

elhuyar

362 zk. | 2026ko ekaina

7,50 euro

Elkarrizketa
Itziar Aretxaga
Mendez
Astrofisikaria

Ilargiaren itzalak
argitutakoa

Eklipsearen dardarizoa



Gazteen osasun mentala erdigunean

KIROLA

Erantzunak

zurrunbiloa.eus



Eklipseak eklipsatuta

Aspalditik dugu gordea agendan abuztuaren 12a. Mapetan, aplikazioetan, eta batzuek baita egun ispiluan bertara joanda ere, ondo aukeratua dugu nondik ikusiko dugun eklipsea. Eta hain harrapatuta gauzka gaiak, ezen beste gai batzuek ez baitute lekurik izan zenbaki honetan, eklipseak eklipsatuta. Merezi dute, ordea, aipamena, gogoetarako bide eman dezaketelakoan baikaude. Hona hiru gai, adibiderako:

Baga, gaueko zeruaren galera. Astronomoak eta atmosferaren ikertzaileak aspalditik ari dira ohartarazten Lurretik gertuko orbitan dauden sateliteek eragiten dituzten kalteez. Baina lurrazaletik ere sortzen ditugu arazoak. Berriki jakinarazi dutenez, 2014tik 2022ra % 16 hazi da argitasun globala. Eta ez da populazioaren hazkundearengatik bakarrik: argi gehiago igortzen dugu pertsonako. Gehienetan, alferrik eta kalterako.

Biga, izar baten distira eta amaiera. Mariano Barbacidek itxaropena piztu zuen pankreako minbiziaren kontrako ikerketa batekin. Tentuz argitaratu genuen, argi utzita esperimentuak oraindik saguetan baino ez zirela egin, asko falta zela pertsonetan probatzeko... Ez genuen Barbaciden izena aipatu, artikulu zientifikoan sinatzaile gehiago ere bazeudelako (emakumeak gehienak). Komunikabideetan, ordea, Barbacide bakarrik agertu zen, izar distiratsu. Oihartzuna baretzen hasi zenean, etorri zen eztanda: aldizkariak artikulua atzera bota zuen, Barbaciden interes-gatazkarengatik.

Higa, fokutik kanpo geratzen direnak. Gutxitan aipatzen ditugu sariak; Nobelak, halaber, eta gutxi gehiago. Aurten, ohartu gara ez dugula Goldman sariaren berri ematen. Nobel Berdea ere deitzen zaio, eta, oraingoan, sei aktibista saritu dituzte, ingurumena babesteko egiten duten lanarengatik. Lehen aldiz, saritu guztiak emakumeak izan dira. Agian, bada garaia Goldman sariei jarraitzen hasteko.

Hurrengo zenbakietan helduko diegu halakoei, eta, bitartean, Elhuyar Zientzia plataforman ere aipatuko ditugu. Abuztuaren 12an, baina, ez dugu eklipsea beste gairik izango. Ulertuko duzulakoan, gozatu zuk ere eklipsearen zirrarez. ●

32

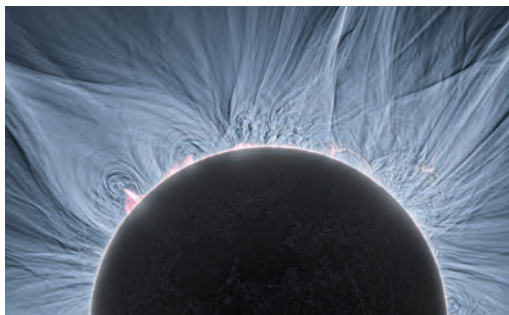
ELKARRIZKETA

Itziar Aretxaga Mendez

ASTROFISIKARIA



Eguzki-eklipsea izan da Aretxaga elkarrizketatzeko aitzakia. Eklipsea alde batera utzita ere, ordea, badu zer kontatua. Izan ere, duela gutxitik, CSIC-INTAren Astrobiologia Zentroan (Madril) ari da ikertzen, ia hiru hamarkadaz Mexikon aritu ondoren.



Eguzkiari begira

56

Izar arrunta da, gertu daukagu eta asko ikertu da. Horrek ez du esan nahi, ordea, dena dakigunik hari buruz. Dakigunaz eta ez dakigunaz, Kristina Zuza Elosegí (EHU) eta Iñigo Arregi Uribe-Etxebarria (Kanarietako Astrofisika Institutua).

46



Eklipsearen dardarizoa

Eguzki-eklipse osoa gertakari benetan ezohikoa dela. Ez da harritzekoa, beraz, eragin nabarmena izatea gugan. Baina ez gara eklipsea sumatzen dugun espezie bakarra. Hegaztietan, saguzarretan eta beste bizidun batzuetan ere nabaritzen da dardarizoa.

- 04** IKUSMIRAN
Eklipsea miran
- 16** ALBISTEAK
- 30** IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Virginia Garcia Pena
- 32** ELKARRIZKETA
Itziar Aretxaga Mendez
- 40** ERREPORTAJEA
Ilargiaren itzalak argitutakoa
- 46** ERREPORTAJEA
Eklipsearen dardarizoa
- 56** ERREPORTAJEA
Eguzkiari begira
- 64** ISTORIOAK
Eklipsea larrainetik
- 68** EKINEAN
Miguel Querejeta Pérez
- 70** ERREPORTAJEA
Tren-bidaia are seguruagoak egitea xede
- 72** MUNDU DIGITALA
MCP: Adimen artifizialeko sistemak mundura konektatzeko protokolo estandarra
- 76** GAI LIBREAN
Entzima batek nola garbitu ditzake material akrilikoek dituzten osagai toxikoak?
- 80** GAI LIBREAN
Hizkuntza-erabilera eta kontrol mentala: elebitasunetik harago

Eklipseak miran

Gau txiki bat egunaren erdian. Normalean ikusten dena ezkutatzean, normalean ikusezina dena agertzea. Lerrokatze zehatzen magia. Plasma magnetikoaren dantza. Ikusleen zirrara. Lilura. Hunkidura. Minutu bat edo bi, hiru agian. Gero, argia berriro.

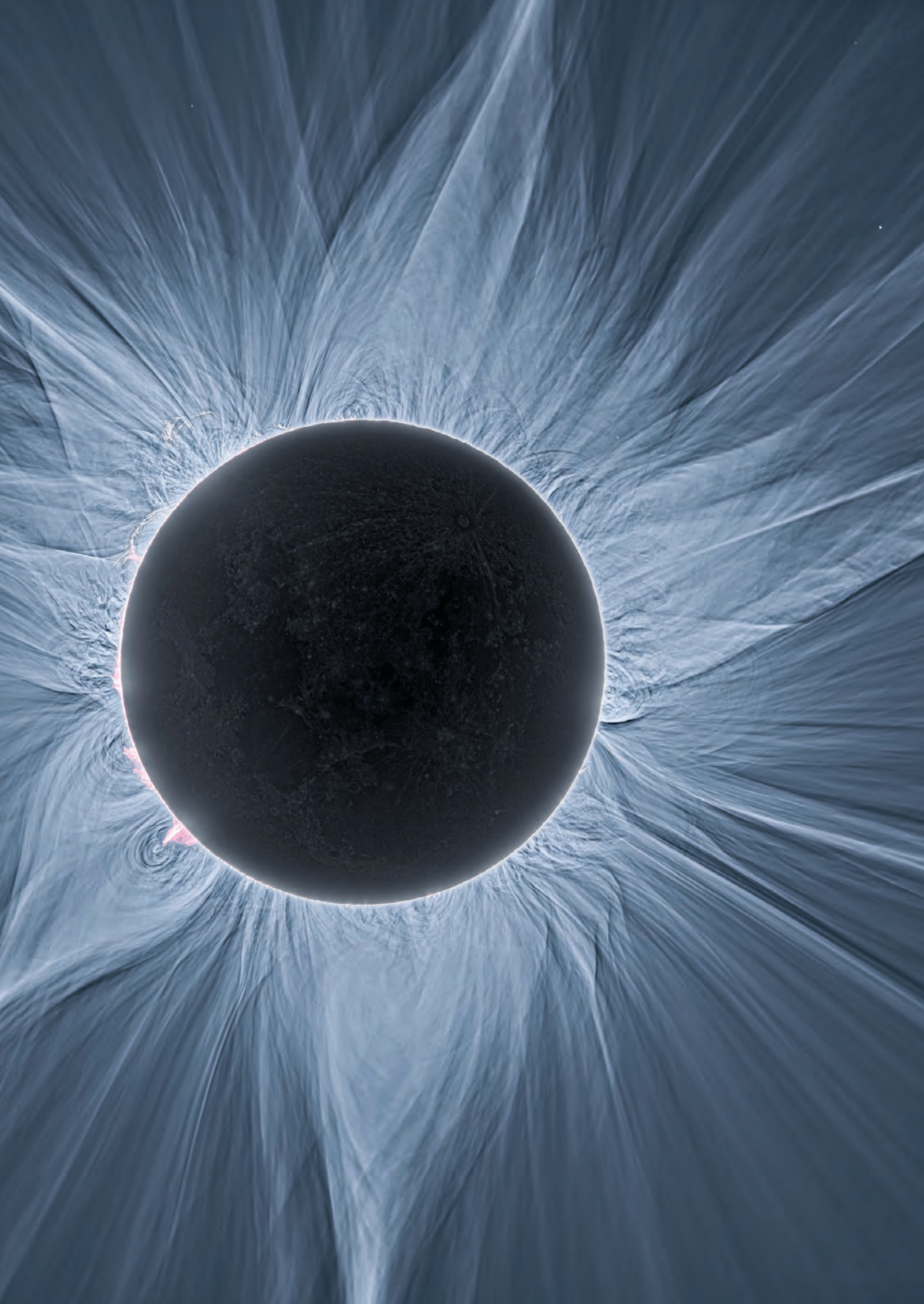
Eguzki-eklipse osoa da fenomeno astronomikorik ikusgarrienetako bat; begiak babesteko iragazki soil batzuekin, edo itzalei erreparatuta, edo argia soinu bihurtuta, leku egokian dagoen edonork goza dezakeena.

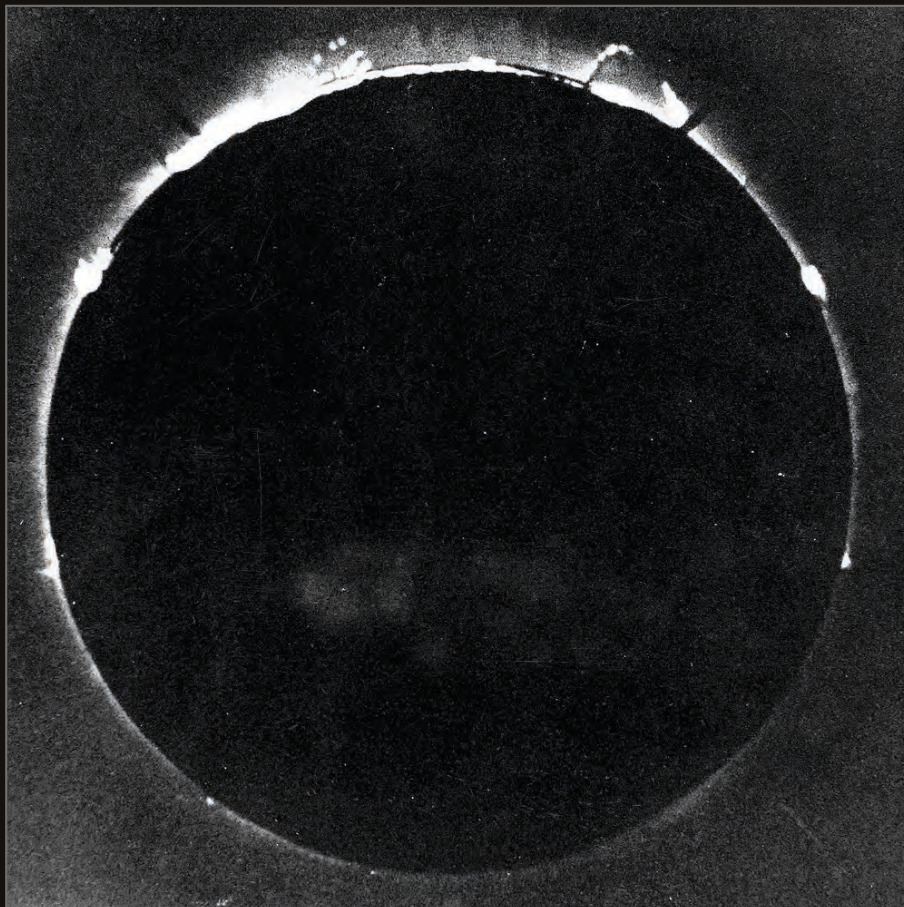
Lehenengo argazkiak XIX. mendearen hasieran atera zituzten. Haietako batzuk dira Warren de la Rue 1860an, Arabako larrain batetik atera zituenak. Azkena, berriz, mende eta erdi geroago, Artemis II misioan atera zuten, beste inork inoiz izan ez duen ikuspuntutik.

Gure zeruaz harago ere gertatzen dira. Eta badira eklipse hirukoitzak eta laukoitzak ere; Jupiterren eta Saturnon, esaterako.

Izarren, planeten eta ilargien artean argi eta itzalen jolasa etengabea da.

Osoatasunean, Ilargiak Eguzkia guztiz estaltzen duenean, beste inoiz ikusi ezin dena agertzen da: koroa. 2023ko apirilaren 20ko eguzki-eklipse osoan Exmouthetik (Australia) hartutako argazkiak digitalki prozesatuta osatu zuen irudi hau Phil Hart argazkilariak. Xehetasun handiz ikus daitezke koroan gas beroaren eta eremu magnetikoaren elkarrekintzak osatzen dituen egitura korapilatsu eta distiratsuak; baita kromosferatik koroara ateratzen diren protuberantziak ere (arrosaz).
ARG.: Phil Hart/<https://philhart.com>.





Eguzki-eklipse oso bati ateratako lehenengoetako argazkia. Warren de la Ruek gidatutako taldeak atera zuen, Arabako larrain batetik, 1860an (irakurri haren istorioa, 64. orrialdean). Orduan ateratako argazkiekin frogatu ahal izan zuen De la Ruek eklipse-osoetan ikusten diren suzko mihiak (eguzki-protuberantziak) Eguzkitik ateratzen direla, eta ez Ilargitik. ARG.: Warren de la Rue.

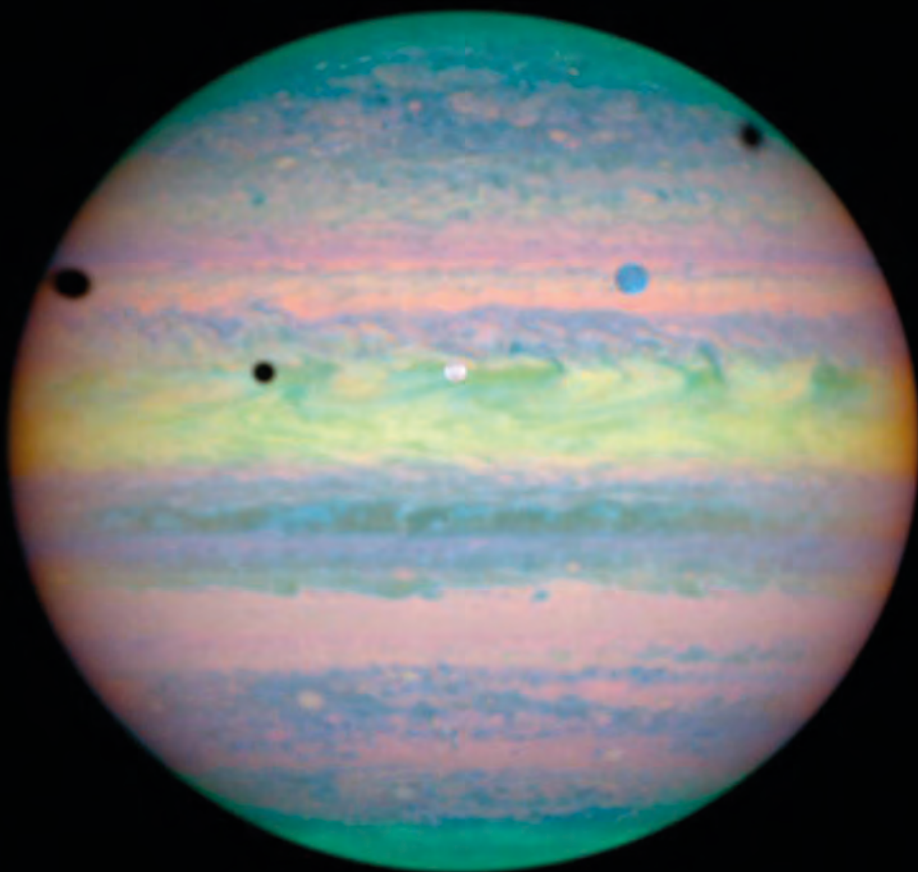


1878an Wyomingetik (AEB) ikusitako eguzki-eklipse osoaren irudikapena, Étienne Léopold Trouvelot astronomo eta artistak egina. ARG.: Étienne Léopold Trouvelot.

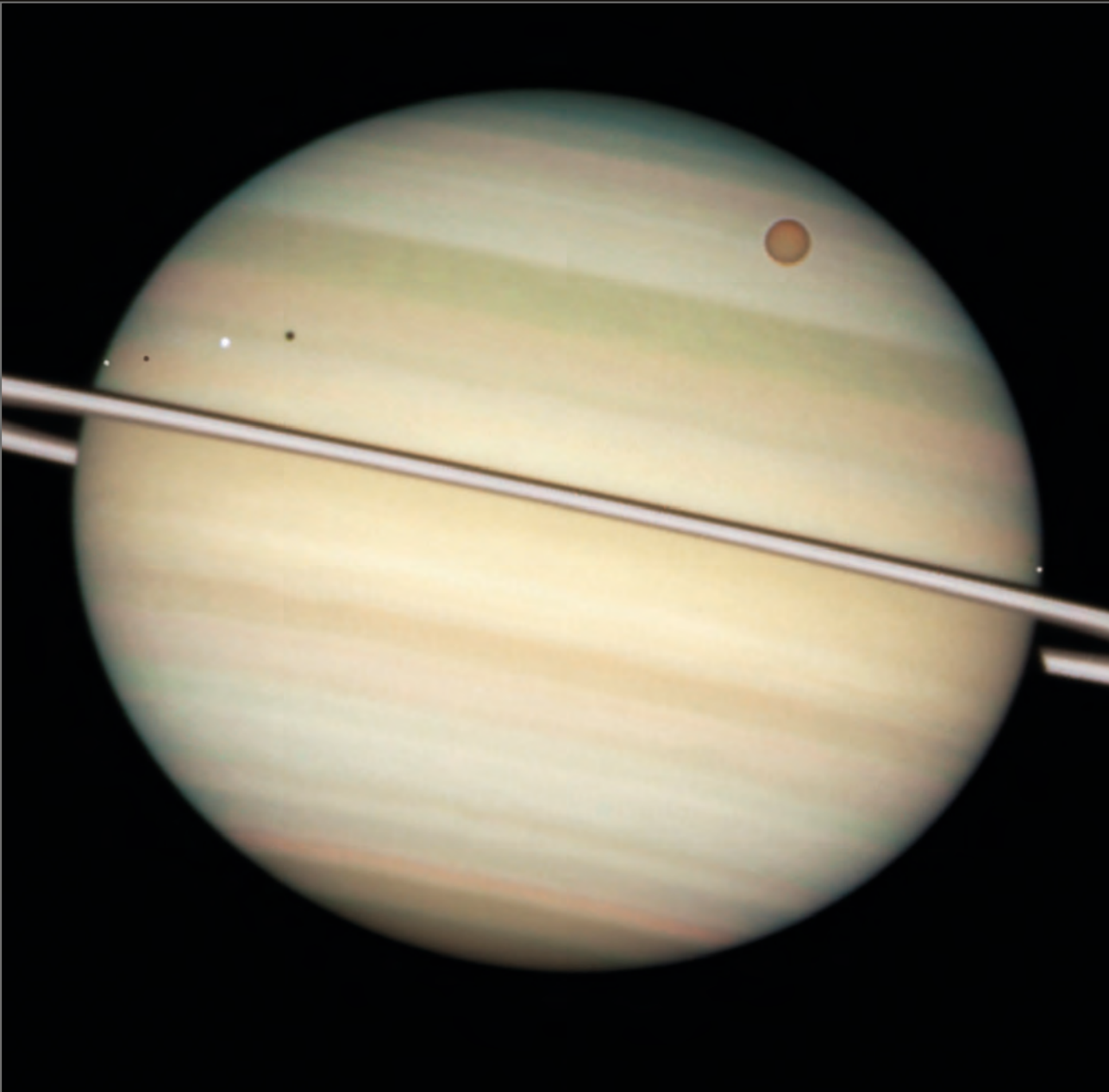


Eguzki-eklipse oso baten bilakaera. 2019ko uztailearen 2ko eguzki-eklipsean hartutako irudiak, ESOren La Silla behatokitik (Txile). ARG.: ESA/CESAR/Wouter van Reeven.





Eclipse hirukoitza, Jupiterren. Hubble espazio-teleskopioak 2004ko martxoaren 28an hartu zuen irudi hau, Io, Ganimeses eta Kalisto ilargiak Eguzkia eklipsatzen ari ziren unean. Hiru ilargi horien itzalak ikusten dira Jupiterren. Io eta Ganimeses ere ikusten dira, zuriz eta urdinez, hurrenez hurren. ARG.: NASA, ESA, and E. Karkoschka (University of Arizona).




Saturnoren lau ilargiren iragatea, eta haietako biren itzalak. Goialdean Titan ilargi erraldoi laranja (Merkurio planeta baino handiagoa). Beste hirurak, ezkerretik eskuinera: Entzelado, Dione eta Mimas. Hubble espazio-teleskopioak 2009an hartutako irudia. ARG.: NASA, ESA and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA). Acknowledgment: M. Wong (STScI/UC Berkeley) and C. Go (Philippines).



Eguzki-protuberantziak, osotasunean sartu ahala. ARG.: Phil Hart/<https://philhart.com>.







Artemis II misioan, Ilargiari buelta ematen ari zirela, 2026ko apirilaren 6an hartutako argazkia. Eskifaiaren ikuspegitik, Eguzkia erabat estaltzeko bezain handia zen Ilargia, eta ia 54 minutuko osotasuna izan zuten. ARG.: NASA.

Historiaurreko aztarnategi bat, Pirinioetako goi-mendian



338 haitzuloko aztarnategian lanean. ARG.: IPHES-CERCA.

Urte luzez, zientzialariek uste izan dute historiaurrean gizakiak gutxitan joaten zirela goi-mendietara, eta, egonaldiak egitekotan, oso noizbehinkakoak izango zirela. Alabaina, Pirinioetako 338 kobazuloa aztarnategiak kontrakoa erakusten du; alegia, maiz joan izan zirela, mendez mende, eta jarduera garrantzitsuak egiten zituztela han.

Bartzelonako Unibertsitate Autonomoko eta IPHES-CERCAko ikertzaileak aritu dira 338 kobazuloa industen eta aztarnak analizatzen. Catau de l'Os (hartzaren gordelekua) izenez ezagutzen da kobazuloa, eta Nuria haranaren eta Puigmal tontorraren artean dago, 2.235 metroko garaieran.

Bigarren eta hirugarren geruzak

Indusketan, oraingoz, lau geruza identifikatu dituzte. Lehen geruza, berriena, mehea da, eta garai historikoko objektu gutxi batzuk baino ez ditu. Zaharrenak 6.000 urte ditu, eta ikatz-zati batzuk bakarrik aurkitu dituzte han. Bigarrenengan, ordea, 23 su aurkitu dituzte, mineral berde baten arras-

toekin. Malakitaren antza du, eta kobrea erazteko tratatuko zutela uste dute ikertzaileek.

Horrez gain, ondorioztatu dute kobazuloa behin eta berriro okupatu zutela garai hartan (duela 3.000 urte inguru). Apaingarriak ere aurkitu dituzte bigarren maila horretan; tartean, maskorrekin eta hartzen ebakortzekin egindako zintzilarioak.

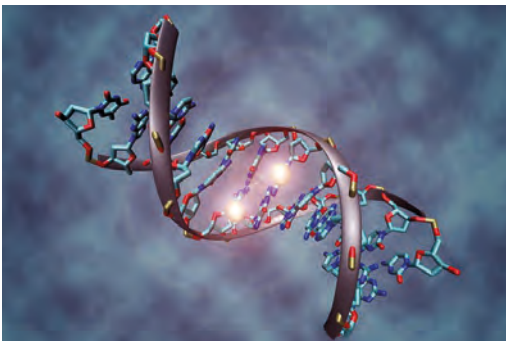
Hirugarren geruzak 4.000 eta 5.500 urte bitartean ditu, eta, suteak ez ezik, 11 urteko gaztetxo baten edo gehiagoren hezurak ere aurkitu dituzte. Nonbait, han hobiratu zuten edo zituzten.

Ikertzaileen esanean, kobazuloa leku estrategikoan dago, eta, aztarnek iradokitzen dutenez, leku garrantzitsua zen komunitatearen antolamenduaren eta ekonomiaren ikuspegitik. Ikerketaren emaitzak *Frontiers in Environmental Archaeology* aldizkarian [irekian](#) argitaratu dituzte, eta, aurreratu dutenez, aztarnategia arakatzeko jarraituko dute. ●

Obesitateak arrasto iraunkorra uzten du immunitate-sisteman

Obesitateak arrasto iraunkor bat uzten du immunitate-sistemako T zelula laguntzaileetan. Eta arrasto horrek iraun egiten du pisua galdu ondoren ere, 5-10 urtez. Ikerketaren egileek on-dorioztatu dute litekeena dela, horren ondorioz, obesitatearekin lotutako gaixotasun batzuk izateko arriskuak bere horretan jarraitzea urte horietan.

Ikertzaileek frogatu dute obesitatea duten pertsonen T zelula laguntzaileak (CD4+ linfozitoak) DNAREN metilazio-prozesu baten bidez markatuta gelditzen direla. Eta ikusi dute horrek zelula immunitario horien funtzionamenduari eragiten diola. Zehazki, aurkitu dute bi prozesu nagusi kaltetzen dituela: autofagia, hau da, zelulek hondakinak ezabatzeke erabiltzen duten mekanismoa, eta seneszentzia immunologikoa, sistema immunologikoaren zahartze goiztiarra.



ARG.: Christoph Bock, Max Planck Institute for Informatics/CC-BY-SA.

Ondorioz, ikertzaileek uste dute pisua galtzeak ez duela berehala murrizten obesitateari lotutako zenbait gaixotasun izateko arriskua, baina, galaren ondoren pisuari eutsiz gero, obesitatearen memoria hori poliki-poliki desagertuz joango dela. ●

Emakumeen ugál-organoek ez dute bilakaera lineala

Emakumeen ugál-sistemaren bilakaeraren mapa sortu dute, ehunen milaka irudi eta gene-espresio analizatuta. Horren bidez, agerian jarri dute, adinean aurrera joan ahala, bilakaera ez dela uniforme, eta menopausian gertatzen diren aldaketetan diferentzia handiak daudela organo batzuetatik besteetara.



Emakumeen ugál-aparatuaren analisia egin duen ikertaldea. ARG.: BSC-CNS.

Bartzelonako Superkonputazio Zentroan egin dute [ikerket](#)a, adimen artifiziala eta MareNostrum 5 superordenagailuaren ahalmena erabiliz. Zehazki, 20-70 urteko emakumeen laginetako milaka gene-espresioa aztertu dute, zazpi organotan: umetokia, obarioak, bagina, umetoki-lepoa, bularrak eta Falopioeren tronpak.

