egitean parte hartzen duten ahoko eta garuneko eremuak aztertzeke ikerketa batean, ikertzaileek ikusi dute zergatik trabatzen garen hain erraz aho-korapiloak esatean. Ikerketa Kaliforniako Unibertsitatean egin dute, eta Nature aldizkarian argitaratu dute.

Berez, azterketa nahiko mugatua izan da, hiru pertsona bakarrik aztertu baitituzte, hirurak epileptikoak. Izan ere, ebakuntza-aurreko ohiko saio baten barruan egin zuten esperimentua. Baina ondorioak esanguratsuak direla eta orokortu daitezkeela esan dute ikertzaileek.

Hain zuzen, ikertzaileek garunaren jarduera neurtu dute, zehaztasun handiz (milimetrotan eta milisegundotan), eta horren bidez ikusi dute zer eremu aktibatzen diren soinu-motaren arabera. Esaterako, konturatu dira garunaren eredu asko aldatzen dela kontsonanteak ala bokalak esan.

Ikertzaileen ustez, horrek azal dezake zergatik trabatzen garen batzuetan eta ez beste batzuetan. Nonbait, ohikoa da bi kontsonante lekuz aldatzea edo trukatzeari, antzeko eredu batzuetan (*boat tag* esatea *tote bag* esan beharrean). Aldiz, oso zaila da gauza bera gertatzea bokal baten eta kontsonante baten artean.

Horrez gain, frogatu dute garunak ez dituela mugimenduak fonemen arabera koordinatzen, baizik eta mugitzen diren muskuluen arabera. Hala, hiru kontsonante-kategoria bereizi dituzte: mihiaren puntako soinuak (*sa*), mihiaren atzealdekoak (*ga*), eta ezpainetakoak (*ma*). Bokalak, berriz, bi taldetan banatu dituzte: ezpainak biribiltzea eskatzen dutenak eta bestea (o eta a, hurrenez hurren).

Hori aintzat hartuta, badirudi hor dagoea aho-korapiloen muina:



ARG.: ELHUYAR FUNDAZIOA

soinu-mota beraren ereduak gainjarri egiten dira garunean, eta, beraz, erraz nahasten dira. Adibidez, s eta sh mihiaren puntako soinutzat jotzen ditu garunak, eta horregatik du soinu horiek nahasteko joera Sally sells seashells bezalako aho-korapiloetan.

Ikertzaileen iritziz, egin duten lana interesgarria da hizketarekin erlazionatutako kontrol motorren ikerketan. ●

Hego Afrikan bizi-itxaropena luzatzea eta kutsatzeak gutxitzea lortu dute antirretrobiralek

Hiesarekin lotuta Afrikatik iristen diren albisteak askotan etsigarriak diren arren, itxaropena pizten duten bi ikerketa argitaratu ditu *Science* aldizkariak. Hiesa tratatzeko erabiltzen diren antirretrobiralek Hego Afrikako eskualde ez-industrializatu batean izan duten eragina aztertu dute biek, eta, bieran gidaria hango unibertsitatea izan bada ere (KwaZulu-Nataleko Unibertsitatea), bakoitzak alderdi desberdinei jarri die arreta. Eta biek baieztatu dute tratamendu erretrobiralek ondorio onuragarriak izan dituztela.

KwaZulu-Natal eskualdea Afrikako hego-ekialdeko eremu pobreenetako bat da. Han, hiesaren prebalentzia oso handia da; helduen % 29 seropositiboa da, eta ehunekoa askoz ere handiagoa da 30-49 urteko pertsonen artean: 30-49 urteko emakumeen ia erdiak dira seropositiboak, eta 35-49 urteko gizonezkoen herenak.

2003. urtean, Osasun Sailak antirretrobiraletan oinarritutako tratamendua hedatzeko programa bat jarri zuen martxan, eta ikertzaileek programak izandako ondorioak neurtu dituzte, batetik, bizi-itxaropenean, eta, bestetik, gaitzaren hedapenean (kutsatze-kopurua).

Lehenengo ikerketan gogorarazi dutenez, munduko leku gehienetan bizi-itxaropena luzatzen ari zen bitartean,

hiesaren erruz alderantzizkoa gertatu zen Afrikaren hego-ekialdean 1980ko hamarkadaren azken urteetatik aurrera. XXI. mendearen hasieran, egoerak bere horretan jarraitzen zuen, eta bereziki larria zen KwaZulu-Natalen: 2000tik 2003ra, helduen bizi-itxaropena 55,4tik 51,3ra igaro zen emakumezkoetan, eta 49tik 46,9ra gizonezkoetan.

Ikertzaileek frogatu dutenez, programa hasi zenetik 2011ra bitartean, bizi-itxaropena 9 urte luzatu da gizonetan, eta 11 emakumeetan. Horrekin batera, depresioa, drogen kontsumoa eta suizidioak jaitsi egin dira. Ikertzaileek alderdi ekonomikoari ere begiratu diote, eta ondorioztatu dute programa guztiz onuragarria dela, irabaziak askoz handiagoak baitira gastuak baino (26 aldiz handiagoak, hain justu).

Bigarren ikerketak gaitzaren hedapenean jarri du arreta, eta baieztatu du antirretrobiralen ondorioz kutsatze-kasuak asko gutxitu direla. Emaizta esanguratsua da, bikote



Hiesaren ikerketek eman zien azala *Science* aldizkariak. ARG.: © MALCOLM LINDON.

ofizialek kanpoko sexu-harremanak ohikoak baitira han, eta pentsatzen baitzuten horrelako lekuetan kutsatzeak gutxitzea askoz ere zailagoa zela. Usteak uste, baina, antirretrobiralek % 38 gutxitu dute hiesa kutsatzeko arriskua.

Ikerketak 2001ean hasi eta 2011n amaitu ziren, eta, guztira, 101.000 pertsonak parte hartu dute. KwaZulu Nataleko Unibertsitateaz gain, Harvard eta Londresko unibertsitatek ere aritu dira bi ikerketetan. ●

Higgs bosoiaren aurkikuntza berresten duten froga gehiago aurkeztu ditu CERNeK

Joan den uztaillean iragarritako aurkikuntza Higgs bosoi bat dela berresten duten froga gehiago aurkeztu zituen martxoan CERNeK.

CERNeK adierazi duenez, “iaz aurkikuntza iragarri zenean eskuragarri zeuden baino bi bider eta erdi datu gehiago aztertu ondoren, Higgs bosoi baten geroz eta itxura handiagoa hartzen ari da partikula berria”. Hala ere, ez dute baieztatu nahi izan

aurkitutako partikula Eredu Estandarrak postulaturako Higgs partikula hori bera denik, eta aipatu dute Eredu Estandarra baino urrunago doazen beste teoria batzuetan iragarritako hainbat bosoiatako arinena ere izan daitekeela.

CMS eta ATLAS esperimenduetan aztertutako datu berrien artean daude aurkitutako partikularen spina eta paritatea, eta ondorioa da Higgs bosoiarentzat iragarritako balioekin bat

egiten dutela: spinik ez eta paritate positiboa.

2012 osoa hartzen duen datu-multzoarekin lortu diren behin-behineko emaitzak “bikainak” direla adierazi du CMSren bozeramaile aritu den Joe Incandellak, eta esan du bere ustez “argi dagoela Higgs bosoi baten aurrean gaudela, nahiz eta oraindik bide luzea dugun zein eratako Higgs bosoiak den jakin arte”. ●

Muskuilu-kola sintetikoa erabilgarri izan liteke medikuntzan

Muskuiluek arroketa itsasteko erabiltzen duten itsasgarria imitatuz, itsasgarri berri bat sortu dute Illinoisko Unibertsitateko ikertzaileek, eta erakutsi dute medikuntza aplikazio interesgarriak izan ditzakeela.

Izan ere, muskuiluen itsasgarriak badu abantaila handi bat gainerako itsasgarrien aurrean: gainazal bustietan funtzionatzen du. Alegia, ura ez da eragozpena itsasgarria gogortzeko eta bere funtzioa betetzeko. Hamabost proteinaz osatuta dago muskuilu-kola, eta proteina horietan denetan oso ugaria da DOPA aminoazidoa (dihidroxifenilalanina), bereziki gainazalarekin kontaktuan dagoen zatian. Hain zuzen ere hori hartu dute aintzat ikertzaile estatubatuarrek, eta polietilen glikol izeneko polimero bati DOPA sintetikoa gehitu diote. Horrela lortu dute muskuilu-kolaren oso antzeko propietateak dituen itsasgarria.

Gainazal hezeak itsasteko gaitasun hori oso baliagarria izan liteke



ARG.: © INDUCTIVELOAD

medikuntzarako, hainbat ehun itsasteko, esaterako. Hala, animalia bizietan funtzionatzen duen ikusteko, albaitariekin elkarlanean hainbat proba egin dituzte. Zakur baten arterian ebaki bat ixteko erabili zuten arrakastaz, eta orain untzien fetuekin ari dira lanean. Izan ere, gero eta gehiagotan egiten dira ebakuntzak sortzetiko malformazioak (arantza bifidoa, esaterako)

konpontzeko, fetua oraindik umetokian dagoenean. Eta ebakuntza horietan gerta daitekeen fetu-mintzaren haustura konpontzeko itsasgarri egokirik ez dago. Untxietan fetu-mintzean egindako zuloa ixteko erabili zuten, eta, itsasgarririk gabe, fetuen % 40-k iraun zuen bizirik, eta itsasgarriarekin, berriz, % 60k. AAAS-ren urteko biltzarrean eman zuten emaitza hauen berri. ●



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

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





AMAIA ZURUTUZA

**Graphenea enpresako
zuzendari zientifikoa**

ARG.: © JON URBE/ARGAZKI PRESS

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientzia

“Ez dut nire bizitza
imajinatu nahi zientziarik gabe”

Modako materialarekin egiten du lan Amaia Zurutuzak, grafenoarekin. Baina Zurutuzak ez zuen grafenoa ia ezagutu ere egiten Graphenea enpresako zuzendari zientifikoa izateko elkarriketa egin ziotenean. Industria farmazeutikotik zetorren, hau da, zerikusirik ez duen ikerketa batetik, eta, hala ere, dohainak bazituen fisikara salto egiteko. Otsailean, Amaia Zurutuza Norteko Ferrokarrilla irratsaioan izan zen, eta bere lanaz eta bizitzaz hitz egin zuen.

Zuzendari zientifikoa izanda, ohiko zuzendari batek baino denbora gehiago duzu ikerketan aritzeko?

Gehiago murgiltzen gara zientzian, eta ez dugu hainbeste sartu behar finantza-arloan. Horretarako, beste pertsona bat dugu, zuzendari nagusia. Baina egia da enpresa txikia denez denetik egin behar dugula. 2010eko apirilean hasi ginen; garai hartan, bakarrik nengoen, eta, beraz, dena egin behar izaten nuen. Orain, hobeto definitu da kontua.

Baina, adibidez, gaur egun esperimenturik ez dut egiten. Zenbat eta gorago egon lanpostuan, orduan eta laborategiko lan gutxiago egiten duzu eguneroko jardueran. Batez ere, bezeroekin egoten naiz, proiektuak idazten ditut, grafenoaren aplikazio berriak garatzeko bideak bilatzen ditut, eta horrelako gauzak egiten ditut. Laborategira egunero joaten naiz, baina han ez naiz ordu asko egoten. Pena pixka batekin esaten dut. Baina nik uste dut hori dela progresio naturala edo normala.

Graphenea enpresak ez du bere egoitzarik; CIC-nanoGUNen dago. Zergatik?

Azkenean oso enpresa txikia gara; sei lagun besterik ez gara. Orduan, ezin dugu eraikin oso bat guretzako bakarrik izan. Gainera, ekipamendu asko behar dugu grafenoarekin erlazionatutako ikerketa egiteko. Eta horregatik gaude CIC-nanoGUNeren barruan, Donostian. Bulegoak hor ditugu, eta horretaz gain laborategi bat dugu alokatuta. Dirua ordaintzen dugu hor egoteko. Baina sentitzen dugu egoitza hori gurea dela.

AMAIA ZURUTUZA



Bergara, 1975. EHU hasi zen kimika ikasten, Donostiako Kimika Fakultatean, eta karrera Glasgoweke Strathclyde Unibertsitatean bukatu zuen. Gero, industria farmazeutikoan egin zuen ikerketa, Ferring Pharmaceuticals enpresan, East Kilbride herrian (Glasgowetik gertu). Gaur egun, Donostian dago. Grafenoa ikertzen duen Graphenea enpresako zuzendari zientifikoa da.

Grafenoarekin egiten duzue lan. Modako ikergaia da; badihuri gure arazo guztiak konponduko dituela. Hala da?

Arazoak konpondu, ez dakit, baina bada bitxia edo bereizgarria. Propietate asko ditu material berebeteen: normalean, propietate horiek denak izateko, material asko elkartu behar dituzu. Kasu honetan, material bakarra da, eta, horregatik, oso interesgarria da. Gainera, karbono-atomo hutsez egindako materiala da, eta oso kontu garrantzitsua da bi dimentsioko materiala izatea. Oso fina da; atomo bakarreko lodierako xaflak dira (horri deitzen diogu bi dimentsiokoa izatea). Isolatuen bi dimentsioko lehen materiala da. 2004an isolatu zuten, eta orduetik bi dimentsioko beste material batzuk isolatu dira, baina grafenoa izan zen lehena.

Grafenoa grafitotik dator eta grafitoa arkatzen minan ere badago.

Bai, esaten dute arkatzez idazten duzun bakoitzean grafeno-zatitxoak erortzen direla. Definizioz, grafenoa atomo-geruza bakarra da. Egia esan, oso zaila da arkatz batetik atomo bakarreko geruzak erauztea, baina ideia horretan oinarrituta isolatu zuten 2004an Manchesterko bi zientzialarik, Andre Geim-ek eta Konstantin Novoselov-ek. Grafitoa garbitzen ari ziren; zakarrontzira botatzen zutena aztertzea erabaki zuten, eta grafenoa topatu zuten.

*“Nik merkatutik gertu zegoen
zerbait egin nahi nuen. Azkenean,
emaitzak ikusi nahi nituen”*

Zer egiten duzue zuek grafenoarekin?

Graphenean grafenoa sortu egiten dugu. Grafitoa garbitzea ez da metodo egoki bat, adibidez, xafla handiak lortzeko. Guk beste prozesu sintetiko bat erabiltzen dugu, karbono-atomoen jalkitzea, grafenoa industrian erabilgarri izateko moduko kalitatekoa lortzeko. Lan egiten dugu enpresa, unibertsitate eta ikerketa-zentro askorekin, eta aplikazio askori begira. Esate baterako, NOKIarekin, telefono mugikorren pantailetan grafenoa erabiltzeko lanean ari gara. Edo bateria malguak egiteko. Edo konpositeak mekanikoki hobetzeko, edo eroankortasuna handitzeko eta abar.

Aplikazioak aipatzen dituzu, baina zuen ikerketa proiektu horietan teorikoa ere bada. Zientzia teorikoa aldarrikatu behar da?

Bai, bai. Egia esan, grafenoaren egitura nolakoa den 1947an argitaratu zuten. Argitalpen hori teorikoa zen;

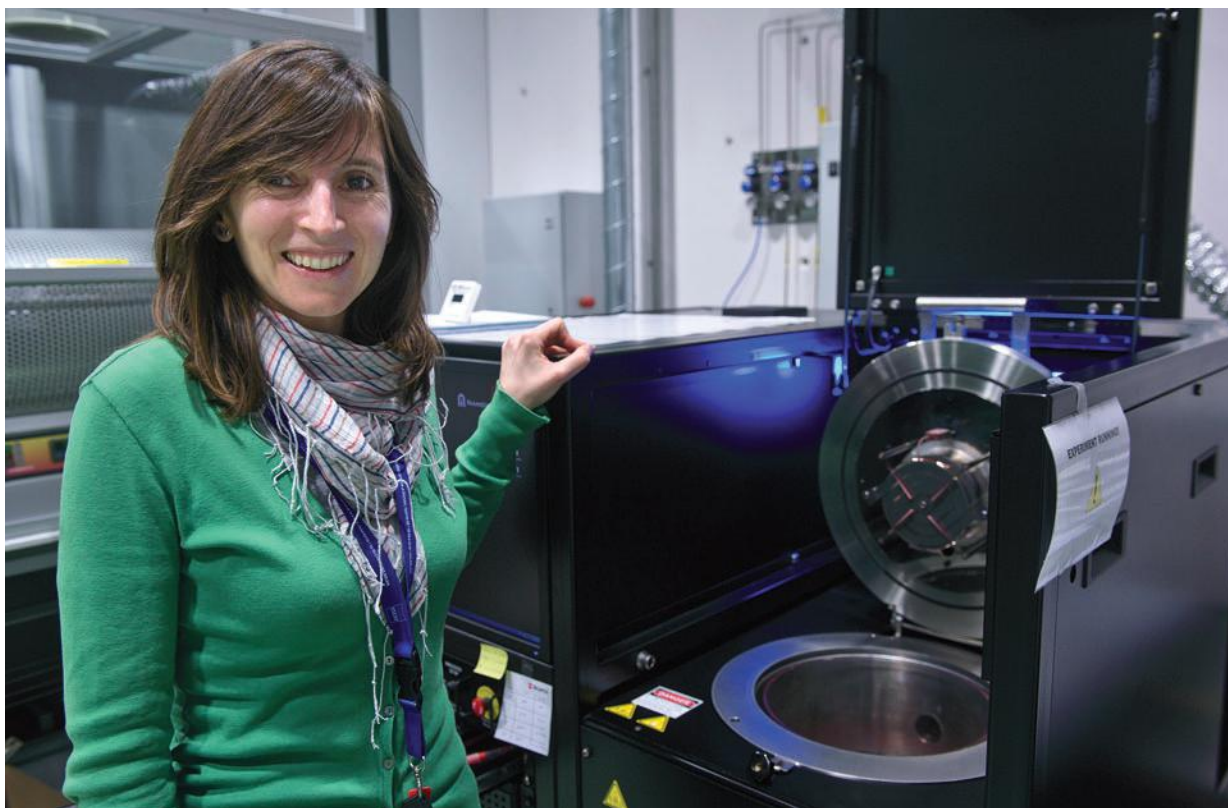
grafenoa ez zen existitzen. Eta urte batzuk geroago frogatu zuten posible dela grafenoa isolatzea. 50 urte baino gehiago izan dira tartean, baina, azkenean, teoria oso erabilgarria da.

Duela gutxiko albistea da *Graphene Flagship* proiektuan partaide zaretela. Nolako proiektua da?

Oso proiektu handia da. Europar Batasunak 1.000 milioi eman ditu hamar urterako. 74 bazkide gara, gu haietako bat, eta oraingoz bi urte eta erdirako dirua eman dute. Urrian hastekotan da, eta aplikazio askotarako ikerketa egingo da. Graphenearen ikuspuntutik, oso positiboa izan da, ez bakarrik diruarengatik, baizik eta guk grafenoa duten produktuak merkaturatu nahi ditugulako.

Grapheneako lana zuretzat Euskal Herrira itzultzeko aukera izan zen, baina urte asko eman dituzu Eskozian lanean. Zer du Eskoziak?