Hala, ikusi dute obarioek eta baginak bilakaera lineala izaten dutela adinarekin; aldiz, umetokiak aldaketa askoz ere bortitzagoa izaten du. Organo berean ere aldeak daude: umetokiko muskuluen mukosan, esaterako, bereziki nabarmenak dira menopausiari lotutako aldaketak.

Bestalde, baieztatu dute odolean detekta daitezkeela adinari lotutako adierazle molekularrak. Bioadierazle horiek baliagarriak dira ugál-organoak modu ez-inbaditzailean monitorizatzeke. Horrek zenbait osasun-arazo aurreikusteko aukera eman-
go luke, biopsiarik egin beharrik gabe. ●

Homeopatiak ez duela ebidentzia zientifikorik berretsi du sendagaien Espainiako agentziak

AEMPS sendagaien eta osasun-produktuen Espainiako Agentziak [txosten bat](#) argitaratu berri du, produktu homeopatikoen eraginkortasunari eta segurtasunari buruz egin diren ikerketetan eta beste gobernu batzuetako erakundeek egin dituzten ebaluazioetan oinarrituta. Eta ondorioztatu du ebidentzia ez dela nahikoa tratamendu homeopatiakoak gomendatzeko, inongo patologiatan.



ARG.: Getty Images.

Bi arrazoi nagusi eman ditu AEMPSk ondorio horretara iristeko: produktu homeopatiakoak ez dira plazeboa baino eraginkorragoak ikerketetan; edo, bestela, aztertutako ikerketen metodologia ez da kalitatezkoa, eta, beraz, ezin dira ontzat jo. Txostenean azaltzen denez, plazeboarekin alderatuta diferentziak aurkitu dituztenean ere, ausazkoak izan daitezke, edo alborapenen ondoriozkoak.

Txostenean homeopatiaren printzipioak ere azaltzen dira, eta nabarmentzen da ez dutela oinarri enpirikorik ez zientifikorik. Besteak beste, "uraren

memoria"ren kontzeptua pentsamendu arrazionaletik kanpo dagoela baieztatzen du. Azpimarratzen du, gainera, deigarria dela ez egotea tratamendu homeopatikorik gaitz akutu eta larrirentzako, eta gehienak gaixotasun arinentzat eta berez sendatzen direnentzat izatea, edo behin eta berriz agertzen diren kronikoetarako.

Beste gobernuetako erakundeen ebaluazioak ere laburtzen ditu txostenek: Erresuma Batukoa, Suitzako, Australiakoa, Frantziakoa, Alemaniakoa eta AEBkoa. Oro har, ikusten da joera hau dela: homeopatiari mugak jartzea eta babes publikoa kentzea, pazienteak babesteko asmoz.

Horrez gain, produktu homeopatikoen eraginkortasuna nola ebaluatzen den ere azaltzen da txostenean, eta esplikatzeko zergatik ematen duten onuragarriak diren irudipena. Batetik, berez sendatzea eta denboran tratamenduarekin bat egitea gerta liteke. Bestetik, plazebo-efektuagatik ere izan daiteke. Hirugarren azalpena da tratamendua jasotzen ari denak ikertzailearen itxaropenak betetzea (Pigmalion-efektua edo autobetetzen den profezia). Azkenik, positibo faltsuak ere egon daitezke.

Eraginkortasunaren eta segurtasunaren ebaluazioak nola egin diren ere azaltzen da. Segurtasunari dagokionez, hau omen da arriskurik handiena: oinarri zientifikoa duen tratamenduari uko egitea.

Finean, adierazten du herritarrek jakin behar dutela tratamendu homeopatiakoek ez dutela ebidentzia zientifikorik, eta beren burua arriskuan jartzen dutela haiekin ordezkatzeko badituzte ebidentzia duten tratamendu medikoak. ●

Kokainaren metabolitoak izokinen mugimenduan eragiten du

Kokainak izokinen mugimenduan nola eragiten duen ikertu dute Australian. Griffitheko Unibertsitateak gidatu du [ikerketan](#), eta frogatu dute habitat naturalera iristen den kokainaren metabolitoak eragin zuzena duela izokinen mugimenduan, eta, beraz, haien portaeran.



Izokinak ikertzen, beren habitat naturalean. ARG: Michael Bertram/Griffitheko Unibertsitatea.

Kokainaren metabolitoaren (benzoilekogoina) kontzentrazioak neurtu dituzte izokinetan, eta jarraipena egin diete izokinen mugimenduei. Benzoilekogoina txizaren bidez kanporatzen da gorputzetik, eta estoldetako uretan iristen da ingurune naturalera. Bada, metabolitoaren eraginpean zeuden arrainak kontrol-taldekoak baino ia bi aldiz gehiago urrutiratzen ziren igerian. Eragin hori kokainak berak duena baino are nabarmenagoa da.

Gehiago mugitzeak eta urrunago joateak ondorioak ditu elikaduran, predatzaileekin topo egiteko arriskuan eta kideen arteko elkarrekintzan.

Bestalde, ohartarazi dute, kokaina ez ezik, ingurunera beste farmako eta substantzia psikoaktibo [asko iristen](#) direla, eta [estrategia integral](#) baten alde egin dute, kutsadura-mota hori eragozteko. ●

A colorful illustration showing a group of diverse people climbing a large, blue, archway-like structure. Some are at the top, some are climbing, and some are at the base. The scene is filled with vibrant, swirling colors like green, purple, and blue, suggesting energy and movement. The overall theme is one of collective effort and overcoming challenges.

Sarean eduki guztiak irekita zuri esker

Herritar guztiei informazioa bermatzeko. Inor bazterrean utzi gabe. Dirua ez dadin eskubideen gainetik egon.

Lagundu sare libreaki eusten:
argia.eus/eginargiakoa

 ARGIA

Txatbotek ematen duten osasun-informazioaren erdia okerra edo osatugabea da

Txatbotei galdetuz eskuratzen den osasun-informazioaren erdia okerra edo osatugabea da. Hori da *BMJ Open* aldizkarian argitaratu berri den [iker-keta bat](#)en ondorio nagusia. Ikertzaileek ohartarazi dute arrisku handia dagoela desinformazioa areagotzeko, tresna horiek kontrol eta heziketa egokirik gabe erabiltzen jarraituz gero.



ARG.: FAMILY STOCK/Shutterstock.com.

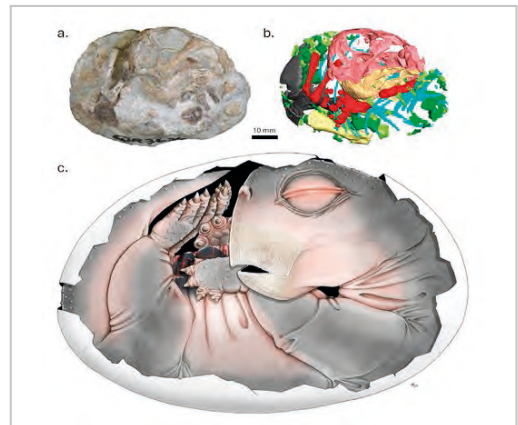
Bost txatbotekin egin dute azterketa: Gemini, DeepSeek, Meta AI, ChatGPT eta Grok. Bakoitzari 250 galdera egin zizkieten. Ondoren, jasotako erantzunak "ez-problematikoak", "problematiko samarrak" edo "oso problematikoak" ziren aztertu zuten, non problematikotzat jotzen zen erabiltzaile arruntek erantzun horiek jarraituz gero tratamendu ez-eraginkorak aukeratzeko edo are kalteak jasateko arriskua zegoenean.

Bada, ikusi zuten txatbotek emandako erantzunen % 30 problematiko samarrak zirela, eta % 20 oso problematikoak. Ikertzaileek azpimarratu dute kezagarria dela txatbotek erantzunak nola aurkezten dituzten: ziurtasun osoz, ohartarazpen edo salbuespen gutxirekin. Gogorarazi dute txatbotek ez dutela arrazoitzen eta ez dituztela ebidentziak aintzat hartzen. ●

Ugaztunen arbaso obiparobaten enbrioi fosila aurkitu dute

Lystrosaurus, ugaztunen arbaso landarejale bat, espezie nagusietako bat bihurtu zen Permiar amaierako iraungipen masiboaren ondoren, duela 252 milioi urte inguru. Orain, nazioarteko talde batek *Lystrosaurus* enbrioi bat zuen arrautza bati buruzko [iker-keta](#) bat argitaratu du. Aurkikuntzak frogatzen du ugaztunen arbasoek arrautzak erruten zituztela (gaur egun ornitorrinokoen eta ekidnekin egiten duten bezala).

Lystrosaurus enbrioiaren fosila 2008an aurkitu zuten Karoo arroan (Hegoafrikar Errepublika). Orduan ere susmatzen zuten arrautzaren barruan hil zela, baina ez zuten teknologiarik hori baieztatzeko. Orain, Europako Sinkotroi Erradiazio Laborategiko tomografia-tekniken bidez, fosila modu ez-inbaditzailean aztertzeko aukera izan dute, eta, hala, susmoa zuzena zela berretsi dute.



a. fosilaren argazkia; b. hezurren berregitea 3Dn; c. Sophie Vnard-en irudikapen artistikoa. Irudia: Julien Benoit, Vincent Fernandez eta Jennifer Botha.

Beste xehetasun batzuen artean, azaldu dute beheko barailako hezurak fusionatu gabe zeudela. Horrek frogatzen du banako hura enbrioi zela, fusionatu arte ez zelako gai bere kabuz elikatzeko. ●

Alzheimerraren aurkako farmakoen eraginkortasuna zalantzan

Alzheimerraren aurkako farmako anti-amiloideek ez dute efektu klinikoki esanguratsurik, Cochrane nazioartean erreferentea den erakundeak egindako [berrikuspen](#) zabal baten arabera.

Berrikuspen horretan 17 saiakuntza kliniko eta 20.000 paziente baino gehiagoren datuak aztertu dituzte, eta ondorioztatu dute ez dutela ia eraginik narriadura kognitiboan eta dementziaren larritasunean, eta lortzen diren hobekuntzak ez direla iristen klinikoki esanguratsuak izateko ezarritako gutxieneko atalaseetara.



ARG.: Eisai.

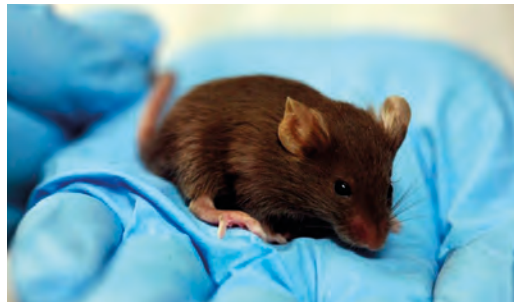
Alzheimerrarekin lotutako amiloide-plaken aurkako hainbat botika [baimendu](#) dira azken urteetan — lecanemab eta donanemab, esaterako —, gaixotasunaren hasierako faseak tratatzeko eraginkorrak zirelakoan. Orain, ordea, berrikuspen horretan gaur egun merkaturatzen ari diren anti-amiloideen eragina aztertu dute, eta, emaitzek erakusten dutenez, medikamentu horiek garuneko beta-amiloide plakak murriztea lortzen badute ere, murrizketa horrek ez dakar hobekuntza funtzional edo kognitibo garrantzitsurik. Gainera, garunaren hantura eta mikrohemorragiak izateko arrisku handiagoa egon litekeela ere ikusi dute dute. ●

Nukleotido bakarraren mutazioa nahikoa da XX saguek barrabilak garatzeko

Zientzialariek aspalditik dakite DNA ez-kodetzailea antzina uste zutena baino askoz garrantzitsuagoa dela. Orain, [ikerketa batek](#) sexu-diferentziazioan ere gako dela erakutsi du. Izan ere, saguekin egindako esperimentuetan, ikusi dute garapen sexuala erabat aldatzen dela proteinarik kodetzen ez duen eskualde erregulatzailerik batean nukleotido bakarra aldatuta: nukleotido bakarraren aldaketa horren ondorioz, XX saguek barrabilak eta barne-egitura genital arrak garatzen dituzte.

Ikertzaileek mutazioa bat eragin zuten Enh13 izeneko elementu erregulatzailerik. Sox9 genearen jarduera kontrolatzen du Enh13k, eta gene hori aktibatzea funtsezkoa da barrabilak garatzeko. Obarioak normaltasunez garatzeko, berriz, Sox9 geneak inaktibo egon behar du. Esperimentuaren bidez frogatu dute Enh13k etengailu gisa jokatzen duela: CRISPR bidezko mutazioa eraginda, emeetan porrot egin zuen desaktibazioak. Ondorioz, Sox9 aktibatu egin zen, eta XX saguek barrabilak garatu zituzten.

Azaldu dutenez, gizakiek ere badute elementu erregulatzailerik hori. Beraz, litekeena da haren mutazioa izatea intersexualitate kasu batzuen arrazoa. ●



ARG.: Rama/CC-BY-SA.

Dieta aldatzea, onuragarria klima, ingurumen eta osasunerako

Elikadura-sistema da jatorri antropogenikoa duten berotegi-gasen isuriaren heren baten eta uraren erabilaren % 80aren erantzulea, BC3 klima-aldaketari buruzko ikerketa-zentroaren arabera.

Hori aintzat hartuta, ikertzaileek aztertu dute nola eragingo zukeen dieta aldatzeak, landare-proteinetan oinarrituz eta haragi-kontsumoa murriztuz, ingurumenean, osasun publikoan eta gizarte ekonomian. Ondorioztatu dutenez, aldaketa eraginkorra izan dadin, plangintzak eskualde mailakoa izan behar du, eta testuinguru kulturalak eta ekonomikoak errespetatu behar ditu.

Nature Food aldizkarian argitaratu dute [ikerketa](#), eta baieztatu dute, eskualde batzuetan, dieta osasun-garriaren alde egiteak % 30erainoko aurrezkiak ekar dezakeela Parisko Hitzarmenaren helburu klimatikoak lortzeko arintze-kostuetan. Artikuluan horrela definitu dute dieta osasunagarria: osasuna sustatzen duena, gaixotasunak prebenitzen dituena eta mantengutza bermatzen dituena.

1.298 agertoki

Ikerketan, 1.298 agertoki aztertu dituzte, eredu estatistiko aurreratuen bidez, trantsizio proteikoaren tipologiaren eta mailaren, zein inpaktu globalaren eta eskualdekoaren arabera sailkatuta. Ondorio nagusiek adierazten dutenez, dieta-aldaketak era berean hobetzen ditu egoera nutrizionala eta ekarpen kalorikoa zein ingurumeneko eta klimarekiko aldagaiak.

Adibidez, ikusi da landare-proteinen kontsumoa handitzea eta animalia hausnarkariak (behiak, ahuntzak, ardiak) haragi-kontsumoa murriztea



Urduñako udala. ARG.: CC BY-SA 2.0.

konbinatzen duten agertokiek inpaktua dutela basoberritzeetan; bereziki, Afrikako ekialdean.

Bestalde, ia agertoki guztietan, kudeatu gabeko lurren hazkundera (baso naturalak, babestutako larreak, sastrakadiak) biodibertsitatearen hobekuntza globalarekin lotzen da. Halaber, guztizko ur-erazketak maila globalean egingo luke behe-2050erako kasu guztietan, nahiz eta Ekialde Hurbilean ur-eskasia areagotu egingo litzatekeen landare-proteinen kontsumoaren aldeko agertokian, ureztatze intentsiboa eskatzen duten lekalean eta fruitu lehorren esportazioaren ondorioz.

Agertoki guztiek laguntzen dute, gainera, klimalarrialdia arintzen. Berotegi-gasen isuriak murriztuko lirakeke; baita airearen kalitatea okertzen duten kutsatzaileen ere, eta horrek heriotza goiztiarrak ekiditea ekarriko luke. Alde horretatik, Argentina, Europa eta Ipar Amerika izango lirakeke onurarik handiena jasoko luketen eskualdeak. ●

» Euskalduna bazara, egizu zure hautua: informa zaitez euskaraz.

Irakurri eta babestu BERRIA

Urteko ekarpena

100€

(0,27 euro egunean)

Gazteen* ekarpena

30€

(* 30 urtetik beherakoak)

Ekarpen berezia

120€

aukeratu zenbatekoa
(urtean 120 € edo gehiago)



Euskadiko ordenagailu kuantikoa alzhemerraren aurkako sendagaiak bilatzeko

Euskadiko IBM Quantum ordenagailuaren ahalmen konputazionala osasungintzan aplikatzea lehenetsi du Eusko Jaurlaritzak. Zehazki, alzhemerra tratatzeko etorkizuneko sendagaietarako itu terapeutiko berriak identifikatzeko erabiliko dute, elkarlanean, Eusko Jaurlaritzako Osasun Sailak (Biobizkaia birtarte), Osakidetza eta IBM Cleveland Clinic-ek, elkarrekin osatu duten nazioarteko aliantzaren baitan.

Hain zuzen, alzheimerrean milaka gene eta prozesu biologikok parte hartzen dute, eta metodo informatiko tradizionalekin oso zaila da haien arteko elkarreagin guztiak aztertzea. Ordenagailu kuantikoari esker, datu biologikoen kopuru handiak prozesatzeko eta aztertzeo aukera izango dute.

Biobizkaia Institutuko lantaldea itu terapeutikoak identifikatzeko eta ondoren garun-organoideetan baliozkotzeko algoritmo kuantikoa prestatzen ari da. Garun-organoide horiek pazienteen zeluletan oinarrituta daude, eta, beraz, aproposak dira tratamendu pertsonalizatuak egiteko.

Alzhemerrarekin hasi diren arren, algoritmo horiek beste gaixotasun batzuetan erabiltzea ere aztertu-ko dute. ●



Biobizkaia Institutuko Neuroirudi konputazionalako ikertaldea. ARG.: Irekia.

Elikagai ultraprozesatuak, ugalkortasunarekin eta enbrioaren garapenarekin erlazionatuta

Elikagai ultraprozesatuen kontsumoa gizonen ugalkortasunaren jaitsierarekin, garapen enbriionario desegokiarekin eta bitelo-zaku txikiagoarekin erlazionatu dute ikerketa batean. Lehenengo aldiz aztertu dute janari horien eragina, gurasoen ugalkortasunetik hasi eta enbrioaren garapenera bitarteko epea osoan. *Human Reproduction* aldizkarian argitaratu dituzte [emaitzak](#), irekian.



Ikerketan aztertutako enbrioi-tako bat, 11 astekoa, baginan zeharreko ultrasoinuen bidez. ARG.: Generation R study group.

Herbeheretan egin dute ikerketa, eta parte hartu zuten emakumeen ultraprozesatuen kontsumoa % 22koa zen, eta gizonena, % 25ekoa. Enbrioaren neurria eta bitelo-zakuaren bolumena ultrasoinuen bidez neurtu zuten, haurdunaldiaren 7., 9. eta 11. asteetan.

Ikertzaileek ondorioztatu dute guraso izan nahi duten pertsonen mesede egingo liekeela ultraprozesatuen kontsumoa txikitzea. Horrekin batera, azpimarratu dute gizonen osasuna zaintzea, ugalkortasunari dagokionez, emakumeek zaintzea bezain garrantzitsua dela. Izan ere, ohikoa izan da emakumeen gain jartzea ardua guztia. Bukatzeko, ohartarazi dute ikerketaren emaitzak mugatuak direla, ez baitute erlazio kausala ikertu. ●

Kastore europarra bizi den ibaiak % 26 karbono gehiago biltegitzen dute



Kastore europarra. ARG.: Pixabay.

Birminghameko Unibertsitateak gidatutako ikerketa batean frogatu dute kastore europarrek (*Castor fiber*) egindako presak urtean % 26 karbono gehiago metatzen dutela ibaiaren eremu horietan. Karbono hori sedimentuetan eta urpean geratutako egur hilean pilatzen da batez ere, eta 30 urtez egon liteke gordeta. Gainera, presaren eragina lagungarria da akuiferoak betetzeko eta ura garbitzeko.

Izan ere, kastoreak adarrak, zuhaixkak eta zuhaitz txikiak moztuz eraikitzen ditu presak, eta lokatzarekin, harriekin eta ibaiaren beraren sedimentuekin egonkortzen ditu.

Egitura horrek uraren abiadura moteltzen du, eta ibaian gora urez betetako eremu bat sortzen du. Korrontea moteltzean, material organikoa —hala nola hostoak, landare-hondarrak eta egur hila— metatu egiten da, eta sedimentuetan geratzen da.

Hala, eremu hori karbono-biltegi eraginkorra bilakatzen da.

Naturan oinarritutako irtenbidea

Ikerketa urtebetez egin dute, Suitzako Rin ibaiaren arroan, 800 metroko ibai-zati batean, non 2010etik dauden kastoreak. Ibaiko hiru puntutan neurtu dituzte sistematik sartzen eta ateratzen diren karbono-fluxuak: presak dauden lekuaren aurretik, kastoreek aldatutako eremuaren barruan, eta ibaian behera. Irekian argitaratu dituzte [emaitzak](#).

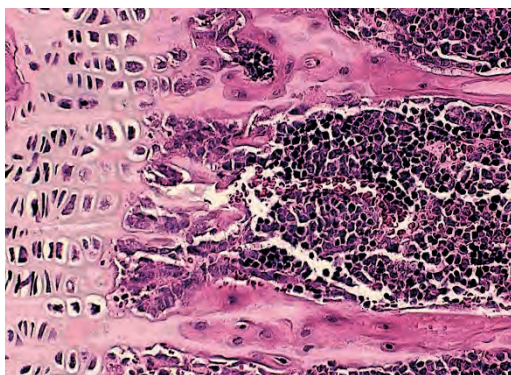
Ikertzaileen esanean, ondorioa kontuan hartzekoa da naturan oinarritutako irtenbide klimatikoetan. Horrez gain, ohartarazi dute kastore europarra ez dela nahastu behar amerikarrarekin (*Castor canadensis*), azken horrek ondorio askoz ere handiagoak sor baititzake bere eremu naturaletik kanpo, eta ez mesederako. ●

Kartilagoa hezur nola bihurtzen den argitu dute

Kartilago-zelula batzuk hezur-zelula bihurtzea eragiten duten mekanismo molekularrak argitu ditu EHUK eta CIC biomaGUNEk gidatu duten nazioarteko talde batek. Frogatu dutenez, hezurren garapenean, zenbait zelula kartilaginoso hezur-zelula bihurtzen dira. Aurkikuntza horrek zalantzan jartzen du hezur-zelulak hezur-muineko zelula ametatik soilik sortzen direlako ustea. [Ikertzaileek azaldu dutenez](#), eratu berria den hezur bat hezur-muineko zelula ametatik nahiz hezur-zelula bihurtu diren zelula kartilaginosoetatik sortua izan daiteke.

Ikerketa-taldeak hezurren eratze-prozesua modelizatzeko gai diren *in vitro* eta *in vivo* tresnak garatu ditu, eta, horri esker, aukera izan dute kartilagoa hezur bihurtzeko prozesuaren jarraipena egiteko. Frogatu dute trantsizio hori benetan gertatzen dela, eta, gainera, argitu ahal izan dute zer mekanismok hartzen duten parte hezur-hazkuntzaren prozesu horretan.

Hori lagungarri izan liteke etorkizunean hezurren garapenari eta medikuntza birsortzaileari buruzko ikerketak bideratzeko. Esaterako, osifikazio-prozesua hobeto ezagututa, itu berriak aurki daitezke hezurren konpontze-prozesua hobetzeko. ●



ARG.: EHU.

Ibaietako arrain migratzaileak, gainbehera larrian

Ur gezako arrain migratzaileak desagertzeko arriskuan daude, Nazio Batuen Espezie Migratzaileen Kontserbazioari buruzko Konbentzioak aurkeztu duen [txosten](#) batek erakutsi duenez. Lehendik zerrendatuta zeuden 24 espeziez gain, beste 325 arrain-espeziez ere babes-neurriak behar dituzte. Zerrendan dauden espezieetatik 50 Europakoak dira, eta horien artean daude aingira, izokina eta kolaka.



Angulak. ARG.: Jack Perks/Shutterstock.com.

Azterketak erakutsi duenez, ur gezako arrain migratzaileen populazioak % 81 jaitسي dira 1970etik. Eta zerrendan dauden espezieen ia % 97 desagertzeko arriskuan daude.

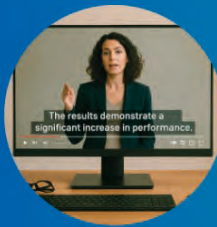
Gainbehera horren atzean daude, besteak beste, presak, azpiegitura hidraulikoak eta ibaietako konektibitatea eteten duten bestelako oztupoak, kutsadura, gehiegizko arrantza eta klima-aldaketa. Txostenak azpimarratzen du espezie horiek planetako mehatxatuenean artean daudela, eta haien kontserbazioa ezin dela ulertu nazio bakarraren ikuspegitik: askotan, arrain migratzaileek hainbat herrialde zeharkatzen dituzte beren bizi-zikloan. Horregatik, nazioarteko lankidetzaren indartzea funtsezkoa dela nabarmendu dute adituek. ●

Transkribatu, azpigitulatu, itzuli eta bikoiztu azkar eta erraz

Sei hizkuntzatan lan egiteko aukera



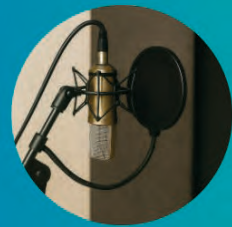
Transkripzioak



Azpigituluak



Itzulpenak



Bikoizketa

Kalitatea

Punta-puntako teknologia

Abiadura

Lortu emaitzak segundo gutxian

Erraza

Lortu emaitza klik bakar batean

Segurua

Zure datuen konfidentzialtasuna bermatu

Eleaniztuna

Euskara, gaztelania, frantsesa, ingelesa, katalana eta galegoa

Elhuyarren bermea

Arreta pertsonalizatua

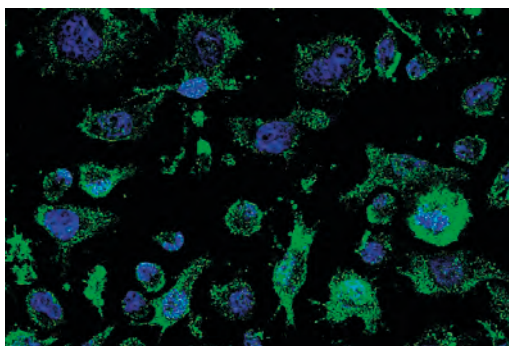
Saio klinikoak hasteko baimena, alboko esklerosi amiotrofikorako botika batentzat

Alboko esklerosi amiotrofikorako (AEA) eraginkorra izan daitekeen botika bat pertsonetan probatzeko baimena eman du Sendagaien eta Osasun Produktuen Espainiako Agentziak (AEMPS). AP-2 izena du botikak eta CSICen Margarita Salas Ikerketa Biologikoen Zentroan garatu dute.

AP-2 farmakoaren xedea TDP-43 proteinaren funtzioa berreskuratzea da. TDP-43 proteina patologikoki eraldatuta dago AEA duten pazienteetan, eta neurona motorren heriotza eragiten du; hau da, garunetik edo bizkarrezur-muinetik muskuluetara seinaleak transmititzeaz arduratzen diren nerbio-sistemako zelulen heriotza. AP-2 farmakoak TDP43aren anomalia lehengoratzeko lortu du, bai zelula-ereduetan, bai animalia transgenikoetan.

Ikertzaileen esanean, oraindik goiz bada ere, zeluletan eta animalietan izandako emaitzak erreproduzitu gero, botikak gaixotasuna mantsotu lezake, eta, onenean, baita geldiarazi ere.

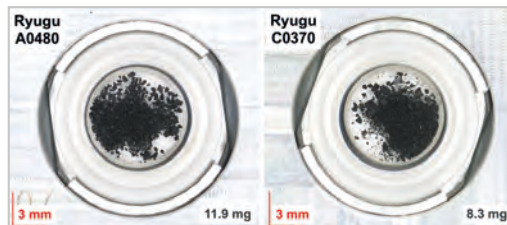
Europar, AEA tratatzeko farmako bakarra dago onartuta: riluzola, sintomatologia hobetu eta bizi-itxaropena hiru eta sei hilabete bitartean luzatzen duen botika aringarria. ●



Urdinez, TDP-43 agregatuak, AEA duen paziente batean. ARG.: CSIC.

DNaren eta RNaren oinarrizko osagaiak, Ryugu asteroidean

Ryugu asteroidearen laginetan, DNaren eta RNaren oinarrizko bost base nukleikoak (adenina, guanina, zitosina, timina eta uraziloa) aurkitu ditu Japonia-ko ikertalde batek. Laginak [Hayabusa 2](#) misioaren barruan ekarri zituzten Lurrera, eta, orain, base nukleikotan jarri dute arreta. Hala, Ryugu laginen analisia beste asteroide batenarekin ([Bennu](#)) alderatu dute, baita bi meteoritoenekin ere (Murchison eta Orgueil), eta diferentzia esanguratsuak aurkitu dituzte base nukleikoen ehunekoetan, jatorriaren arabera. *Nature Astronomy* aldizkarian argitaratu dituzte ikerketaren [emaitzak](#).



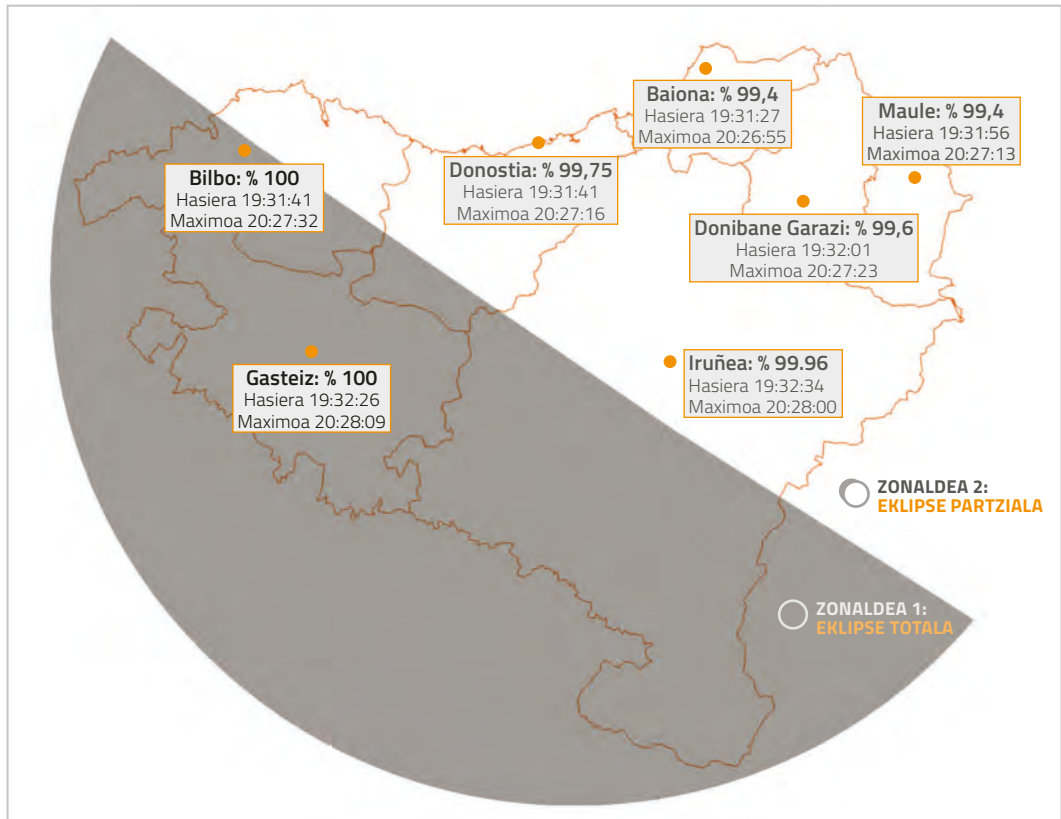
Hayabusa 2 misioan asteroidearen bi leku desberdinetan jasotako laginak. ARG.: JAXA/JAMSTEC.

Ikertzaileek azaldu dutenez, diferentzia horiek bakoitzaren jatorrizko ingurune kimikoaren eta historia ebolutiboaren ondorio dira. Edonola ere, azpimarregarria iruditu zaie denek edukitzea base nukleikoen arrastoak. Haien ustez, horrek esan nahi du biziaren oinarriztat hartzen diren molekula horiek hedatuta daudela eguzki-sisteman. Are gehiago: asteroideek eta meteoritoek Lurreko biziaren sorreran zerikusia izan dezaketela iradoki dute. ●



[Albiste gehiago,](#)
[webgunean](#)

2026ko abuztuaren 12ko eguzki-eklipsearen mapa



GOMENDIO BATZUK

Nondik ikusi

Eklipsea arratsaldeko azken orduan hasiko da. Hortaz, Eguzkia nahiko baxu egongo da zeruan, 8° inguruko altueran. Ipar mendaldeko zerumuga garbi ikusten den leku bat bilatu behar da. Eta kontuan izan eguraldiaren iragarpena, noski.

Noiz izango da

Ilargia 19:30ak aldera hasiko da Eguzkiaren aurretik igarotzen. Pixkanaka joango da estaltzen, eta, ordubete geroago, 20:27an, eklipsearen maximoa izango da. Ilunabarra 21:30ak aldera izango da, pare bat minutu geroago desagertuko da guztiz Ilargia Eguzkiaren paretik.

Nola ikusi

Ez ahaztu begiak babestea! Bestela, proiektatuta ikus daiteke, itzalen bidez. Ikusmen-arazoak dituztenentzat, badaude aplikazioak soinu bidez jarraitzeko eklipsea.



[Eklipseari buruzko edukia](#)

Virginia Garcia Pena

Astronoomoa



*“Lurra espaziotik ikusi nuenean,
harrapatuta geratu nintzen”*

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Virginia Garcia Pena (Pasaia Donibane, 1979) astronomoa da. Aranzadi Zientzia Elkarteko bazkidea da, eta dibulgazio- eta hezkuntza-proiektuak garatzen ditu. 2016an sartu zen elkarteko Zuzendaritza Batzordean, eta Astronomia Departamentua zuzendu zuen 2018 eta 2023 bitartean. Zortzi urtez aritu zen planetarista-lanetan Eureka! Zientzia Museoan. 2021az geroztik, Espainiako Astronomia Elkarteen Federazioko Zuzendaritza Batzordeko kide da, eta federazio horrek sustatutako Astronomia Emakumeen Taldeko kide.

Azkenaldi honetan, herriz herri dabil, abuztuaren 12ko eklipseari buruzko azalpenak ematen, baina, eskuzabaltasunez, tarte hartu du Elhuyar aldizkariaren galderari erantzuteko. Aitortu duenez, erraza izan zaio, argi baitzeuzkan erantzunak; bereziki, aurrengo galderarena.

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

Ez dakit iraultza bat den, baina oso gogoan dut nire haurtzaroko une bat, zeinetan ohartu bainintzen gehiago jakin nahi nuela. Une hark ekarri nau honaino. Ama galiziarra dut, eta Galizian izan zen, amonaren etxean. Akordatzen naiz, bazkalondoan, lehengusuekin kanpora joan nintzela jolastera. Amona barruan geratu zen, sukaldea jasotzen, eta, halako batean, ez dakit zertarako, sukaldera sartu nintzen, eta amona telebista ikusten ari zen. Al-bisteak ematen ari ziren, eta, bat-batean Lurraren irudia agertu zen, espaziotik ikusita. Ez dakit zenbat urte izango nituen; sei inguru. Transbordadore baten irudiak izango ziren, eta gogoratzen dut nola gelditu nintzen Lurra espaziotik ikusten eta berria entzuten, ea zer esaten zuten. Gainera, akordatzen naiz lehengusua etorri zela nire bila, deika eta garrasika, eta nik isiltzeko agindu niola, entzun nahi nuelako.

Izan ere, normalean, umeei galdetzen zaienean planeltei buruz, inork ez du aipatzen Lurra. Nik, berriz, grabatuta daukat Lurra ikusi nuela kanpotik, eta horrekin jada harrapatuta gelditu nintzen.

Niretzat, momentu hura giltzarria izan zen. Horrez gain, hemengo aitona arrantzako patroia zen, eta izarrak erakusten zizkidan. Ilargia ere bere prisma-tioekin ikusi nuen lehenengo aldiz. Oso txikitatik datorkit espazioarekiko grina.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke?

Galdera hau ez daukat bestea bezain garbi, baina esango nuke unibertsoari buruzko galdera asko ditugula oraindik erantzun gabe, eta horietako batzuk erantzutea gustatuko litzaidake. Adibidez, materia iluna eta energia iluna detektatzea.

Izugarrizko ahalegina egiten ari dira horretarako, unibertsoa ulertzen dugun bezala ezagutzeko bi datu horiek falta baitzaizkigu, materia iluna eta energia iluna. Gerta liteke, hori bai, deskubritzea oker geundela, eta ez dagoela ez materia ilunik, ez energia ilunik.

Bi aukerak dira oso hunkigarriak. Aurkitzen badituzte, sekulakoa izango da. Eta ondorioztatzen badute ez direla existitzen, eta guk asmatutakoak direla formulak ondo egokitzeke, esan nahiko du zalan-tzan jarri beharko dela urteetan eraikitzen joan garena. Biak dira liluragarriak. ●



[Entzun solasaldia](#)
["Emakume zientzialarien](#)
[argitan" zikloaren barruan](#)

Itziar Aretxaga Mendez

Astrofisikaria

*“Zoragarria da eklipsea aurreikusi
ahal izatea”*

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia
Argazkiak: Jorge Sanz (CAB CSIC-INTA)



Eguzki-eklipsea izan da [Itziar Aretxaga Mendez](#) (Bilbo, 1965) astrofisikaria elkarrizketatzeko aitzakia. Eklipsea alde batera utzita ere, ordea, badu zer kontatua. Izan ere, duela hilabete batzuetatik, CSIC-INTAren Astrobiologia Zentroan (Madril) ari da ikertzen, ia hiru hamarkadaz Mexikon aritu ondoren. Bere ikergeia urruneko galaxietan gertatzen diren izarren jaiotza erraldoiak dira, eta horri buruz aritu da batez ere, baina ez du ezkutatu ilusio handia egiten diola gure gertueneko izarren eklipsea ikusteak.

Baduzu eguzki-eklipse osoa ikusteko asmorik? Aukeratua duzu lekua?

Bai, ilusioa egiten dit! Hain zuzen, nire egutegia antolatzen ari naiz eguzki-eklipse osoa ikusi ahal izateko. Justu horren aurretik, biltzar batetik itzuliko naiz, eta gero beste batera joan behar dut. Baina, tartean, aste horretan, hemen inguruan geratuko naiz, eklipsea ikusteko.

Duela bi urte ikusi nuen lehen aldiz eguzki-eklipse oso bat. Mexiko zeharkatu eta Texaseraino joan nintzen, eklipse osoa ikustera. Aurretik, partzialak ikusi izan nituen, eta hura izan zen osoa ikusteko bidaiatu nuen lehen aldia.

Zoragarria iruditzen zait hau gertatuko dela aurreikusteko gai izatea. Benetan ikaragarria da pentsatzea duela milaka urte ere bazutela jakituria hori, eta nola orain zehaztasun osoz modelo fisikoen bidez auresan dezakegun nola gertatuko den eklipsea, eta planifikatu dezakegun noiz eta nora bidaiatu, hura ikusteko. Hori niretzat benetan zoragarria da, zientziaren aurrerapenaren adierazle bat.

Eguzkia da gure gertueneko izarra eta ondoen ezagutzen duguna. Zuk, ordea, urrunenen dauzkanak ikertzen dituzu, jaiotzen ari direnak.

Bai, hori da nire ikergeia, galaxien jaiotza: izarrek nola jaiotzen diren galaxien barruan eta zer kondizio egon behar diren hori gertatzeko.

Horretarako, urte asko eman dituzu Mexikon. Kontatuko diguzu nola iritsi zinen hara eta zertan ibili zaren?

Ba, begira, 27 urte egin ditut Mexikon! EHU hasi nintzen ikasten Fisika; gero Madrilerara joan nintzen, lehenik Unibertsitate Konplutentsera, karreara amaitzera, eta gero Unibertsitate Autonomora; han egin nuen doktoretza. Madrildik Cambridgera, Greenwicheko Errege Behatokira, eta handik Alemaniara, Max Planck Institutura. Eta azkenik Mexikora; hantxe bizi izan naiz 27 urtez, ia oraintxe arte.

Orain ikertzen ari naizena nolabait beti ikertu izan dudana da: galaxien bilakaera. Bilakaera horretan, prozesu asko gertatzen dira. Haietako bat da izarren jaiotza, eta izarren jaiotzarekin egon da lotuta beti nire ikerkuntza.

Hasieran, tesia egin nuenean, batez ere arduratzen nintzen gertuen dauzkagun galaxietan dauden nukleo aktiboetan jaiotzen diren izarrez. Orain, aldiz, ari naiz ikertzen oso urrun dauden galaxietan nola gertatzen diren izar-jaiotza erraldoiak.

Bitarte horretan, teleskopio batzuk desagertu dira, eta berriak dauzkazue gaur egun. Nola eragiten dute aldaketa horiek ikerketan?

Bai, bai, berriak ditugu, eta zaharretako batzuk ere oraindik ibiltzen dira. Orain, batez ere, uhin milimetroetan behatzen ditut jaiotza erraldoi horiek. Baina batera jartzen dugu dagoen informazio guztia,

uhin ultramoreetatik irrati-uhinetara joanda. Izan ere, prozesu ezberdinak ikusten dira uhin-luzera bakoitzean.

Teleskopio horietako batzuk oso berriak dira; adibidez, Mexikon dagoen teleskopio milimetriko handia eta espazioan dagoen JWST [James Webb Space Telescope]. Baina badaude horren berriak ez diren teleskopioak; esaterako, VLA [Very Large Array]. Socorron dago, Estatu Batuetan, eta irrati-teleskopioen batera bat da; hau da, ez da antena bakarra, baizik eta antena-multzo bat, konfigurazio jakin batekin, interferometria egin ahal izateko. Horri esker, argazki oso zehatza lortzen dugu.

“Teleskopio bat baino gehiago jartzen ditugu lanean, helburu zientifiko batean lan egiteko”

Orduan, ez zaitugu imajinatu behar teleskopio bakkarrarekin lanean, askorekin baizik.

Hori da. Teleskopio bat baino gehiago jartzen ditugu lanean, helburu zientifiko batean lan egiteko, eta informazio hori guztia beharrezkoa da.

Hasieran beste teleskopio batzuk erabiltzen nituen; horietako batzuk jada ez daude martxan, erretiratu daude. Nire lehenengo teleskopioa Kanarietako JKT izan zen [Jacobus Kapteyn teleskopio optikoa]. Horrekin egin nituen nire lehenengo behaketak. Ez ziren nire tesirako, baizik eta lankide baten tesirako.



Biok ari ginen doktoretza egiten, baina bera ni baino aurrerago zihoan, eta harekin joan nintzen lehen behaketak egitera, ikasteko.

Kristoren teleskopioa iruditu zitzaidan, handi handia. Ez zen Kanarietan zegoen handiena; metro bat baino ez zuen, eta Kanarietan bertan zegoen William Herschel teleskopioa ere [optikoa eta infragorrikoa], lau metrokoa. Baina, garai hartan, JKTk inpresio handia eragin zidan. Orain, 10 metroko teleskopio optikoetara joaten naizenean, horrekin gogoratzen naiz. Dena txiki geratu da orain.



Teleskopioekin gertatu den bezala, teknologia aldatu den heinean, lana egiteko modua ere aldatuko zen.

Orain askoz ere erraztasun handiagoarekin hartzen ditugu datuak teleskopio batetik eta bestetik. Interneten dena dago konektatuta. Datu-banku handi-handiak dira, eta horietan informazio asko daukagu, eta berehala konektatu gaitezke datuak eskuratzeko.

Mundua bera askoz ere konektatuago dago. Eguzkeroko, hainbat ordu pasatzen ditugu telekonferen-

tzietan, lankideekin lanean. Adibidez, nik Estatu Batuekin, Mexikorekin eta abarrekin egiten ditut telekonferentziak. Ordutegi ezberdinak dira, baina horrela egiten dugu. Internet bidez errazagoa da aurrerapenak egitea, hori horrela da.

Beraz, bai, lan egiteko era asko aldatu da. Orain, gero eta gutxiago joaten gara teleskopioetara. Robotizatuago daude, eta urrunetik egiten dira behaketak.



SIEMENS
MAN

“Ari naiz aztertzen nola eragiten duten izar-jaiotza erraldoiek galaxien eraketan”

Teleskopioek jasotzen duten informazioa irekia da, datu guztiak daude denen eskura?

Ez guztiz. Teleskopio handietan, normalean, ikerketa proposatu duen taldeak urtebete du datu horiek ustiatzeko eta ikusteko ea zer atera dezakeen hortik. Baina gero datu-baseetara joaten dira datu horiek, eta jende guztiak analiza ditzake. Baina hori da teleskopio handiak nola ibiltzen diren.

Gero, badaude beste teleskopio batzuk pribatuak direnak, eta, horietan, zuk misioaren edo esperimentuaren partaide izan behar duzu datu horiek ikusi ahal izateko.

Beraz, oro har, bi modalitate daude: urtebetez informazioa eduki eta gero datu-baseetara joatea, edo esperimentuen modalitatea, zeinean datuak ez diren publikoak, esperimentua egiten duenarenak baizik. Eta zuk horko datuak nahi badituzu, kolaborazio bat egin behar duzu, partaide izateko; dirua jarri behar duzu teleskopio-esperimentu hori aurrera eramateko.

Adibidez, energia handienetan, gamma izpitan, horrela funtzionatzen dute. Ez dira imajinatzen ditugun teleskopioak, norabide batean bideratzen direnak. Teleskopio panoramikoak dira, zero osoa ikusten dute aldi berean. Espazioa analizatzeko beste era bat da.

Zu zer modutan aritzen zara?

Astrofisika lantzeko nire era behaketetan oinarritzen da. Niretzat oso inportantea da teleskopioak erabiltzeko ahalmena. Mexikon badaude teleskopio batzuk horrelako behaketetarako erabil daitezkeenak; adibidez, Teleskopio Milimetriko Handia [GMT] handiena da eta. Horrez gain, Mexikok Kanarietako Teleskopio Handiaren [GTC, optikoa eta infragorri hurbila] zati bat dauka. Beraz, hura ere erabili izan dut nire ikerkuntzarako.

Eta gero badago gamma izpitan beste teleskopio bat, HAWC deitzen dena. Baina hura esperimentu modura erabiltzen da, eta kolaborazioaren partaide izan behar duzu datu horiek erabiltzeko. Lankideak izan ditut hor lanean, eta oso interesgarria da hori ere. Hala ere, gu espezializatu egiten gara, ezin dugu dena batera egin.

Hortaz, teleskopio horiek izan ditut lan egiteko. Orain, 2025etik nago hemen [Madriren], eta, horiekin jarraitzen badut ere, beste batzuk erabiltzeko ahalmena ere badut.

Nola eman zenuen pausoa?

Espainiako Zientzia, Berrikuntza eta Unibertsitate Ministerioak programa bat dauka, ATRAE, kanpoan dabilzan eta jada ibilbide bat baduten zientzialariak erakartzeko. Uste dut hirugarren deialdia egin dutela aurten. Nirea bigarrena izan zen. CSICera etortzeko eskatu nuen, eta irailean etorri nintzen.

Jarraipeneko lana egiten ari naiz. Han, Teleskopio Milimetriko Handiarekin ari nintzen lanean, eta, orain, hango lana baliatuz, distantzia handietan galaxien erroldak egiteko, ari naiz aztertzen nola

“Ilusio handiz hartzen dute, eta niri asko gustatzen zait jende gaztearekin lan egitea”

eragiten duten izar-jaiotza erraldoiek galaxien eraketan.

Jarraipenekoia izan arren, aldatzen da norentzat ari zaren eta norekin. Hemen, nire taldea osatzen ari naiz, eta, adibidez, doktoretza-ikasle bat daukat, dagoeneko aditua bihurtu dena, eta doktoratu osteko beste bat ere izango dut.

Ikusten da gustuko duzula ikasleekin lan egitea; Mexikon ere lan handia egin duzu gazteekin.

Azken finean, kolaboratzaileak dira. Hasieran asko gidatu behar dituzu, zeren ez daukate zuk daukazun ibilbidea, jakiteko gauzak nondik joan daitezkeen. Baina ilusio handiz hartzen dute edozein ikerkuntza, eta niri asko gustatzen zait jende gaztearekin lan egitea. Zerbait hartzen dute zugandik, baina zuk ere hartzen duzu haiengandik. Ilusioa, batez ere, eta gauzak beste era batera ikustea. Belaunaldi berriekin lan egitea zoragarria da.

Eta alderdi zientifikotik, zer aurkikuntzak egin dizu ilusiorik handiena?

Beti azkenak. Egin dudan azken ikerketak egin dit ilusio handiena beti. Gauza batzuk beste batzuk baino errazago ateratzen dira, baina ezer ez da erraza. Beti egin behar duzu lana emaitzak izateko, beti sufritzen duzu pixka bat. Eta beti hartzen duzu ilusio berriarekin lortu duzun azken emaitza.

Emaitza horietara iristeko, teleskopioen bilakaera aipatu duzu, baina datuak analizatzeko modua ere aldatuko zen. Aspalditik erabiltzen duzue adimen artifiziala zuek, ezta?

Bai, aspalditik. Ni tesiarekin hasi nintzenean, lehenengo sare neuronalak erabiltzen ari ziren astro-

fisikan. Noski, lehenengo sare neuronal haietatik orain dagoenera alde handia dago. Hala ere, ondo jakin behar duzu nola erabili. Bestela, gehiegi jakin gabe AAren eskuetan uzten badituzu kontuak, aldrebeskeria asko gerta daitezke.

Aditu batek begiratu behar du egin zaion galdera ondo interpretatu duen eta atera dena zuzena den. Izan ere, oraindik gauza asko gaizki egiten ditu. Beste tresna bat da, eta esango nuke guztiok erabiltzen dugula, datuak ustiatzeko edo, bestela, informazioa bilatzeko. Baita osagarri modura ere, aurkitzen ari garena osatzeko, eta grafikoak egiteko. Orain, programatzeko ere asko erabiltzen dugu. Hortaz, bai, aspalditik erabiltzen genuen, eta, azken urteotan, aurrerapen asko izan dira, eta gauza gehiagotarako erabiltzen dugu.

Azken galdera bat, zure beste pasioari buruz: argazkilaritza. Aterako diozu argazkirik eguzki-eclipseari?

Ez. Nik [urpeko argazkilaritza](#) egiten dut, eta orain, Madrildik, kilometro batzuk egin beharko ditut itsasora joateko. Baina Mexikon ere egiten nituen kilometroak; aldea da han bero handiagoa egiten duela. Eguzkiari argazkiak ateratzeko iragazki bereziak behar dira, eta nirea kamera guztiz normala da. Izan ere, ni argazkilari amateurra naiz, eta horrela izatea nahi dut. Beharraren kutsua hartuko balu, ez nuke gozatuko. Eta nik gozatzeko ateratzen ditut argazkiak, nire kamera arruntarekin, inolako presio eta asmorik gabe; plazer hutsagatik. ●

Aholkularitza Zerbitzua

Ikastetxeekin eskuz
esku, egiteko modu jakin
batekin, errespetuz eta
gertutik.

Eskatu hitzordua



IKASTETXE BAKOITZAREN BEHARRETATIK ETA ERRONKETATIK
ABIATUZ, ONDORENGO ALDERDI HAUETAN EGITEN DITUGU EKARPENAK:

Irakasle taldearen
partaidetza eta
kohesioa errazten
ditugu.

Ikasleekin
egunerokoan
erabiltzeko tresnak
lantzen ditugu.

Etengabeko
hobekuntzarako
antolaketa jasangarria
bilatzen dugu.

Ilargiaren itzalak argitutakoa

Guillermo Roa Zubia · Elhuyar Zientzia

Zilegi da galdetzea zertarako. Eklipse baten kasua ez da salbuespen bat: zertarako baliatu dezakegu eguzki-eklipse bat? Gizakiarentzat ez da ikuskizun natural hutsa; eklipseak berezko ezaugarriak ditu, eta erabiltzerik badago, erabiliko ditu.

Noiz gertatu zen Troiako gerra? Noiz desagertu ziren Stonehenge eraiki zutenak? Noiz jaio zen Txinako lehen enperadorea? Gure gaur egungo ikuspuntutik, aintzinako historiak egutegi fidagarri baten falta du. Ez dakigu zehazki noizkoak diren gertaera zaharrenak; K. a. VI. mendera arteko gertaerak datatzea oso zaila da, eta geroagoko gertaera gehienak ere bai. Hala ere, salbuespen bat dago, eklipsearen gatazka. Hala deitzen zaio.

Eklipsearen gatazkan mediarrak dira protagonistak. Persia osatu baino lehenagoko garaietan, haiek kontrolatzen zuten Kaspiar itsasoaren hegoaldeko kosta, eta gerraz gerra zabaldu zuten lurraldea; gaur egungo erreferentziak hartuta, Irango iparraldetik Turkiaren erdialderaino. Han lidiarrak topatu zituzten, eta borrokan hasi ziren. Eta egun batean, bat-batean, borroka eten egin zuten. Bai, baina noiz izan zen? Bada, zehatz-mehatz, K. a. 585 urteko maiatzaren 28an. Egun horretantxe.