Bada, ez dakit. Ni gustura nengoen; urtebeterako joan nintzen eta 12 urtez gelditu nintzen. Bazeuden beste euskaldun batzuk, eta oso giro polita zegoen. Bertako jendea ere oso jatorra da, eta behin ere ez naiz han atzerritar sentitu. Eskoziako ekipoak jokatzenean, Eskoziaren alde egoten ginen (barreak). Beti galzten zuten.



Amia Zurutuza, grafenoa egiteko CVD (Chemical Vapor Deposition) makinaren ondoan. Makinak grafenoa sortzen du metanoaren karbonoak oinarri baten gainean utzita.

Tesia egin zenuen han. Zeri buruzkoa zen?

Kimikari bezala, polimeroen munduan sartu nintzen, eta mikrogelei buruzko tesia egin nuen. Aplikazioak zituene medikuntzaren barruan: begi barruko ukipen-lenteak egiteko polimeroak ziren.

Gero, hiru urte eman nituen ikerketa-lan batean, polimeroetan orduan ere. Eta ez zen oso teorikoa, praktikoa zen, baina merkatutik urruti zegoen, eta nik merkatutik gertu zegoen zerbait egin nahi nuen. Azkenean, emaitzak ikusi nahi nituen. Eta erabaki nuen industriaren munduan sartzea. Toki egokian nengoene une egokian. Enpresa farmazeutiko batean hasi nintzen lanean, Glasgowetik gertu.

Horrelako aukerak ohikoak dira han?

Jende asko ezagutzen dut Britainia Handian ikasi eta gero enpresa-mundura pasatu dena, ikerketa praktikoa goa egitera.

Hemengo egoera ezberdina da?

Adibidez, arlo horretan oso enpresa gutxi daude hemen. Beste arlo batzuk daude, baina arlo biomedikoan oso enpresa gutxi. Horregatik aldatu nintzen arloz.

“Egin zidaten elkarrizketaren garaian, egia esan, grafenoa zer zen ere ez nekien, baina nahiko material interesgarria iruditu zitzaidan”

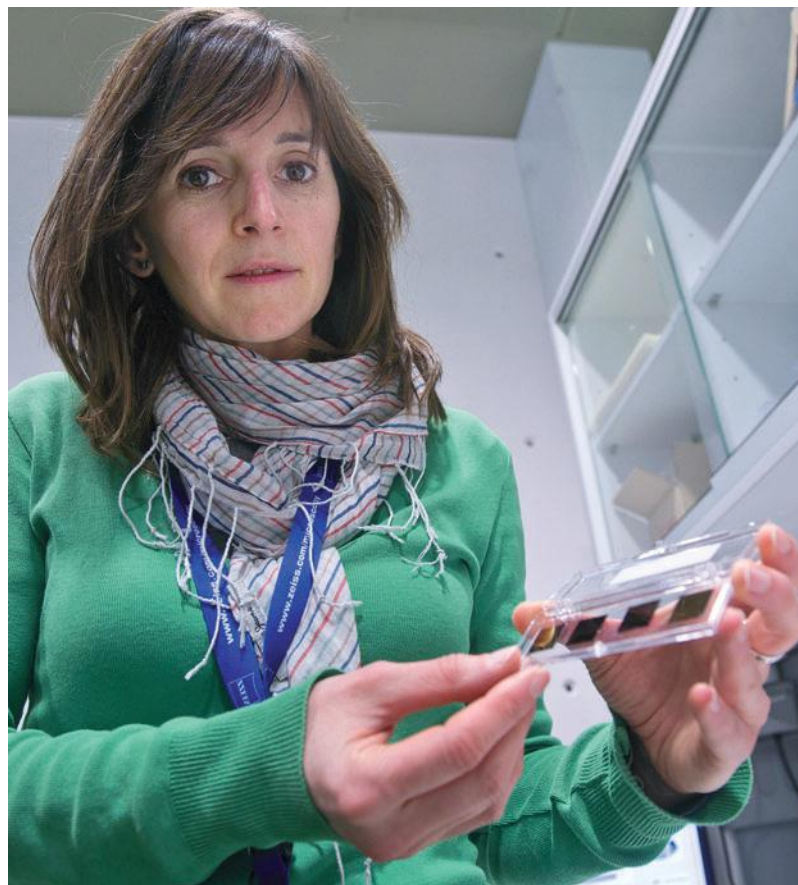
Itzuli zinen, eta inflexio-puntu bat izan zen. Eta sekulako aldaketa izan zen, ezta?

Profesionalki oso ona izan zen. Egin zidaten elkarrizketaren garaian, egia esan, grafenoa zer zen ere ez nekien; baina nahiko material interesgarria iruditu zitzaidan. Profesionalki oso pozik nago.

Eta pertsonalki, bada, ez dakit. Pena ematen du, baina hura zen etapa bat eta itxi behar nuen. Ordutik ia urtero bueltatu naiz Eskoziara. Baina nik beti aurrera begiratzen dut, eta orain pozik nago.

Zientziarik ez balego zure bizitzan, zer?

Gogorra! Ez dut nire bizitza imajinatu nahi zientziarik ez balego... Aspaldi konturatu nintzen ikerketa egin nahi nuela. Gustatzen zitzaidan. Azkenean, gauza berriak ikastea da, eta gero eta gehiago jakitea. Ez da zortzi orduz lan egin eta gero ahazten den zerbait. Horrek bihurtzen du lan hau bokazio.



Amaia Zurutuza, grafeno-xafla komertzialak eskuan.

Ikertzaileak asko bidaiatzen du?

Bai, asko. Ni, adibidez, joan den urtean ia kontinente guztietan egon nintzen. Eta gustukoa dut bidaiatzea, baina, azkenean, erritmoa gehiegizkoa izaten da gorputzarentzat; hilabetean bi aldiz bidaiatzea gehiegi da (Estatu Batuak, Japonia...). Baina horrela ibilita, kongresuetan esate baterako, informazio asko jasotzen duzu; hemen egonda ez zenuke jasoko. Horregatik dut gustukoa bidaiatzea. Noski, ez da gauza bera oporretan joatea edo lanera joatea, baina beno. Azkenean, uste dut oso positiboa dela.

Nola ikusten duzu dibulgazioaren arloarekin duzun harremana? Gizarteak eskubidea du ikertzaileei azalpenak eskatzeko?

Bai. Azkenean, guk nahi dugu denei esan zer egiten dugun. Azken batean, gure ikerketarekin oso interesatuta gaude, eta gustuko dugu besteei esatea. Oso positibotzat hartzen dugu... Baten batek jakin nahi du nik zer egiten dudan! Eta ulertu nahi du. Askotan, adibidez, tabernan trago bat hartzen, eta lagunek galdetzen dizute... “Eta hori zer da? Eta zertarako balio du?”. Eta guk pozik erantzuten dugu. ●



ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Neandertala klonatzea

AMESKERIA HUTSA?

ARG.: © MICHAEL HOFREITER, KURT FIUSTERWEIER/MPG EVA

Urte hasieran, *Daily Mail*en argitaratutako artikulu batek zalaparta sortu zuen. Artikuluaren izenburua: “Neandertal gizakiaz erditzeko emakume abenturazale baten eskean. Klonatutako haitzulotako haurtxo batentzako amaren bila dabil Harvardeko ikertzailea”. Hurrengo lerroetan azaltzen zen George M. Church genetikari entzutetsua zela neandertala klonatzeko asmoa zuen ikertzailea, eta emakume bat behar zuela, helburua lortzeko.

Azalekoak baziren ere, xehetasun tekniko batzuk ere agertzen ziren artikuluan. Lehen pausoa DNA artifizial bat sortzea izango omen zen, neandertalen fosiletatik erauzitako DNAn oinarrituta. Gero, DNA hori zelula ametan txertatuko luke, eta zelula amak, berriz, giza enbrioia bategan. Hala, garatutako enbrioia neandertalaren ezaugarriak izango lituzke. Azkenik, laborategian egun batzuk hazi ondoren, “neo-neandertalaren” enbrioia emakume baten umetokian ezarriko omen luke.

Nonbait, itzulpen kaxkar batek eragindako gaizkiulertu bat izan zen guztia.

Neandertal bat berpizteak zer ondorio lituzkeen azalduz amaitzen zen artikulua. Haren arabera, Churchen ustez onerako izango litzateke: “Neandertalek guk ez bezala pentsatzen dute. Gu baino adimentsuagoak ere izan daitezke”. Eta jarraitzen zuen esaten: “Izurri bati aurre egiteko edo planetatik alde egiteko unea iristen denean, litekeena da haien pentsatzeko modua onuragarria izatea”.

Hurrengo egunean, ordea, *Boston Herald* egunkariari egindako adierazpenetan, George M. Churchek ezeztatu egin zuen *Daily Mailek* argitaratutakoa. Artikulu hura *Der Spiegel* aldizkari alemaniarri emandako elkarrizketa batean oinarrituta zegoen, eta, nonbait, itzulpen kaxkar batek eragindako “gaizkiulertu” bat izan zen guztia. Gainera, argi utzi zuen ez zuela neandertal bat klonatzeko inolako asmorik.



George M. Church

Harvardeko genetikariak eztabaida bizia piztu zuen, neandertala klonatzeko aukeraz hitz egin zuenean elkarrizketa batean.
ARG.: POP-TECH/CC.

*Der Spiegel*ek Churchek idatzitako azken liburuaren harira egin zion elkarrizketa (*Regenesis: How synthetic biology will reinvent nature and ourselves*; hau da, Birsortzea: biologia sintetikoak nola berrasmatuko dituen natura eta gu geu, gutxi gorabehera). Liburuaren izenburua bera oso iradokitzailea izateaz gain, elkarrizketan bertan adierazpen probokatzaileak egin zituen.

Esate baterako, Churchek ez du baztertzeko neandertalaren klonazioa; alderantziz, epe motzean egingarria izango dela uste du. Haien pentsaera guretzat onuragarria izan daitekeela

Jesús Mosterín

Bartzelonako Unibertsitateko
Logika eta Zientziaren Filosofian
katedraduna eta CSICEko Filosofia
Institutuko ikerketa-irakaslea da.
ARG.: © JESÚS MOSTERÍN.



eta “alokairuko ama ausart bat” beharko litzatekeela ere aipatzen du. Baina behin eta berriro esaten du, teknikoki posible izanda ere, gizartearentzat onargarria izan beharko lukeela. Elkarriketan aurrera egin ahala, neandertalak ahaztu eta biologia sintetikoaren aukerei buruz aritzen da, luze.

ZENTZUGABEA, GUZTIZ

Hori izan zen, beraz, *Daily Maileko* izenburuaren jatorria, eta ondoren sortu zen saltsaren abiapuntua. Edonola ere, komunikabideetan oihartzun handia izan zuen arren, aditu askok ez diote inolako garrantzirik eman. Jesús Mosterinentzat, adibidez, neandertalaren balizko klonazioa “tontakeria” bat da.

Bartzelonako Unibertsitateko Logika eta Zientziaren Filosofian katedraduna eta CSICEko Filosofia Institutuko ikerketa-irakaslea da Mosterín, eta, haren ustez, asmoa burugabekeria hutsa da: “Ezin da egin, ez dugu egin nahi, eta, gainera, dagoeneko baditugu nahiko arazo”.

“Mundu osoko ikerketa-zentrotan eta unibertsitatetan ibiltzen naiz, eta ez dut inoiz ezagutu neandertal bat klonatzeko asmoa duen inor”. —jarraitu du esaten—. “Bestalde, neandertalak eta gu oso antzekoak gara; hortaz, zertarako sortu gure hain berdina den inor?”

Izatekotan, alderdi teknikotik izan dezake zentzuren bat, “erronka” gisa. Azken finean, Dolly ere horregatik sortu zutela dio Mosterínek, “tek-

nologikoki gai zirela erakusteko”. Baina gero ez du jarraipenik izan: “Bistan da: ez dago klonazio bidezko artalderik; izan ere, ez du inolako abantailarik”.

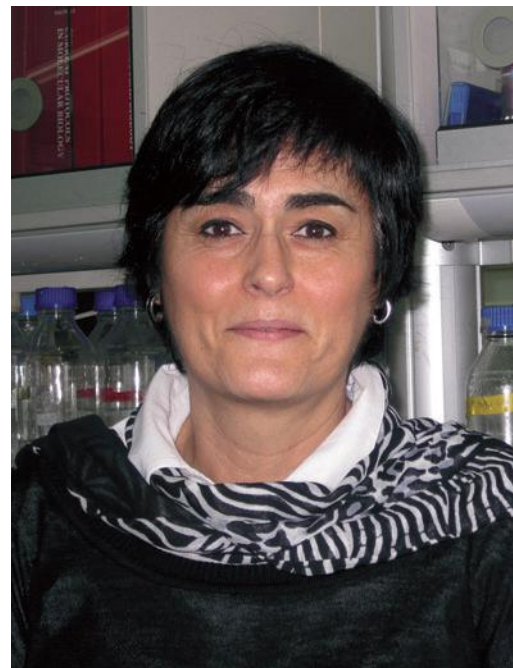
Ikuspegi etikotik, berriz, ez zaio iruditzen inolako arazorik ekarriko zukeenik: “Klonazioa oso ohikoa da naturan, bizidun pila bat ugaltzen dira klonazio bidez. Eta gizakietan ere gertatzen da: biki monozigotikoak klonak dira, eta horrek ez du inolako auzi etikorik ez moralik sortzen”.

Edonola ere, neandertalaren klonazioari buruz iritzi argia du: “Ezinezkoa ez ezik, zentzugabea da guztiz”.

TEKNOLOGIKOKI URRUTI

Ana Agirre EHUKo genetikiariak ondo ezagutzen ditu klonazioaren alderdi teknikoak, eta hura ere bat dator Mosterínek: teknologikoki ezinezkoa da. Azaldu duenez, inork halakorik egin nahiko balu, ez luke ezta oinarritzko materiala ere izango. Izatez, martxoan aurkeztu dute orain arteko genoma osatuena. “Baina neandertalaren kode genetiko osorik izanda ere, ez dakigu nola zeuden osatuta kromosomak ezta funtsezkoak diren beste xehetasun asko ere”, ohartarazi du Agirrek.

Haren esanean, kontuan izan behar da Churchek biologia sintetikoan ikertzen duela. “Atera



Ana Agirre EHUKo genetikiaria da, eta neandertalaren klonazioari buruzko hitzaldi bat eman zuen duela gutxi Bilboko Alhondigan. ARG.: ANA GALARRAGA/ELHUYAR FUNDAZIOA.

“Zertarako sortu gure hain berdina den inor?”

JESÚS MOSTERÍN

duen azken liburua, *Regenesi*s, DNA-molekula batean idatzi du. Horretarako, alfabeto arrunta erabiliz idatzitako testua sistema bitarrera itzuli du, eta, gero, zero eta bateko bakoitza DNAREN base batekin ordezkatu du (zeroaren ordezkariak adenina edo zitosina; eta bataren ordezkariak guanina edo timina). Horrekin molekula bat osatu du, eta hura deskodetuta, liburua irakur daiteke. Alegia, DNA-molekula horrek ez du helburu biologikorik, informazioa biltzeko erabili du”.

Hain zuzen, horretan ari dira lanean hango eta hemengo ikertzaileak, DNAk informazioa kodetzeko eta gordetzeko ematen dituen aukerak ikertzen. “Horrek, ordea, ez du zerikusirik bizidun bat sortzearekin”, dio Agirrek.

“Klonazioa gutxitan egiten da, garestia da, eta arrakasta txikia du”

ANA AGIRRE

Alor horretan, ezagunak dira Craig Venterren esperimentuak. 2010ean, adibidez, *Science* aldizkarian bakterio sintetiko bat sortu zuela jakinarazi eta hura egiteko erabilitako metodologia azaldu zuen. “Gerora ez da egon aurrerapauso handirik —adierazi du Agirrek— eta hura bakterio soil bat zen. Eta gu gizakite bidez ari gara; aterra kontuak zein urrutit gauden”.

Oztopo horiek alde batera utzita ere, klonazioa “gutxitan egiten da, garestia da, eta arrakasta txikia du”. Agirrenen arabera, ernalketa bat izateko eraginkortasuna % 1-3 da ugaztunetan, “eta are txikiagoa da bizirik jaiotzen eta irauten dutenen ehunekoa”. Gainera, klonazioaren helburuetako bat jatorrizko bizidunaren ezaugarrien bat birsortzea izaten da, “baina klonazioak ez du hori bermatzen”, esan du Agirrek.

CarbonCopy katuaren adibidea jarri du. Hiru koloreko larrua zuen kateme batetik abiatu ziren. Ezaugarri horren genetika nahiko ondo ezagutzen zutelakoan zeuden ikertzaileak, eta pentsatzekoa zen klonatutako katakumeak jatorrizkoaren larru berbera izango zuela. Texasko A&M Unibertsitatean, 188 nukleo-transferentzia egin zituzten, eta 7 katemerengana uteroetan ezarri zituzten. Bakarra jaio zen; haren larrua ez zen jatorrizkoarenaren berdina.

Galdutako espezieak berpizteko saioak: mamuta eta bukardoa

Neandertala ez da berpizteko asmoa eragin duen desagertutako espezie bakarra. Esaterako, maiz aipatu izan dute mamuta klonatzeko aukera egongo litzatekeela. Ana Agirre genetikariaren esanean, “mamutak abantaila handi bat du neandertalaren aldean, eta da haren genoma oso ondo gorde dela, izoztuta egon baita. Nonbait, zelula amen iruzurratetik ezaguna egin zen ikertzaile korear hura, Hwang Woo-Su, dabil mamuta klonatu nahian, baina ikusteko dago zerbait lortuko ote duten”. Kontuan izan behar da klonatutako lehen zukurraren sortzailea izan zela Hwang Woo-Su.

Gugandik hurbilago ere saiatu izan dira desagertutako animalia bat klonatzen: bukardoa. Azken bukardoa ez zen duela mila urte desagertu, 2000. urtean baizik. Eme bat zen, eta Ordesa aldean hil zen, bukardeen gordelekuan. Alferrikakoak izan ziren subespeziea iraunarazteko egindako ahalegin guztiak. Besteak beste, basahuntzekin zein etxekotutako ahuntzekin gurutzatzen saiatu ziren. Eta baita klonatzen ere.

Klonatzeko saiakera haiek kutsu gazi-gazoa utzi zuten. Izan ere, 2009an *Theriogenology* aldizkarian argitaratu zen Aragoiko Nekazaritzarako Elikagaien Ikerketa eta Teknologia Zentroak (CITA), Frantziako Nekazaritzako Ikerketa Institutuarekin eta beste erakunde batzuekin egindako lana. Izenburua:

First birth of an animal from an extinct subspecies (Capra pyrenaica pyrenaica) by cloning, hau da, lehen jaiotza, klonazio bidez, galdutako subespezie batetik (Capra pyrenaica pyrenaica).

Izenburuak adierazten duen bezala, jaio, jaio zen. Jatorrizko zelulak 2000. urtean hildako azken bukardeenak ziren; urte bete lehenago lortu zituzten biopsia bidez, eta izoztuta gorde. Nukleo-transferentzia egiteko, aurrez nukleoa kendutako ahuntz arruntengana obuluak erabili zituzten. Guztira 1.285 enbrioi garatu ziren, eta egoera onenean zeudenak basahuntzen eta hibridoengana (basahuntz arrak eta ahuntz emeak) uteroetan ezarri zituzten. Azkenean, morfologikoki normalean zen bukardo bat jaiotzea lortu zuten, zesaraz.