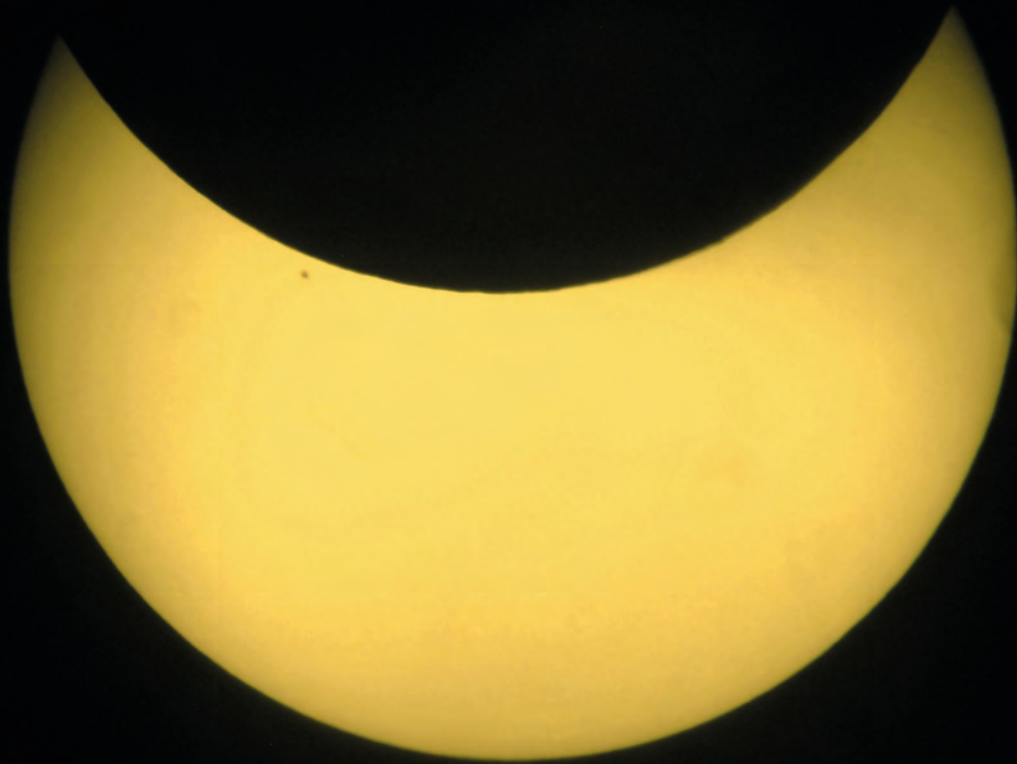
Zertarako balio du eklipse batek? Bada, kasu horretan, egutegi moduan erabiltzeko. Herodoto historialari grekoaren kronikaren arabera, mediarrak eta lidiarrak borrokan ari ziren batean, gaua egin zen. Eta gerlariak gerra bukatzeko seinale moduan hartu zuten. Bi lurralderen arteko muga bertako Halys

ibaian ezarri eta sei urteko gerrari amaiera eman zioten. Lehen aldiz, eklipse bat egutegi bihurtu zen. Gainera, bitxia bada ere, Miletoko Talesek iragarri omen zuen eklipsea, baina bi herri haiek ez zuten iragarpen horren berri.

Fikziorako jauzia

Espero gabeko eklipse bat jainkoen seinale izatearen ideia interesgarria da gidoi bat idazteko. Eta askotan erabili izan da. Oso ezaguna da, adibidez, Mark Twain-en *Yankee in King Arthur's Court* liburua. Eta, adibidez, *Tintin eta Eguzkiaren tenplua* komikian ere erabiltzen zuen Hergék ideia hori.

Nolanahi ere, historian izan dira saiakerak eklipseak iragartzeko. Ustez, Antiziterako mekanismoaren helburua horixe zen. Antiziterako mekanismoa hondoratutako barku greziar batean topatu zuten. Kasua deigarria da, engranaje askoko makina mekaniko bat delako —konputagailu analogiko deitzen zaio batzuetan—, eta, ustez, engranaje zehatzak egiteko teknologia ez zegoen eskuragarri barkuaren garai hartan. Horregatik, aditu batzuek proposatu dute makina geroagokoa dela, baina itsasora erori eta hondoratu egin zela, kasualitatez, urperatutako barkua zegoen tokian.



ARG.: Fernando de Gorocica/CC-BY-SA.

Indiana Jones-en azken filmean (*Indiana Jones and the Dial of Destiny*, 2023) protagonismo handia du Antiziterako mekanismoak. Hala ere, film horretan denboraren makina moduko bat da; historialariek, ordea, ondorioztatu zuten berez astroen posizioak iragartzeko makina bat zela; eklipseak, adibidez.

*“Antiziterako mekanismoak
astroen posizioak iragartzen
zituena, baina orbita
zirkularretatik abiatuta, eta
beraz, gaizki egiten zuen”*

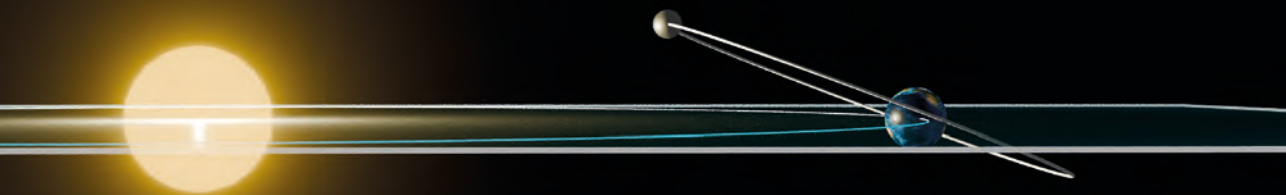
Benetako gailua ikusgai dago Atenasko Museo Arkeologiko Nazionalean. 2006an, *Nature* aldizkariak argitaratu zuen haren analisi bat, eta funtzionamenduari buruzko ikerketa baten emaitza. Eta hor dago gakoa. Askotan aipatzen da zer den eta harrigarria dela garai hartan horrelako gailu bat iza-

tea, baina gutxitan azaltzen da berez ez zuela ondo funtzionatzen. Arazoa da engranajeen bitartez, astroen orbita zirkularrak hartzen dituela oinarri, eta astroen orbitak ez dira zirkularrak. Eliptikoak dira.

Eklipseak zientzia egiteko

Beste erantzun-mota bat eman dakioke eklipse batek zertarako balio ote duen galdera horri: zientziaren erantzuna. Eklipseak urriak dira, eta, beraz, ez dirudi oso erabilgarriak direnik.

Ilargiak hilabetean behin egiten du bira bat Lurraren inguruko orbitan, baina eklipseak ez dira hilabetean behin izaten. Horren arrazoia da Ilargiaren orbita konplexua dela. Batetik, orbita eliptikoa du (batzuetan gertuago dago beste batzuetan baino) eta prezesio-mugimendu bat egiten du (elipsearen orientazioa etengabe aldatzen da); eta bestetik, eta batez ere, kontuan hartu behar da Ilargiaren orbita eta Lurraren orbita ez daudela plano berean, eta, ondorioz, gehienetan, Ilargiak Eguzkiaren gainetik edo azpitik egiten duela bidea, Lurretik ikusita.



Ilargiaren orbita eta Lurrarena ez daude plano berean. Horregatik ez da ekliptika bat izaten Ilargiaren bira bakoitzean.
Irudia: Guillermo Roa Zubia/Elhuyar.

Nolanahi ere, ekliptikak izaten dira tarteka. Haien iragarpen zuzen bat baldin badugu, etekin zientifikoa ere atera diezaiogegu.

Astroen mugimenduek denbora markatzeko balio dute, hau da, erloju moduan erabil daitezke; eta, gainera, erloju zehatzak dira. Galileok proposatu zuen Jupiterren sateliteen ekliptikak erabiltzea nabigazioan, itsasontzietan ezin baitzuten erloju zehatzik eraman. Erloju zehatz bat izateak, adibidez, esan nahi zuen itsasontziaren posizioaren longituda modu zehatzean kalkulatu zitekeela.

Bada, Galileok pentsatu zuen Jupiterren satelite baten ekliptika bat ez dela aldi berean ikusten longituda ezberdineko bi tokitan. Ez zen ideia ona. Batetik, Galileo oker zegoelako; eta, bestetik, Jupiter behatzea ez delako praktikoa eta askotan ez delako posible. Edonola ere, ekliptikak erloju moduan erabiltzearen kontzeptua interesgarria zen.

1676an, Ole Romer astronomoa Jupiterreko sateliteen mugimendua neurtzen ari zen. Berez, ilargiak ziren, planetaren inguruan mugitzen; ez zen misterio handirik egongo. Datuak hartzea besterik ez zen. Dena den, io-ren ekliptikaren arteko denborak aldatu egiten ziren urtean zehar. Lurra eta Jupiter

zenbat eta gertuago egon, orduan eta laburragoa zen ekliptika batetik besterako denbora-tartea, eta alderantziz. Baina io-ren abiadura ez zen aldatzen. Periodoa beti zen 42,5 ordu. Beraz, ondorio bakarra zen argiak abiadura baduela, ez dela aldi berekoa, eta Lurra urruti zegoenean, denbora gehiago behar zuela Jupiterretik iristeko.

Romerrek urtetan jaso zituen datuak. Haien esker, [argiaren abiadura kalkulatu zuen](#). Ez zen kalkulatu perfektua, baina, batetik, kalkulua egin izanak berak balio handia du, eta, bestetik, hurbilketa ez da oso txarra. XVII. mendean, eta haren emaitza segundoko 212.000 kilometro da (benetako balioa 300.000 kilometro inguru da). Ekliptikak balio izan zuten kontzeptu iraultzaile bat baieztatzen; alegia, argiaren abiadura ez zela infinitua. Gainera, kalkulatu egin zuen.

Teoria iraultzaile bat

Jupiterrenak ez ezik, zientziak Eguzkiaren ekliptikak ere baliatu ditu aurrera egiteko. Alde horretatik, historian izan diren ekliptika ezagunenetakoa bat 1919ko maiatzaren 29an izan zen. Einsteinek teoria errotatu bat proposatu zuen, Erlatibitate orokorraren teoria. Eroa zen, besteak beste, proposamen erota egiten zuelako, alegia, masa oso handi batek

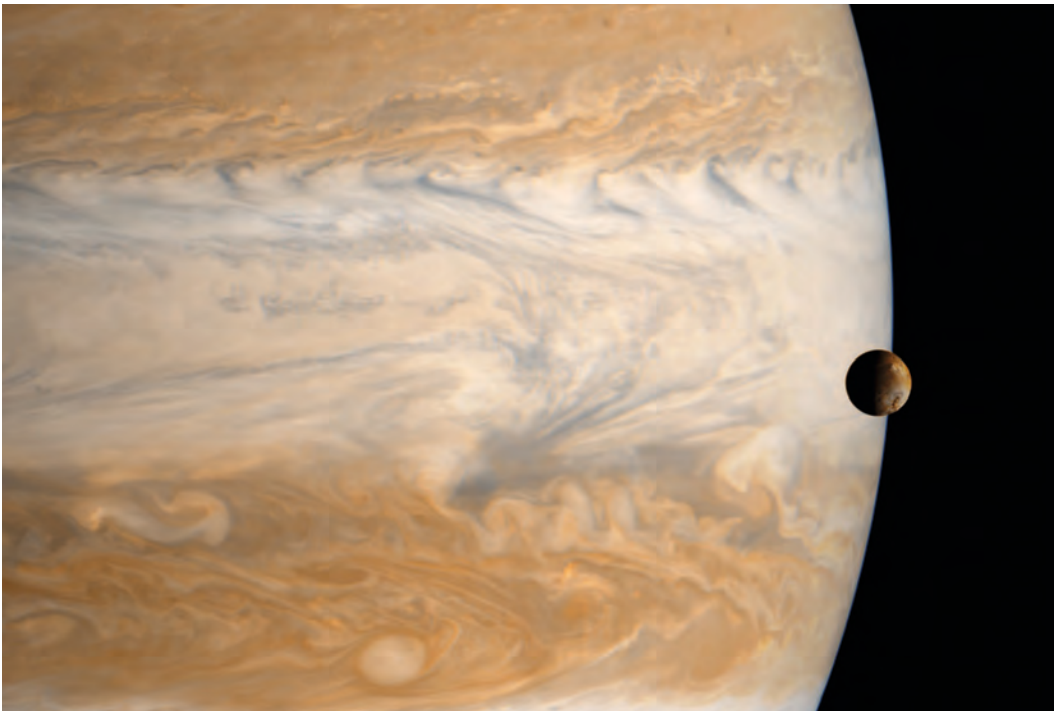
“Jupiterreko eklipseek balio izan zuten kontzeptu iraultzaile bat baieztatzeko; alegia, argiaren abiadura ez dela infinitua”

argiaren ibilbidea desbideratzen duela. Eta 1919ko eklipsean hori zuzena zela frogatu zen. Masa handia Eguzkia bera da, eta desbideratutako argia, berriez, Eguzkiaren atzean dauden izarrena da.

Jakina, egunez ez dira izarrak ikusten. Eguzkiaren masa handiak haien argi-izpiak okertzen ditu, baina egunez ezin da efektu hori ikusi. Gauzez ere ez, Eguzkia ez baitago bertan. Beraz, Eguzki-eklipse oso bat aukera bakarra da horixe ikusteko; Eguzkiaren argia itzaltzea bezala da, baina Eguzkia bera bertatik kendu gabe. Eta horregatik abiatu ziren

fisikariak eklipse baten bila. Hainbat aldiz saiatu ziren, eta, azkenean, 1919ko eklipse batekin lortu zuten efektuari argazkiak egitea.

Garai zailak ziren; Lehen Mundu Gerra bukatu berria, tentsioa zegoen britainiarren eta alemaniarren artean, eta erlatibitatearen ideia Alemaniatik zetorren. Hala ere, Frank Watson Dyson eta Arthur Stanley Eddington britainiarrek bi espedizio bidali ahal izan zituzten eklipseari argazkiak ateratzeko. Eklipseak denbora asko iraun zuen, eta horri esker, Ilargiaren itzalak bide luzea egin zuen. Britainiarren



Jupiter planeta eta Io satelitea. Satellite horren eklipseak erabili zituen Romer astronomoak argiaren abiaduraren lehen kalkulua egiteko. ARG.: NASA/JPL-Caltech/SSI/Kevin M. Gill.

“Eklipse baten argazkiei esker, frogatu zuten Einstein zuzen zegoela: Eguzkiak izarren argia desbideratzen du”

espedizio bat Sobral herrira joan zen, Brasileran, eta bestea Principe uhartera, Afrikara. Eguraldi eskasa izan zuten bietan, eta ekipamendu urria zeukaten. Baina bi tokitan egindako argazkiei esker, frogatu egin zuten Einstein zuzen zegoela: Eguzkiak izarren argia desbideratzen du. Ondorioz, eklipse bat erabili zuten erlatibitate orokorraren iragarpen teoriko bat lehen aldiz praktikan baieztatzeko.

Eklipse artifiziala

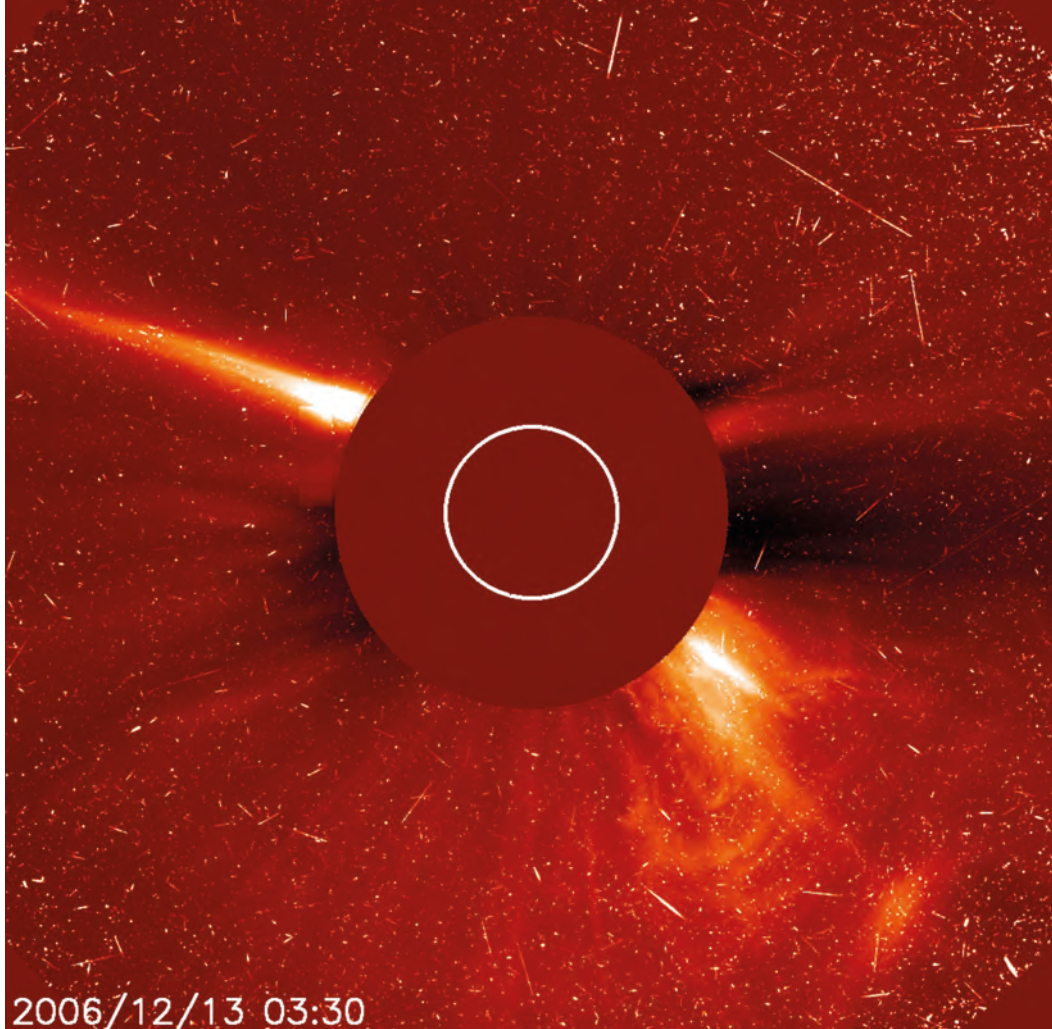
Gaur egungo zientziarentzat eklipseak ez dira bereziki baliagarriak. Gutxitan izaten dira ezinbestekoak eklipse batek sortzen dituen kondizioak ikerketa

bat egiteko. Nabarmendu egin behar da hori, eklipseak urriak direlako. Ideia bat izateko, XX. mendean 228 eguzki-eklipse izan ziren, eta horietako 71 bakarrik izan ziren eklipse osoak. Beraz, horien beharra duen ikertzaile batek luze itxaron behar du eguzki-eklipse egoki bat baliatzeko. Gainera, eklipse bat nondik ikusten den eta zenbat denboraz, horrek asko baldintzatu dezake ikerketa.

Edonola ere, hainbat kasutan, eklipse artifizialak eragin daitezke, eta haiek baliatu. Adibide ikusgarriena SOHO behatokia da (*Solar and Heliospheric Observatory*). Espazioan dagoen ESA agentziaren

Antiziterako mekanismoa. Gaur egun Atenasko Arkeologia Museo Nazionalan dago. Jatorrizko mekanismoa puskatua dago. Goiko bi argazkiak mekanismoaren zati nagusiarenak dira: ezkerrean, aurretik ikusita, eta, eskuinean, atzetik ikusita. Gainerakoak, beste zati batzuk dira. ARG.: Marsyas/Creative Commons.





SOHOren koronografoak harrapatutako Eguzkiaren erupzio handi baten irudia, 2006ko abenduaren 13koa. ARG.: ESA.

behatoki bat da, L1 izeneko puntuaren inguruko orbitan kokatua. Edozein planetaren orbitari lotuta hainbat puntu egonkor daude, baita Lurraren kasuan ere; puntu horietako batean espaziontzi bat kokatuz gero, espaziontzia ez da inora eroriko. Lagrangeren puntuak deitzen dira, eta SOHO behatokia puntu horietako baten inguruan biraka dabil, L1 izenekoaren inguruko orbitan, hain zuzen.

Baina kokapena baino are interesgarriagoa da zer trikimailu erabiltzen duen Eguzkiaren koroa ikeritzeko. Ideia da Eguzkia bera estaltzea haren argia oztopatzeko, eta modu horretan koroa behatu ahal izatea. Alegia, eklipse artifizial bat erabiltzen du koroa ikusi ahal izateko. Abuztuaren 12an Ilargiak egingo digun lan berbera da: Eguzkia estaliko digu, eta Eguzkiaren koroa ikusiko dugu begi hutsez. Ez da harrizkekoa behaketa-mota horrek posible egi-

ten duen instrumentuak *koronografo* izena izatea. SOHO behatokiak halako bat erabiltzen du koroa etengabe behatzeko.

“SOHO behatokian eklipse artifizialak eragin daitezke, eta haiek baliatu”

Horri esker, SOHOk milaka kometa aurkitu ditu, eta, jakina, Eguzkiaren jardueraren erregistro luzerako datuak ematen ditu. Eklipseak erabilgarriak dira; beraz, eklipserik ez baduzu, sortu ezazu bat. ●

Eklipsearen dardarizoa

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Javier Armentia Fructuoso astrofisikariak emozio kutsakorrez hitz egiten du abuztuaren 12ko eguzki-eklipseaz. "Egin kontu: pertsona batek bizi den lekuan eklipse bat ikusteko probabilitatea % 25ekoa baino txikiagokoa da". Horrek garbi uzten du gertakari benetan ezohikoa dela. Ez da harrizkoa, beraz, eragin nabarmena izatea gugan. Ez gara eklipsea sumatzen dugun espezie bakarra, ordea. Hegaztietan, saguzarretan eta beste bizidun bazuetan ere nabaritzen da dardarizoa.

"Eklipsea fenomeno astronomiko hutsa baino askoz ere gehiago da. Gure arloko zientzialariontzat, noski, erakargarria da; nahiz eta ez daukan garai bateko garrantzia laborategi natural gisa. Ikuspegi zientifikotik, ez da lehen bezain emankorra; hori hala da. Baina eguna gau bihurtzea eta gero berriro argitzea

zirrargarria da, berez. Eta zirrara horrek badu zer-bait berezia; gure adimenaz kanpo balego bezala da. Izatez, ez da hainbeste denbora eklipseak zehatz iragar ditzakegula". Armentiazen hitzak dira. Ez du ezkututzen eklipseekin liluratuta dagoela, azalpen zientifikoa ondo baino hobeto dakien arren.

Edo, agian, baita horregatik ere. Izatez, harrigarria baita kasualitate hutsez gertatzea. Ez baitago arrazoizko azalpenik Ilargia Eguzkia baino 400 aldiz txikiagoa izateko, eta, aldi berean, Lurretik 400 aldiz gertuago egoteko. Eta bien mugimenduak lerrokatuta geratzeko, tartean behin. Azalpena jakin ezean, Eguzkia tarte batez desagertzeak mirarizkoa liru-dike, edo beldurgarria. Horregatik, fenomeno zientifikoki ulertzeko gai ez zirenean, mitoen bidez azaltzen zuten.

Haur batzuk, begiak ondo babestuta, 2017ko abuztuaren 21eko eklipsea ikusten. ARG.: Jabego publikoa/Fort Campbell Multimedia Visual Information Service Center.



Kultura eta garai bakoitzak du bere mitoa. Adibidez, txinatarren mitologian, kontatzen dute herensuge batek Eguzkia jaten zuela. Herensugea uxatu eta Eguzkia berreskuratzeko, danborrak jotzen zituzten, eta geziak jaurtitzen zituzten zerura. Aztekek ere uste zuten Eguzkia irentsita desagertzen zela; baina ez zuen herensuge batek jaten, jaguar batek baizik. Eskandinaviako mitoan, bi otso Eguzkia eta Ilargia ehizatzen saiatzeko dira; harrapatzen dituztenean, eklipsea gertatzen da, eta horrek munduaren amaiera iragartzen du. Hinduentzat, deabru bat zen Eguzkia jaten zuena; egiptoarren zat, suge bat...

“Pertsona batek bizi den lekuan eklipse bat ikusteko probabilitatea % 25ekoa baino txikiagokoa da”

Armentiak ere kontatzen ditu halakoak urtea hasi zenetik han eta hemen ematen ari den hitzaldietan eta dibulgazio-ekintzetan. “Buru-belarri nabil honetan; izan ere, nahiko nuke jende guztia jabetzea fenomeno izugarri berezi bat bizitzeko aukera izango duela”, aitortu du. Gogora ekarri du lehen ere bazela eklipse baten etorrera bere antzera bizi zuenik: “Adibidez, erromantizismoko eta geroagoko zientzialariak, eta haien inguruko jende aberatsa. Espedizioak antolatzen zituzten, eta Europa zeharkatzen zuten eklipsea bizitzeko eta dokumentatzeko. Artea egiteko ere inspiratzailea zitzaien, eta margolan eta idazlan zoragarriak sortu zituzten. Hor ere garbi ikusten da sortzen duen erakarmena interes zientifikoaren gaintik dagoela”.



Eklipsearen herensugea (tinnin), f. 359. 1540- 1545 urtekoa. ARG.: Jabego publikoak.

Euskal Herrian ere, 1860ko eta 1905eko eguzki-eklipseek sortu zuten ikusmina jasota geratu da garai hartako komunikabideei esker. Gaur egun, sare sozialak foro egokia dira begiratzeko zer iritzi edo inpresio sortu duen fenomeno batek. Adibiderako, 2017ko eklipseak Twitter sare sozialean utzitako arrastoari buruzko ikerketa bat aipatu du Armentiak. Kaliforniako Unibertsitateko Sean Goldy psikologoak gidatu zuen azterketa hura. Ia hiru milioi erabiltzailearen txioetan azaltzen ziren erreakzioak aztertu zituen, eta baieztatu zuen eklipseak nabarmen erasan ziela: harridura, esker ona eta txera adierazten zuten mezuak ugaritu egin ziren, eta jendeak maizago erabili zuen *gu* izenordea, *ni* erabili beharrean. Hori bai; giro atsegin horrek 24 ordu bakarrik iraun zuen.

“Garbi ikusten da sortzen duen erakarmena interes zientifikoaren gaintik dagoela”

2024ko eklipsean ere, antzeko joera ikusi zuten ikertzaileek. Sare sozialek poz kolektibo baten berri eman zuten, eta jendea taldean, elkartuta eta zorionsu erakusten zuten argazkiz bete ziren. “Horrek guztiak erakusten du eklipse bat bizitzea eraldatzailea dela”, ondorioztatu du Armentiak.

Hitzaldietan, beraz, giro berezi hori ingurukoekin batera bizitzeko aholkuak ematen ditu: nola presatu esperientzia, zer ikusiko duten, nondik ikusiko duten ondoen, nola behatu behar duten... “Badaezpada ere, berriro esango dugu, ezta? Begiak ondo babestu behar dira, iragazki egokiek, kalterik ez izateko. Bestela, zeharkako behaketa egin daiteke, itzalari begiraturata, zulatutako paper batekin, edo bahe batekin. Zuhaitzetako ostoen itzalean ere

ikus daiteke. Horrez gain, badaude programa nahiko simple batzuk argi-uhinak soinu-uhin bihurtzeko eta eklipsea belarritz jarraitzeko ere”.

Argian ez ezik, haizean ere sumatzen dira aldaketak. Eklipse-haizea deitzen zaie aldaketa horiei. Europan, 1999ko eklipsean ikertu zituzten, adibidez. Orduko azterketek erakusten dutenez, ehunka kilometrotan, Eguzkiaren argia desagertu eta tenperatura jaitsi ahala, haizea aldatu egin zen, baita hodeiz estalitako tokietan ere. Adibidez, Readingen (Ingalaterra) hodeitsu zegoen, eta, tenperatura jaitsi zenean, zikloi moduko bat sortu zen. Eklipsearen ondoren, haizea lehenera itzuli zen denean. Presio atmosferikoan ere izan ziren aldaketak, eta luza-roago iraua zuten.



Hiru emakume, 1921eko apirilaren 8ko eklipsea ikusten, Parisen.
ARG.: Rol Agentzia/Jabego publikoa.



2019ko abenduaren 26ko eklipseak sortutako itzalak.
ARG.: Kerala Thrissurren/PRABHAKARAN1972/CC BY SA.

Fenomeno astronomikoa, pertsonala eta soziala

Kontua eklipsea bitiztea da. "Onartu beharra dago eguzki-eklipse osoek txiki sentiarazten gaituztela, eta gogorarazten digutela besteen beharra dugula. Fenomenoa astronomikoa da, baina esperientzia, pertsonala ez ezik, soziala da". Horren erakusgarri da zein desberdin bizi izan ziren 1961eko eta 1999ko eguzki-eklipseak Belgraden. Armentiak azaldu du diferentzia: "1961ean, Jugoslaviako agintariek egoki emandako informazioaren laguntzarekin, jakin-mina izan zen nagusi. Aldiz, 1999koan, komunismoaren osteko Serbia hartan, izua sortu zen kaleetan".

Leku askotan, oraindik ere egiazkotzat dituzte eklipseei lotutako hainbat sineskeria, hala nola emakume haurdunentzat arriskutsuak direla, edota emakumeek, oro har, ez dutela etxetik atera behar, zer gerta ere. Eta, nola ez, era guztietako ideia kospirazionisten pizgarri ere badira. Horrelakoen aurrean, Armentiak uste du kazetaritzak eta dibulgazioak lan baliotsua egin dezaketela.

Hala ere, gerta liteke zientzialariek ere, noizbait, uste okerrak zabaltzea. Itxura denez, hori gertatu

da koniferoek eklipsea iragar dezaketela baieztatu zuen ikerketa batekin. Ikerketa hura 2025ean argitaratu zen, "Picea abies" zuhaitzen sinkronizazio bioelektrikoa eguzki-eklipse batek irauten bitartean" izenburupean. Haren arabera, zuhaitzak gai ziren eguzki-eklipse partzial bat iragartzeko, seinale elektrikoari erreparatuta. Gerora, ordea, beste zientzialari batzuek atzera bota zuten, eta frogatu zuten ikertzaileek seinale elektrikoetan atzeman zituzten aldaketak arrazoi arrunten bidez azaldu zitezkeela.

"Harridura, esker ona eta txera adierazten zuten mezuak ugaritu egin ziren, eta jendeak maizago erabili zuen gu izenordea"

"Ez dugu gauza hain sinesgaitzen beharrik jabetzeko eguzki-eklipse bat fenomeno zirragarria dela", esan du Armentiak. Edozeinek ikus eta senti ditzakeen efektuak nabarmendu nahi ditu, eta, bide batez, kultura zientifikoa zabaldu, eta arduraz jokatzeko ohartarazi. "Bereziki kezkatzen naute suteek. Abuztuaren 12an ingurua lehor-lehor egongo da, eta zigarrokin batek sekulako hondamendia eragin dezake". Hondakinen kudeaketa eta autoen joan-etorriak izango dira zorrotz jokatzeko beste bi alderdi. "Errespetua eta zuhurtzia eskatuko nieke guztiei. Beti, baina bereziki egun horretan", adierazi du. Hain zuzen, beste eklipse batzuetan ikusi da ezen, eklipsea amaitutakoan, auto-istripuak ugariatu egiten direla, jende guztia aldi berean ateratzen



Girafa bat, Hego Afrikan. ARG.: ValentinMoser/CC BY 4.0/Wikimedia Commons.

delako errepidera, eklipsea ikusteko aukeratu duen lekutik alde egiteko. Abuztuaren 12ko eklipsea iluntzean denez, arriskua are handiagoa da.

“Animaliak gara, animalia sozialak. Hortaz, eklipseak norbanakooi eragiten digu, baina baita gizarteari ere. Aukera ederra digu fenomeno hau elkarrekin bizitzeko”, bukatu du Armentiak.

Animalien aztoramendua

Eklipseren bat bizi dutenek badakite; eta lehen aldiz biziko dutenek ikusiko dute: pertsonak ez gara eklipsea sumatzen dugun bakarrak; beste animalietan ere eragiten du bat-batean eguna gau bihurtzeak, eta atzera argitzeak. Animaliei arreta jarrita, haien jokabidea dokumentatzeko, herritarren zientziako proiektuak antolatu dituzte abuztuko eklipserako.

Animaliekiko jakin-min hori ez da berria. Maider Perez de Villarreal Zufiaurre al baitaria da, etologian aditua, eta eklipseetan animaliek nola erreakzionatu duten jasotzen duten dokumentuak arakatu ditu. Adibide esanguratsuak aurkitu ditu: “Lehenengo kontakizunetako bat Ristoro d’Arezzo ita-

liarrarena da. 1239ko ekainaren 3ko eklipse osoan gertatutakoa deskribatu zuen: animalia eta hegazti guztiak izutu egin ziren; eta basapiztiak erraz harrapa zitezkeen”. 1560ko abuztuaren 21ean, berriz, Portugalen ikusitako eklipse batean, Christoph Clavius astronomoak honako hau idatzi zuen: “osotasunean, izarrak zeruan agertu ziren eta ikuskizun harrigarri bat gertatu zen, hegaztiak zerutik lurrera erori baitziren, halako iluntasun beldurgarriaren ondorioz”.

“Kilkerrak kantuan hasten dira, hegaztiak habira itzuli edo aktiboago bihurtzen dira, baleak jauzika hasten dira, eta behiak ukuilura sartzen dira”

Perez de Villarrealak baieztatu duenez, gaur egun ere dokumentatu dituzte aldaketak animalia basatietan zein etxekotuetan. Kilkerrak kantuan hasten dira, hegaztiak habira itzultzen dira edo aktibo-

“Portaera bitxi horien atzean, bi dimentsio daude: kronobiologikoa eta ingurumen-ziurgabetasunarekin zerikusia duena”

go bihurtzen dira, baleak jauzika hasten dira, eta esne-behiak ukuilura sartzen dira. Tora Greve eklipse-behatzailea Zambiarra joan zen espedizioan 2001ean, eta, Eguzkia desagertzearekin batera, ohartu zen igelak kantuan hasi zirela eta hegazti harrapariak hegan egiteari utzi ziotela. Putzu baten inguruan zegoen, eta ikusi zuen jirafak korrika hasi zirela eklipsearen osotasunean. Eguzkia berriro agertu zenean, lasaitu, eta berriro hasi ziren zuhaitzetako hostoak jaten.

Portaera bitxi horien atzean, bi dimentsio daude, Perez de Villarrealek esplikatu duenez: kronobiologikoa eta ingurumen-ziurgabetasunarekin zerikusia duena. “Portaeraren biologiarren ikuspegitik, gertaera hauek esperimentu natural gisa uler daitezke, aukera ematen baitute aztertzeko nola erantzuten dieten animaliek ingurumen-seinale nagusietan izandako aldaketa azkarrei. Ugaztunen kasuan, ikerketa enpirikoa oraindik mugatua bada ere, eskuragarri dauden lanek aukera ematen dute erantzun-eredu nahiko koherenteak identifikatzeko, mekanismo kronobiologikoak eta portaerazkoak uztartzen dituztenak”.

Eguzki-eklipse batean egindako azterketa osoenetako bat ekarri du gogora etologoak. 2017an egin zuten, Columbiako Riverbanks zooan, eguzki-eklipse oso batean. 17 ornodun-espeziearen portaera aztertu zuten; tartean, hainbat ugaztunena (primateak, elefanteak, hartzak eta unglatuak, besteak beste). “Emaitzek erakutsi zuten aztertutako espezieen % 75k, gutxi gorabehera, aldaketak izan zituztela portaeran eklipsearen osotasun-fasean, eta horrek agerian uzten du eklipsea ingurumen-estimulu esanguratsua dela”, azpimarratu du.

Oro har, ugaztunetan behatutako erantzunik ohikoenetako bat ilunabarrari lotutako portaeren aktibazioa da. Honela azaldu du Perez de Villarrealek: “Fenomeno hau kronobiologiaren esparruan azaldu daiteke; hau da, ingurumen-zikloek erregulatutako erritmo biologikoen ikerketan. Eklipse batean argitasuna bat-batean gutxitzeak gaua datorrela iradoki diezaioke sistema zirkadianoari. Horren ondorioz, gaueko portaerak aktibatzen dira; hala nola jardue-ra moteltzea, taldekatzeko joera edo atsedenerako prestatzea. Eredu hori etxekotutako ugaztunetan (behietan eta ardietan) nahiz basa espezieetan dokumentatu da. Eta gatibutasunean daudenetan ere bai; adibidez, hartzetan”.



Behi bat, Suitzako mendien artean. ARG.: Daniel Schwen/CC BY SA 3.0/Wikimedia Commons.

“Eklipseen izaera arraro eta iragankorrek zaildu egiten du ikerketak errepikatzea eta lagin handiak lortzea”

Basatietan zein etxekotueta

Hala ere, ohartarazi du erantzun hori ez dela uniformea ugaztun guztietan. “Konplexutasun sozial eta kognitibo handiagoko espezieetan (primateetan eta elefanteetan, esaterako), iluntze hutsak azaltzen ez dituen portaerak ere behatu dira. Kasu horietan, indibiduoek urduritasun-zantzuak, jarduera soziala areagotzea edo talde-antolaketa aldaketak erakusten dituzte. Adibidez, goriletan eta babuinoetan, ikusi dute elkarrekintza soziala eta mugikortasuna handitzen direla. Elefanteek ere taldekatzeko joera dute, eta beren mugimendu-ereduak aldatzen dituzte. Portaera horiek iradokitzen dute ezen, osagai kronobiologikoaz gain, badagoela ingurunea ebaluatzeko dimentsio bat ere; hau da, ezohiko eta ustekabeko gertaerekiko erreakzioa”, ondorioztatu du.

Etxekotutako animalietan (txakurretan eta katuetan) ebidentzia heterogeneoagoa da, eta izaera

anekdotikoa du askotan. Txakur batzuek urduritasuna erakusten dute edo zaintzaileengana hurbiltzeko joera dute, baina beste askori ez zaie aldaketa nabarmenik hautematen. Kasu horietan, gizakien presentziak eta eguneroko errutinek eragin handia dute, eta horrek eklipsearen eragin zuzena lausotzen du, Perez de Villarrearen ustez.

“Horrenbestez, eskuragarri dagoen ebidentziak iradokitzen du ezen ugaztunen eguzki-eklipse osoe-kiko erantzuna bi dimentsioren arteko elkargunean kokatzen dela: batetik, argiaren arabera erregulatutako erritmo zirkadianoen erantzun automatikoa eta, bestetik, ustekabeko gertaeren aurrean ingurunea prozesatzeko eta baloratzeko gaitasuna. Etxekotutako ugaztunek, oro har, lehen dimentsioari lotutako erantzun aurreikusgarriagoak erakusten dituzte; basa ugaztunek, bereziki egitura sozial konplexuak dituztenek, aldiz, portaera-aniztasun



Mendiko gorila bat, Ruandan. ARG.: Charles J. Sharp/CC BY SA 4.0/Wikimedia Commons.

Beleak Dhakan,
Bangladeshen, 2009ko
eguzki-eklipseak erasanda.
ARG.: Ashiful Haque/
CC BY SA 2.0/Wikimedia
Commons.



handiagoa dute, ingurumen-ebaluazio aktiboago baten adierazgarri”, laburbildu du.

Dena dela, mugak ere aipatu ditu. Hasteko, eklipseen izaera arraro eta iragankorrak zaildu egiten du ikerketak errepikatzea eta lagin handiak lortzea. Gainera, azterlan asko ingurune kontrolatuetan egiten dira, hala nola zooetan, eta horrek zalan-zak sortzen ditu emaitzak populazio basatietara orokortzerakoan. Horregatik, etorkizunera begira, uste du behaketa sistematikoak eta jarraipen-teknologia automatizatuak oso lagungarriak izan-goz direla animalien erantzuna hobeto ezagutzeko.

Hegan, kantuan, habian

Edorta Unamuno Mirandona bat dator Perez de Villarreakin: ikerketa sistematiko gutxi egin dira eklipseek animalietan nola eragiten duten jakiteko. Unamuno ekosistemen biologoa da, eta hegaztiak aztertzen ditu batez ere, Urdaibai Bird Centerren. Orain arte ez zaio egokitu eguzki-eklipse oso bat bizitzea, eta desiratzen dago abuztuaren 12a iristeko, eta ikusteko nola erantzuten duten bere inguruko hegaztiak. Izan ere, dokumentatuta dauden zenbait kasutan, ikusgarria dela azaltzen da. Oraingoan, ilunabarretik hain gertu izanda, Unamunok

aurreikusten du espezie batzuetan eragina ez dela hain nabarmena izango, “baina nabaritu nabarituko dute, argitasunak berebiziko garrantzia baitu hegaztietan”, baieztatu du. Horrekin batera, ohartarazi du hegaztien artean dibertsitate handia dagoela, eta, beraz, erantzuna oso desberdina izango dela espezie batzuetatik besteetara.

Azaldu duenez, hegaztiak fotorrezeptore ugari dituzte begietan, eta oso sentikorrek dira argiarekiko. Migrazioetan, adibidez, fotoperiodaren arabera, hormona jakin batzuk jariatzen dira, eta asko jaten hasten dira, gantza metatzeko migraziorako. Gaueko hegaztiak, berriz, ilunabarrarekin aktibatzen dira: hontzak, mozoloak eta halakoak. Eta, aldi berean, beste espezie batzuk lotarako prestatzen dira. “Talde horietako hegaztiak noski izango dutela nola-baiteko portaera-aldaketa bat argia desagertzean”, iragarri du Unamunok.

Eta jarraitu du: “Garai horretan, abuztuaren 12an? Ordurako, enara-andana handiak hasiko dira biltzen inguru honetan, migrazioan doazela. Enarek egunez migratzen dute, eta, ilunabarra iristen denean, leku bat bilatzen dute atsedean hartzeko; normalean padurak eta paduretako lezkadiak izaten

dira. Talde handitan biltzen dira, eta ikusi izan dugu, adibidez, arratsaldeko 17:00etan ekaitz handi bat sartu eta hodei beltzek Eguzkia estaltzea, eta enarak denbora baino lehen jaistea lo egiteko lekuetara. Beraz, pentsatzen dut eklipsearen kasuan ere horrelako zerbait gertatuko dela”.



Saguzarrak Litchfieldeko parke naturaleko zuhaitz batetik zintzilik (Australia). ARG.: Dietmar Rabich/CC BY SA 4.0/ Wikimedia Commons.

Begiz ez ezik, belarriz ere antzemango da hegaztien erantzuna eklipsearen unean. “Batzuek ilunabarreko kankak egingo dituzte; hori seguru. Guk, hemen, azkenengo kantariak eta lehenengoak txantxangorriak ditugu. Egun horretan, eklipsea gertatu ahala, iluntzeko kantuak egingo dituzte, eta erretiratu egingo dira, pentsatuz gaua dela. Eta, laster, eguna suertatuko zaie berriro. Eta berriro kantatuko dute. Arraroa egingo zaie”. Xehetasun horiek guztiak Urdaibai Bird Centerren dituzten kameren bidez grabatzeko asmoa du Unamunok.

Bat-batean, galdera sortu zaio: Zer egingo dute saguzarrek? Joxerra Aihartza Azurtza zoologoak erantzun dio galderari. Hasteko, baina, argi utzi du ezen, hegaztien artean dibertsitate handia dagoen bezala, saguzarren artean ere gauza bera gertatzen dela. Hori bai, eklipseak gertatzen diren bitartean askoz ere gutxiago behatu dira saguzarrak, hegaztiak baino. Hortaz, dokumentazio gutxiago dago.

Nolanahi ere, aurreratu du espezie batzuek ez dutela antzeman ere egingo: “Kobazuloen barruan bizi direnak eta guztiz gautu arte ateratzen ez direnak ez dira jabetuko Eguzkia desagertu egin dela tarte batez. Erloju kronobiologikoaren arabera bizi baitira, ez argitasunaren arabera. Saguzar guztiak ez dira horrelakoak, ordea, ezta gutxiagorik ere. Badira zuhaitzetatik zintzilik bizi direnak, espezie tropikalak, adibidez; baita Ipar Amerikan dezente gora bizi diren batzuk ere. Eta hemengo batzuk zuhaitzen azalen azpian bizi dira, eta teilatupeetan eta horrelako lekuetan. Horiek guztiak antzemango dute argitasun-aldaketa. Horiek dira oportunistenak, ilunabarrean aktibatzen direnak. Eklipseak, beraz, ateratzera bultzatuko ditu. Baina ez die asko aldatuko jokabidea. Izan ere, aurrena ale batzuk ateratzen dira, eta gordelektutik gertu geratzen dira, bueltaka, eta kantu sozialak egiten. Sartu-irtenean ibiltzen dira, eta halaxe ibiliko dira eklipseak iraun bitartean, bestela ere ilunabarra gertu baitago”.

Onartu du eklipseari jarraipena egingo diola baina ez duela asmorik saguzarrekin ikerketarik egiteko. Izan ere, ez du uste esanguratsua izango zatekeenik. “Eklipse bakoitza latitude ezberdin batean gertatzen da, klima ezberdinekin, ordu desberdinetan, eta, beraz, eragina desberdina da. Eta espeziearen

“Ikusi dute Paridae eta Icteridae familietako hegaztiak isiltzera jotzen dutela; beste familia batzuetakoek gehiago kantatzen dute”

arabera ere asko aldatzen da. Oso zaila da ikerketa esanguratsuak egitea gai honi buruz”.

Herritarren zientzia

Ikerketetan dauden hutsuneak betetzen laguntzen dute herritarren zientziako proiektuek, eta eklipsearen inguruan ere sortu dira batzuk. Aurreko eklipseetan ere egin dira, eta batzuk oso emankorrak izan dira. Adibidez, NASAk Eclipse Soundscapes izeneko proiektua abiatu zuen Ipar Amerikatik ikusi zen 2023ko eguzki-eklipse anularrarekin, eta 2024ko eklipse osoarekin jarraitu zuen. Proiektua 2026an itxiko da, eta, bitartean, boluntarioek bildutako datu guztiak ikusgai eta entzungai daude (grabaketek 45.000 ordu hartzen dituzte guztira).

Hegaztien audio-grabaketetarako, Birdnet erabili dute, eta analisisen lehen emaitzak ere ezagutarazi dituzte. Esaterako, ikusi dute Paridae eta Icteridae familietako hegaztiak isiltzera jotzen dutela, eta eklipsearen osotasuna gertatu baino 22 minutu lehenago hasten direla isiltzen. Erabateko iluntasuna bukatu eta 45 minutu geroago, ohi bezala kantatzera itzultzen dira. Corvidae eta Strigidae familiakoe, berriz, gehiago kantatzen dute Eguzkia desagertzean.

Abuztuaren 12an, horrelako portaerak baieztatzeko aukera izango dute Euskal Herriko herritar askok. Eta, seguru asko, inoiz ez dute ahaztuko eklipseak beren gorputzetan sortutako dardarizoa. ●



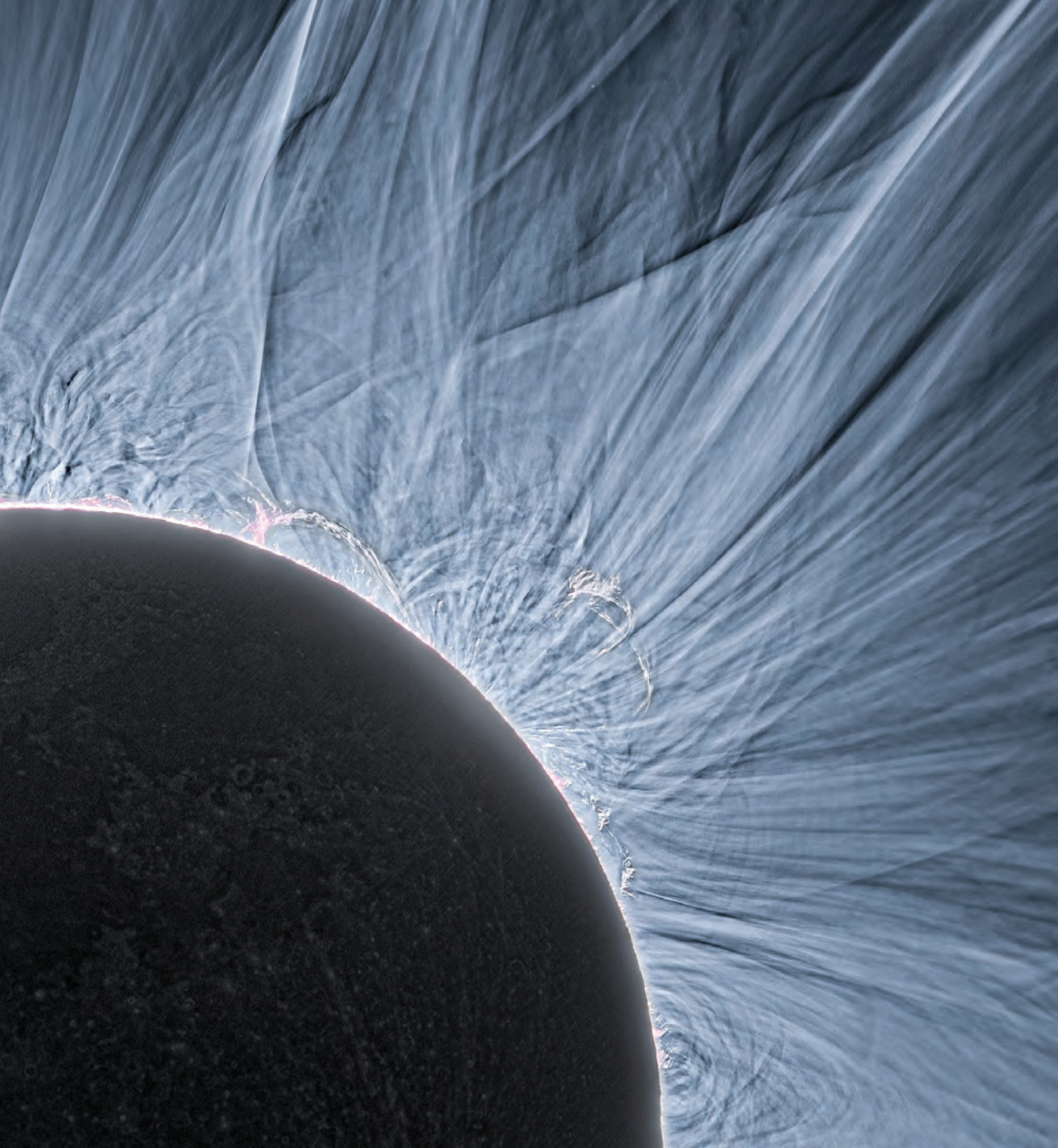
Eclipse Soundscapes proiektuko bi partaide grabagailuarekin. ARG.: Eclipse Soundscapes.

Eguzkiari begira

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia



Izar arrunta da, gertu daukagu eta asko ikertu da. Horrek ez du esan nahi, ordea, dena dakigunik hari buruz. Ezta liluragarria ez denik ere. Eguzkiarekin liluratuta daude, aspalditik, Kristina Zuza Elosegi (EHU) eta Iñigo Arregi Uribe-Etxebarria (Kanarietako Astrofisika Institutua). Eta abuztuaren 12an, beste milioika begi bezala, haienak ere Eguzkiari begira jarriko dira, Ilargiak nola ezkututzen duen ikusteko. Ezkutatuko duenaz eta agerraraziko duenaz hitz egin dute.



ARG.: Phil Hart/<https://philhart.com>.

Eguzkia hor dago. Beti. Izar arrunt bat da. Horrelaxe deskribatu dute, hain zuzen ere, erreportaje honetako bi adituek. “Oso izar arrunta da”, esan du Kristina Zuza Elozegi EHUko irakasleak; “Eguzkia bezalako milioika izar daude gure galaxian”.

Masa txikia du, 6.000 °C inguruko temperatura gainazalean, kolore horia, eta bere bizitzaren erdialdean dago. Duela 4.500 milioi urte inguru sortu zen. “Bigarren belaunaldiko izarra da”, nabarmendu du Zuzak; alegia, “lehenagoko izar batzuen leherketatik askatutako materiatik sortu zen”.

Iñigo Arregi Uribe-Etxebarria
Kanarietako Astrofisika
Institutuko (IAC) ikertzailea



Kristina Zuza Elozegi
EHUko Fisika Aplikatuko
ikertzailea



Txikitatik astronomiazalea izan arren, Eguzkiak ez zion inoiz arreta berezirik piztu Zuzari, astrofisika ikasketak egin zituen arte. Orduan ulertu zuen zer den Eguzkia: "Bonba bat da; bere horretan bonba nuklear bat daukalako, eta daukan jarduera izugarria delako".

Eguzkiaren egituraren ondorioa da jarduera hori. "Nukleoan hidrogenoa helio bihurtzen da. Hor masa galera bat dago, energia gisa askatzen dena. Hori da jasotzen dugun argia, beroa, eta uhin elektromagnetikoen espektro osoan jasotzen dugun energia guztia".

*"Zenbat eta tresna hobek
izan eta xehetasun
gehiagorekin ikusi,
konturatzen gara orduan eta
gutxiago ulertzen dugula"*

Energia hori nukleotik kanporantz ateratzen da: lehenik gune erradiatibo baten bidez, eta gero gune konbektibo baten bidez. Azken horretan, plasma beroa igo egiten da, hoztu eta berriro jaisten da, etengabe. Plasma ioiz osatua dagoenez, ioien mugimendu hori korrante elektriko bat da, eta korrante elektrikoak eremu magnetikoak sortzen ditu. "Eremu magnetikoa da eguzkiaren jardueraren gakoa", dio Zuzak.

Eremu magnetiko hori etengabe aldatzen da 11 urteko zikloetan. Zikloaren hasieran polo batetik bestera doazen lerrotan ordenatuta egoten da, baina bihurrituz joaten da zikloaren maximoraino. Horrek

gainazaleko aktibitate magnetikoa izugarri handitzen du, eta hortik sortzen dira orbanak, erupzioak, eguzki-haizea eta aurorak. Eklipseetan ikus daiteke zikloa zein fasetan dagoen. "Ilargiak Eguzkia tapatzean, koroa ikusten da, eta koroaren formak erakusten digu zikloaren zein fasetan dagoen. Lasai badago, koroa txikiagoa izango da poloetan ekuatorrean baino; eta jarduera handia badago, aldiz, norabide guztietan hedatzen da simetrikoki". Zikloaren maximoa 2025eko udan izan zen, beraz, oraindik jarduera handiko fasean dago Eguzkia.

Gure izarra

"Izarren zoo handian oso izar arrunta da", dio Iñigo Arregi Uribe-Etxebarria astrofisikariak ere. Urteak daramatza Arregik Eguzkia ikertzen, Kanarietako Astrofisika Institutuan (IAC). Eta nabari zaio maite duela izar arrunt hori. "Badaude izar handiagoak, baina gure izarra da, gertutik ikusten dugu. Beraz, gure ikuspuntutik, handia da".

Gertuen daukagun izarra da, eta ikertuena. Baina horrek ez du esan nahi guztiz ongi ezagutzen dugunik. "Beste talde batzuek oso gauza interesgarriak ikertzen dituzte: kosmologia, Unibertsoaren hasiera, bukaera, galaxien bilakaera... Eta, gure artean ere, askotan, badirudi Eguzkiak dena bada-kigula dagoeneko", azaldu du Arregik. "Teleskopioak daukagu bai Lurrean eta bai espazioan, gero eta hobek, baina, zenbat eta tresna hobek izan eta xehetasun gehiagorekin ikusi, konturatzen gara orduan eta gutxiago ulertzen dugula".

"Eguzkiaren ikerketa oso arlo aktiboa da oraindik", dio Arregik. Eta galdera handienak hiru arlotan daukela nabarmendu du.