Arrakasta ez zen erabatekoa izan, ordea: jaio eta minutu gutxira hil zen, biriketako arazoengatik. Hori bai, haren DNA bukardo emailearenaren berdina zela baieztatu zuten.

José Folch izan zen ikerketa haren burua, eta ez du erabat baztertu noizbait bukardoa klonatzea. “Garbi dago posible dela. Badakigu nola egiten den, eta badugu horretarako behar den teknologia”. Une hauetan, ordea, ez omen dute bide horretan lana egiteko aukerarik: “Finantziak ez dira onak, eta ikertzaileak falta ditugu. Ez da horretarako garai egokia”.



Bukardoaren marrazkia. IRUDIA: JOSEPH WOLF (1838).

TRANSGENIKOAK, EZ KOPIAK

Espezie batzuetan beste batzuetan baino emaitza hobeak izaten dituzte, hala ere. Saio gehienak saguekin eta arratoiekin egin dituzte, eta asko aurreratu dute bietan. Hausnarkarietan ere nahikoa findu dute teknika, eta lehen baino hobeto dakite zein den nukleo-transferentzia egiteko unerik egokiena eta zer hazkuntza-faktore gehitu behar diren enbrioia ondo garatu dadin. Aldiz, txerriekin ahalegin handiak egin dituzten arren (xenotransplanteetarako duten interesagatik), emaitzak ez dira nahi bezain onak izan. Eta primateetan ez dute ezer lortu.

Dena dela, Agirrek nabarmendu duenez, gaur egun klonazioaren interes handiena ez da bizidun baten kopia bat lortzea, baizik eta transgenikoak sortzea. Izan ere, gene arrotz bat duen izaki bat lortzeko, tartean klonazioa ere erabil daiteke. “Kasu horretan, ez dute bilatzen ezaugarri bat iraunaraztea edo hedatzea, baizik eta bere zelula guztietan ezaugarri berri bat izango duen izaki bat sortzea”. Ezaugarri berri horrek interes terapeutikoa edo komertziala izan dezake: “esnean armiarma-sarearen proteina ematen duten ahuntzen kasuan bezala”.

Hain zuzen, 2002an argitaratu zuen Sciencek esnean armiarma-haria ematen duten ahuntz transgenikoei buruzko ikerketa. Nexia Biotechnologies konpainiak garatu zuen teknika eta BioSteel deitu zion hariari. Aplikazio industriak eta medikuak ditu, baina oraindik ez da laborategietatik atera eta merkatura iritsi.

Gauzak horrela, Agirreraren iritziz neandertala klonatzetik oso urruti dago zientzia, “argi-urte-tara”.

LEGEAREN MUGAK

Legearen aldetik ere ez litzateke erraza izango. Leire Escajedo zuzenbidean doktoreak zenbait aukera aztertu ditu: “Demagun neandertal baten gameto bat dugula. Bada, lagundutako ernalketaren legeak debekatzen du giza gametoak gizakienak ez diren gametoeekin nahastea. Baina, zer gertatuko litzateke gizaki bezala onartuko bagenu? Egia esan, zuzenbideak pertsona definitzen duen horren barruan legoke; *Homo* bat da, giza itxurakoa, gutxi gorabehera, eta gure hipotesian emakume batetik jaioko litzateke. Pertsonatzat hartuta, muga beste leku batean topatuko genuke. Hildako, oso aspaldi hildako pertsona baten gametoaz ariko ginateke, gametoen erabilpena baimendu ez duena



(noski) eta aitatasuna zehazteko arazoa izango genuke. Hori guztia dela eta, legeak ez luke baimenduko”.

Edonola ere, ezinezkoa da neandertal baten gameto bat lortzea; asko jota, DNA nahiko ondo duten zelula batzuk lor daitezke. Zelula horietatik abiatuta neandertala birsortzeko klonazioa erabili daitekeen litzateke gure galdera. Alabaina, giza klonazioa delitua dela ohartarazi du Escajedok. Espainian klonazio terapeutikoa legala dela gogorarazi du: “ez zaio klonazio deitzen, aktibatutako obozito edo zelula birprogramatu baizik, eta legezkoa da, baina oso kasu jakinetan”.

Neandertala gizakia ez dela ulertuz gero, ordea, klonazio bidez sortutako enbrio hori ez litzateke koherentzian “gizaki”. Legeak ez luke baimenduko emakume baten umetokian ezartzea. “Eta primate baten umetokian?”, galdetu du Escajedok. Jarraian eman du erantzuna: “Giza obulu baten erabilpenak dituen mugez aparte, legediak ez du honelako aukerarik aurreikusi. Baina primateak gero eta babestuago daude, eta gero eta muga zorrotzagoak daude haiekin ikeritzeko. Beraz, zaila iruditzen zait horretarako baimena lortzea”.

Horrenbestez, neandertalaren balizko klonazioak soka luzea ekarri badu ere, bide laburra du oraingoz. ●

Leire Escajedo

Konstituzio Zuzenbideko irakaslea eta Zuzenbidea eta Etika Biozientzietan irakasgaiaren koordinatzailea EHU.

ARG.: © LUIS JAUREGIALTZO/ARGAZKI PRESS.

Espainian klonazio terapeutikoa legala dela gogorarazi du Leire Escajedok.



Zientzia eta teknologia guztia *Elhuyar* aldizkarian

aldizkaria.elhuyar.org

Urteko harpidetzarekin, edizio digitala doan

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

Harpidetu

- **Merkeagoa** delako: kioskoan baino merkeago
- **Erosoagoa** delako: zuk erabakitzen duzu non jaso aldizkaria (etxean, lantokian...)
- **Urteko zenbaki guztiak** irakurri ahal izango dituzulako
- Aldizkaria zer euskarritan irakurri nahi duzun aukeratu dezakezulako: **paperean zein digitalean**

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

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



elhuyar
Zientzia



Kadagua ibaia Alonsotegin,
otsailean izandako euritean.
ARG.: © LUIS JAUREGALTZO/ARGAZKI PRESS.

OHIKO ESKU-HARTZEK EMAITZA ONIK EMATEN EZ DUTELA IKUSITA,
BESTE BIDE BATZUK JORRATZEN DIHARDUTE IBAIEN KUDEATZAILEEK

UHOLDEAK

konponbide berriak betiko arazoari

OIHANE LAKAR IRAZÓZ
Elhuyar Zentzua





Jose Maria Sanz de Galdeano
URA Uraren Euskal Agentziako
Plangintzen eta lanen zuzendaria.
ARG.: © URA-URAREN EUSKAL AGENTZIA.



Joserra Diez
Biologian doktorea. EHUKo
Ibai-ekologiako ikerketa-taldean
ibaien funtzionamendua
ikertzen du. ARG.: © JOSERRA DIEZ.

Donostiako Martutene auzoko Txomin-eneako bizilagunak beren etxeetatik atera dituzte, etxe horiek eraitsi egin behar baitituzte hartzen duten lur-eremua libre uzteko. Bi helburu beteko dira horrela: herritar horiek uholdeen eraginez behin eta berriz jasan izan dituzten kalteak saihestea, eta ibaiari uholde horietako bakoitzean eskatzen duen lurra itzultzea.

Lehentasunezko 30 proiektu ditu eskuartean URA Uraren Euskal Agentziak, dagoeneko urbanizatuta dauden eremuetan uholdeen arriskua txikitzeko lanak egiteko. Besteak beste, etxebizitzak eta industrialdeak lekuz aldatzea dute aurreikusita. Asmo eta gastu handiko proiektuak dira eta helburua da “oreka bilatzea ingurumenaren zaintzaren eta pertsonen babesaren artean”, dio José María Sanz de Galdeano URAko plangintzen eta lanen zuzendariak.

Izan ere, “hamarkadatan, baita mendeetan ere, urek hartzen dituzten eremuetan eraiki dituzte herrigune eta industriaguneak, eta horiek gobernatzeko eginkizuna jaso dugu oinordean. Orain, berriz, saiatzen gara urari ateratzeko bideak ematen, eta ibai-ertzak ez kaltetzen”, dio URAko arduradunak.

Ezinezko zaie, ordea, beti modu horretan jokatzea; “batzuetan lan gogor bat egitea beste aukerarik ez dugu. Gobela ibaian, adibidez, Ge-

txon, egiten ari garen esku-hartze gehienak bide horretatik doaz, ubide paralelo bat sortzen ari gara, ur handien garaian hori ere bete dadin. Orain, ordea, azkeneko fasean sartzeraz goaz, Errekagane kalean, herriaren erdi-erdian, eta hor ezingo dugu hormak handitu besterik egin; hau da, ibaiari eraso pixka bat handiagoa egin”, dio Sanz de Galdeanok.



Hamarkadatan, baita mendeetan ere, urek hartzen dituzten eremuetan eraiki dituzte herrigune eta industriaguneak.

Orain salbuespeneko neurritzat jotzen dituztenak, orainsu arte ohiko esku-hartzeak ziren uholdeei aurre egiteko neurriak hartzeko orduan: hormen bidez ibaien ibilgua bideratzea, kanalizatzea, dragatzea eta ibaiak “garbitzea”, hau da, bertako landaredia eta habitataren bestelako elementuak kentzea. “Irudimen gutxi izan dute urteetan ibaien kudeatzailerik”, nabarmendu du Sanz de Galdeanok. Adibidez, kanalizazioei dagokienez, EAEn ibai-sareak 2.028 kilometro lineal ditu, eta, horietako % 10 kanalizatuta dago (Eusko Jaurlaritzaren 2005eko datuen arabera).



Arriskuaren aurrean, erantzun eraginkorra

Uholdeei lotutako alerta-sistemak Eusko Jaurlaritzako Larrialdiei Aurre Egiteko eta Meteorologiako Zuzendaritzatik koordinatzen dituzte EAEn. Pedro Anitua zuzendariak azaldu duenez, “lane-ko taldea uholdeak gertatu baino 48 ordu lehenago jartzen da martxan, iragarpen meteorologikoak oinarri hartuta. Bi faktore hartzen ditugu kontuan: iragarritako dagoen euritea, eta lurraldea zer egoeratan dagoen, hau da, zer prezipitazio izan diren aurretik”.

Informazio hori izanda, “egoera zaila iragar-tzen bada, larrialdi aurreko egoera jartzen dugu martxan; hau da, aldundiak, udalak, zerbitzuak eta abar jakinaren gainean jartzen ditugu, adi egon daitezen. Baina oraindik ez da ezer gertatu, gertakarien unetik 48 ordu iraunkorra”, dio Anituak. Horrekin batera, bi jarraipen-mekanis-

mori begira jartzen dira: “Batetik, Euskalmetek ibaietan jarritako 45 estazioetan 10 minutu-tik behin emariaren informazioa jasotzen dugu, eta, bestetik, simulazioak egiteko URA agentzia-ren sistemari erreparatzen diogu, iragarritako dagoen euri-kantitatearekin ibaiak zer egoeratan egongo diren aurreikusteko”.

Orduak aurrera egin ahala, iragarpenak zer mailaraino betetzen diren egiaztatuz doaz. “Iragarpenak ez dira gai esateko zenbat litro botako duen haran jakin batean; euria egin dezake haran batean, edo ondokoan. Bada, jarraipen-sistemen bidez haran jakin batean egoerak okerre-ra egiten duela ikusten badugu, baliabideak martxan jarri goaz: udalak jakinaren gainean jartzen ditugu beharrezko neurriak har ditzaten (ibaien ondoko autoak kendu, bizilagunak ohar-

tarazi...), unitate mugikorrek bidaltzen ditugu haranotara (suhiltzaileak, Ertzaintzaren salbamendu-unitateak, DYA, Gurutze Gorria eta abar), eta, batez ere, ibai horien etengabeko jarraipena egi-ten dugu, alerta-maila eta hartu beharreko neu-riak ibaien uneen uneko mailara egokitzeko”.

Bizilagunak eta interesatuak jakinaren gai-nean jartzeko, “bururatu zaizkigun bide guztiak erabiltzen ditugu —dio Anituak—: mezu elektro-nikoak bidaltzen dizkiegu izena emanda duten guztiei (une honetan, 950 hartzaile ditugu, nor-banakoak, udalak, komunikabideak eta abar kontuan hartuta); alerta laranja baldin badago, gainera, SMSak bidaltzen ditugu, eta udaletara deitzen dugu. Eta, horrez gain, Twitterren denbo-ra errealean ematen dugu egoeraren berri, baita webgunean ere”.



Oria ibaia bideratzeko lanak,
Itsasondón. ARG.: © JORGE GONZALEZ.

Neurri horiexek dira, hain zuzen, “ibaiek gora egiten duten bakoitzean eskatzen dituztenak, hasi alkateetatik, eta nekazarietaraino edo kaleko edozeinenganaino. Orokorrak bezain okerrak dira, ordea”. Hala dio Alfredo Ollero Zaragozako Unibertsitateko geografia fisikoko irakasleak, urtarilaren bukaeran Cuidando Ríos blogean argitaratutako iritzi-artikulu batean. “Komunikabideek, gainera, kaltetuen ikuspegia bakarrik ematen dute, eta inoiz gutxitan ematen dituzten argudio zientifikoak”, salatzen du Ollerok.

ONURAGARRI BAINO, KALTEGARRIAK

Esku-hartze tradizionalen helburua ubidearen sekzioa handitzea eta ibaiak lautzea izan ohi da, ur-bolumen handiagoa pasatu ahal izan dadin, gainezka egin gabe. “Ibaiak ubide soiltzat jotzen dituzte horrelakoak eskatzen dituztenek, bai eta beren etsaitzat ere”, dio Ollerok artikuluan. Sanz de Galdeanok, ibaietan egin beharre-

ko lanak planifikatzen aritzen den neurrian, gertu-gertutik ezagutzen ditu eskakizun horiek, eta, bere ustez, “bizilagunek ez dute zertan eza-gutu zer den komenigarriena. Haiek uholde-eremuetan bizi dira, eta gehiegitan ikusten dituzte beren etxeak, lantokiak eta familiak arriskuan. Bada, ur-goraldietan ikusi eta sentitutakoek agintzen dutena ez dator bat ingurumenari komeni zaionarekin”.

Edonola ere, adituek argi dute horiek ez direla, oro har, neurri eraginkorrak uholdeen kudeaketan. “Lan horiek aldaketa handiak eragiten dituzte, eta, hala, arriskua txikitzen dela pentsarazten dute. Baina, askotan, eskatzen dituztenen kalterako besterik ez dira”, azaldu du Joserra Diez ekologian doktoreak.

Getxoko Errekagane inguruko hormaren kasuan bezala, ibaiak eremu batean bideratzen edo kanalizatzen direnean, eremu horretan lor

daiteke uholdeen arazoari aurre egitea, hormen bidez handitu egiten delako ibilguaren altuera. Alabaina, Diezek nabarmendu duenez, bideratutako tarte horretatik behera handiagoa izan daiteke ur handiek duten eragina, “kanalizatutako zatian urak abiadura handiagoa hartzen duelako. Gainera, hormen artean konprimatuta baldin badago ibaia, urak lur azpira presio handiagoa egingo du, eta horrek eragiten du ibai-ibilgutik urrunago dauden eremuetan ur-azaleratzeak egotea”.

Ibaiei goraldietatik babesteko hormei lotutako beste arazo bat da eskaintzen duten segurtasuna mugatua dela. Honela dio Sanz de Galdeanok: “Jendeak uste du horrela ez duela arrisku-

rik, eta horrela da hormak gai diren bitartean uholdeari eusteko. Urak maila hori gainditzera ino egiten badu gora, ordea, eragindako kaltea askoz handiagoa izango da”. Besteak beste, hormak hor daudelako, kanpora ateratzen den ura ezin da ibaira itzuli, eta denbora luzeagoan egoten da istilduta urak hartutako eremua.

Dragatze eta garbitzeek, bestalde, askoz kalte handiagoa eragiten diote ekosistemari haien bidez lortzen den abantaila baino, eta dituzten albo-ondorioak ere larriak izan daitezke. Eta, gainera, adituak bat datoz esanez haien bidez ez dela inolako arazorik konpontzen: “ezer gutxirako balio dute; plazebo-efektua besterik ez dute”, dio Diezek. Ollerok azaltzen duenez, “ur-

Urtarrilean izandako euriteen eraginez, Arga ibaia hainbat puntutan atera zen. Argazkian, Funes herriko baratzeak urez gainezka.

ARG.: © JAGOBA MANTEROLA/ARGAZKI PRESS.



goraldietan, aurretik garbitutako eremuetan pilatzen dira materialak. Hortaz, ibaiak garbitzea dirua alferrik botatzea da”.

Kasu eta une puntualetan, hala ere, onargarritzat jotzen dute horrelako garbiketak egitea, hala nola “zubiren baten eraginez materiala pilatu denean, edo ibaiak estutzen diren eremuren batean, edo oztoporen bat dagoenean”, aipatu du Sanz de Galdeanok. Horrelako garbiketaren puntualak egiteko, iaz 3 milioi euroko partida izan zuten EAE osorako.

Dragatze eta garbitze integralak egiten direnean, berriz, ibaiari ez zaio zaborra kentzen, sedimentuak, landaredi bizia eta enborrak baizik;

“hau da, ibaiko biodibertsitatea suntsitzen da, zuzenean eta zeharka; errulekuak kentzen dira... izugarrizko kaltea eragiten zaie ibaiei”, nabarmendu du Diezek.



*Dragatze eta garbitzeek
askoz kalte handiagoa
eragiten diote ekosistemari
mesede baino.*

Biodibertsitatean eragindako kalteaz gain, dragaketen ondorioz aurreikusi gabeko kalteak ere izan ditzakete ibai-eremuek eta hari lotutako azpiegiturek, Diezek zehaztu duenez: “sedimentua eta enborrak kentzean, urak ibai-hondoa higatzen du, eta horrek hainbat ondorio ditu, hala nola maila freatikoa jaitea, eta hondoa ezegonkortzea. Halaber, zubiak desegonkortzera irits daitezke, urak, azpijana eginez, zubien zapatak airean uzten baditu, dimentsionatu zirenean ez zelako kontuan izan ibaiaren higadura halakoa izatea. Gauza bera gerta da kieke ibai-ertzei eusteko sortutako harri-lubetei, arrazoi berarengatik”.



Teknologiak aurrera, beldurrak atzera

“Historikoki, ibaiei beldur handia izan zaie, eta oso kontuan izaten zuten hori herri-guneak eraikitzeke”, dio Joserra Diez ekologoak. Hain zuzen, “uholdeetan argi gelditzen da hori, normalean ura ez baita iristen eraikin zaharretaraino”. Ibaien ertzak baratzak eta soroak jartzeko erabiltzen ziren antzina, oso eremu emankorrak baitira, uholdeetan ongarritu egiten direlako, besteak beste.