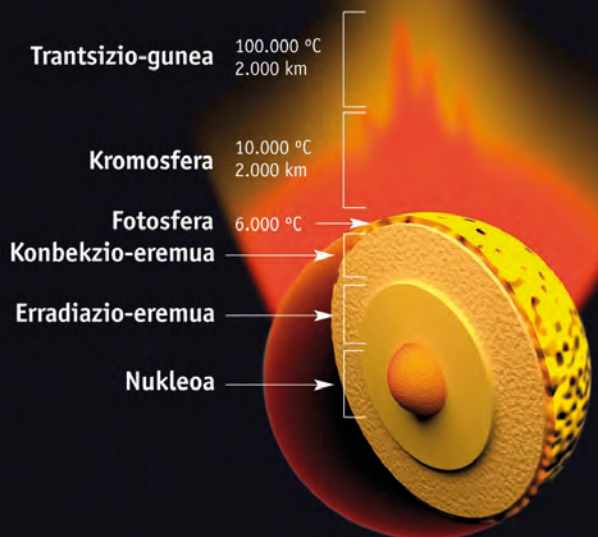
Batetik, plasmaren eta magnetismoaren arteko elkarrekintza. "Eguzkia plasma bat da. Ereku magnetikoarekin interakzionatzen du eta horrek dinamika bat sortzen du. "Oraindik ez dakigu eskala txikietan hor zer gertatzen den".

Bestetik, eguzkiaren barnealdearen eta kanpoaldearen arteko lotura. "Eguzkiaren barnealdean gutxi gorabehera badakigu nola eratzen den fluxu magnetikoa, eta nola irteten den gainazalera, baina horrek koroako egiturekin eta dinamikekin duen lotura ez dugu guztiz ulertzen. Eta oso garrantzitsua da, horren arabera baitira koroako erupzioak eta eztandak, eta, ondorioz, nola eragingo digun Eguzkiaren jarduerak Lurrean. Badakigu Eguzkiaren gainazaleko konbekzioa erreplikatzeko gure ordenagailuetan, baina koroan nola sortzen diren egitura horiek eta haien dinamika eta eboluzioa oraindik ez ditugu erreplikatu".

Eta, hirugarrenik, eguraldi espaziala: eguzki-jarduerak Lurrean duen eragina. Eguzki-ekaitzek sateliteei, GPSari edo sare elektrikoei eragin diezaiekete, eta fenomeno horiek aurreikustea erronka handia da. Hain zuzen ere, arlo honetan espero dituzten Arregik aurrerapauso handienak, etorkizun hurbilean: "Ez dauka soilik interes zientifikoa. Gure gizartea teknologiaren gero eta mendekoagoa da, eta mobitazio ekonomikoak daude, baita militarrek ere. Estatu Batuak, Europa eta Txina diru asko jartzen ari dira hor".

Arlo horietako bakoitzean oraindik galdera asko erantzunik gabe daude. Esaterako, urte askoan Eguzkiaren misteriorik handienetako bat izan dena: zergatik dagoen koroa hain bero. Izan ere, gaina-

Koroa 1.500.000 °C
14 milioi km-aino



Irudia: Guillermo Roa Zubia/Elhuyar.

zala 6.000 °C-an dago, baina kanpora joan ahala berotzen hasten da, eta koroa milioi bat gradutik gora dago. Azken urteetan aurrerapausoak eman dira hori ulertzeko. “Gutxi gorabehera, badakigu erantzuna”, dio Arregik. “Badakigu bi prozesuren ondorioa dela: birkonexio magnetikoak eta uhin magnetikoen xahuketa; baina ez dakigu bakoitzak zenbat bero ematen duen, adibidez”.

Bestetik, koroa asko ikertu da azken urteetan, baina badago geruza mehe bat gainazalaren eta koroaren artean, kromosfera, orain gutxi arte arreta handirik jarri ez diotena. “Oso geruza mehea da, 2.000 km inguru ditu, baina oso garrantzitsua, barnealdearen eta kanpoaldearen arteko lotura baita”, azaldu du Arregik. “Barnealdean plasma da nagusi, fluidoak esaten dio eremu magnetikoari nola mugitu; kanpoaldean, berriz, eremu magnetikoa da nagusi, eta haren arabera mugitzen da fluidoa. Bi alde horietan menderatzaile argi bat dago, baina kromosferan ez, biak parekatuak daude”. Horko fisika oso konplexua da. “Geruza hori gutxiago ulertzen dugu. Eta funtsezkoa da, hortik eratzen baitira koroan ikusten ditugun egiturak, eta egitura horiek sortzen baitute eguraldi espaziala”.

Begirada berriak

Azken urteetan, espazio-misio batzuk ekarpen handia egiten ari dira Eguzkiaren ezagutzan. [Parker Solar Probe](#) zunda (NASA, 2018), esaterako, lehenengoz iritsi da koroaren barrualdera, eta neurketa zuzenak egin ahal izan ditu. “Eguzki-fisikan, eta astrofisikan, oro har, daukagun arazo bat da ezin ditugula neurketak zuzenean egin. Behatu egiten dugu, eta eredu teorikoak edo simulazio numerikoak egiten ditugu, baina, neurketa zuzenik gabe,

zaila da gero biak konparatzea. *Parker* izan da lehenengo tresna gai izan dena Eguzkira hurbiltzeko eta bertako kondizioak (dentsitatea, temperatura, eremu magnetikoa, korrante elektrikoak...) neurtzeko. Adibidez, oso garrantzitsua izaten ari da eguzki-haizearen benetako egiturak gure teoriekin bat egiten duten ikusteko”.

“Eklipse natural batean gertatzen diren kondizioak ezin dira oraindik erreplikatu”

[Solar Orbiter](#) orbitatzailea (ESA/NASA, 2021), berriz, bereizmen oso handiko irudiak eta datuak ematen ari da, uhin-luzera askotan. Horrek eskala txikiagoko dinamikak aztertzeko aukera ematen du. “Eta, zenbat eta eskala txikiagoan ikusi, orduan eta gauza interesgarriagoak ikusten dira”, nabarmendu du Arregik. Baina misio horren beste helburu bat ere azpimarratu du: Eguzkiaren poloak aztertzea. “Orain arte ezin izan dugu ondo ikusi eguzki-poloetan nolakoa den eremu magnetikoaren egitura eta bilakaera. *Solar Orbiter*ren helburu garrantzitsu bat da hori argitzea”.

Lurrean ere teleskopio gero eta handiagoak ari dira eraikitzen, gero eta xehetasun handiagoz behatzeko. Hawaiin DKIST teleskopioa dago, orain arteko eguzki-teleskopiorik handiena, 4 metroko diámetro duena. “Kanarietan, gure institutua [EST teleskopioa](#) (European Solar Telescope) prestatzen ari da; horrek ere 4 m izango ditu”, azaldu du Arregik.



Solar Orbiter orbitaltzailearen irudikapena, hark hartutako Eguzkiaren irudi batekin. ARG.: ESA.

“Horiekin benetan espero dugu magnetismoaren eta plasmaren arteko elkarrekintza hori ongi aztertzea”.

Itzalaren balioa

Teknologia horren guztiaren artean, eklipseek ere jarraitzen dute balio zientifikoa izaten. Historian zehar garrantzi handia izan dute, eta espedizio ugari antolatzen zituzten eklipseak behatzeko. 1931n Bernard Lyotek koronografoa —eguzkia artifizialki estaltzen duen gailua— asmatu aurretik, koroa ikusteko aukera bakarra eklipseak ziren, esaterako. “Ilargiak Eguzkia erabat tapatzen duenean, hor, bat-batean, normalean ezer ikusten ez den tokian, koroa agertzen da”, azaldu du Zuzak.

Bestetik, fisikako aurkikuntza garrantzitsu batzuk egiteko ere balio izan dutela nabarmendu nahi izan

du Zuzak. “Lurraren eta Ilargiaren arteko distantziaren lehenengo kalkulu zehatza eklipse oso batean egin zen, K.a. II. mendean”, bota du lehen adibidea. “Elementu kimiko bakarra dago Lurrean badagoen arren Lurrean deskubritu ez zena: helioa”, jarraitu du. Hori ere eklipse oso batean aurkitu zuten, espektrometria bidez, 1868an. “Eta, agian ezagunena, 1919an Erlatibitate Orokorren teoria frogatu zenekoa”.

Koronografoak iritsi zirenetik, aukera dago eklipse artifizial bat sortu eta koroa nahi den unean behatzeko. Horixe egiten dute egungo teleskopioek. Hala ere, Zuzak dioen moduan, oraindik “ez dago Ilargia baino koronografo hoberik”.

Horixe bera berretsi du Arregik ere: “Nahiz eta teknologia aurreratu, eklipse natural batean gertatzen

diren kondizioak ezin dira oraindik erreplikatu". Izan ere, koronografoek artifizialtasuna sartzen dute behaketetan. "Argazki-kamera batekin, mugikorrenarekin edo geure begiekin ikusten duguna ez da berdin ikusten. Bada, antzeko zerbait gertatzen da koronografoekin". Kalibratu egin behar dira, eta horretarako eklipseak hartzen dira erreferentzia gisa. "Espazioko misioetako tresneria kalibratzeko, adibidez, oso garrantzitsua da".

Bestetik, "munduko hainbat lekutatik behatu daitekeenez eklipse bera —ilunpeak igarotzen duen ibilbide osoan—, datu horiek kolaborazio bidez konparatzean, abantaila handia da", gehitu du Arregik. "Beraz, nahiz eta gure teleskopioak oso aurreratuak diren, eklipse naturalak, esperientzia polit bat izateaz gain, oso-oso baliagarriak dira ikuspuntu zientifikotik".

“Momentu hori, koroa ikustearen momentu hori, benetan ahaztezina da”

Eklipsearen magia

Arregik berak ez du esperientzia hori bizitzeko aukerarik izan, oraindik. Bitan saiatu da, Japonian eta Txinan, baina, bietan, eguraldi txarrak zapuztuzion plana. Zuzak, bai. 1999an Munichera joan zen, eklipse osoa ikusi ahal izateko. "Gogoratzen dut osotasunaren une horren, bua, magia hori!. Batez ere, partzialtasunetik osotasunerako aldaketa hain esanguratsua izan zen! Horregatik ari naiz behin eta berriz esaten jendeari mugitzeko osotasuna ikustera".

Izan ere, Zuzak garbi dio: "% 99,9 ere ez da % 100en berdina, inondik inora ere. Eguzkiak daukan argitasunagatik, % 0,01 hori nahikoa da koroa ez ikusteko. Horregatik, betaurreko homologatuak hartu eta mugitu, mesedez, osotasunera. Momentu hori, koroa ikustearen momentu hori, benetan ahaztezina da".

Eguzki-eklipseek badute beste gauza txundigarri bat ere, Zuzarentzat. "Ze zortea daukagun Ilargia eta Eguzkia Lurretik tamaina berekoak ikustea". Eguzkia Ilargia baino 400 aldiz handiagoa da, baina 400 aldiz urrunago dago. "Ilargia pixka bat txikiagoa balitz, edo pixka bat urrunago balego, ezingo genuke eklipseetan koroa ikusi", nabarmendu du Zuzak. "Are gehiago, Lurrari berez ez zitzaion tokatzen Ilargia bezalako sateliterik, Marteri edo Artizarrari bezala; gehienez ere harri-koxkorren bat. Istripu baten ondorioz daukagu Ilargi zoragarri hau, eta, gainera, dago puntu jakin horretan non ahalbidetzen digun eguzki-eklipse osoak ikustea. Horrek txunditzen nau".

Errioxa aldera joango da Zuza, abuztuaren 12koa ikustera. Arregik oraindik ez dauka garbi Kantabrian edo Palentzian ikusiko duen, baina badaki bigarrena aukera hobea dela, osotasunak gehiago iraungo duelako, eta eguraldia ere seguruagoa izango delako. Gauza bat argi du: "Ez dut gura inongo tresnarik, ez teleskopiorik, ez telefonorik, ez kamerarik. Bakarrik antiojoak, besterik ez". ●

**Gustuko
dituzun
gaiak
zure esku.**

Non-nahi.
Noiz-nahi.

JARRAI GAITZAZU





Eklipsea larrainetik

Egilea: **Egoitz Etxebeste Aduriz** · Elhuyar Zientzia

Irudiak: **Manu Ortega Santos** · CC BY-NC-ND

Zer pentsatu ote zuen Erriberabeitiko nekazari hark, kontatu ziotenean astronomo ingeles batzuek bere larraina alokatu nahi ziotela. Azaldu zioten handik egun batzuetara eguzkia ezkutatu egingo zela, eta gertakizun hori aztertu eta argazkitan jaso nahi zutela astronomoek. Eta uda oro garia jotzeko erabiltzen zuen larrain hura ongi kokatuta egoteaz gain, haren zoru lau eta trinkoa ezin aproposagoa omen zen euren tramankuluak jartzeko. Uzta-garaia hasi berri, hurrengo egunean bertan erabiltzeko asmoa bazuen ere, eta urrunago zegoen beste larrain bat erabiltzea askoz lan handiagoa izango zen arren, astronomoei utzi zien, eta ez zien dirurik onartu nahi izan trukean. Ulertu zuen, nonbait, zerbait garrantzitsua zela. Larrain hark, uda hartan, oso bestelako uzta emango zuen.

Hurrengo egunean, larraina beterik zegoen oholez, olanaz, hodiz eta kutxa mordo batez. "Eklipsea behatzeko tresnak" zuten idatzia kutxa haiek. Material hura guztia, ia bi tona, lau egun lehenago atera zen, 1860ko uztailaren 7an, 40 bat zientzialarirekin batera, Plymouthekeko portutik, *Himalaia* itsasontzian.

Uztailaren 18an izango zen eguzki-eklipse osoa behatzeko espedizio bat zen hura. Ez zen bakarra; izan ere, Espainia zen Europako herrialde bakarra eklipsea bere osotasunean ikusi ahal izango zena, eta hamaika herrialdetako hogeita hamar espedizio inguru antolatuta ziren eklipsea osotasunean ikusiko zen zerrendara. Esaterako, Léon Foucault (pendulu ospetsua asmatu zuena) eta Urbain Le Verrier (Neptuno iragarri zuena) frantsesak Moncayora joan ziren; Angelo Secchi italiarra Castellóko De-

sert de les Palmesera; eta Dorpat, Kiel eta Europako erdiko beste hainbat astronomok Gasteizko Santa Luzia gaina hartu zuten.

Himalaian zetozen zientzialarietako bat Warren De la Rue zen, argazkigintza astronomikoan aitzindaria. Eguzki-teleskopio oso berezi bat diseinatu zuen. 89 mm-ko diametroa baino ez zuen arren, obturadore berezi bat zuen, zeinarekin argazkiak atera baitzitezkeen milisegundotako esposiziodenborekin. Ftoheliografo horri esker, Eguzkiaren gainazalaren argazkiak ateratzen hasi zen 1858an, Kew-ko behatoki astronomikoan. Eta tresna hura zeraman De la Ruek, eklipsea argazkitan jasotzeko.

Santanderren porturatu zen lehenengo *Himalaia*. Han gelditu ziren zientzialari batzuk. Eta handik Bilbora joan zen ontzia. Hara zihoan De la Rueren taldea. Haren lehen asmoa ere behatokia Santanderren ezartzea izan zen. Baina Charles Vignoles herrikideak, Tuteratik Bilbora egiten ari ziren trenbidearen ingeniari-buruak, azaldu zion ez zela lekurik egokiena. Haren ustez, inguru horretan itsasoko lurrinak mendien kontra kondentsatzean sortzen diren lainoak eragozpen handia izan zitezkeen espedizio haren egitasmorako. Eta gomendatu zion hegoalderago joatea; Ribabellosa izeneko herri txiki eta lasaia aholkatu zion.

Kasu egin zion De la Ruek, eta bai asmatu ere, gerora [idatziko zuenez](#): "Zorionekoa izan zen nire estazioa Santanderretik Ribabellosara aldatu izana, atmosferaren egoerak eklipsea behatzea eragotzi baitziren lehen leku hura hautatu zuten astronomoei".

“Osotasuna hasi arte, askoren solasaren murmurioak betetzen zuen airea; baina gero, bat-batean, ahots guztiak isildu ziren”

Uztailaren 9an iritsi ziren Bilboko portura, eta hurrengo eguneko ilunabarrean abiatu ziren, zalgurdiz, Ribabellosara. Honela deskribatu zuen bidaia Walter Beck espedizio-kideak: “Gauetz bidaiatzea ez da inoiz izan munduko gauzarik atseginena, ezta lehen klaseko tren-bagoi batean ere, baina zalgurdiz egitea, hori bai ez dela gozoa. Jasanezina izateraino hautsez beteta hamar orduko bidaia egin ondoren, gure helmugara iritsi ginen”.

Ribabellosara iritsi eta berehala, inguruak aztertzen hasi ziren, eklipsea behatzeko punturik onena aukeratzeko. Ondoko herrian, Quintanilla Erribera-beitian, gain batean zegoen larrain hura aukeratu zuten. “Hogei bat metroko diametroa zuen, eta bitetik gertu zegoen; hori oso komenigarria zitzaigun, beharko genuen ura urrutitik ekarri behar baitzen. Gainera, zorua erabat laua zen, eta izugarri lehorra eta gogorra”. Hori ere primeran zetorkien behategia eraikitzeko.

Hurrengo egunetan, larraina behatoki bihurtu zuten. Zenbakitutako oholekin, puzzle bat balitz bezala, di-da batean eraiki zuten etxola bat, bi gelakoa. Gela batean, ftoheliografoa jarri zuten, eta beste argazki-laborteak izango zen. “Sabaiaz gain, beste estalki bat ere jarri genuen, olana sendo bat, errebelatze-gelako paretetatik eta sabaitik ia metro batera. Horren helburua argazki-gela gehiegi ez berotzea zen, hori oso kaltegarria baita argazkigintzarako. Oihal hura urez bustita mantentzen zen, lurrunketak olanaren eta behatokiaren arteko aire-geruzaren tenperatura jaitsi ahal izateko, eta ederki betetzen zuen bere helburua. Behatokia erabiltzen ez zenean, olana ftoheliografoa zegoen gelara zabaltzen zen, tresna eurtik babesteko”.

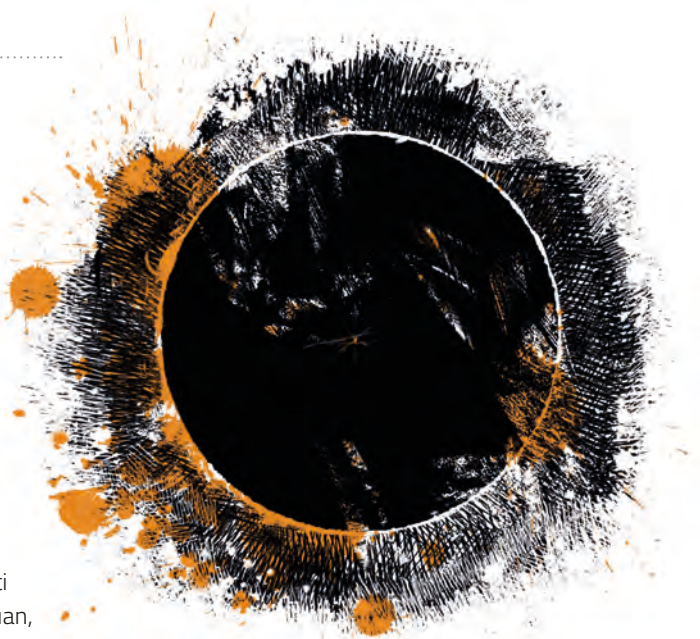
Argazki-laborteak ftoheliografoarekin lortutako negatiboak errebelatzeko behar zen guztia zuen: gai kimikoak, mahaiak, argazkiak jartzeko apalak, harraska bat eta kanpotik betetzen zen ur-zisterna bat. Ura herritar batek ekartzen zuen, beirazko txanbiletan, asto gainean.

Uztailaren 14an atera zioten lehen argazkia Eguzkiari, dena ongi zebilela ziurtatzeko. Unea iristen zenean, denak egon behar zuen prest. “Niretzat helburu garrantzitsuena ftoheliografoaren bidez eklipsearen fase guztien argazkiak lortzea zen”, idatzi zuen De la Ruek.

“Igandean, hilaren 15ean, egun zoragarri baten ostean, inoiz ikusi dudan trumoi-ekaitzik handi eta ikaragarrienetako bat izan genuen, eta hilaren 16a lainotsua izan zen, ia ostarerik gabea”, jaso zuen De la Ruek. “Eklipsearen aurreko egunean, zerua erabat estalita egon zen, eguerdiko tarte labur batean izan ezik, eta, orduan ere, gainontzeko zerua estaltzen zutenak baino zertxobait meheagoak ziren lainoen atzean ikusten zen Eguzkia. Eguraldia ez zen aproposena, ez horixe; eta hobera egiten zuen tarte bakoitza arduraz erabili beharra genuen tresnak doitzeko”.

Eklipsearen egunean ere lainoak ziren nagusi, eta zientzialariak, atsekabetuta, esperantza gutxirekin joan ziren larraineko behatokira. Zorionez, eguerdiko hamabiak aldera, argitzen hasi zuen. Hamabi eta erdietarako zerua urdin zegoen, zeruertzeko hodei batzuk salbu, eta Eguzkia garbi-garbi ikusten zen.

“Eklipsea hasi baino hogei bat minutu lehenago, ia gure lan guztiak amaiera tamalgarri batera eraman



zitzen gertakari bat izan genuen". Haien zerbitzura lanean fin aritu zen Juan izeneko herritar bati eklipsea ikusi ahal izateko aukera eman nahi izan zion De la Ruek. "Beira zati bat ketu nion luzifer-pospolo batekin". Orduan, Juan gauza bera egiten hasi zen inguruan zeuden beste hainbat herritarrentzat. Baina hainbestek nahi zuten, ezen presaka hasi baitzen, eta pospoloak itzali gabe botatzen zituen. Lurrean zegoen lastoak su hartu zuen. "Zorionez, segundo gutxira, zirta-soinuak eta lasto errearen usainak arretea deitu zidaten, eta, ura eskura genuenez, sua mendean hartu genuen, gehiegi hedatu baino lehen".

"Behaketak hasteko puntuan geundela, berrehun bat pertsona zeuden gure behatokiaren inguruan", idatzi zuen De la Ruek. Arazo bat izan zen hori, jendetza haren soinuarekin ezin baitzuten kronometroaren tik-taka entzun. "Nonbait, uste zuten eklipsea gure estaziotik bakarrik ikus zitekeela. Kosta zitzaigun konbentzitzea ondoko muino batera joateko, are hobeto ikusiko zutela-eta handik paisaia nola eragiten zuen".

Ordubata eta erdiak pasata, zerua aldatzen hasi zen. Argia arraroa zen. Alkateak bidalitako zaindarien zaldiak artegatzen hasi ziren. Txoriak isildu egin ziren. Eguzkia llargiaren atzean ezkututzen ari zen. Astronomoak buru-belarri ari ziren lanean, zehaztasunez. Fotoheliografoa, argazkiak ateratzen: klik...

"Osoatasunak herritarrengan izan zuen eragina izan zen aipagarriena", gogoratuko zuen De la Ruek. "Osoatasuna hasi arte, askoren solasaren murmurioak betetzen zuen airea; baina gero, bat-batean, ahots guztiak isildu ziren; txundigarria izan zen hain

bat-bateko barealdi hura. Orduan, belarriek herriko kanpaien hotsa harrapatu zuten; dilin-dalan aritu ziren eklipseak iraun zuen bitartean. Horrek ekarpen handia egin zion abagune haren handitasun solemnari".

Pixkanaka, argia itzultzen hasi zen. Ikusleek arnasa hartu zuten berriro, eta naturak ohiko martxa berriskuratu zuen. Eklipsearen 40 argazki atera zituzten guztira, bi osotasunean. Eklipse baten prozesu osoa argazkitan jasotzen zen lehen aldia izan zen.

Argazki-plakak errebelatutakoan, itzalitako bi astroen inguruko ertzetik ateratzen ziren suzko mihi batzuk ikusten ziren, argi eta garbi, begi hutsez ezin zen bezala. Hain zuen ere, argazki haiekin frogatu ahal izan zuen De la Ruek ezen mihi haiek (eguzki-protuberantziak) Eguzkiarenak zirela, eta ez llargiarenak.

Eklipsearen ondorengo bi egunetan, Eguzkiari beste argazki batzuk ateratzen aritu ziren. Ondoren, dena desmuntatu eta paketatu zuten.

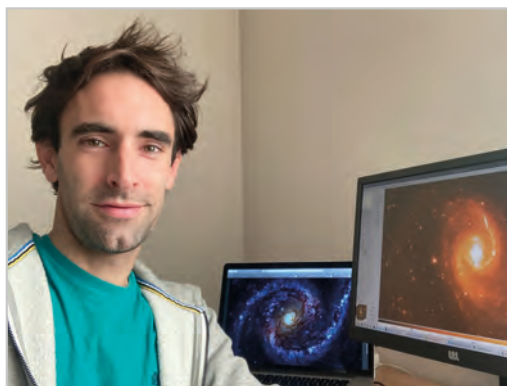
Behatokia larrain bihurtu zen berriz. Nekazariak agian ez zuen guztiz ulertu han zer gertatu zen, baina bazekien zerbait garrantzitsua izan zela. Berak ere jarri zuen bere aletxoak uzta oparo hura lortzeko. ●

“Betitik egon da oso lotura estua artearen eta astronomiaren artean”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Miguel Querejeta Pérez

Astrofisikaria



Miguel Querejeta Pérez

Donostia, 1989.

- Fisikan lizentziatu zen Madrilgo Unibertsitate Konplutensean, eta **Aparteko Saria** jaso zuen.
- **Max Planck Astronomia Institutuan** egin zuen tesia, Alemanian, eta Espainiako Astronomia Elkarteak saritu zuen.
- **ESO** Europako Behatoki Australean lan egin zuen, Munichen.
- Madrilgo Errege Behatoki Astronomikoan dabil lanean.
- Gaur egun, **ikerketa eta dibulgazioa** uztartzen ditu, eta *El cosmos en el arte* liburua argitaratu berri du.

Miguel Querejeta Pérez astrofisikariak gogoan du oso gazterik hasi zela maitemintzen astronomiarekin: "Akordatzen naiz udan Ezkaraira joaten girela, izeba batek etxe bat daukalako han, bi terraza oso-oso polit dituen, eta handik zerua oso ondo ikus daiteke. Eta berak teleskopio txiki bat zeukan. 12 urte inguru nituela, teleskopio harekin hasi nintzen zerua behatzen, eta interesa piztu zitzaidan".

Hala, unibertsitatean hasteko garaia iritsi zitzaionean, Madrilera joatea erabaki zuen; Bilbon ez bezala, han bazeukaten eta astrofisika espezialitatea. Onartu du ezen, bokazio argia eduki arren, ikasgai batzuk ez zituela oso gogoko izan. "Batzuetan gertatzen da, ezta? Irakasle batzuk nahiko kaxkarrak ziren, eta ikasgaietako batzuk oso teorikoak, matematika-kontu oso sakonak eta... Niri hori ez zitzaidan batere interesatzen. Baina astronomiarekiko neukan pasioak lagundu zidan aurrera egiten".

Beraz, hasitako bideari eutsi zion, eta beste herrialde batzuetara joateko aukera ere izan zuen: "Urte bat Ingalaterran eman nuen Erasmus egiten, Nottinghamen. Eta karrera bukatu ondoren, Alemaniara joan nintzen, Heidelbergeko doktoretza egitera, Astronomiako Max Planck Institutuan. Galaxiei buruzkoa izan zen, oso polita. Zortea izan nuen, aurretik Kanariar Uharteetan udako proiektu bat egin bainuen gai horrekin, eta asko interesatzen zitzaidan. Doktoretza bukatutakoan, Muniche-*ra* joan nintzen *fellowship* batekin, ESO Behategira. Doktoretza-ondorengo baten antzekoa baina askatasun handiagoarekin, norberak aukeratzen baitu ikergeraia. Gainera, lanaren zati bat Atacaman egin nuen, Txilen, irrati-teleskopioekin. Ikaragarria izan zen", kontatu du.

Kosmosa artean

Eta justu hori amaitu zuenean, funtzionario-plaza atera zuen Madrilgo Errege Behatoki Astronomikoan. Orain, han dabil ikertzen, baina bestelako proiektuetan ere badabil. Izan ere, Filologia Hispanikoko gradua ere badauka, eta astronomia eta artea uztartzen dituen liburu bat argitaratu berri du, Ines Pérez Teresa arte-historialariarekin batera. *El cosmos en el arte* du izenburua (Kosmosa artean), eta bi egileek kontatzen dute nola irudikatu den kosmosa artean, eta nola arteak balio duen kosmosa interpretatzeko.

"Artea astrofisikaren erreminta izan da, askotan", azaldu du Querejetak. "Ohituta gaude gaur egun teleskopioek oparitzen dizkiguten irudiak ikustera, baina XIX. mendera arte ez geneukan argazkirik ateratzeko modurik, eta orduan marrazketa oso oso garrantzitsua zen astronomoentzat. Galileo, adibidez, artista zen; marrazkilariformazioa zeukan, eta horrek lagundu zion, besteak beste, Ilargiaren behaketak eta paperean islatzen eta neurketa zehatzak egiten. Hortaz, betitik egon da oso lotura estua artearen eta astronomiaren artean".

Bukatzeko, esan du abuztuaren 12ko eguzki-eklipsea Ezkaraitik ikusiko duela, "noski!", eta aitortu du irrikan dagoela, eguzki-eklipse osoa ikusiko duen lehen aldia izango baita. Azkenik, aurreratu du aurten beste liburu bat ere aterako duela, haurrei zuzendutakoa. Izan ere, zerua ikeretzeko grina betitik izan duen bezala, gaztetatik gustatu zaio dibulgazioa ere, eta horren erakusgarri dira bitan irabazi izana CAF-Elhuyar sariak, eskaintzen dituen hitzaldiak, eta, orain, baita literatura-lanak ere. ●



ARG.: Irekia.

Tren-bidaia are seguruagoak egitea xede

Elhuyar Zientzia

Trena da garraibiderik seguruena, hegazkinen ondoren. Beti dago hobetzeko tarte, ordea, eta BRTA aliantzako ikertzaileak etengabe dabilta trenbide-sistema eta trenen elementuak hobetzeko ahaleaginean, bidaiarien segurtasuna bermatzeko.

Adibidez, CEIT zentro teknologikoak urteak daromatza trengintza-alorrean lanean. Besteak beste, trenen digitalizazioan, komunikazio-sistemetan, materialen analisisian, trenbide-dinamikan eta sarearen monitorizazioan aritzen da. Jaizki Mendizabal Samper da Garraio eta Mugikortasun Jasanga-

ria Saileko zuzendaria, eta, haren esanean: "Gure asmoa da ikuskapeneko ibilgailuei gaitasun berri eta hobeak ematea: zenbat eta funtzio gehiago, orduan eta segurtasun handiagoa".

Trenbideko arrakalen edo pitzaduren karakterizazioa da oinarrietako bat. Gaur egun, trenbideen pitzaduren zaintza aldizka egiten da, tokira joanda. CEITen garatzen ari diren monitorizazio-sistemarekin, berriz, kontrola urrunekoa, automatikoa eta jarraitua izango da.

“Esan daiteke trenbidearen segurtasuna trenen eta azpiegituraren arteko elkarriketaren emaitza dela”, baieztatu du Mendizabalek. Aurreratu duenez, etorkizuneko ikuskapeneko ibilgailu horren ezaugarri nagusietako bat autonomia izango da; alegia, gizakiaren parte-hartzerik gabe egingo ditu ikuskapen-lanak.

Bestalde, Tecnaliaren Entsegu Mekanikoen Laborategian, trenen osagaiak mekanikoki aztertzen dituzte merkaturatu aurretik, seguruak direla baieztatzeko. Felix Astorkia Salegi da laborategiko arduraduna, eta, azaldu duenez, haien zeregina da aurreikustea zer tentsio, deformazio eta indar jasango dituzten treneko elementuek, simulazioen bidez eta modu kontrolatuan: “Esaterako, abiadura handian doazen trenek presio-aldaketak jasaten dituzte tunelaren sarrera-irteeretan edo beste tren batekin gurutzatzean. Bidaiariek ez dituzte sumatzen, baina indar horiek eragin egiten diete piezei”.

Izan ere, treneko elementuek milaka erabilera-ziklo jasaten dituzte beren balio-bizitzan. Eta, batzuetan, ezustekoak ere gertatzen dira. Pieza horiek kasu guztietan nola erantzungo duten aurreikusteaz arduratzen dira, beraz, laborategian. “Informazio hori funtsezkoa da diseinatzaileentzat”, nabarmendu du Astorkiak.

Trenen segurtasunerako arrisku kritikoenetako bat sua da. Tecnaliaren suteen aurkako segurtasun-laborategian, materialek su hartuz gero nola erreakzionatzen duten aztertzen dute, labe handi batzuetan.

Pablo Garmendia Altuna arduradunaren esanean, material berri eta arinek trenaren kontsumo energetikoa murrizten laguntzen dute, baina, su hartuz gero, portaera jakin bat bermatu behar dute. Berretsi du oreka hori gakoa dela: “Sute batean, funtsezkoa baita sua konfinatuta geratzea ahalik eta denbora luzeenean”.

Bukatzeko, Ikerlanen trenaren “garuna” garatzen dute, fabrikatzaileekin elkarlanean: sistema txertatua. Ibai Iburguren Jauregi ikertzaileak azaldu duenez, “sistema txertatu edo garun horrek informazioa kanpoko aldetik jasotzen du, eta gidariari esaten dio zer abiaduratan joan behar duen, noraino gidatu dezakeen... Gidariak ez badu betetzen bidali zaion agindua, orduan gure garunak esku hartzen du”.

Trenak balizen bidez jasotzen du trenbideko informazioa. Aldi berean, bere jardueren berri ematen dio sareko kontrol-zentroari. Han, sare osoaren egoera etengabe gainbegiratzen dute. “Informazioaren joan-etorria modu fidagarrian egitea funtsezkoa da”, ohartarazi du Jauregik.

Garapena etengabea da. Hurrengo urratsa pertzepzio kooperatiboa izango da. Hau da, trenak informazioa partekatuko du azpiegiturarekin, eta, horri esker, bere ikus-eremutik kanpo dagoena haute-mateko gai izango da. “Gaur egun, horixe da erronka nagusia: adimen artifiziala sistema hauetan integratzea, eta erabakiak hartzeko gai izatea”, aurreratu du Jauregik. Bidaiariek etorkizunean are seguruago bidaiatu dezaten. ●

MCP

Adimen artifizialeko sistemak mundura konektatzeko protokolo estandarra

Txatbot huts izatetik haragoko gauza aurreratukoak egin ahal izateko, AA-sistemek mundura konektatu beharra daukate, informazioa bilatzeko edo beste modu batzuetan eragiteko. Eta, sistemak duen funtzioaren arabera, kanpo-sistema anitzetara konektatu beharko da. Sistema horietako bakoitzerako konexioak eta deiak inplementatzeak eta horiek orkestratzeak asko konplikatzen du horrelakoen garapena. Bada, horretarako sortu da Model Context Protocol edo MCP deritzon protokoloa, AA-ereduek edozein kanpo-sistema modu estandar bakarrean baliatu ahal izateko.

[Aurreko zenbakian azaldu genuen](#) zer diren [RAG sistemak](#). [LLM edo hizkuntza-eredu handietan](#) oinarritutako [txatbot](#)-en zehaztasuna hobetzeko (bereziki gai oso espezializatuetan edo aktualitatezkoetan), LLMari galdera egin aurretik, bilaketa bat egiten da (Interneten, gure enpresako dokumentuetan...) [API](#) bati deiak eginez, eta lehenbiziko emaitza diren orriak edo dokumentuak pasatzen zaizkio LLMari, hau esanez: "Erantzun erabiltzailearen galdera honi, eta, horretarako, oinarritu zaitez dokumentu hauen edukietan". Ikusten denez, RAG sistema batean geruza bat dago LLMaren gainetik API bati deitzeko ahalmena duena.

RAG sistemak bilduma batean bakarrik egin behar badu bilaketa, API dei bat inplementatu beharko du. Baina bilduma bat baino gehiago kontsultatu behar badu, orduan API bat baino gehiagotarako deiak inplementatu beharko dira, eta lana gehitu eta konplikatuko da. Gainera, baliteke galdera-

ren arabera erabaki behar izatea zer iturri kontsultatu behar den, edo emaitzaren arabera ikusi behar izatea bilaketa gehiago egin behar den, iturri berean edo beste batean... Benetan konplexua izan daiteke RAG sistema baten gaineko geruza hori programatzea; logika ez bada oso azalekoa, sarritan ez da erraza hori ordenagailuko programa gisa egitea.

MCP: txatbotek mundurako sarbidea izateko estandarra

Bada, horrelakoak errazteko sortu zen [MCP protokoloa](#). Siglek *Model Context Protocol* esan nahi dute, ereduie testuingurua emateko protokoloa dela adieraziz. Interfaze unibertsal bakarra eskaintzen dute LLMetan oinarritutako AA-sistemek APIak kontsultatzeko. [Anthropic](#) enpresak ([Claude LLM eta txatbot](#)aren sortzaileak) sortu zuen, 2024ko azaroan, baina 2025eko abenduan [Linux Fundazioaren](#) ardurapekoa den Agent AI Foundation erakundearen esku utzi zuen protokoloaren

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



ARG.: tadamichi/Shutterstock.com

jabetza eta etorkizuneko garapena. Denborarekin txatbot-hornitzaile guztiak ([OpenAI](#), [Google](#), [Microsoft](#)...) pasatu dira berau erabiltzera eta bultzatzera, eta esan daiteke gaur egun denek darabilten estandarra dela.

Hala, AA sistemek erabiltzekoak diren APIek gaur egun MCP zerbitzari baten geruza bat jartzen dute gainetik. MCP protokoloak ahalbidetzen du zerbitzari horri galdetzea zer funtzio jartzen dituen atzigarri, zer parametroekin eta zer motatakoak, eta zer motatako emaitzak itzultzen dituen. Eta gero esan dakioke funtzio horietako bat exekutatzeke, nahi diren parametroekin, eta emaitza jasoko da.

RAG sistema konplexuen orkestrazioa sinplifikatuz

Lehen aipatu dugunaren moduko RAG sistema baten funtzionamendua honela izango litzateke MCP protokoloa baliatuta: eskura dagoen eta baliatu nahi den MCP zerbitzari bakoitzari galdetzen zaio daukan funtzio, parametro eta emaitzen inguruan, eta gero LLMari esaten zaio: "Erantzun erabiltzailearen galdera honi, eta, horretarako, iturri hauetan egin ditzakezu bilaketak, bakoitzean halako eta halako funtzio erabilita". Orduan LLMak erabakitzen du zein iturritan egon daitezkeen galderarentzako baliagarri diren dokumentuak, sistemari esaten dio zein MCPri egin behar dizkion zein funtzioaren deiak eta zein parametroekin, eta emaitza jasotakoan erabakitzen du ea bilaketa gehiago egingo duen edo

jada baduen erabiltzaileari erantzuteko nahikoa informazio.

Ikusten denez, MCP protokoloaren abantaila bakarra ez da API ezberdinak inplementatzeko lana aurrezten duela. Hainbat iturri daudenean bilaketa-mota ezberdinetarako, egin beharreko ataza konplexua izan daiteke. Horrelakoen logika programa informatiko batean inplementatzea zaila edota kostu handikoa edo ezinezkoa izan daiteke.

Horren orde, iturrien aukeraketak eta bestelako erabakiak LLMaren esku utziko dira, eta RAG sistema bera oso gauza sinplea eta nahiko orokorra bihurtzen da: MCP protokoloari deiak egiten jakin behar du, eta hasieran MCP zerbitzariari galdetuko die zeintzuk diren euren funtzioak, parametroak eta abarrak; gero, erabiltzailearen galdera bakoitzeko, ikusi dugunaren moduko instrukzio generiko beti berdin bat besterik ez dio pasatu behar LLMari, ondoren MCP zerbitzariari LLMak eskatutako deiak egin honek jada erantzuna baduela esan arte, eta, amaitzeko, erantzuna erabiltzaileari pasatu. Programatzeko zaila edo ezinezkoa litzatekeen logika korapilatsu hori ez dugu programatu beharrik izango, eta justu horrelako gauzak egiteko dauden LLMak egingo du MCP zerbitzarien orkestrazioa.

Bilaketaz harago

MCP zer den azaltzeko artikulua honetan erabilitako adibideetan, MCP zerbitzari guztiak informazioa bilatzeko izan dira. Izan ere, RAG sistema konplexuak dira MCP baliagarria den kasuetako bat. RAG sistemak zer diren ikusia genuen lehenago, eta

horrelakoetan erabiltzen diren MCP zerbitzuak bilaketarako soilik dira.

Baina kontua da MCP protokoloaren bidez eskuragarri jar daitezkeen zerbitzariak ez direla soilik bilaketak eta kontsultak egitekoak. Aitzitik, mota guztietako ekintzak exekuta ditzaketen MCP zerbitzariak egin daitezke eta egiten dira: posta elektronikoa kontsultatu eta idatzi, hegaldiak eta hotelak erreserbatu, online denda baten erosketak egin, gure biltegi robotizatuko orgak mugitu, kode-biltegiekin eragin... [Gaur egun, denetariko MCPak daude eskuragarri](#). Eta gureak egin ditzakegu, gure dokumentazioa atzitzeko, gure ordenagailuarekin interakzioa izateko...

“Mota guztietako ekintzak exekuta ditzaketen MCP zerbitzariak egin daitezke eta egiten dira”

Bilaketaz haragoko gauzak eskaintzen dituzten MCP zerbitzariak baliatzen dituzten sistemak AA agenteak dira. Termino hori ziurrenik entzungo zenuen azkenaldian, ezta? Oso boladan dagoen gaia da, zalantzarik gabe. Horiek zer diren, nola dabilzan eta zer abantaila eta arazo dituzten hurrengo zenbakian izango dugu hizpide. ●

Jakin 273-274 | martxoa-ekaina 2026

Komunitateari begirako kooperatibismoa

Anna Gabriel, Enekoitz Etxezarreta,
Arianne Kareaga, Ion Muñoa, Aitor Bengoetxea,
Iker Eizagirre eta Beñat Irasuegi



Egin zaitez Jakinkide

Jakin dabilen
pentsamendua



Entzima batek nola garbitu ditzake material akrilikoek dituzten osagai toxikoak?

Pintura akrilikoek ezkutuko toxikotasunari aurre egiteko, landare-entzima batean oinarritutako irtenbide garbia eta eraginkorra sortu dute POLYMAT-EHUko zientzialari batzuek.

Ur-oinarriko pinturak eta itsasgarriak disolbatzaile organikotan oinarritutako produktuak baino alternatiba ez hain toxikotzat hartu ohi dira, bai osasunarentzat, bai ingurumenarentzat. Ura bitarteko nagusi gisa erabiltzean, nabarmen murrizten dira isuri kutsatzaileak, eta segurtasuna areagotzen da, bai fabrikazio-prozesuan, bai etxeko erabileran.

Hala ere, oraindik badira erronkak ur-oinarridun (edo akriliko) diren pintura horiek osasunean eta ingurunean guztiz ezabatzeke. Jende askori eza-guna egingo zaio egoera hau: gela bat halako pintura batez margotzean, egunetan zehar irauan dezaketen usainak agertzen dira. Baina pinturak ez badu disolbatzaile organikorik, nondik datoz usain horiek?

Erantzuna konposatu organiko lurrunkorretan (KOL) dago. Usain horien kantitate handi bat monomero-hondar deritzonetatik dator, hau da, pinturaren, itsasgarriaren edo beste polimero^[1] batzuen fabrikazioan erabat erreakzionatu ez duten molekula

txikietatik. Haien kontzentrazioa oso txikia izan arren, ppm-ko (milioiko zati) ordenakoa, haien presentzia ez da kaltegabea. Maila horietan ere usain desatseginak, begietako eta arnasbideetako narritadura eta, esposizio luzeetan, osasunerako beste ondorio kaltegarri batzuk sor ditzakete.

Hori dela eta, Europako legediak oso muga zorrotzak ezartzen ditu pintura, estaldura eta itsasgarrietan KOL hauek egon daitezkeen kantitateentzat. Erronka hori buruan izanda, POLYMAT (EHU) zentroko ikertzaile batzuek konposatu horiek murrizteko dauden estrategiak hobetzea bilatzen duen irtenbide bat garatu dute: nahi ez diren konposatu horiek ia guztiak harrapatzeke gai den metodo bioteknologiko berritzaile bat^[2].

Ur-oinarriko pinturak eta itsasgarriak fabrikatzeko gehien erabiltzen den tekniketako bat ur-oinarridun polimerizazioa da. Prozesu horretan, monomeroak uretan sakabanatzen dira hasarazle batekin batera. Horrek kate-erreakzio bat abiarazten du, eta, ho-



Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean

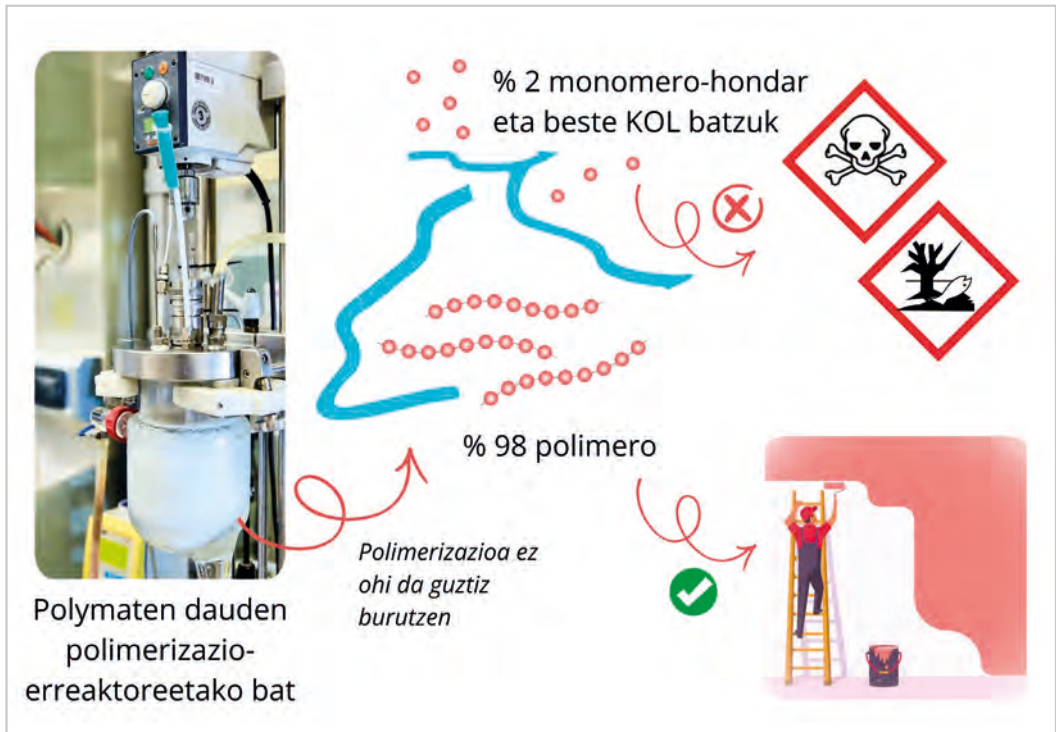
Gai librean aritzeko, bidali zure artikulua
aldizkaria@elhuyar.eus helbidera.

rrren bidez, monomeroak polimero bihurtzen dira. Emaizta latex bat da, normalean likido zurixka gisa ikusten duguna. Hala ere, erreakzio oso gutxitan izaten da totala, eta beti geratzen dira erreakzionatu gabeko monomero-kantitate txikiak.


Elhuyar aldizkariko beste artikulu batean^[3] xehetasun gehiagorekin azaltzen den bezala, maila industrialean bi estrategia daude hondakin horiek murrizteko. Lehenengoa postpolimerizazio kimikoa da: erreakzio nagusia amaitu ondoren, hasarazle gehiago gehitzen da gainerako monomeroen erreakzioa behartzeko. Metodo sinplea da, baina, berotu behar denez, energia dezente behar da, eta nahi ez diren KOL berriak sor ditzake. Bigarrena

deslurruntzea da: beroa eta hutsa erabiltzen dira monomeroak eta beste konposatu organiko lurrunkorak gas fasera igarotzeko. Oso eraginkorra bada ere, energia-kontsumo izugarria du.

POLYMATen garatutako alternatiba tresna bioteknologiko bat integratzean oinarritzen da: *Armoracia rusticana* landarearen (errefautxoaren) sustraietatik erauzitako entzima, hain zuzen. Biomolekula hori polimerizazio-erreakzioa amaitu ondoren gehitzen zaio ur-nahasteari, eta, hidrogeno peroxidoaren eta azetilazetonaren presentzian, prozesu kimiko bat abiarazten du, hondar-monomeroak ezabatzeko gai dena, nahiz eta oso kantitate txikian egon.




1. irudia. Material akrilikoan sortzen diren polimero-kateak eta erreakzionatu gabe gelditzen diren monomero-hondarrak. Irudia: POLYMAT.




Erreakzioa berriz egin (prozesu kimikoa)

Postpolimerizazioa

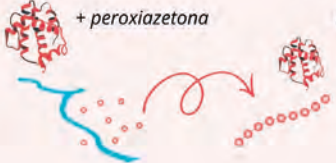


Monomero-hondarrak murrizteko industrian erabili ohi diren prozesuak. Oso kostu energetiko handia dute.

Deslurruntzea
Tenperatura igo, presioa jaitsi eta irabiatu (prozesu fisikoa)



POLYMAT ikerketa-zentroan garatu duten estrategia jasangarriago eta merkeagoa



+ peroxiazetona

Biokatalizatzaile bat erabili (prozesu kimikoa)

2. irudia. Monomero-hondarrak murrizteko erabiltzen diren bi teknika nagusiak eta Polymateko ikertzaileek proposatu dutena. Argazkian ikertzaile hauek ageri dira: Ana Trajcheva, Justine Elgoyhen, Oihane Sanz eta Radmila Tomovska. Irudia: POLYMAT.

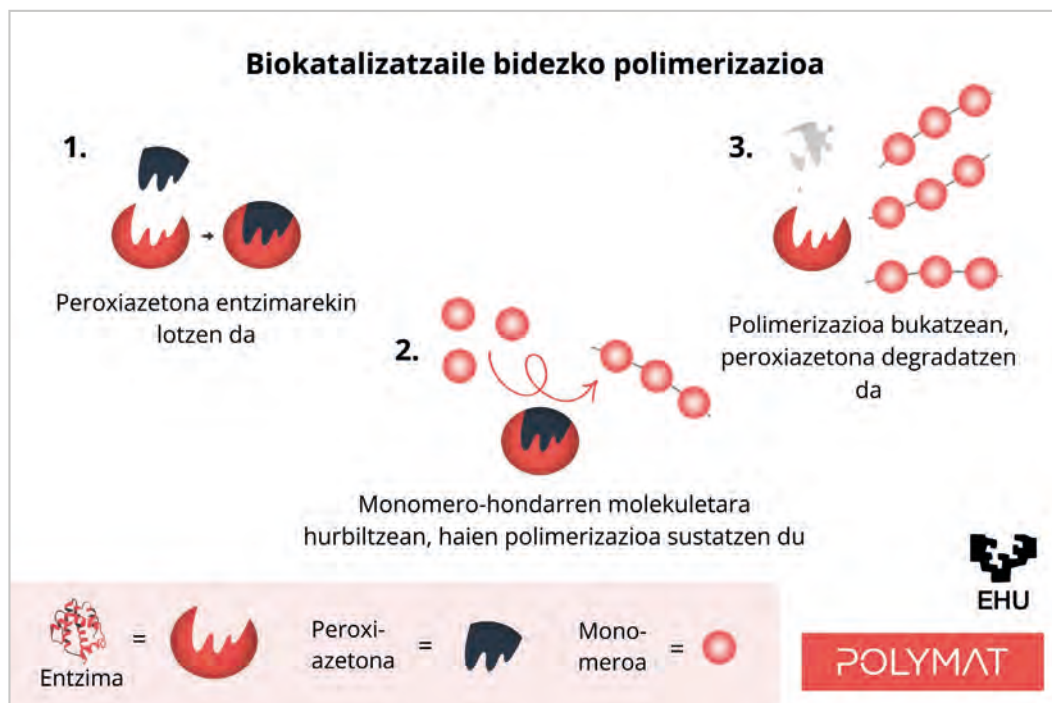
Prozesu berritzaile honetan, monomero-molekulak elkartu egiten dira beren artean entzimak eta peroxiazetona sustatutako erreakzio baten ondorioz. Elkartzean, monomeroek polimero motz batzuk sortzen dituzte, eta horiek aurretik sortutako polimero-kateen artean integratzen dira. Entzimak, berriz, balio handieneko piezak, katalizatzaile gisa jokatu du, hau da, ez da kontsumitzen, eta horrek kostuak murriztea ahalbidetzen du. Egindako esperimentuetan, metil metakrilato monomeroaren (MMA) kasuan, % 95etik gorako bihurtetarako (ezabatzen den KOL-ehunekoa) lortu dira, eta butil akrilatoaren (BA) kasuan % 90etik hurbilekoak. Ur-

oinarriko pintura eta itsasgarrietan ohikoenak diren bi monomeroak dira.

Bereziki garrantzitsua den alderdi bat da metodo hau eraginkorra dela giro-presioan eta giro-tenperaturan, eta ez duela KOL motako konposatu berririk sortzen. Horrek alternatiba jasangarriagoa bihurtzen du, beste bi estrategia ohikoen aurrean.

Ikertzaileek ikusi dute, KOLak murrizteaz gain, prozesu honek polimeroaren propietateetan ere eragiten duela. Lortzen den materialak malgutasun handiagoa du, eta hori onuragarria izan daiteke, edo ez, aplikazioaren arabera. Efektu hori gerta-

Biokatalizatzaile bidezko polimerizazioa



3. irudia. Entzima eta peroxiazetona erabiliz monomeroa polimero bihurtzen den mekanismoa. Irudia: POLYMAT.

tzen da entzimak eta sortutako polimero-kate laburrek plastifikatzaile gisa jokatzen dutelako eta polimero-kateen mugimendua errazten dutelako. Bestalde, materialaren egonkortasun termikoan, hobekuntza bat ikusten da. Berotzean, entzima karbonizatu egiten da, eta polimeroaren degradazioa atzeratzen duen babes-geruza bat sortzen du; horrek tenperatura altuekiko erresistentzia areagotzen du.