XV. mendean hasi ziren ibaien ondoan lehenengo eraikinak egiten; “burdinolak izan ziren lehenengoak —dio Diezek—, uraren energiaz baliatzen baitziren”. Gero, XVIII. mendean, burdinola horietako asko errota bilakatu ziren, eta berri asko eraiki ziren, orduan hasi baitzen artoa hedatzen, eta horri lotuta izugarri handitu baitzen baserrietako populazioa. Azpiegi-

tura jakin horiez aparte, ordea, “uholde-arriskuko lekuetan ez eraikitzeke erregulazioak egon izan dira”, nabarmendu du Diezek.

Asmamenak eta teknologiak aurrera egin ahala, berriz, “gero eta uholde-esparru gehiago eraldatu eta okupatu dira. Urtegiek zerikusi handia dute horretan, erregulazioaren ondorioz behealdeetan segurtasun-sentsazio faltua sortu baita”, zehaztu du ekologoak. Oro har, 1950eko hamarkadatik aurrera hasi zen ibai-ertzen okupazioa.

Diezen ustez, 1983. urteko uholdeak “inflexio-puntu handi bat izan ziren. Orduan hasi ziren administrazioak uholde-mapak eraikitzen, eta arriskuaren kudeaketa bere horretan planteatzen”.



Zadorra ibaia aterata Argantzunen, urtarrilean. ARG.: © JUANAN RUIZ/ARGAZKI PRESS.

IBAI INGURUKO AZPIEGITURAK KALTEGARRI

Ibai-ibilguen inguruan sortzen diren azpiegiturek uholdeak izateko arriskua handitzea eragiten dute askotan. Esate baterako, ibaietatik hurbil errepideak, aparkalekuak edo bestelako azpiegiturak sortzeko eremuak asfaltatzen direnean, iragazgaitz bihurtzen dira horiek guztiak. Horren ondorioz, hor botatzen duen euria askoz azkarrago iristen da ibaietara.

Zubiek ere badute zeresana uholde-eragile gisa kasu askotan. Izan ere, hainbatetan gertatu da zubi jakin baten egitura aldatzea, eta horrekin batera desagertzea inguru horretan behin eta berriz izan ohi zituzten uholdeak. Diezen lantaldeak horixe ikusi zuen Nerbioi ibaian Mercabilbao inguruan egindako errestiturazio-proiektuan: “azterketa hidraulikoan argi ikusi genuen 500 m beherago dagoen zubi batek eremu horretan gertatzen zen uholdea handitu egiten zuela”.

 Zubi jakin baten egitura aldatzean, inguruko uholde-arazoak desagertu dira hainbatetan.

Zubien egitura aldatzeak zubia bera aldatzea dakar halabeharrez, eta, hortaz, Sanz de Galdeanok gogoratu duenez, batzuetan “ezin izaten dugu horrelakorik egin, zubiak erabat babestuta daudelako, beren ondare-balioarengatik. Askotan gertatu zaigu zubi bat aldatzeko proposamena egitea, eta horregatik ezezkoa jasotzea”. Orduan, “buruari eragin behar izaten diogu berriro, pertsonak, ingurumena, eta, horrelakoetan, baita ondarea ere, babesteko”.

URTEGIEN BI AURPEGIAK

Uholdeen kudeaketan garrantzia handia duten beste azpiegitura batzuk urtegiak dira. Ura biltzeko duten ahalmenarengatik, erpin askoko elementuak dira. Duten efektu positiboa da urgoraldien goreneko mailak gelditu egiten dituztela, eta, hala, urtegietatik beherako eremuetan ez dute goraldirik izaten. Eredugarritzat jotzen du Sanz de Galdeanok urtarrileko euriteetan Zadorra ibaian egin zuten kudeaketa: “Ibaiak 300 m³/s-ko emaria zuen, eta urtegietan atxiki zen urari esker, 50 m³/s bakarrik isurtzen zen presatik behera. Kudeaketa benetan bikaina izan zen”.



Kudeaketa horrek arriskua ere badu, dena den. Zadorran bertan kalte handiak izan ziren 2003an, urtegien kudeaketa ezegokiaren eraginez. “Une horretan inguruko ibai guztien maila oso handia zen, eta behar baino gehiago itxaroten zen ura askatzen hasteko, arauak hala ezarrita zeudelako (lehentasun handiena ura biltzea zelako). Bada, kalteak oso handiak izan ziren, askatzen hasi zirenean, ur asko askatu behar izan zelako batera”, gogoratu du Sanz de Galdeanok.

2003ko gertaera hark zer ikasia eman zien urtegien kudeatzaileei eta zegokien administrazioei. “Gaur egun, zehatz definituta dugu, eta garai hartakoekin zerikusirik ez duten irizpideen arabera, zer unetan hasi behar dugun ura askatzen, eta zer emarirekin. Eta, hala ere, arduratzeko moduko iragarpen meteorologikoak daudenean, ez diegu kurba horiei jarraitzen, eta lehenago hasten gara hustutzen”, dio URAko kudeatzaileak.

Urtegiek urari eusteko duten gaitasunari lotuta, Sanz de Galdeanok ohartarazi du txanponaren beste aldea ere badagoela: “Urtegi bat erakitzeagatik eremu batzuek utzi egiten diote maiz ur azpian gelditzeari. Bada, eremu horiek okupatzeko baimena ematen bada, eta uneren

 *Urtegiekin, segurtasun-sentsazio faltsu bat sortzen da, eta kasu larrietan hondamena ekar lezake.*

batean, oso uholde handia datorrelako, urtegia ez bada gai ur horri eusteko, eragin daitekeen kaltea oso larria izan daiteke. Hau da, segurtasun-sentsazio faltsu bat sortzen da, eta kasu larrietan hondamena ekar lezake”.

Martutene auzoko bizilagun bat etxetik ura ateratzen, 2011ko azaroan izandako uholdeetan.
ARG.: © JON URBE/ARGAZKI PRESS.

 *Jokabideak ez dira zurutik beltzera aldatu orain dela 10-15 urte egiten zirenekiko, baina ari dira aldatzen.*

LURRALDE-ANTOLAKETAREN ALDAKETAK

Zadorraren adibideak erakusten duen bezala, ibaien kudeatzaileak ari dira beren jarduna aldatzen. Faktore askok bultzatu dute hori; besteak beste, aurreko esperientzietatik ikasitakoek, ingurumena beste ikuspegi batetik ikusten zuten teknikariak sartu izanak, eta urari buruzko araudiak indarrean sartu izanak, hala nola Europako Uraren Esparru Zuzentaraua. “Ez dut uste zurutik beltzera aldatu direnik jokabideak orain dela 10-15 urte egiten zirenekiko, baina aldatzen ari dira. Eta gizartea, oro har, kezkatuago dago ingurumenarekiko”, dio Sanz de Galdeanok.

Aldaketa horren beste adierazle bat lurralde-antolaketa da. URA Agentziako Sanz de Galdeano honela mintzatu da: “Ibaiari leku gehiago ematen hasi garenetik, ikusi dugu zenbait tokitan kendu beharra dagoela han eraikitakoa; hortik datoz aurreikusitako lehentasunezko 30 proiektuak. Gainera, onartzeaz dagoen Plan Hidrologikoa (EAEko barne-arroetarako) oso zorrotza da alderdi horretan. Haren arabera, ezin da eraiki uholdeetan urak hartzeko arrisku handiko eremuetan (lehentasunezko fluxugune esaten zaie). Eta ez da eraikitzeko baime-nik emango, nahiz eta herri jakin batean handitzeko aukera bakarra hori izan. Etxe honetan, behintzat, oso argi dugu hori. Noski, beti ez da erraza, udalek zer esan handia dutelako, eta koordinazio falta egon daitekeelako, baina horretan ere asko egin da aurrera”.

Joserra Diez ekologoaren ustez ere aurrera egin da lurralde-antolaketaren gaian: “Orain dela urte batzuk, proiektu askotan eta askotan, lehentasunezko fluxu-guneetan eta haien ondoko lurretan eraiki ahal izateko, bete-lanen eta harri-lubeten bidez lurzoruen maila altxatzen zuten. Hala, ofizialki ur-goraldietan urak hartuko lukeen mailatik gora dagoenez lurzorua, ez dute izan eraikitzeko arazorik. Esango nuke industrialde asko horrela eraikita daudela ibaien ertzean”.

Azkeneko urteetako aldaketaren arrazoiaren artean, Sanz de Galdeanok aipatutakoei beste bat gehitu die Diezek: “krisia izugarri laguntzen ari da. Ezagutzen ditut krisiaren eraginez bertan behera gelditutako planifikazioak, uholde-eremuen gainean babes ofizialeko etxebizitzak egiteko, adibidez”.

Krisiak, dena den, ez ditu plan guztiak gelditu, eta behar ez den lekuetan eraikitzeko proiektuak badaude oraindik. Diezek duela hilabete

gutxiko beste adibide esanguratsu bat ekarri du: “2012ko uztailean jo zuen ilegaltzat Euskal Autonomia Erkidegoko Auzitegi Nagusiak Aiegin, Ondarrun, 480 etxebizitza eraikitzeko plana. Izan ere, plan horrek berekin zekarren Artibai estuarioaren eremu handi bat urbanizatzea, eta, hala, babesgunea mehartzea eta hezegue-neek uholdeen efektuak biguntzeko berez duten gaitasuna galtzea. Horrek erakusten digu asko dugula oraindik ikasteko”.



Horri lotuta, Diezek gaineratu du udal txikietan gertatzen direla esku-hartze eta lan bortitzek, “alor teknikoan aholkularitza txikiagoa dutelako, eta, azken batean, haiek baitute eskumena esateko zer erabilera eman lurrari. Hor hasten da arazoa”.

Hain zuzen, oraindik okupatu gabe dauden eremuak ez okupatzea da, Sanz de Galdeanoren ustez, eman beharreko lehenengo urratsa uhol-

deen kudeaketa eraginkorra izan dadin: “Ez badiogu uzten egoerari okerrera egiten, gutxiago inbertitu beharko dugu gerora ingurumena leheneratzen, bai eta pertsonak babesten ere, eremu seguruetan egongo direlako. Hau da, epe motzera baino urrunago begiratu behar dugu, eta uholdeekin bizitzen ikasi behar dugu. Izan ere, bizi garen inguruan, izan, beti izango ditugu uholdeak”. ●

Zadorra ibaiak gainezka egitean eragindako uholdea Trespuentes herrian. 2013ko urtarila.

ARG.: © JUANAN RUIZ/ARGAZKI PRESS.





IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

Interneteko komunikazioen segurtasunari buruzko aurreko artikuluan ikusi genuen badagoela modua konfidentziasuna bermatzeko (guk jasotzaile bati bidalitako mezu edo komunikazio bat hirugarrenek ez atzeman ahal izateko). Hala, hirugarrenek ezin badute mezua atzeman, guri jasotzailea direla sinetsaraztea da informazioa lortzeko modu bat. Hori ekiditeaz arituko gara artikuluhonetan, autentifikazioaz hain zuzen ere.

INTERNETEO KOMUNIKAZIOEN SEGURTASUNA II

Autentifikazioa

Mundu errealekin analogia bat egite aldera, denda edo jatetxe batean txartelaren bidez ordaintzearen kasua har dezakegu kontuan. Aurreko artikuluan ikusi genuena izango litzateke txartelaren datuak eta teklatzen dugun kodea besteen begiradetatik ezkutatatu beharra eta hori egiteko modua; oraingoan, berriz, zerbitzaria, denda edo dena delakoa fidatzekoak direla ziurtatu beharraz eta hori egiteko moduaz arituko gara.

Izan ere, Interneten ere arazo bera dago: on line denda batean erosten ari garela, nola dakigu denda hori berak dioena dela, eta ez dela gure datuak lortzeko benetako dendaren itxura bereko webgunea muntatu duen lapur bat? Hori baita *phishing* delako iruzurra: banku edo denda baten antz handia duen webgune bat egiten da, URLa ere oso antzekoa duena, eta erabiltzaileak bertara erakartzen dira, normalean posta elektronikozko mezu baten bidez; han sartzen ditugun pasahitz edo txartelen datuak iruzurgilearen esku gelditzen dira. Antibirus batzuek badituzte *phishing* detektatzaileak, baina ez dira % 100 seguruak. Onena URLa ongi begiratzea da, arrasto susmagarrien bila. Baina beti ez da erraza izaten iruzurrak atzematea. Ba al dago, bada, Interneten mekanismorik webgune bat esaten duena dela bermatzeko, hau da, webgunea autentifikatzeko?

WEBGUNEEN AUTENTIFIKAZIOA, HTTPS BIDEZ

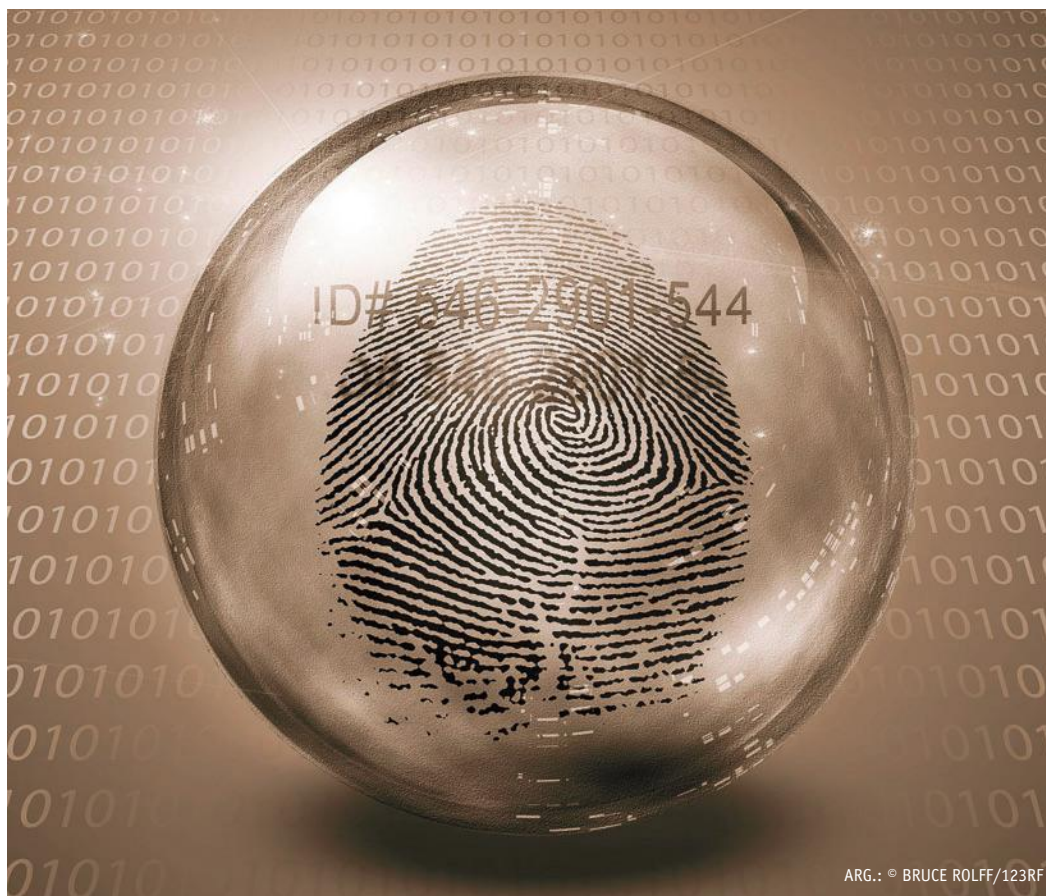
Aurreko artikuluan aipatutako HTTPS protokoloak bermatzen du hori. Han ikusi genuenez, HTTPS protokoloak gako publiko bidezko kriptografia erabiltzen du, hau da, mezua zifratzen da jasotzailearen gako publikoa erabiliz, baina mezua ezin da deszifratu edozeinek ezagutzen duen gako publiko horren bidez, baizik eta jasotzaileak soilik ezagutzen duen gako pribatuaren bidez; horrela bermatzen da jasotzaileak soilik irakurriko duela gure mezua. Horrek, berez, ziurtatzen du gure datuak enkriptatuko di-

rela eta ezingo dituela beste inork atzeman. Baina autentifikazioa HTTPS protokoloaren beste ezaugarri bati esker bermatzen da: gako publikoaren ziurtagiri digitalak.

Ziurtagiri digitalak entitate digital baten eta haren gako publikoaren arteko lotura bermatzen duten dokumentu digitalak dira, hirugarren pertsona fidagarri batzuek (ziurtagiri-jaulkitzaileek) jaulkitakoak. Hala, on line dendeak HTTPS zerbitzari bat martxan jartzeko ziurtagiri bat lortu behar dute aurretik jaulkitzaile batekin (edo gehiagorekin). Eta nabigatzaile batek HTTPS konexio bat hasi behar duenean, egiten duen lehenengo gauza da ziurtagiri jaulkitzaileekin konektatu eta webgune horren ziurtagiri digitala eskatu, ziurtatzeko benetan esaten duen enpresarena dela eta gako publikoa zuzena dela.

Ziurtagiri digitalarekin dena ongi badago, ziurtagiriaren datuak ikus ditzakegu helbide-barran agertzen den giltzarrapoaren ikonoan klik egin da. Hala ez bada, ziurrenik behin baino gehiagotan ikusiko zenuen ohar bat erakusten digu nabigatzaileak, polizia bat dokumentazioa eskatzen agertzen den ikono batekin. Hori agertzen den guztietan ez du esan nahi iruzurrezko webgune baten aurrean gaudenik: baliteke gure nabigatzaileak ez izatea ziurtagiri-jaulkitzaile horren berri (zaharkitua dagoelako, esaterako), edo webgunea talde murriztu batentzat soilik izatea (enpresa bateko estraneta, adibidez) eta ziurtagiririk ez eskatu izana; ziur bagaude webgunea segurua dela, aurrera egiteko aukera ere ematen digu nabigatzaileak.

Beraz, datu pribaturen bat (pasahitz bat, dokumentu konfidentzial bat, kreditu-txartelaren datuak...) sartu behar badugu webguneren batean, HTTPS protokoloari dagokion giltzarrapoa ikusten badugu eta nabigatzaileak ez badigu oharrik egiten, lasai egin dezakegu, ziur egon baikaitezke jasotzailea esaten duena dela eta beste inork ezingo duela atzeman.



“Iruzurra egiteko bide bat posta elektronikoa da. Sinadura digitalaren bidez jakin dezakegure solaskidea berak dioena dela”

POSTA-MEZUA BIDALTZEN DUENAREN AUTENTIFIKAZIOA

Iruzurrak egiteko beste bide bat posta elektronikoa da. Ezagutzen dugun norbaiten izenean mezu bat irits dakiguke informazio bat eskatuz edo jarraibide batzuk emanez, eta dioena eginez gero datuak lapurtu diezazkigukete; izan ere, erraza da posta elektronikozko mezu bat beste norbaiten izenean bidaltzea. Ba al dago modurik, beraz, bidaltzailea autentifikatzeko? Bai, sinadura digitalaren bidez.

Sinadura digitala, funtsean, gako publiko bidezko kriptografiaren erabilera berezi bat da. Bidaltzaileak mezuaren kopia bat gako pribatua erabiliz enkriptatzen du eta jasotzaileak, desenkriptatzeko, bidaltzailearen gako publikoa erabiliko du, ziurtagiri-jaulkitzaile batengandik lortua; desenkriptatutakoa jatorrizko mezuaren berdina bada, horrek esan nahi du mezua usteko bidaltzaileak bidalitakoa dela nahitaez, berak soilik baitu haren gako pribatua.