Emaitzak itxaropentsuak badira ere, prozesua laborategi-fasean dago oraindik. Hurrengo urratsak eskala industrialera egokitzea bideratuko dira. Helburu hori lortzen bada, landare arrunt ba-

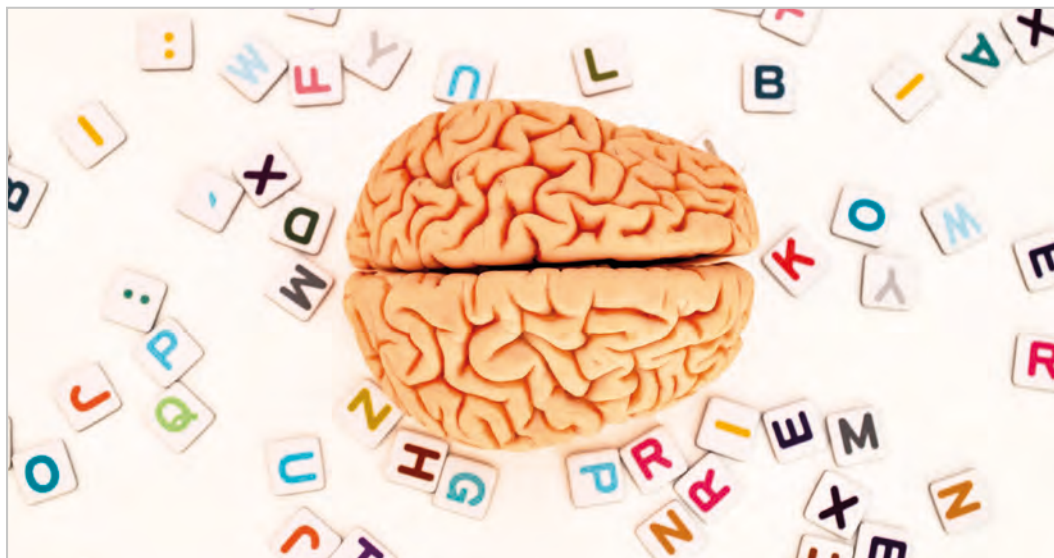
etik erauzitako entzima bat funtsezko tresna bihur liteke pintura eta itsasgarri jasangarriagoak garatzeko. ●

Bibliografia

- [1] <https://zientzia.eus/artikuluak/zer-dira-polimeroak/>
- [2] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014305726000121>
- [3] <https://zientzia.eus/artikuluak/polimeroen-monomero-hondarrak-murritzu-egin-daitez/>

Hizkuntza-erabilera eta kontrol mentala: elebitasunetik harago

Adinak aurrera egin ahala, arreta eta kontrol mentala ez dira berdin zahartzen pertsona guztiengan. Zerk baldintzatzen du desberdintasun hori? Baliteke egunerokoan bi hizkuntza erabiltzeak arrastoren bat uztea distrakzioei aurre egiteko eta une bakoitzean informazio garrantzitsua hautatzeko gaitasunen bilakaeran?



ARG.: Rozbeh/Shutterstock.com

Hizkuntza gorpuztuta daukagu. Pentsatzen dugunean, merkatuko edo treneko megafonia entzuten dugunean, irakurtzen dugunean edo kalean kartel bati ia oharkabean begiratzen diogunean, hizkuntza erabiltzen ari gara. Ez da kanpoko tresna bat; gure jardun mentalean txertatuta dago.

Euskal Herriko Unibertsitatean (EHU) egindako ikerketa batean galdera zehatz bati heldu diogu: zer harreman dago bi hizkuntzaren eguneroko erabilerean eta kontrol mentaleko prozesuen artean; hau da, ba ote du eraginik erabilera horrek distrakzioei aurre egiteko eta une bakoitzean informazio ga-

rrantzitsua hautatzeko gaitasunekin? Nola aldatzen da harreman hori adinean aurrera egin ahala? Ikerketa eta haren emaitzak *Bilingualism: Language and Cognition* aldizkarian argitaratu berri dira (Arantzeta, San Martin eta Laka, 2026).

Psikolinguistikako ikerketek erakutsi dute hiztun elebidunen buruan hizkuntzak ez direla txandaka aktibatzen, bata itzalita eta bestea piztuta baleude bezala. Bi hizkuntzetako hitzak eta egiturak aldi berean egoten dira eskuragarri. Euskaraz ari garenean, gaztelania ere aktibo dago neurri batean, eta alderantziz.

Horrek esan nahi du ezen, une bakoitzean, hizkuntza bakarra erabiltzeko, gainerakoak isilarazi egin behar direla. Gaitasun horri *interferentzia-kontrola* deitzen diogu. Ez da hizkuntzara mugatzen: eguneroko bizitzan etengabe erabiltzen dugun ahalmen kognitiboa da. Jendez betetako gela batean solaskide baten ahotsari arreta jartzean edo gidatzean distrakzioei aurre egitean, mekanismo bera ari da lanean. Bi hizkuntzarekin jarduteak kontrol-gaitasun hori sarritan martxan jartzea eskatzen du (ikusi Bialystok et al., 2009; Bialystok, 2024).

Horrenbestez, honako galdera hau planteatu genuen: hizkuntza-jardunaren konfigurazioak —zenbat eta zein egoeratan erabiltzen den hizkuntza bakoitza— ba al du loturirik *interferentzia-kontrolaren* errendimenduarekin?

Nola neurtu genuen hizkuntza-erabilera?

Horri erantzuteko, 30 eta 80 urte bitarteko 250 bat lagunek parte hartu zuten azterlanean: euskaldun eta gaztelaniadun elebidunek eta gaztelaniadun elebakarrek. Datuak Gasteizen eta Debagoienean bildu genituen, hizkuntza-erabileraren eredu askotarikoak aurkitu daitezkeen bi eremutan.

Elebidunen kasuan, euskaraz eta gaztelaniaz modu eraginkorrean jarduteko gaitasuna egiaztatu genuen. Helburua ez zen “elebidun ala ez” etiketa soilik konparatzea, baizik eta pertsona elebidunetan hizkuntza bakoitza zenbateraino eta zein egoeratan erabiltzen den aztertzea.

Horretarako, Hizkuntza eta Gizarte Inguruneari buruzko Galdetegi (*Language and Social Background Questionnaire*; Anderson et al., 2018) erabili genuen, euskararen eta gaztelaniaren testuingurura egokituta. Galdetegi hori zabal erabiltzen da elebitasunaren ikerketan, eta hizkuntza-erabilera modu sistematiko eta kuantitatiboan jasotzeko balio du. Ez da galdera orokor bakar batera mugatzen —“zenbat erabiltzen duzu euskara?”—. Horren or-

dez, eguneroko hizkuntza-erabilera zehaztasunez jasotzen du. Besteak beste, etxeko harremanak (gurasoekin, bikotekidearekin, seme-alabekin), lagunartea eta auzo-harremanak, laneko edo ikasketako egoerak, zerbitzu publikoetako interakzioak (osasungintza, administrazioa) eta eguneroko jarduerak (irakurtzea, mezularitza, sare sozialak, ikus-entzunezkoak) bereizten ditu.

Horri esker, zehaztasunez jasotzen da hizkuntza bakoitza zein egoeratan eta zein harreman-saretan erabiltzen den. Gainera, erabilera ez da “bai/ez” modu kategorikoan neurtzen: mailaz maila adierazten da hizkuntza bakoitza zenbateraino erabiltzen den, eta erantzunak balio numeriko bihurtzen dira. Horri esker, hizkuntza-jarduna graduazio batean mailakatuta azter daiteke.

Nola neurtu genuen *interferentzia-kontrola*?

Interferentzia-kontrola neurtzeko, Stroop ataza erabili genuen, zientzia kognitiboetan klasikotzat jotzen den proba (Golden, 2010; ikusi 1. irudia). Parte-hartzaileek zerrenda batean aurkezten zitzaizkien elementuak ahalik eta azkarren eta zehaztuz irakurri edo izendatu behar zituzten.

Lehenengo zatian, kolore-izenak beltzez inprimatuta agertzen ziren, eta hitzak irakurri besterik ez zuten egin behar. Bigarrenean, kolorezko ikur sinpleak agertzen ziren, eta haien kolorea izendatu behar zuten. Bi zati horiek oinarritzko irakurketa-abiadura eta koloreak izendatzeko gaitasuna neurtzeko balio dute.

Azken zatian dago interferentziaren neurketa zuzena. Kolore-izenak tinta-kolore desberdinetan inprimatuta agertzen dira, eta parte-hartzaileek, hitza irakurri beharrean, tintaren kolorea esan behar dute. Irakurtzea automatikoa denez, irakurtzeko joera aktibatzen da hitza ikusi bezain pronto. Joera hori geldiaraztea da kontrol-prozesuaren muina.

STROOP ATAZA: INTERFERENTZIA-KONTROLA

1. HITZA IRAKURRI

1	GORRIA	5	URDINA
2	URDINA	6	BERDEA
3	BERDEA	7	GORRIA
4	HORIA	8	...



45s

2. KOLOREA IZENDATU

1		5	
2		6	
3		7	
4		8	...



45s

3. TINTAREN KOLOREA ESAN

1	GORRIA	5	URDINA
2	URDINA	6	BERDEA
3	BERDEA	7	GORRIA
4	HORIA	8	...




45s

1. irudia. Stroop atazaren hiru baldintzen egitura orokorra eta interferentziaren logika. Parte-hartzaileek, 45 segundoan, zutabe bakoitzeko ahalik eta elementu gehien prozesatzen dituzte, eta baldintza bakoitzean lortutako errendimendua zenbatzen da. Lehen bi faseek oinarritzko prozesamendu-abiadura islatzen dute; hirugarrenak, berriz, hitzaren irakurketa automatikoaren eta tintaren kolorearen arteko gatazka kudeatzeko gaitasuna. *Interferentzia-kontrolaren* neurriak hiru baldintzetako emaitzen arteko erlazioan oinarritzen dira.

Erreakzio-denborak eta erantzun zuzen kopurua erabilita kalkulatu genuen *interferentzia-kontrola*.

Emaitzak

Gure emaitzek bi ondorio nagusi uzten dituzte. Lehenik, adinak gora egin ahala, *interferentzia-kontrolaren* errendimendua apaldu egiten da, eta hezkuntza-maila handiagoa errendimendu hobea-rekin lotzen da. Bi joera horiek bat datoz aurreko ikerketek deskribatutako ereduekin: zahartzearekin kontrol-prozesuek ahultzeko joera dute, eta hezkun-

tzak babes-faktore moduko bat eskaintzen du (ikusi 2. irudia).

Bigarren ondorioa da gure ekarpen nagusia. Talde mailan ez genuen alde esanguratsurik aurkitu elebidunen eta elebakarren artean. Hau da, elebidun izate hutsak ez du berez *interferentzia-kontrol* hobea bermatzen.

Hala ere, elebidunen artean desberdintasun argiak agertu ziren. Euskararen erabilera txikiagoa zuten elebidunen errendimendua elebakarren parekoa zen. Aldiz, euskararen erabilera handiagoa zuten elebidunen artean lotura sendoa agertu zen *interferentzia-kontrolarekin* (ikusi 3. irudia).

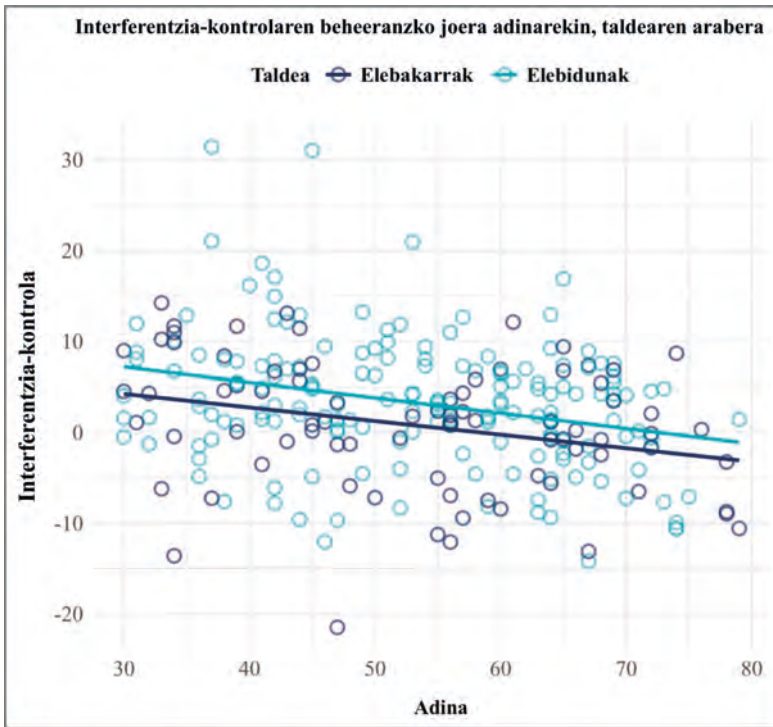
Gainera, lotura hori ez da atalase jakin batean agertzen. Ez dago muga zehatzik efektuaren hasiera erakusten duenik. Datuetan joera progresiboa ageri da: euskararen erabilera soziala handitu ahala, *interferentzia-kontrolaren* errendimendua pixkanaka handitzen da.

Ondorioak

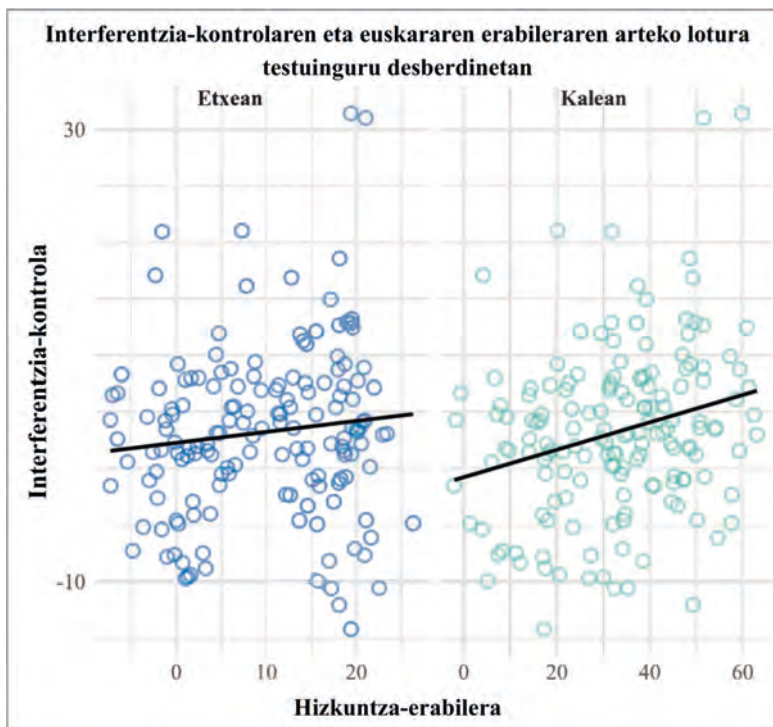
Emaitza hauek elebitasunaren eta kontrol kognitiboaren inguruko eztabaidan kokatzen dira. Zenbait lanek elebitasuna narriadura kognitiboaren agerpen berantiaragoarekin lotu dute (adibidez, Craik, Bialystok, & Freedman, 2010; Woumans et al., 2015), baina emaitzak ez dira beti koherentek izan populazio guztietan.

Gure lanak findu egiten du eztabaida hori. Eza-gutzen diren hizkuntzen kopurua baino gehiago, hizkuntzekin egiten den jardunaren konfigurazioa da erabakigarria. Berezi, hiztun elebidunen kasuan, euskararen gizarte- edo kale-erabilera *interferentzia-kontrol* handiagoarekin lotzen da bizi-ziklo osoan zehar.

Emaitza horiek bat datoz hizkuntza-aldaketaren inguruko ikerketa esperimentalekin. Mosca eta



2. irudia. *Interferentzia-kontrolaren* bilakaera adinaren arabera, taldeka. Grafikoak *interferentzia-kontrolaren* errendimendua (Stroop probako puntuazioa) erakusten du 30 eta 80 urte bitartean, euskaldun eta gaztelaniadun elebidunen eta gaztelaniadun elebakarren kasuan. Bi taldeetan, beheeranzko joera ageri da adinarekin, eta ez da alde esanguratsurik ikusten elebidunen eta elebakarren artean talde mailan. Lerroek joera linealak adierazten dituzte.



3. irudia. *Interferentzia-kontrolaren* eta euskararen erabileraren arteko lotura testuinguru desberdinetan (etxean eta kalean). Ardatz horizontalean, hizkuntza-erabileraren balioak ageri dira: balio altuagoek euskararen erabilera handiagoa adierazten dute; balio baxuagoek, berriz, gaztelaniaren erabilera handiagoa. Ardatz bertikalean, *interferentzia-kontrolaren* puntuazioa ageri da. Irudian ikus daitekeenez, lotura argiagoa da kale-erabileraren etxeko erabileran baino: euskararen erabilera soziala handitu ahala, *interferentzia-kontrolaren* errendimendua progresiboki hobetzen da.

Clahsen-ek (2016) erakutsi dute ezen hizkuntza aldatu behar den ala ez jakiteko ziurgabetasunak berak kostu kognitiboa handitzen duela. Hau da, ez da soilik hizkuntza batetik bestera igarotzea eskatzen duen egoerak dakarren kostua; aldaketa behar ote den erabakitze-prozesuak berak ere kontrol-mekanismoak aktibatzen ditu.

Gure ikerketa honek erakusten du euskararen erabilera sozial handiagoa lotzen dela *interferentzia-kontrol* hobearekin. Euskal Herriko testuinguruan, kaleko erabilera handiago horrek maiz adierazten du hitzunik solaskidearen eta egoeraren arabera etengabe ebaluatu behar duela zein hizkuntza erabili. Ziurgabetasun-egoera horiek sarri bizitzeak kontrol-prozesuak maizago mobilizatzea dakar, eta litekeena da horrek azaltzea aurkitu dugun lotura.

Kontrol-mekanismo horiek funtsezkoak dira eguneroko autonomiarako. Zahartzearekin batera, *interferentzia-kontrola* ahuldu egiten da, eta ahultze horrek eragin zuzena du eguneroko funtzionamenduan, erabakiak hartzeko gaitasunean eta distrakzioei aurre egiteko ahalmenean.

ESKERRAK

Eskerrik beroenak ikerketan parte hartu duten pertsona guztiei, beren denbora, prestasuna eta konfiantza eskaintzeagatik. Halaber, eskerrak Arrasateko Udalarari eta Arrasateko Udala Euskaltegiari parte-hartzaileak erakartzen laguntzeagatik eta azterketa egiteko espazioa eskaintzeagatik.

FINANTZAKETA

Lan hau AGINGLEXICON proiektuaren (Fundación BBVAren Leonardo beka), PID2022-142625OA-I00 proiektuaren (MICIU/AEI), Ramón y Cajal RYC2021-033222-I1 laguntzaren eta Eusko Jaurlaritzaren IT1439-22/IT1439-26 ikerketa-taldearen babesarekin egin da.

Eraitza hauek ez dira azken hitza, jakina. Ez dute frogatzen elebitasun aktiboak demetzia saihesten duenik. Baina erakusten dute eguneroko hizkuntza-espereziaren konfigurazioak lotura zuzena duela arreta- eta kontrol-gaitasunekin —eta gaitasun horiek oinarri dira autonomia eta bizi-kalitatea sostengatzen dituzten prozesuetan adinean aurrera egin ahala—.

Hizkuntza bat jakitea ez da biltegitatuta dauden hiztegia eta gramatika ezagutzea soilik; egiten dugun jarduna da. Jardun horren egiturak —hizkuntzak nola eta zein egoeratan erabiltzen diren— gure kontrol mentalaren funtzionamenduan eragiten du. ●

Bibliografia

- Anderson, J. A. E., Mak, L., Keyvani Chahi, A. eta Bialystok, E. 2018. "The language and social background questionnaire: Assessing degree of bilingualism in a diverse population". *Behavior Research Methods* 50, 250–263.
- Arantzeta, M., San Martín, I. eta Laka, I. 2026. "Types of language use and interference control in aging bilinguals: Insights from the Word–Color Stroop Task". *Bilingualism: Language and Cognition*, 1–13.
- Bialystok, E. 2024. "Bilingualism modifies cognition through adaptation, not transfer". *Trends in Cognitive Sciences* 28, 987–997.
- Bialystok, E., Craik, F. I. M., Green, D. W. eta Gollan, T. H. 2009. "Bilingual minds". *Psychological Science in the Public Interest* 10, 89–129.
- Craik, F. I. M., Bialystok, E. eta Freedman, M. 2010. "Delaying the onset of Alzheimer disease: Bilingualism as a form of cognitive reserve". *Neurology* 75, 1726–1729.
- Golden, C. J. 2010. Color-Word Test – Stroop (9. arg.; B. Ruiz-Fernández, T. Luque eta F. Sánchez-Sánchez, egokitzapen espainiarra). TEA Ediciones, Madrid.
- Mosca, M. eta Clahsen, H. 2016. "Examining language switching in bilinguals: The role of preparation time". *Bilingualism: Language and Cognition* 19, 415–424.
- Woumans, E., Santens, P., Sieben, A., Versijpt, J., Stevens, M. eta Duyck, W. 2015. "Bilingualism delays clinical manifestation of Alzheimer's disease". *Bilingualism: Language and Cognition* 18, 568–574.

uztaro

giza eta gizarte-zientzien aldizkaria

2026

Giza eta gizarte-zientzietako euskarazko ezagutza zabaltzen, gaurkotasuneko ikerketa sustatzen

HARPIDETU

Urtean 25,00€

4 zenbaki paperean



Kontaktua:

+34 946790546

argitalpenak@ueu.eus

UEU.EUS



bat

Soziolinguistika aldizkaria

BAT ALDIZKARIA 137. ZENBAKIA TXILLARDEGI- HAUSNARTU SARIAK (2025)



- **1. SARIA. AINHOA DELGADO IRIONDO** > Zuk, zergatik ez? Hizkuntza-hautua finantza-entitateen zerbitzu digitaletan.
- **2. SARIA. KIMETZ PEREZ-HARISPE** > Hirigune frantses batean euskaraz ikastearen oxymorona: Baionako Estitxu Robles Kolegioaren kasua.
- **3. SARIA. MIKEL GARTZIARENA SAN POLICARPO** > Irakaslegaiak euskararen sistole: bizi a(ha)la iraun? Euskal Herrian euskararen transmisioan gako izango direnen azterketa.
- **JOSU AMEZAGA ALBIZU, ANE MARTÍNEZ JUEZ, LIBE MIMENZA CASTILLO ETA NAROA BURRESO PARDO** > Euskararen erabileraren definizio berri baterantz: komunikaziotik ikas dezakeguna.
- **MARKEL LASKURAIN ARRESE-IGOR ETA NAHIA URDALLETA AZPIOLEA** > Genero- eta hizkuntza-praktiken txirikorda kirolean. Pasaiaiko hiru kirol-klubekin egindako ikerketa etnografikoa.

harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK:

- Lau hilez behin, BAT aldizkaria etxean bertan.
- Lau hilez behin, BAT aldizkaria PDFn eta EPUB-en jaso.

<https://bat.soziolinguistika.eus>

943 592 556 – bat.aldizkaria@soziolinguistika.eus



**SOZIOLINGUISTIKA
KLUSTERRA**

Euskara biziberritzeko
ikergunea

Jarraitu gurekin zientzia eta teknologiaren berriei, sarean zientzia.eus



ELKARRIZKETA

“Adimen artifizialetik gehien gustatzen zaidana iragartzeko ahalmena da”

Nora Alcelay Uribecheverriak Adimen Artifizialeko gradua eta Ikusmen Artifizialeko masterra egin ditu; ingelesa, frantsesa eta alemana dakizki, eta, aitortu duenez, musika eta jarduera kulturalak bere bizitzaren parte dira betitik. Hain zuzen, legazpiarra da, eta herriko bandan oboea jotzen du, eta Sustraiak Dantza Taldeko kidea da, eta Sorgintxulo Alai aisialdi-taldeko monitorea.

Argi dago askotariko zaletasunak dituela, baina, gogoratu duenez, txikitari ez zeukan asmorik gerora (...).



ELKARRIZKETA

“Nire abiapuntua zen ikuspegi feminista txertatzea ikerketan”

Gar Lozano Realek Jarduera Fisiko eta Kirolaren Zientzien gradua egiten hasi zenean, ez zeukan garbi hori izango zenik bere bidea: “Biologia, erizaintza eta fisioterapia ere banituen aukeren artean, baina kirola ere egiten nuen, eta pentsatu nuen hura zela ondoen egokitzen zitzaidana une hartan”, gogoratu du.

Asko gustatu zitzaion hain praktikoa izatea, baita osasun-arloko ikuspegia ere edukitzea. Gradua bukatu zuenean, ikaskide gehienek irakaskuntzako irakasleen prestakuntza-masterra (...).



ARG.: Pexels/Pixabay.

IRITZIA

Itziar Alkorta Idiakez: Sendagaien prezioa

Botiken prezioa ez da farmaziako apal batean itsatsitako zenbaki hotz bat. Botika baten prezioan sartzen dira ikerketa, patenteak, arriskua, negoziario, estatuen negoziatio-indarra, itsas bideak, petrolioia, gerra eta, azkenean, gaixoaren gorputza bera. Eta prezioak erabakitzen du botika bat zein merkatutara helduko den lehena-go eta norentzat izango den benetan eskuragarri; ez da gauza bera tratamendua existitzea eta tratamendua ordaindu ahal izatea, sektore publikoa barne. (...).

Irailera arte



Zer eta nor

elhuyar[®]
ezagutuz aldatzea

Zelai Haundi, 3.
Osinalde industrialdea
20170 USURBIL (Gipuzkoa)
tel. 943 36 30 40

Zuzendariak:

Egoitz Etxebeste Aduriz (e.etxebeste@elhuyar.eus),
Ana Galarraga Aiestaran (a.galarraga@elhuyar.eus).

Publizitate-arduraduna:

Itziar Nogeras Berra (i.nogeras@elhuyar.eus).

Hizkuntza-arduraduna:

Elhuyar.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Miren Arantzeta Pérez, Igor Leturia Azkarate, Beñat Olave Fernandez, Manu Ortega Santos, Ana Trajcheva.

Azaleko argazkia:

Phil Hart/<https://philhart.com>.

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte Neira.

Harpidetzak:

Virginia Larrarte Neira (harpidetza@elhuyar.eus).

Inprimatzailea:

Leitzaran Grafikak. Papera klororik gabea da, eta PEFC agiria du (ingurumenkudeaketa jasangarriko basoetatik erazten da). Oinarri begetaleko tintak erabiliz inprimatu da.



Banatzailea:

Elkar.

Harpidetza paperean eta edizio digitala:

- Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua).
- Euskal Herria eta Espainia: 28 €.
- Beste herrialdeak: 40 €.

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons lizentziarean dago, "Aitortu – Berdin partekatu (CC-BY-SA-3.0)" lizentzia. Beste jabetza batekoak diren edukiak jabeak adierazitako lizentziarean erabili dira, eta hala aitortu dira.

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

Babesleak:



zientzia

elhuyar



ZABALIK DA JAKIN-MINAREN LEIHOA

**GIZARTE KRITIKO
BATENTZAKO
BEGIRADAK**

Zientziako eta teknologiako hedabide digitala

Euskaraz sortua, euskal ahotsekin eta begiradekin, euskarazko teknologiarekin eta mundu zabaleko edukiak ekarrita

25.000 edukitik gora

zientzia.eus



Elhuyarren itzultzaile automatikoa

- > 6 hizkuntza: euskara, gaztelania, frantsesa, ingelesa, katalana eta galegoa itzultzen ditu
- > Mugikorretik, irudietako testuak itzultzen ditu
- > Webgunetik, dokumentu osoak itzultzen ditu
- > Enpresa eta erakundeen aplikazioetan txerta daiteke

Webgunean nahiz mugikorrean

elhuyar



Elhuyar
Mari Luz Esteban
Galarza
Desazkundera
Infernuri dator edertasuna

Elhuyar aldizkaria
jakin-minak ez baitu mugarik

.....
Harpidetu zaitez!