Posta elektronikoko programek (Outlook, Thunderbird...) izaten dute mezuak digitalki sinatzeko aukera, batzuek berezkoa eta beste batzuek

PGP programa (Pretty Good Privacy) edo GPG (GNU Privacy Guard) haren bertsio librea instalatuta. Halako programei buruz ere aurreko artikuluan hitz egin genizuen, esanez gako publiko bidezko kriptografia erabiltzen dutela mezua enkriptatzeko eta jasotzaileak soilik desenkriptatu ahal izateko. Baina ez da hori halako programek egiten duten gauza bakarra: sinadura digitala ere inplementatzen dute bidaltzailea autentifikatzeko. Web bidezko postarekin (Gmail, Hotmail, Yahoo...), aldiz, ez da aukerarik digitalki sinatzeko. Izan ere, horrek eskatuko luke gure gako pribatua hornitzailearen esku uztea, eta hori ezin da egin, gako publiko bidezko kriptografia fidagarria izateko gako pribatua norberak soilik gorde behar baitu. Aukera bakarra izan daiteke nabigatzailearentzako plugin bat erabiltzea, enkriptazioa norberaren ordenagailuan egingo duena.

Laburtuz, nabigatzean HTTPS protokoloa daramaten webguneetan ibilita eta postan PGP, GPG edo beste moduren baten bidezko sinadura digitala erabilita, ziur egon gaitezke ez soilik datuak beste inork ez dituela atzemango, baizik eta baita gure solaskidea berak dioena dela ere. ●

BEGOÑA CALVO

Farmazian eta Farmazia Teknologian katedraduna EHUn



Zer helburu ditu

INDUSTRIA FARMAZEUTIKOAK?

Gaur egun, laborategi farmazeutikoek berek emandako informazioaren arabera, botika berri bat merkaturatzeko ikerketa eta garapenean egin beharreko gastua 1.200 milioi eurokoa da, batez beste.

Bestalde, enpresa farmazeutikoen etekinak asko igo dira azken hamarraldietan. *Fortune* aldizkariaren arabera, XXI. mendearen hasieran, Estatu Batuetako 500 enpresa handienetan sartutako munduko lehen hamar konpainia farmazeutikoek etekin handiagoak lortu zituzten gainerako konpainiek baino: salmenten gainerako % 18,5eko etekina, hain zuzen. Daturik deigarriena da hamar enpresa farmazeutiko horien artean lortutako etekinek gainditu egiten dituztela beste laurohun eta laurogeita hamarrek batera lortutakoak. Multinazional farmazeutiko handienen —*bigfarma* deiturikoen— fakturazio-bolumena herrialde askoren BPGarekin konparatzeko modukoa da: Uruguai, Vietnam... Ikus daitekeenez, farmazia-industriak indar ekonomiko izugarria du munduan.

Behin baino gehiagotan salatu izan da industria horrek oso zifra handiak argitaratzen dituela, berariaz, I+Gan egindako inbertsioari dagokionez, botika berrien prezio altuak zurtzeko. Hala adierazi zuen berriki *The Truth About the Drug Companies*

“Salatu izan da farmazia-industriak oso zifra handiak argitaratzen dituela, berariaz, botika berrien prezio altuak zurtzeko”

liburuan Marcia Angell-ek, *New England Journal of Medicine* aldizkariako editore ohiak. Industria farmazeutikoaren I+Gko gastuak, handiak izanagatik, txikiagoak dira etekinak baino. Hamar multinazional farmazeutiko handientzat, I+Gari dago-

kion parte salmenten ia % 15 da, eta marketinari eta kudeaketari eskainitako aurrekontua, berriz, sarrera horien % 36 inguru. Azken atal horren barruan sartzen dira hainbat jarduerak, hala nola medikuen eta oro har populazioaren “prestakuntza”, produktuen publizitatea eta sustapena, eta konpainia horietako exekutiboek soldata zenbaitetan neurritik gainera. Enpresa horien zuzendaritzetako zenbait kidek urtean 15 milioi euro ere jasotzen dituzte.

Finantzetako erraldoi horien aurrean amore ematen dute herrialdeek, maizegi, eta aldi berean sektore horren interesei nabarmen la-



guntzen dieten eta haiek babesten dituzten legeak onartzen dituzte. Espainia, osasun publikoko gastu neurritsua izanik Europako batez bestekoaren aldean, munduan azken hamarraldian faktura farmazeutikoa gehien handitu duen herrialdea da, eta bigarrena, Frantziaren ondoren, ELGA Ekonomia Lankidetzaren eta Garapenerako Antolakundean *per capita* farmazia-gastu handiena duten herrialdeetan. Igoera hori, batez ere, ospitalean erabiltzen diren botikei zor zaie.

Gure osasun-sistemak botiketan gastu handiegia egitearen arrazoia, neurri handi batean, hau da: gehiegi errezetatzen dira merkatuan bost urte baino gutxiagoko botikak (Alemanian eta Erresuma Batuan batez beste errezetatzen diren baino askoz

gehiago, adibidez); hain zuzen ere, botikarik garestienak, generikoekin alderatuta. Errezetatze horietako asko industriak bisi-tatzaileen bitartez medikuei egiten dien presioaren ondorio izaten dira. Horrek guztiak pentsarazten digu industria farmazeutikoa alde batera utzi beharko litzatekeela, maila guztietan, osasun-arloko profesionalen informazio eta prestakuntzatik. Erakunde profesionalek edo unibertsitate nahiz ospitale mailako irakaskuntza-erakundeek izan beharko lukete prestakuntza horren arduradun, finantzabidea guztiz independentea dutelarik laborategi farmazeutikoetatik.

Beste egitate frogatu bat da merkaturatzen diren botika berriek askotan ez dutela abantailarik lehendik merkatuan daude-

nen aldean, eta gehienak (% 75 edo) lehenagoko botiken aldaerak direla, ingelesez *me-too-drugs* esaten zaienak. Agentzia arautzaileek horrenbeste botika alferrikakoren merkaturatzea onartzeko arrazoia da botika berri bat merkaturatzeko aski dela plazebo batek baino eragin handiagoa duela frogatzea, baina ez dagoela frogatu beharrik ordura arte eskuragarri den tratamendurik onena baino eraginkorragoa dela. Bestalde, *me-too-drugs* direlakoak aurkitzeko estrategiak bi oinarri izaten ditu: batetik, laborategiak beharra izatea patentea iraungitzearen duen botika baten alternatiba bat merkaturatzeko; bestetik, lehiakideek botika jakin baten merkaturatuaren parte bat bereganatu nahi izatea.

Hala ere, *me-too-drugs* botika gehienak irabaziak ematen dituen merkatu batean sartzeko asmoz merkaturatzen dituzte laborategi lehiakideek. Horren adibide dira estatinetako asko (kolesterolaren gutxitzeko erabiltzen dira), ISRSen taldeko antidepresiboak, edo IECAen taldeko antihipertentsiboak. Baina, botika batzuk besteekin alderatzen ez direnez, printzipio aktibo batek talde terapeutiko bereko beste baten aldean ustez dituen abantailak ia hutsak dira, edo, gehienez, hartzen den dosiari zor zaizkio.

Hala eta guztiz ere, kontuan hartu behar da industria farmazeutikoak zeregin oso garrantzitsua duela osasunaren sustapenean, eta, bestalde, logikoa dela, beste edozein enpresak bezala, errentagarritasuna lortu nahi izatea ikerketan egiten duen inbertsioari. Gutxieneko diru-sarrera batzuk izan ezean, gelditu egingo litzateke haien zabalkundea, eta ez litzateke lortuko ikerketa berriak egiteko eta botika berriak garatzeko beharrezkoa den etekina.

Nolanahi ere, zerikusia duten eragile guztiek saiatu beharko lukete industria farmazeutikoak bere hasierako zeregina berreskura dezan: arrazoizko kostu batean garatzea botika gero eta eraginkorrago eta seguruagoak. ●



ARG.: © LORELYN MEDINA/123RF

Maria Sibylla Merian

XOMORROEKIN

LILURATUTA



EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

1 699an, 52 urterekin, Maria Sibylla Merian itsasontzia hartzera zioan. Kosta zitzaion bidaia ordaintzeko dirua bil-tzea; 200 margolan baino gehiago saldu behar izan zituen, baina, azkenean, amets hura bete ahal izango zuen. Testamentua idatzita utzi, badaezpada, eta, alaba gaz-teena ondoan, Surinamerantz abiatu zen. Lurralde tropikal hartako intsektuak gertu-tik behatzea zen Merianen ametsa, haiek ikertu eta marraztea.

Intsektuekiko lilura nola piztu zitzaion go- goratu zuen. Hamahiru urte izango zituen. “Zeta-arrekin hasi nintzen, Frankfurten, nire jaioterrian —idatziko zuen gerora—; eta konturatu nintzen beste beldarrek ere sits eta tximeleta ederrak ematen zituzte- la. Ahal nituen beldar guztiak biltzen hasi nintzen, nola eraldatzen ziren ikusteko”.

Ordurako marrazkilari trebea zen Merian. Bigarren aita (lehenengoa 3 urte zituela hil zen) pintorea zuen, eta hark erakutsi zion marrazten; berehala ohartu zen alabak

“**Aurkitzen zituen beldarrak zaindu, elikatu, eta haien bizi-zikloko faseak marrazten zituen**”

dohain berezia zuela. Hasieran loreak mar-razten zituen batez ere, eta, noizean behin, intsekturen bat gehitzen zuen loreen on- doan. Baina, pixkanaka, intsektuek gain hartu zioten loreei. Merian liluratuta ze- goen beldar eta tximeletekin. Haien bizi- modua ezagutu nahi zuen: nola jaiotzen zi- ren, zer jaten zuten, nola hazten ziren, nola eraldatzen ziren... Aurkitzen zituen beldar- rrek zaindu, elikatu, eta haien bizi-zikloko fase ezberdinak marrazten zituen.

Hala, ia ohartu gabe, mundu nahiko ezezagun bat argitara ateratzen hasi zen. Izan ere, inor gutxik jar- tzen zien arreta garai hartan “deabruaren pizti”-tzat hartzen ziren intsektuei. Metamorfosia ez zen ongi ezagutzen, eta ur eta lohi zikinetatik berez sortzen zi- renko ustea zabaldua zegoen.

Merianek, berriz, garbi ikusi zuen: “beldar guztiak lehenago kopulatu duten tximele- ten arrautzetatik jaiotzen dira”.

Intsektuen marrazkiekin argitaratu zuen lehen liburuan zioen hori, 1679ko *Der Rau- pen wunderbare Verwandlung und sonderbare Blummennahrung-en* (Beldarren eraldaketa miresgarria, eta lore-elikagai bitxiak). 1683an liburuaren bigarren zatia argitara- tuko zuen. Liburu horietan intsektuak inork ordura arte ez bezala irudikatu zi- tuten. Animalia bizien irudiak ziren, ez hil- dako eta kontserbatutako animalietatik abiatuta eginak, ohikoa zen bezala. Sits arrak esperma isurtzen eta emeak arrau- tzak jartzen marraztu zituen, beldarrak hostoak jaten, tximeletak edo baita mus- kerrak ere mihia elikagairantz luzatuz... Irudi haiek, eta ondoan idazten zituen tes- tuek, argi uzten zuten marraztutakoa sa- kon ikertzen zuela lehenago.

Gerora oso imitatuak izango ziren konpo- sizioak asmatu zituen: intsektu espezie bat edo bi, haietako baten beldarrak elikagai zuen landarearen inguruan. Intsektu ho- rien eta landareen arteko harremana azpi- marrazten zuen horrela. Izan ere, Meria- nek ikusi zuen beldar asko landare batez bakarrik elikatzen zirela: “Azpimarragarria da askotan izan ditudala lore bakarra jaten duten beldarrak, eta hura ematen ez ba-





nien, berehala hiltzen zirela”. Adibide arraroren bat ere aurkitu zuen: “nahikoa elikagai ez dutenean, larba hauek batak bestea jaten dute, hainbestekoa da haien gosea”. Eta beldarren defentsa-mekanismoak eza-gutu zituen: “beldar handi hauek zurtoinean daudela ukituz gero kiribildu egiten dira, baina, estutuz gero, bortizki biratzen dira”. Edo “berekala asaldatzen da, gauzarik txikiena ere sentitu orduko, bat-batean kiribildu eta lurrean gelditzen da, hilarena eginez, dena erabat bare egon arte”.

Lorategietan aurkitu ohi zituen beldarrak; Frankfurt-en lehenengo, eta Nurembergen gero, hara ezkondu zenean. Izan ere, familia aberatsetako alaba ezkongabeei marrazketa-eskolak ematen zizkien, eta aberats haien lorategietarako ateak ireki zizkion horrek. Gero, 1685ean, 38 urterekin, senarra utzi, eta amarekin eta bi alabekin Holandara joan zen, labadisten komunitate erlijioso batera. Han, lehenengoz, beste mundu batetik zetozen intsektu ikusgarriak ikusten hasi zen: misiolariak eta tropikoetatik ekarritako tximeletak eta abar. Zoragarriak ziren.

Bost urtez labadistekin bizi ondoren, ama hil eta gutxira, Amsterdamera joan zen alabekin. Estudio bat jarri zuten, loreen, txorien eta intsektuen marrazkiak egin eta saltzeko. Eta lurralde tropikaletatik zetozen bitxiak ezagutzen jarraitu zuen: “Holandan, harrituta ikusi nuen zein animalia ederrak ekartzen zituzten Ekialdeko eta Mendebaldeko Indietatik”. Baina inork ez zuen intsektu haiei buruzko informaziorik ekartzen. Intsektu zoragarri haiek lekuan bertan eta bizirik behatzeko aukerarik izango balu... Amestu eta egin. Herbehereen kolonia zen Surinamera abiatu zen Merian.

Bi urte pasa zituen han. Ez zen bizitzeko leku eroso. Azukre-plantazioetako europarrekin ez zuen harreman gozori izan; sarri, azukreaz baino beste kontu batzuek interesatzen zelako irri egiten ziotela sentitu zuen. Baina oihanak opari ederrak zituen Merianentzat. “Beldar hau etxera eramane nuen, eta berehala egur-koloreko krisalida bihurtu zen —idatzi zuen Europara bueltatutakoan argitaratu zuen *Meta-*

morphosis Insectorum Surinamensium liburuan (Surinameko intsektuen metamorfosia)—. Bi aste geroago, 1700go urtarrila bukaeran, tximeleta eder hau ateratu zen; zilar distiratsuz estalia zirudien, itsas urdin, berde eta more. Edertasun deskribaezina. Edertasun hori pintzelekin irudikatzea ezi-nezkoa da, seguruenik”.

Inurriekin ere harrituta gelditu zuen: “Ameriketako inurri handi batzuek zuhaitz osoak jaten dituzte, eta eskoba-kirtena bezala utz dezakete zuhaitza gau bakarrean”. Beste inurri batzuek “nonbaitera joan nahi badute, eta biderik ez badago, zubiak eraikitzen dituzte; alde batean egur-zati bati edo hozka egiten dio lehenak, bigarrenak lehena- ren atzean jarri eta hari heltzen dio estu, hirugarrenak bigarrenari heltzen dio, eta

abar. Horrela beste alderaino iristen dira, eta gero, milaka inurri pasatzen dira zubitik”. Eta inurriez elikatzen ziren armiarma iletsuak deskribatu zituen. “Nahiko inurri-rik aurkitzen ez dutenean, txori txikiak hartzen dituzte habietatik, eta haien odola xurgatzen dute. Noizbehinka azala aldatzen dute, beldarrek bezala, baina ez ditut inoiz hegan egiten ikusi”.

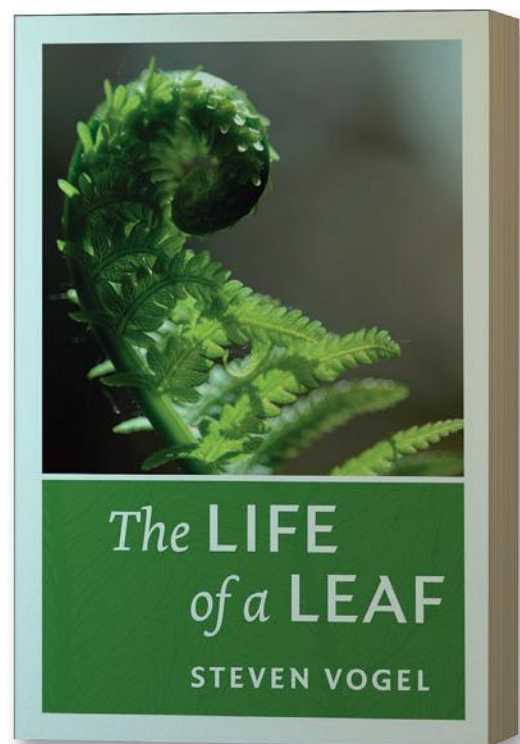
Intsektuen halako portaerak dokumentatzen zen lehen aldia zen. European askok ez zituzten sinetsi. Areago, inurriek zubiak egitea ezinezko zela esan zuenik ere izan zen. Emakume baten asmakizunak... ●



ZIENTZIA

hosto baten bizitzatik ikusita

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientzia



i

The Life of a Leaf

Steven Vogel

University of Chicago Press,
2012

229 x 151 mm

ISBN: 978-0226859392

Landare baten hostoak, bizidun baten zati txiki batek alegia, zientziaz hausnartzeko aukera ematen du. Estatu Batuetako Duke Unibertsitateko Steven Vogel biologoak horixe proposatzen du liburu honen bitartez. Hostoa zientziaren eredu bihurtzen da liburuan. Alegia, nahiz eta izenburua *Hosto baten bizitza* izan, ez da hostoen (edo landareen) biologiari buruzko liburu bat.

Eguneroko bizimoduaren elementua da hostoa jendearentzat, edo, gutxienez, elementu arrunta eta ezaguna. Baina nolatan du duen itxura? Eta zergatik jokutzen du jokutzen duen modura? Hostoak, gure inguruan dugun beste edozein organismok bezala, elkarrekintza bat du “mundu fisikoarekin”. Elkarrekintza horren ondorioa da hostoa. Horrela azaltzen du Vogelek liburuaren planteamendua hitzaurrean.

Hostoak argia bilatzen du. Gasak garraiatzen ditu. Ura xurgatzen eta iragazten du. Airearekin trukutzen ditu substantziak. Tenperatura

kontrolatzen du. Azaleko garbitasuna zaintzen du. Izoztea saihesten du. Zurruntasunari eusten dio. Ekaitzetan bizirik irauten du. Eta beste jarduera asko ere egiten ditu. Horietako bakoitzari eskaintzen dio Vogelek kapitulu bat.

Kapituluaren gaiaren fisika aurkezten du, eta hostoarekin zerikusia duten ezaugarriak zehazten ditu. Argiari buruzko kapituluaren, esate baterako, “argi-motei” buruz hitz egiten du (alegia, espektro elektromagnetikoa aurkezten du), eta gero fotosintesiari eta hostoak islatzen edo baztertzen duen argiari buruz hitz egiten du. Gauzak azaltzeko garaian, Vogelek oreka bat bilatzen du gaian profanoak direnen eta fisikarien ohiko planteamenduen artean. Eta noizean behin esperimentuak proposatzen ditu nork bere etxean egin ahal izateko.

Horregatik, batzuek, zientziaz irakurtzeko ez ezik, zientzia irakasteko ere egokitzat hartzen dute Vogelen liburua. ●

SATORRAK

dani fano ILARGIAN



IRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND

OLATUAK, POTENTZIAL HANDIKO ENERGIA-ITURRIA

IRAIDE LÓPEZ, JON ANDREU, IÑIGO KORTABARRIA,
IÑIGO MARTÍNEZ DE ALEGRÍA
EHUko Elektronika Aplikatua saileko
ikerkuntza-taldeko (APERT) ikertzaileak

SALVADOR CEBALLOS
Tecnalia Research and Innovation-eko
Energia saileko ikertzailea

Azken urteotan, maiz entzun dira hainbat eztabaida sortu duten “energiaren krisia” hitzak. Horren jatorria herrialde garatuak daramaten energia-kontsumoaren politika-eredu eutsiezinean dago, aldatu ezean ondorio larriak eragingo dituen eredu batean, alegia.

Amerikako Energy Information Administration (EIA) erakundeak 2011ko apirilean argitaraturiko txostenean 2035eko energia-kontsumoaren aurreikuspen bat egin zuen. Horren arabera, 2035ean asko handituko da gaur egungo kontsumoa; 2008an 148 bilioi kW•h izatetik 2035ean 226 bilioi kW•h izatera. Datu horiek erregai fosilen erreserbekin alderatzen badira antzeman daiteke-

nez, erreserbok ez dira nahikoak izango energia-eskaera hornitzeko; beraz, ezinbestekoa bihurtuko da iturri berriztagarrien erabilera.

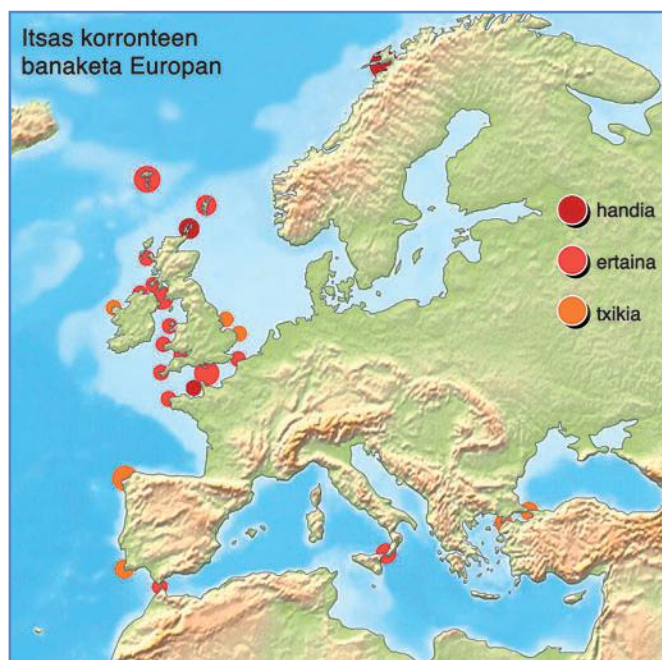
Aurreko esparruari jarraituz, orain arte ezezaguntzat jo zitekeen baliabide berriztagarri bat pixkanaka-pixkanaka garrantzia lortuz doa, erakunde pribatuek eta publikoek sustaturiko laguntzarekin. Baliabide hori itsas energia da.

ITSAS ENERGIA

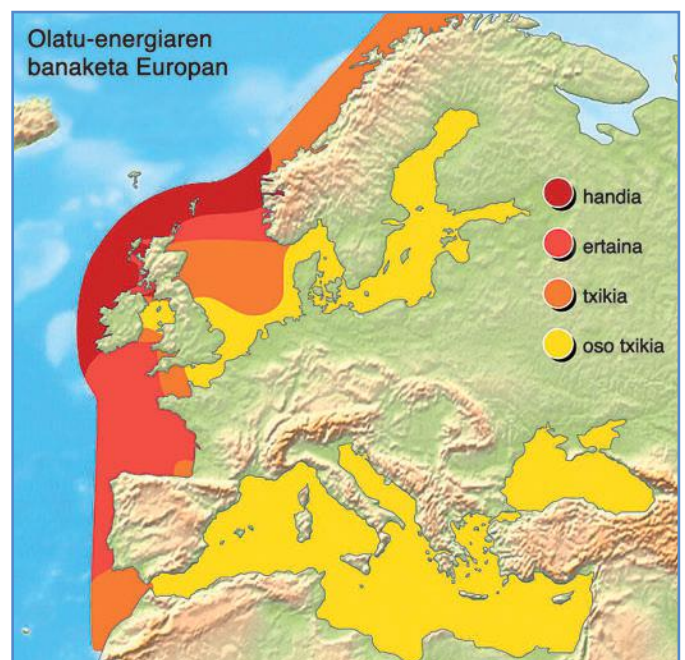
Itsasoek daukaten energia potentziala izugarria da. Gainera, energia hori hainbat modutan lor daiteke. Lehenengo metodoa mareak baliatzea da; mareen gora eta beherako mu-

gimenduak askatzen duen energia potentzialaren ustiapenean oinarritzen da. Teknologia hori bideragarria izateko, 6 m-tik gorako mareak dituzten tokietara jo behar da. Euskal Herriak 1,5-4,5 m bitarteko marea-ibildak ditu (2,5 m batez beste); ondorioz, teknologia hori aprobetxatzea zaila litzateke.

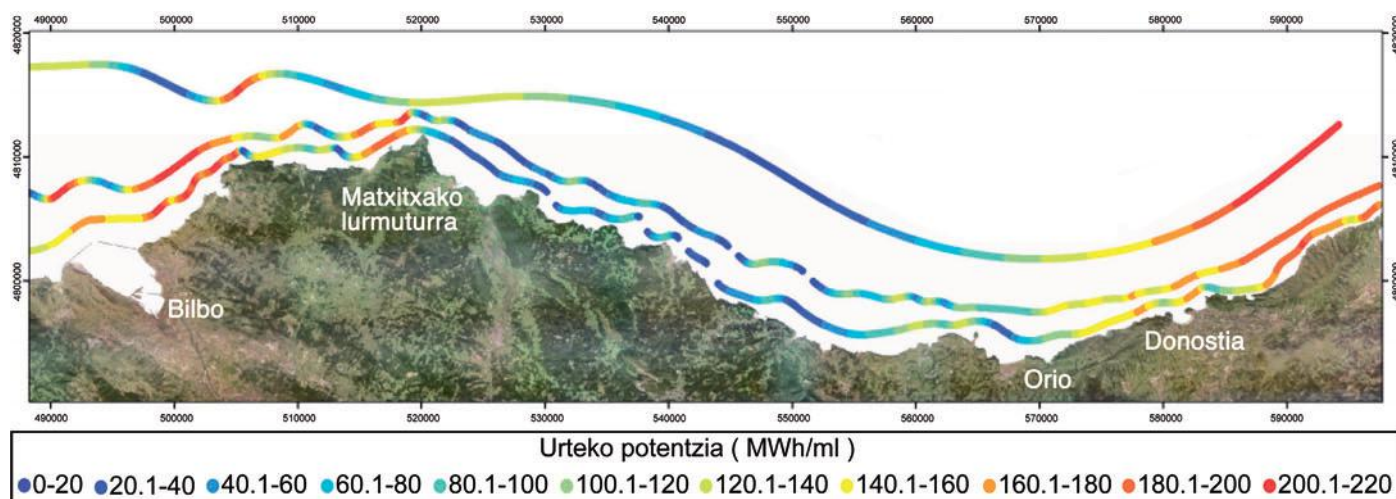
Bigarren modua, itsas korronteen energia zinetikotik energia erabilgarria ateratzean datza, energia eolikoa haizetik ateratzen den antzera. Horretarako gunerik egokienak itsasarteak eta bokaleak dira, non korronte-abiadurak handiak izaten diren (>1 m/s). Euskal itsasbazerretan itsas korronteek ez dute gainditzen 1 m/s-ko abiadura; are gehiago, normalean 20 cm/s izaten da abiadura.



IRUDIA: AQUARET.COM



IRUDIA: AQUARET.COM



Euskal Herriko kostaldeko olatuek sor dezaketen urteko potentzial energetikoaren banaketa. IRUDIA: © GALPARSORO, I. ET AL.

Beste sistema bat itsas gradiente termikoaren erabilera da. Uraren tenperatura-diferentzia baliatuz, energia elektrikoa sor daiteke. Horretarako, beharrezkoa da, gutxienez, 20 °C-ko diferentzia termikoa; hartara, zonalde tropikaletara jo beharra dago, non itsas azalak urtean zehar batez beste 25-30 °C-ko tenperatura duen, eta 600-900 m murgilduz aipaturiko tenperatura-aldea lortzen den. Beraz, Kantauriko urek baldintza horiek ez dituzte betetzen itsas korronteen banaketaren mapan ikusten den bezala.

Laugarren metodoa gatz-gradientea profitatzea da. Itsasoan eta ibaien arteko gatz-diferentziatik ateratzen da probetxua, ibai-bokaleetan kokatutako mintz erdiiragazkor baten bidez. Baina euskal itsasaldea teknologia horretatik ere kanpo geratzen da.

Azken modua olatuak erabiltzea da. Olatuen mugimendua olatu-bihurgailu baten bidez jasotzen da, ondoren elektrizitate bihurtzeko, hainbat teknika pneumatiko, hidrauliko edo mekaniko erabiliz. Olatu-energiaren ustiapena kostaldetik hasita 50 m baino sakonera handiagoa duten eskualdeetarako egin daiteke. Euskal Herria teknologia honen aitzindari bihurtzeko bidea jorratzen ari da; alde batetik, euskal kostaldea olatuetatik energia ustiapenerako toki aproposa delako, eta, bestetik, gainerako metodoak bideragarriak izateko behar dituzten ezaugarriak euskal eremuetan ez direlako biltzen, adierazi den moduan.

OLATU-ENERGIA

Olatu-energiak hainbat ezaugarri aipagarri ditu: olatuek duten energia-dentsitatea (2-3 kW/m²) beste iturri berriztagarriena baino altuagoa da (haize-energiak, 0,4-0,6 kW/m²; eguzki-energiak, 0,1-0,2 kW/m²), ustiatzeko toki ugari daude, kontsumitzaileengandik hurbileko baliabidea da, ingurumen-inpaktu txikia dauka, eta haize-energia baino errazagoa da iragartzen. Hala eta guztiz ere, oraindik hainbat oztoporekin lehiatu behar du: itsasoan izaten diren muturreko klima-kondizioak, olatuen mugimendua motelak izatea (~0,1 Hz) sorgailu elektriko bati konektatzeko adinako maiztasun bihurtzeko (50 Hz), eta olatuen norabide, fase eta amplitude irregularrak, besteak beste.

Aurretik aipatu den moduan, olatuetatik energia sortzeko, bihurtgailu deritzon aparatu batez baliatu beharra dago. Bihurtgailu-mota ugari daude, baina oraindik ez da horietako bat besteen gainetik nabarmendu. Horiek guztiak, oro har, honako hiru irizpide hauen arabera sailka daitezke:

- Kokapenaren arabera, hiru motatakoak daude: kostaldean finkaturiko aparatuak (*onshore*); kostaldetik hurbil eta sakonera txikiko uretan daudenak (*nearshore*); eta ur sakonetan kostaldetik urrun kokatzen direnak (*offshore*).
- Tamaina eta norabidearen arabera, beste hiru mota hauetakoak: olatuaren tamai-

narekin alderaturik egitura txikia dutenak (xurgatzaile puntualak); egitura luzea izanik olatuaren norabidearekiko paraleloak direnak (atenuadoreak); eta egitura luzea izanik olatuaren norabidearekiko perpendikularrak direnak (bukatzaileak).

- Funtzionamenduaren oinarriaren arabera ere, beste hiru motatakoak: fluxu baten gainean egindako presio-diferentziaz baliatzen direnak (OWC Oscillating Water Column, Arkimedes efektua); olatuek mugitzen dituzten ur-gaineko gorputzak dituztenak (gorputz flotatzaileak); eta olatuek haien kontra egitetik energia ateratzen dutenak (gainezkako sistemak edo talda-sistemak).

OLATU-ENERGIA EUSKAL HERRIKO ITSASALDEAN

Kantauriar kostaldean 34-49 kW/m bitarteko potentzia dago; baldintza horietan, bideragarria da teknologia horren ustiapena.

Olatu-bihurgailuen instalaziorako eskualde proposenak Bilbotik Matxitxako lurmuturrera bitarteko itsasaldea eta Oriotik eta Higerrera bitarteko itsasaldea dira. Egokiak diren bestelako zonaldeak ere badaude, baina nabigazioa eta portu-sarbideak, ainguralekuak edo ingurune-legeriak babestutako zonaldeak izanda, baztertuak izan dira ustiatze-gune gisa.

Euskal olatuen potentziala eta energia-ahalmena aztertu ondoren, esan daiteke,

Sakonera (m)	Energia teoriko totala (TWh)	Energia teoriko eskuragarria (TWh)
30	13.24	9.48
60	13.39	11.95
100	11.94	11.28

Euskal kostaldeko olatuen urteko energia-ahalmena.

teorikoki, olatu-energiak Euskal Herriko etxebizitzaren % 37-50 bitarteko elektrizitate-kontsumoa horni dezakeela. Bestalde, nahiz eta energia-fluxurik altuenak sakonera handietan dauden, kontuan hartu behar da eskualde horiek ez direla kokapenik onenak bihurgailuen instalaziorako; izan ere, haietara sartzeari edota heltzeak ez da erraza, mantentze-lanak konplexuak izan daitezke, eta ez dira toki oso ezagunak. Ondorioz, esan daiteke batez beste 60 m-ko sakonera duten guneak eta kostaldetik hurbileko zonaldeak direla aipatzenak.

OLATU-ENERGIA APROBETXATZEKO PROIEKTUAK

Euskal Herriak garrantzi handiko bi proiektu ditu: Mutrikuko OWC planta, eta Biscay Marine Energy Platform (BIMEP).

Mutrikuko olatu-planta 2011ko uztailean konektatu zen sarera lehenengo aldiz. Olatu-energiaren ustiapenerako planta pilotua da, eta bertan instalaturiko teknologia, berriz, OWC motakoa. Olatua heltzen denean, ura ganbera batean sartzen da eta bertako airea konprimitzen du. Ondoren, aire-fluxua goiko zulotik irteten da, presio handiz turbina bati eraginez; turbinak, aldi berean, sorgailu bat birarazten du, horrela energia elektrikoa sortuz. Olatua aldentzean, zulotik airea xurgatzen du, turbinari berriz eraginez, lehen bezala energia sortuz.

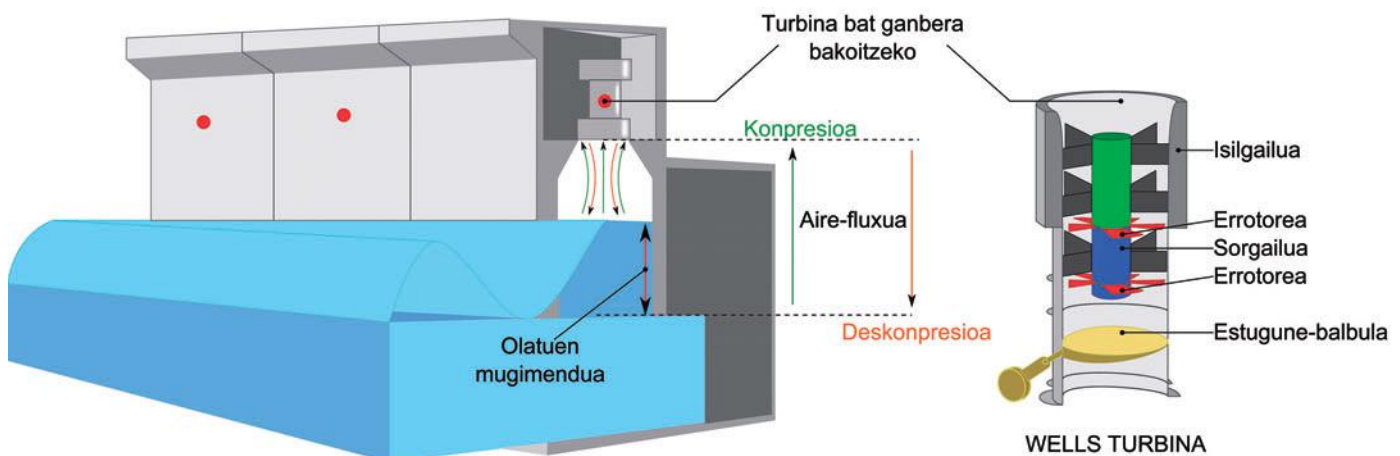
Planta 18,5 kW-eko 16 aire-turbinaz osatuta dago (Wells turbinak), guztira 296 kW-eko gaitasuna izanik. EEEn arabera, urtean 600.000 kWh-ko ekoizpena kalkulatzen da,

600 pertsonaren elektrizitate-premiak asetzeko adina energia. Hala ere, Mutrikuko instalazioaren helburu nagusia teknologia horren bideragarritasuna probatzea eta ezagutzera ematea da.

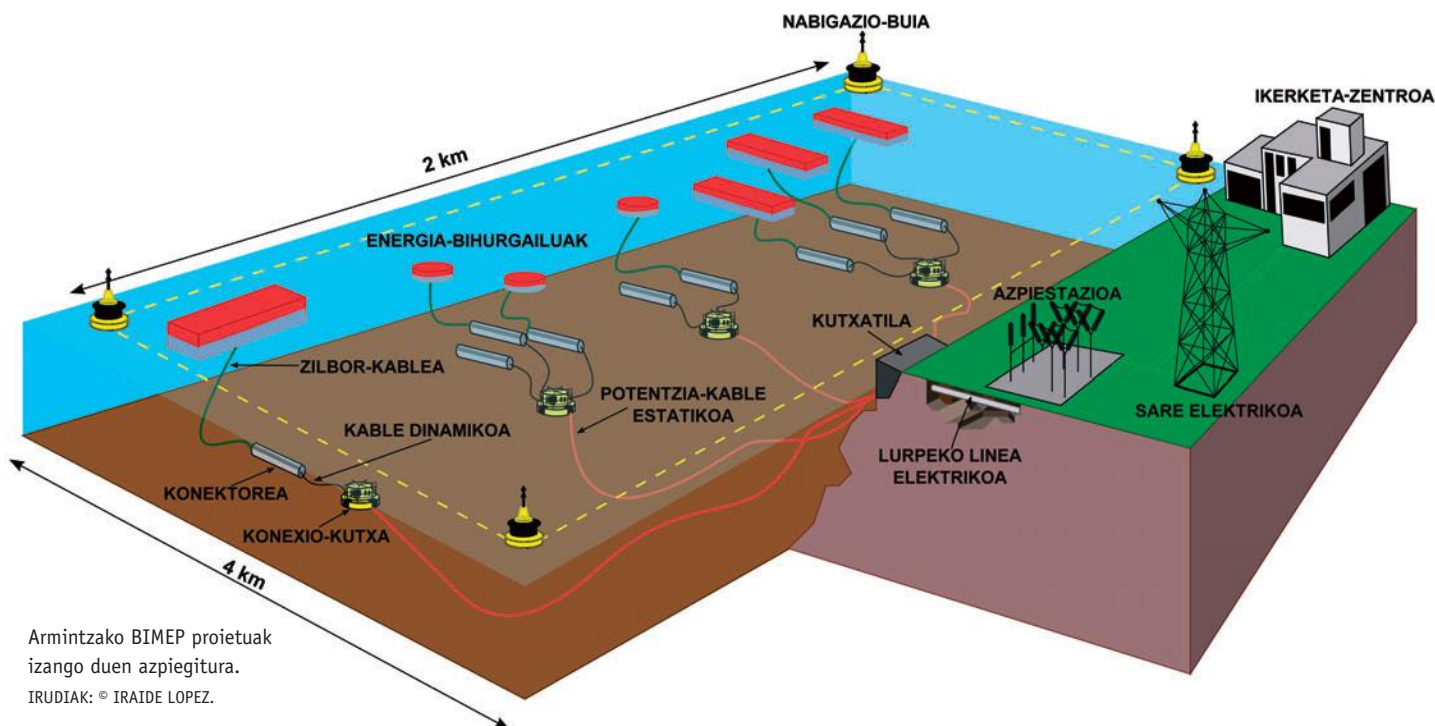
Aipaturiko bigarren proiektuak, BIMEP izenekoak, bestelako helburu bat du: itsas zabaleko olatu-bihurgailuen frogaketarako eta ikerkuntzarako prestatutako azpiegitura izatea. Horrek 4x2 km²-ko azalerako eremua izango du, kostaldetik 1.700 m-ra kokatua Armintzako kaiaren aurrean.

Itsasoko eremua hainbat buiaren bitartez mugatuta egongo da. Horrela, 5 MW-eko potentzia izango duten urpeko lau kablaren bitartez olatu-bihurgailuek sortuko duten energia lehorrera bideratuko da; eta, gerora, energia hori banaketa-sare elektriko orokorrera zuzenduko da (132 kV/20 MW).

Horrez gain, kable horiek zuntz optikoz hornituta egongo dira, eta horrela ikerketarako ezinbestekoak diren olatu-bihurgai-



Mutrikuko olatu-planta eta OWC teknologiaren instalazioaren eskema. IRUDIA: EVE; ARGAZKIAK: © IRAIDE LOPEZ.



Armintzako BIMEP proiektuak izango duen azpiegitura.

IRUDIAK: © IRAIDE LOPEZ.

luen etekin eta funtzionamenduari buruzko datuak eskuragai izango dituzte Armintzan egongo den ikerketa eta kontrol-zentroko ikertzaile eta teknikariek. Orain arte BIME-Pen moduko planta bakarra dago munduan, EMEC (European Marine Energy Centre) hain zuzen, Eskozian.

Espero da 2012-2013 bitartean azpiegitura amaituta egotea, eta abiarazi ondorengo lehenengo lau urteetan 30 ikertzailek bertan ikerketan lan egitea, olatu-energiaren inguruko teknologia desberdinen inguruan.

ONDORIOAK

Itsas energia osatzen duten iturri berriztagarrien artean, olatu-energia da erakunde publiko zein pribatuetatik arreta gehien jasotzen duena. Horren zergatia ezaugarri hauek izatean datza: energia-dentsitate altua, ustiatze-kokapen ugari, eta kontsumitzaileengandik hurbil egon ahal izatea. Euskal Herriko kostaldea leku aproposa da teknologia horren ekoizpenerako, eta horrek ekar ditzakeen onurak ezin dira alde batera utzi. Gainera, aurrera eramaten ari diren

proiektuei esker, Euskal Herria olatu-energiaren erreferente bilakatzeko bideari hasiera eman zaio. ●

BIBLIOGRAFIA

U.S ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION.

Annual Energy Outlook 2011 with projections to 2035. April 2011.

DÍEZ, P.: *Energía maremotriz*. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, Universidad de Cantabria.

ROURKE, F.: "Marine current energy devices: current status and possible future applications in Ireland", in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2010.

MAGESH, R.: "OTEC technology – a world of clean energy and water", in *World Congress on Engineering (WCE)*. 2010.

THORSEN, T.; HOLT, T.: "The potential for power production from salinity gradients by pressure retarded osmosis", in *Journal of Membrane Science*. 2009.

FALCAO, A.: "Wave energy utilization: a review of technologies", in *Renewable and*

sustainable Energy reviews, (887-903), 2010.

VILLATE, J.L.: "Situación actual de las energías marinas y perspectivas de futuro", in *Seminario anual de Automática, Electrónica e Instrumentación (SAAEI)*. 2010.

GALPARSORO, I. et al.: "Atlas de la energía del oleaje en la costa vasca. La planificación espacial marina como herramienta de selección de zonas adecuadas para la instalación de captadores", in *Revista de Investigación Marina*, 1:99 pp. 2008, 8.

EU INTELLIGENT ENERGY EUROPE (IEE). *State of the art analysis, a cautiously optimistic review of the technical status of wave energy technology*. 2009.

EU INTELLIGENT ENERGY EUROPE (IEE). *Streamlining of Ocean Wave Farms Impact Assessment (SOWFIA)*. 2011.

WAVE ENERGY CENTRE. *Ocean Energy, State of the Art*. November 2009.

berriak 10 urte

zatoz gurekin
ospatzera

Apirilak 12, Erreterria
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Apirilak 13, Igorre
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Apirilak 19, Bermeo
Anari eta Leire Gotxi

Apirilak 20, Beasain
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Apirilak 26, Amurrio
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Apirilak 27, Bilbo
'Bazkaria' Hor Dago-Abante
konpartsak 20 urte, BERRIAK 10 urte

Apirilak 27, Hondarribia
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Apirilak 30, Tafalla
Anje Duhalde

Maiatzak 3, Gasteiz
Bertso trama
Tramagilea: Josu Golkoetxea.
Bertsolariak: Oihane Perea, Andoni Egaña,
Unai Iturriaga, Amets Arzallus

Maiatzak 3, Hernani
Xabier Montoia

Maiatzak 10, Durango
Inoren Ero Ni
eta Borja Estankona

Maiatzak 10, Zalla
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Maiatzak 11, Izpura
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Maiatzak 17, Tolosa
Anje Duhalde

Maiatzak 18, Lizarra
Eñaut Elorrieta

Maiatzak 18, Bera
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Maiatzak 23, Bilbo
Igelaren Banda

Maiatzak 24, Mungia
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Maiatzak 24, Miarritze
Ruper Ordorika

Maiatzak 25, Elgeta
Bizardunak

Maiatzak 25, Atarrabia
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Maiatzak 31, Elgoibar
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Ekainak 2, Donostia
'Zertarako hegoak' antzezlan
Metrokoadroka sormen laborategia

Ekainak 7, Tuter
Anari eta Ruper Ordorika

Ekainak 7, Getxo
'Bi Arreba'
Andoni Egaña eta Xabier Lizaso

Ekainak 8, Altsasu
Gari

Ekainak 8, Zarautz
Bertso trama
Tramagilea: Josu Golkoetxea.
Bertsolariak: Uxue Alberdi, Andoni Egaña,
Amala Agirre, Amets Arzallus.
Musika: Aitor Atxega

Ekainak 13, Hendaia
Eñaut Elorrieta

Ekainak 14, Santurtzi
Ruper Ordorika

Ekainak 14, Basauri
Bertso trama
Tramagilea: Josu Golkoetxea.
Bertsolariak: Arkaitz Estiballes, Miren
Amuriza, Jon Maia, Igor Elortza

Ekainak 15, Ondarroa
Joseba Tapia

Ekainak 22, Andoain

Martin Ugalde kultur parkea

Egun osoko jaia: haurrentzako ikuskizunak,
bertsolariak, jan-edana, musika saioak.

Petti, Napoka Iria, Morau eta Gose

Sarrerak salgai apirilean
www.berria.info-n

Sarrerak: 5 € berrialagun harpidedun
eta berrialagunentzat.

Gainerakoentzat: 10 €

Zertan ari da
BERRIA?
aurkezpena

BERRIAK
10 urte
bideoa

Jarraian
kultur
ekitaldia

Izan zaitez

berrialaguna

berria info

hamarnaka
kontatzekoak gara



ZONBIEN IZURRITE BATI AURRE EGITEKO GAI IZANGO OTE GINATEKE?

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

Odola dariela, garunak edota hesteak kanpoan dituztela, gorputz-adarren bat falta dutela, begiak infinitura begira dituztela, pauso geldo eta traketsak emanez... Horrela ageri dira *The Walking Dead* telesailan mundua inbaditu duten zonbiak edo bidaztiak —sailean deitzen zaien modura—. Gutxi badira ere, gizaki bakan batzuk oraindik bizirik diraute. Baina badirudi dauden apurrak desagerrarazi arte zonbiek ez dutela bakerik izango. Gai izango ote da gizakia zonbien atzaparretatik ihes egin eta amesten duen mundua berreskuratzeko? Ala alderantziz, zonbiak bihurtuko ote dira lurreko jaun eta jabe? Telesailaren zenbatgarren denboraldira arte itxaron beharko dugu galdera horien erantzunak aurkitzeko? Eredu matematikoetan aurki dezakegu erantzuteko argibidea.

THE WALKING DEAD

Zientzia-fikziozko hainbat istoriotan zonbien apokalipsiak kontatzen dira. Halakoetan, gizakia hil ondoren berpiztu egiten da, eta zonbi bilakatzen da. Gehienetan, berpiztutako gizaki hauek, zonbiak alegia, gizajaleak edo kanibalak dira. Baldarrak dira, begirada erdi galdua dute, eskuak aurrerantz dituztela egiten dute oinez eta trakets mugitzen dira. Harraparirik bizkorrenak izan ez arren, zonbiak gai dira gizakiengana hurbildu, haginka egin eta hiltzeko. Zonbien eskuetan hildako gizakiak zonbi bihurtzen dira eta horrela haien tribua ugartuz joaten da. Egoera horretan, gizakiak sakabanatu egiten dira, gizatalde isolatuak sortzen dira eta mundua zonbien beldur den toki bilakatzen da.

Frank Darabont-ek garatutako telesaila da *The Walking Dead*, eta Robert Kirkman eta Tony Moore-ren komikiak ditu oinarri. Ospitale zahar batean koma-egoeratik esnatu ondoren, Rick Grimes poliziak ez du koman egon aurretik utzi zuen mundua aurkitzen, zonbien izurrite batek suntsitutakoa baizik. Atlantako aldirietan, izurritetik bizirik atera den giza taldetxo batek bizirik irauteko ahalleginean dihardu, eta Rick izango da talde hori gidatuko duena. Zonbirik gabeko lurra bilatzea dute amets. Egoera gero eta ospelago batean, eta etsipena nagusitzen zaien bitartean, bizirik irauteko senak edozer egitera bultzatzen ditu. Zonbiak dira sail honetako piztia harrapatzaileak, eta gizakia nahi dute harrapatu.

HARRAPARI ETA HARRAPAKINEN EREDU MATEMATIKO SINPLIFIKATU BAT

Komunitate batean izurriteak edota espezie gutxituen behin betiko desagertzea ekidin nahi badira, populazio-dentsitatearen haz-



ITURRIA: [HTTP://WWW.MOVIEPICTUREDB.COM](http://www.moviepicturedb.com)

kundeari edo jaitsierari erreparatu behar zaio. Populazio-dentsitatearen gorabeherak ulertzeko eta denboraldi batean izango diren aldaketak aurreikusteko ezinbesteko tresnak dira populazioaren zikloak, zeintzuetan espezie bateko populazioa behin eta berriro hazten eta txikitzen den. Hala, harrapari eta harrapakinaren ereduak ikerketa hauetako parte garrantzitsua izan dira, eta ekologia eredu matematikoen bidez modelatzeko ahalagina adierazten dute. Alfred Lotka eta Vito Volterra izan ziren harraparien eta harrapakinaren eredu matematiko sinplifikatu bat proposatu zutenak.

Jo dezagun harrapari batek —adibidez, azeriak— bakarrik untxiak jaten dituela eta t aldiunean $a(t)$ azeri-populazioa eta $u(t)$ untxi-populazioa daudela. Untxirik ezean, aze-

riak ekuazio diferentzial honi jarraikiz hilkotz lirateke: $a'(t) = -\gamma a(t)$, $-\gamma$ konstantea azerien jaiotze-tasaren eta heriotza-tasaren arteko diferentzia-parametroa izanik. Azeririk ezean, untxi-populazioa esponentzialki haziko litzateke $u'(t) = \alpha u(t)$ ekuazio diferentzialari jarraituz, α untxien jaiotze-tasaren eta heriotza-tasaren arteko diferentzia-parametroa izanik.

Populazio bien kantitateak positiboak diren egoera modelatu nahi bada, azerien ekuazio diferentzialean batugai bat gehitu beharko da, untxiak daudenean positiboa izango dena eta zenbat eta untxi gehiago egon handiagoa izango dena. Gainera, batugai horrek handia izan beharko du untxi-kopurua eta azeri-kopurua handiak direnean. Era berean, untxien ekuazio diferentzialean

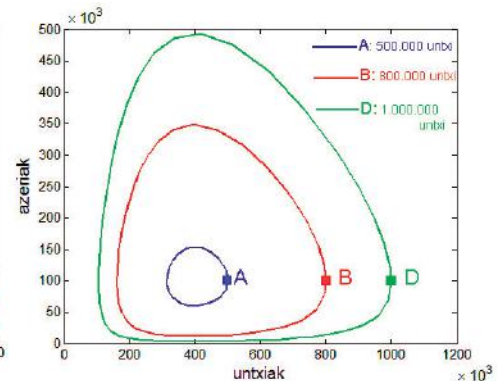
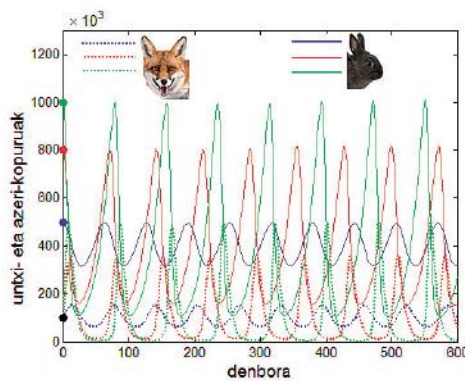
ere beste batugai bat erantsi beharko da. Kasu honetan, erantsiko dugun batugaia negatiboa izango da, azeriak dauden egoera batean: azeriak daudenean, azeriek untxiak jango baitituzte eta, ondorioz, gutxitu egingo baita untxi-kopurua. Gainera, zenbat eta azeri gehiago izan untxi-kopurua orduan eta gehiago gutxituko denez, batugai negatibo horrek azeri-kopuruaren arabera izan beharko du. Hori kontuan hartuz eta hasierako untxi- eta azeri-kopuruak $u(0)$ eta $a(0)$ direla kontuan hartuz sortzen den harrapari eta harrapakinen ereduari Lotka-Volterra eredu deritzo, eta honela emana dator:

$$\begin{cases} u'(t) = u(t)(\alpha - \beta a(t)) \\ a'(t) = -a(t)(\gamma - \delta u(t)) \end{cases}$$

Zentzua duen eredu da, azeri-kopurua handitu ahala untxi-kopurua aldatzen den erritmoa, hau da $u'(t)$, txikituz baitoa, eta untxi-kopurua handitzen denean untxiak ugaltzen diren abiadura ere handitu egiten baita. Emaizta ziklikodun ekuazio diferentzialen sistema da hori: untxiak gehitzen badira, azeri-kopurua handitu egingo da janari gehiago izango dutelako; eta azeri-kopurua handitzen denean, gutxitu egingo dira untxiak. Untxien gutxitzeak azerien gutxitzea ekarriko du, eta horrek untxien gehitzea, eta berriz hasierako puntuan izango gara zikloa osatuz.

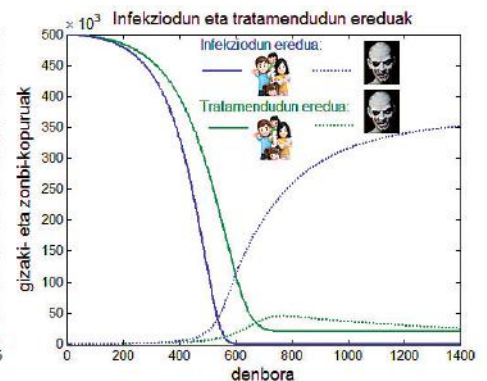
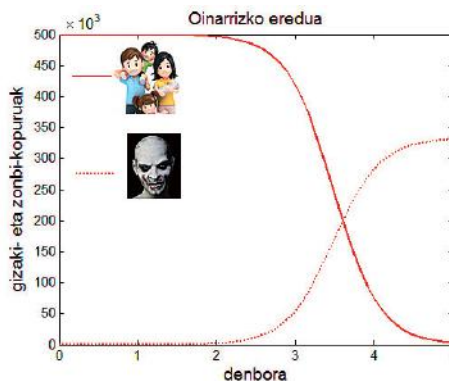
Eredu horretako oreka populazio bata ez bestea aldatzen ez direnean gertatzen da, hau da, deribatu biek zero balio dutenean. Eta hori gertatzen da untxi-kopurua eta azeri-kopurua nuluko direnean, $u(t) = a(t) = 0$, edota $a(t) = \alpha/\beta$ eta $u(t) = \gamma/\delta$ gertatzen direnean. Lehenengo soluzioan, espezie biak desagertzen dira; bigarrean, populazio bien kopuruek finko dira denboran.

Baina halako zikloak ohikoak al dira naturan? Gai al da eredu hori populazio-aldaketak era egokian iragartzeko? Erantzuna ezezkoa da, aurkeztu dugun harrapatzaile bakarrek eta harrapatu bakarrek eredu sinplifikatuegia baita. Errealitatean, harrapari eta harrapakin bat baino gehiago dagoen testuingurua gertatzen da, eta oso konplexu bihurtzen da. Nolanahi ere, nahiz eta Lotka-Volterra ereduak mundu errealean gertatzen dena era egokian modelatu ez, harrapari eta harrapakinen eredu konplexuagoei bide eman die eta eredu konplexuago horiek komunitate ekologikoa hobeto ulertzen eta harrapari eta harrapakinen zikloak erregularizatzen lagundu dute.



Lotka-Volterra ekuazioen emaitza hasierako balio jakin batzuetarako. Irudiaren ezerraldean 100.000 azeri eta 500.000, 800.000 eta 1.000.000 untxi dauden hasierako populazioei dagozkien untxi- eta azeri-kopuruak denboran irudikatu dira. Irudiaren eskuineko aldean, hasierako balio-bikote bakoitzerako untxi- eta azeri-kopuruak irudikatu dira. Hasierako untxi- eta azeri-kopuruak '□' sinboloa erabiltuta irudikatu dira.

ARG.: © ELISABETE ALBERDI.



Gizaki-zonbi eredu bakoitzari dagozkien soluzio-kurbak: ezkerrean, oinarrizko ereduari dagozkien soluzio-kurbak, eta eskuinean, infekzionen ereduari eta tratamendunari dagozkienak. Hasierako baliotzat, hauek hartu dira: gizaki-kopurua 500.000, zonbi-kopurua 0, infekzionen kopurua 0 eta hildakoen kopurua 100.000. Kasu guztietan, konstante-sorta berdina erabili da (α , β , δ , ζ , ρ eta c). ARG.: © ELISABETE ALBERDI.

ZONBI-IZURRITE BATEKO ZENBAIT EREDU MATEMATIKO

Oinarrizko ereduak

Populazio-dentsitateak eredu matematikoen bidez modelatzerakoan erabili izan den adibideetako bat zonbiena da. Harrapari eta harrapakinen ereduak zonbiek eta gizakiek osatzen dutenean, hiru multzo kontsidera daitezke: gizakien multzoa (G), zonbiena (Z) eta hildako gizakiek eta hildako zonbiek osatutakoa (H). Eredu honetan joko dugu gizaki-kopurua jaiotze-indizeagatik handitzen dela (Π deituko duguna) eta bi arrazoiengatik gutxitzen dela: kausa naturalengatik eta zonbien eraginagatik. Zonbien kopurua gizakien eraginagatik gutxitzen da, gizakiek haiek hil ditzaketelako, alegia. Kausa naturalen eraginez zein zonbien eskuetan hildako gizakiek eta hildako zonbiek H multzoa osatuko dute. Multzo horretako izakiak berpiztu eta zonbi bihurtzeko dauden aukerak bi dira: bata, gizakiak

zonbiekin elkarrekintzan zonbi bihurtzea, eta bestea, hildakoen multzokoak zonbi bihurtzea.

Eredu honen formulazioa hiru ekuazio diferentzialen bidez egiten da, eta hiru multzoen aldaketen baturak gizakien jaiotze-indizea ematen du $G' + Z' + H' = \Pi$. Horrek esan nahi du denbora pasatu ahala hiru multzoen kopuruen batura infinitu izango dela. Hau da, $t \rightarrow \infty$ denean, $G + Z + H \rightarrow \infty$ izango da, baldin eta gizakien jaiotze-tasa nulua ez bada (hau da, $\Pi \neq 0$). Gizakien kopuruak infiniturantz jotzen ez duenez, beste multzo bien batura izango da infinitu, eta horrek esan nahi du zonbien izurriteak zibilizazioaren amaiera ekarriko duela.

Infekzionen dauden ereduak

Deskribatu berri dugun eredu oso oinarrizkoa da, eta bera baino eredu errealistagoak eraikitzea posiblea da. Adibidez, horietako eredu batean jo daiteke zonbiak gizakia ku-



tsatzen duenean gizakia ez dela segituan zonbi bihurtzen, baizik eta, kutsatu gisa denbora-tarte batez egon ondoren, gizakia hil egin daitekeela edo zonbi bihur daitekeela. Oinarritzko ereduan bezala, gizakien jaiotze-tasa nulua ez bada, eredu honetan ere zonbien izurriteak gizakien desagertzea ekarriko du, nahiz eta kasu honetan aurrekoan baino denbora gehiago behar izango den hori gertatzeko.

Tratamendudun eredu

Orain arte ikusitako eredu bietan (oinarritzkoan eta infekzioedunean), arinago edo beranduago mundua gizakirik barik geratzen da, eta zonbiak munduaren jabe egiten dira. Baina, posible al da espezie biak batera biziko diren eredu batean pentsatzea?

Infektatuen edo kutsatuen multzo bat existitzen den jokalekuan, gizakiak sendatzeko tratamendu bat erantsiko dugu. Tratamendu horrek zonbiak gizaki-egoerara eramanez ahal izango ditu. Horrek ez du esan nahi, ordea, behin gizaki bihurtuta berriz zonbi bihur ezin daitezkeenik. Hau da, tratamenduak ez dakar berekin immunitatea. Tratamendua dagoen egoera aztertzen badugu, ohartuko gara tratamenduak ere ezin duela zonbi-kopurua desagertzea eragin. Zonbiak existituko dira, baina gizakia ez da mundutik guztiz desagertuko. Hau da, tratamendua dagoen eredu batean bi espezieak biziko dira munduan.

MUNDUA ZONBIEN ESKU ALA GIZAKIEN ESKU?

Zientzia-fikziozko testuinguru batean nor gailenduko ote da? Zonbiak nagusituko dira, eredu matematikoak dioten bezala, ala, fikzioan gabiltzanez, aurre egingo die gizakiak zonbiei? Hemen, behintzat, *The Walking Dead* serieko gidolariei ideiarene bat eman diegu serieak aurrera jarrai dezan.

Baina, ba ote dago zonbien izurriteaz guztiz bukatzeko aukerarik? Eta, egotekotan, bururatuko ote zaie serieko gidolariei

Harrapari-harrapakin eredu:

$$\begin{aligned}u'(t) &= u(t) \cdot (\alpha - \beta a(t)) \\ a'(t) &= -a(t) \cdot (\gamma - \delta u(t))\end{aligned}$$

$u(t)$: untxi-kopurua t aldiunean
 $a(t)$: azeri-kopurua t aldiunean
 α : untzien jaiotze-tasa eta heriotze-tasaren arteko diferentzia parametroa
 γ : azerien jaiotze-tasa eta heriotze-tasaren arteko diferentzia parametroa
 β : azerien eragina untxi kopuruan parametroa
 δ : untzien eragina azeri kopuruan parametroa

Zonbi-gizaki eredu:

$$\begin{aligned}G'(t) &= \Pi - \beta GZ - \delta G \\ Z'(t) &= \beta GZ + \zeta H - \alpha GZ \\ H'(t) &= \delta G + \alpha GZ - \zeta H\end{aligned}$$

$G(t)$: gizaki-kopurua t aldiunean
 $Z(t)$: zonbi-kopurua t aldiunean
 $H(t)$: hildako kopurua t aldiunean
 Π : gizakien gehikuntza jaiotzen eraginez
 α : gizakien eragina zonbieten parametroa
 β : zonbien eragina gizakietan parametroa
 δ : kausa naturalengatik heriotzak parametroa
 ζ : zonbi bihur daitezkeen hildakoak parametroa

Zonbi-gizaki eredu infekzioekin:

$$\begin{aligned}G'(t) &= \Pi - \beta GZ - \delta G \\ I'(t) &= \beta GZ - \rho I - \delta I \\ Z'(t) &= \rho I + \zeta H - \alpha GZ \\ H'(t) &= \delta G + \delta I + \alpha GZ - \zeta H\end{aligned}$$

Zonbi-gizaki oinarritzko ereduko ezezagunak eta parametroak, gehi berri hauek:
 $I(t)$: infektatuen kopurua t aldiunean
 ρ : zonbi bihurtzen diren infektatuak parametroa

Zonbi-gizaki eredu tratamenduarekin:

$$\begin{aligned}G'(t) &= \Pi - \beta GZ - \delta G + cZ \\ I'(t) &= \beta GZ - \rho I - \delta I \\ Z'(t) &= \rho I + \zeta H - \alpha GZ - cZ \\ H'(t) &= \delta G + \delta I + \alpha GZ - \zeta H\end{aligned}$$

Infektatuen zonbi-gizaki ereduko ezezagunak eta parametroak, gehi berri hau:
 c : gizaki egoerara pasatuko diren zonbiak parametroa. Hau da, sendatuko diren gizakiak

Formulazio matematikoen laburpena. ARG.: © ELISABETE ALBERDI.

zonbiak betiko deuseztatuko dituen eredu horietakoren bat?

Egon badaude ereduak zeintzuetan gizakia zonbiei gailentzen zaie. Nork pentsa dezake horrelako eredu batean? Badirudi *The Walking Dead* seriekoek horietako ereduren baten jakitun direla, eta horren ondorioa izan daiteke serieak daramatzan hiru denboraldietan gizakiak guztiz desagertu ez izana. ●

BIBLIOGRAFIA

[http://es.wikipedia.org/wiki/The_Walking_Dead_\(serie_de_televisi%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/The_Walking_Dead_(serie_de_televisi%C3%B3n)).

http://es.wikipedia.org/wiki/Apocalipsis_zombi.

http://en.wikipedia.org/wiki/Lotka%E2%80%9993Volterra_equation.

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/470416/population-ecology/302363/Lotka-Volterra-equations>.

http://www.eoearth.org/article/Predator-prey_cycles?topic=58072.

BUTCHER, J. C.: *Numerical Methods for Ordinary Differential Equations*, John Wiley & Sons, Chichester, 2008.

HAIRER, E.; WANNER, G.; NØRSETT, S.P.: *Solving ordinary differential equations, I, Nonstiff problems*, Springer, Berlin, 1993.

LAMBERT, J.D.: *Numerical methods for ordinary differential systems: the initial value problem*, John Wiley & Sons, New York, 1991.

MUNZ, P.; HUDEA, I.; IMAD, J.; SMITH, R.J.: "When zombies attack!: mathematical modelling of an outbreak of zombie infection", In: J.M. Tchuente and C. Chiyaka Eds. *Infectious Disease Modelling Research Progress*, Nova Science Publishers, Inc., (2009), 133-150.

Etor zaitez ezkutuko ingurune natural hau
ezagutzera eta abenturaz goatzera

Sobrongo abentura-zentroa

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



Eskola-umeentzako prezio bereziak



01423 Sobron (Araba)
tel.: 945 359016
faxa: 945 359137

<http://www.aventurasobron.com>
h. el.: info@aventurasobron.com



Ilargiaren efemerideak

- 3** 04:38an, Ilbehera.
- 6** Gutxieneko librazioa latitudean ($b = -6,68^\circ$).
- 10** 09:37an, Ilberria.
- 12** 12:12an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 13** 14:21ean, konjuntzio geozentrikoa Pleiadeekin, $5,3^\circ$ -ra.
- 14** 18:27an, konjuntzio geozentrikoa Jupiterrekin, $2,1^\circ$ -ra.
- 15** 22:04an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 404.863 km (perigeoan baino 42.600 gehiago).
- 18** 12:32an, Ilgora.
- 20** Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,85^\circ$).

Beste efemeride batzuk

- 1** Astelehena. Eguerdian, 2.456.384. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarrilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek. Kalkulu astronomikoak errazago egiteko erabiltzen da. XVII. mendeko eruditur frantses batek, Joseph Justus Scaliger-ek, zehaztu zuen data hori, garai hartako hiru ziklorik garrantzitsuenek bat egiten zutelako: 28 urteko eguzki-zikloak, 19 urteko ilargi-zikloak eta erromatar zergen 15 urteko zikloak, "erromatar indikzio" deiturikoak.

Egunak 12 ordu eta 44 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 14 ordu eta 6 minutukoa hilaren 30ean.

Hileko azken egunean, lehenbizikoan baino 48 minutu lehenago aterako da Eguzkia, eta 34 minutu geroago ezkutatuko da.

- 15** 12:00etan, denboraren ekuazioa zero izango da.
- 18** Eguzkia, itxuraz, Aries konstelazioan sartuko da (29°).
- 19** Astrologiaren arabera, Eguzkia Taurusen sartuko da (30°).
- 22** Lirida izeneko izar iheskorren maximoa. Hilaren 16tik 25era egongo dira aktibo. C/1861 GI Thatcher kometarekin erlazioatuta daude —410 urteko periodoa du kometak horrek—.

- 22** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -6,61^\circ$).
- 25** 00:29an, konjuntzio geozentrikoa Virgoko Spica izararekin, 0° -ra.
19:58an, Ilbete arrosa. Hala deritzo Ipar Amerikako indiarren kulturari apirilako Ilbeteari, udaberriko lehen loreen koloreagatik.
20:08an, Ilargiaren eklipse partziala.
- 26** 02:07an, konjuntzio geozentrikoa Saturnorekin, $3,5^\circ$ -ra.
14:02an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 27** 19:52an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 362.2633 km (apogeoan baino 42.600 gutxiago).
- 28** 02:03an, konjuntzio geozentrikoa Scorpiusko Antares izararekin, $6,6^\circ$ -ra.

apirila 2013

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

Planetak

Merkurio

Ezin da ikusi hil honetan.

23 h eta 2 h bitarteko igoera zuzena. -07° eta $+08^\circ$ bitarteko deklinazioa. Aquariusen hasiko du hila. Gero, Piscesera igaroko da, sartu-irten bat egingo du Cetusen, eta, ondoren, berriz itzuliko da Piscesera. Magnitudea 0,3tik $-1,1$ era handituko zaio.

Artizarra

Arratsaldearen amaieran ikusi ahal izango da, hilaren 20tik aurrera.

Eguzkia baino 20 minutu beranduago sartuko da, eta, hura ikusteko —hilaren 20tik aurrera bakarrik ikusi ahal izango da— prisma-koak, kondizio atmosferiko onak eta zeru oskarbia beharko dira mendebalde ipar-mendebaldeko horizontean. Hilaren 30ean, Eguzkia baino 45 minutu beranduago sartuko da. 1 h eta 3 h bitarteko igoera zuzena. $+04^\circ$ eta $+16^\circ$ bitarteko deklinazioa.

Zerua

2013ko apirilaren 15eko
06:30ekoa



Mendebaldea

Piscesen, Ariesera pasatzeko. $-3,9$ ko magnitudeari eutsiko dio.

Marte

Ezin da ikusi hil honetan.

Hilaren 18an egongo da goi-konjuntzioan. Igoera zuzena, 1h eta 2 h bitartean. $+07^\circ$ eta $+13^\circ$ bitarteko deklinazioa. Piscesen, Ariesera pasatzeko. 1,3ko magnitudeari eutsiko dio.

Jupiter

Gauaren lehen erdian ikus daiteke.

Eguzkia baino bost ordu inguru geroago sartuko da hilaren 1ean, eta ia hiru ordu geroago 30ean. Hura ikusteko azken egunak izango ditugu. 4 h eta 5 h bitarteko igoera zuzena. $+22^\circ$ -ko deklinazioa. Hil osoan Taurusen izango da. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, $-2,1$ etik $-2,0$ ra.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 2an, 22:00etan, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa. Haren magnitudea 3,3ra hurbiltzen ari da. Hilaren 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 25 eta 28an izango dira hileko beste minimoak. Identifikatutako lehen izar aldakorretako bat da, eta haren magnitudea 2,1era hurbiltzen da maximoan.

Hilaren 3an, 19:00etan, C/2011 L4 Panstarrs kometa Andromeda galaxiatik hegoaldera 2° baino gutxiagora pasatuko da. Ilunabarraren amaieran, 4ko magnitudearekin ikusi beharko litzateke, ipar-mendebaldeko horizontearen gainetik 5°-ra. Hilaren 9an, Cassiopeiatik hurbil ikus daiteke. Hilaren 24an zeharkatuko du konstelazio hori.

Hilaren 4an, 13:00etan, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,366 egunean behin. Hilaren 9, 15, 20 eta 26an izango dira beste maximoak.

20:00etan, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 12, 19 eta 26an izango dira beste maximoak.

Hilaren 25ean, 20:08an, Ilargiaren eklipse partziala. Ilargiaren iparraldeko zati txiki-txiki bat baino ez da egongo itzalean. Nahikoa izango da, hala ere, gure satelitearen iparraldearen eta hegoaldearen arteko argitasun-aldea nabarmentzeko.

Teleskopioarekin:

Aldi paregabea Saturno eta haren eraztunak +18°-ko inklinazioarekin ikusteko. Ezingo dugu planetaren itzala eraztunetan ikusi. Izan ere, Eguzkiaren lerro berean egongo da, eta itzala planetaren atzean geratuko da.



Saturno

Ia gau osoan ikusi ahal izango da.

Hilaren 1ean, Eguzkia sartu eta bi ordura aterako da. Baina oposizioan egongo da hilaren 28an, eta, beraz, 30ean zeruan egongo da Eguzkia sartzerako. Gauerdian igaroko da hegoaldeko meridianotik, 30 gradu altueran. Lurraren eta Eguzkiaren lerro berean dagoenez, ezin dugu planetaren itzala ikusi eraztunetan; Cassiniren etena, ordea, ikus daiteke. 72 minutu behar ditu haren argiak gugana iristen. Diametro handiko teleskopio batekin behatzeko aukera bikaina. 14 h-ko igoera zuzena. -12°-ko deklinazioa. Libran izango da hil osoan. Haren magnitudeak gora egingo du pixka bat, 0,2tik 0,1era.

Hilaren 28an egongo da Lurrarekiko distantziarik laburrenean. 8,816 UA.

Hilaren 1ean, 14:34an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 9an, 11:17an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 17an, 12:03an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 25ean, 08:37an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Urano

Ezin da ikusi hilabete honetan.

0 h-ko igoera zuzena. +03°-ko deklinazioa.

Hil osoan Piscesen izango da.

5,9ko magnitudeari eutsiko dio.

Neptuno

Ezin da ikusi hil honetan.

22 h-ko igoera zuzena. -10°-ko deklinazioa.

Hil osoan Aquariusen izango da. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 8,0tik 7,9ra.

* Gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeko.

Merkurio, espero ez bezalako planeta



Garai batean, astronomoek uste zuten Merkuriok beti alde bera erakusten ziola Eguzkiari, baina ez da horrela. Uste zuten beste planetek duten bezalako "ohiko" orbita bat zuela, baina ez du. Astronomoek uste izan dute ez duela eremu magnetikorik, baina badu eremu magnetikoa, asimetrikoa gainera. Orain, NASAko *Messenger* zunda ari da Merkuriu ikertzen; zunda bidali zuten Merkuriu Ilargiaren antzekoa zelako hipotesiarekin, baina emaitzek erakusten dute ez duela antz handirik. ARG.: © NASA.

Osagai funtzionalak, muga lausoetan

Osasuna edo itxura ia mirariz hobetzea agintzen duten elikagaien eta edergintzako produktuen eskaintza gero eta handiagoa da. Ikerketak, eskaintza eta eskaeraren legeak eta araudiek ezarritako muga barruan mugitzen dira halako produktuen ekoizleak, eta, hain justu, orain ari da Europar Batasuna haiei buruzko araudi berriak ezartzen eta prestatzen. Oraingoz, baina, araudi horiek ez dituzte asebetetzen ez kontsumitzaileen ez ekoizleen aurreikuspenak. ARG.: © BEDOLAGA/123RF.



Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

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

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

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

Publizitate-arduraduna: Maier Tapia, m.tapia@elhuyar.com

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

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

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin eta Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Elisabete Alberdi, Jon Andreu, Begoña Calvo, Salvador Ceballos, Dani Fano, Iñigo Kortabarria, Igor Leturia, Iraide López, Iñigo Martínez de Alegria, Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © Luis Jauregi/ARGAZKI PRESS

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaro Aizpurua, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 51 €*.

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

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

CC BY-NC-ND Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 2255-4998

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

KULTURA SAILA



DANOBATGROUP

ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; IKERLAN Koop. Elk.;
Mccgraphics; Elka Koop. Elk.; ALECOP Koop. Elk.



Zientzia eta teknologiaren dibulgazio-magazina

etb 1

etb 2

etb 3

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



BABESLEAK



EVE Ente Vasco de la Energía

ikerbasque
Basque Foundation for Science

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

MONDRAGON
UNIBERTSITATEA

eman ta zabal zazu
UPV-EHU



30 urte zugandik gertu