



Monografikoa: metal astunak

• Definizio-saltsa	20
• Elkarrizketa: Garik Israelian, astrofisikaria	25
• Metal astunak Lur planetan	30
• Metalak eta bizidunak, harreman korapilatsua	34
• Teknologia, metal astunen mende	41
• Merkurioa, liluratik ikarara	46
• Beruna bezain astuna	53
• Kutsatu edo ez kutsatu, kadmioaren koska	58



Euskal I+G+Baren mundu berrirantz



eta askoz gehiago...

Irisgarria (AA)

RSS jarioak

Zure iritziarentzako lekua

Atal gehiago

Itxura berria



www.basqueresearch.com

Metal astunak, taula periodikoaren bihotza

Zientzian, *Vox populi* maltzurra izan daiteke; topiko batzuk zabaltzen dira, eta egia osoa balira bezala iristen zaizkigu. Jakina, topikoak beharrezkoak dira, jende guztiak ezin duelako gauza guztiei buruz dena jakin. Eta, hain zuzen horregatik, dibulgatzailearen lana topiko horiei zentzuzko mugak jartzea da. Hori, eta topikoetatik kanpo geratzen dena gogora ekartzea.

Metal astunak horren adibide bat dira. Izena entzunda, ingurumen-arazoak etortzen zaizkigu burura. Ez da harritzekoa; dela arrainetan metatzen den merkurioa, dela erregaiek atmosferara isurtzen duten beruna edo dela pila gastatuen bitartez zakarrontzira botatzen dugun kadmioa, kezkatzeko moduko arazo ekologikoekin egiten dugu topo.

Beraz, pentsa dezakegu metal astunak poluitzaileak direla. Neurri batean hala dira, eta horregatik eskaini diogu gai horri *Elhuyar Zientzia eta Teknika* aldizkarian zenbaki oso bat, hain zuzen, Ingurumenaren Nazioarteko Eguna ospatzen dugun hilabete honetan.

Baina metal astunak ez dira merkurioa, beruna eta kadmioa bakarrik. Beste asko ere badira metal astunak. Taula periodikoaren bihotza metal astunez osatuta dago. Denek eragiten dute kaltea ingurumenean, eta denak dira osasunerako kaltegarriak, kontzentrazio jakin batzuetatik aurrera. Aitzitik, ezin dugu metal astunik gabe bizi.

Vox populi ospetsuak ez ditu denak berdin tratatzen. Urrea, zilarra eta platinoa, adibidez. Hirurek dute ospe ona, nola ez. Topikoak ez du esaten metal astun poluitzaileak direla; alderantziz, *metal prezia-tuak* dira —dirua, azken batean—. Gizartearen pertzepzioan oso urruti daude merkuriotik eta kadmioetik, baina taula periodikoan elkarren ondoan daude.

Horregatik, metal astunen zientzia dibul-gatzeak esan nahi du elementu horiei ahalik eta ikuspuntu orokorrenetik begiratzea. Argi utzi behar da zer diren, non sortzen diren, non dauden, eta zer eragin duten bizidunetan eta bizidunen ekosistemetan. Eta, ospe txarrena dutenak sakon tratatuta, uler daiteke zergatik duten ospe txarra. Hori guztia egiten saiatu gara eskuan duzun zenbaki honetan.



Metal astunak

2 Flasha

4 Berriak labur

64 Jakintza hedatuz
Iraganaren berri
Kortabitarte Egiguren, I.

66 Efemerideak astronomia
Minguez, J.
Aranzadi Zientzi Elkartea

69 Elhuyarren berriak

70 Jakin-mina asetzen

70 Denbora-pasa
Angulo, P. / Zubia, M. / Arrojeria, E.

72 Umore grafikoa
Fano, D.

Definizio-saltsa

Kortabitarte Egiguren, I.

Garik Israelian: “Leherketa bateko nukleosintesia behar da elementu astunak sortzeko”

Roa Zubia, G.

Metal astunak Lur planetan

Txintxurreta Agirre, A.

Metalak eta bizidunak,
harreman korapilatsua

Galarraga Aiestaran, A.

Teknologia, metal astunen mende

Kortabitarte Egiguren, I.

Merkurioa, liluratik ikarara

Rementeria Argote, N.

Beruna bezain astuna

Galarraga Aiestaran, A.

Kutsatu edo ez kutsatu,
kadmioaren koska

Etxebeste Aduriz, E.

20

25

30

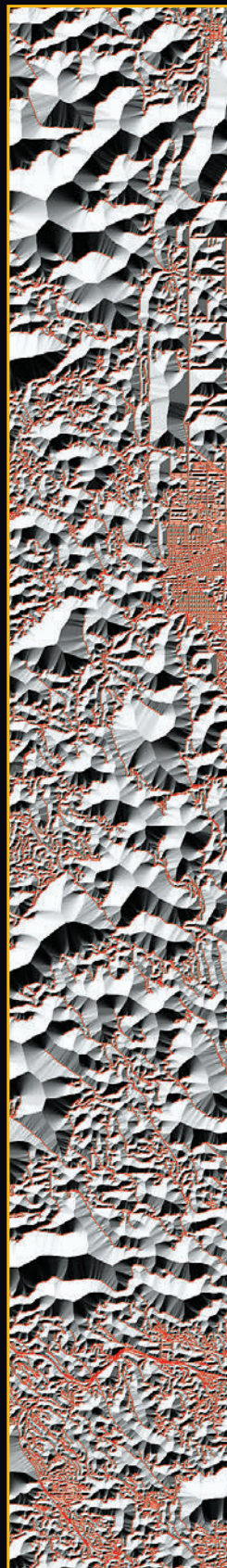
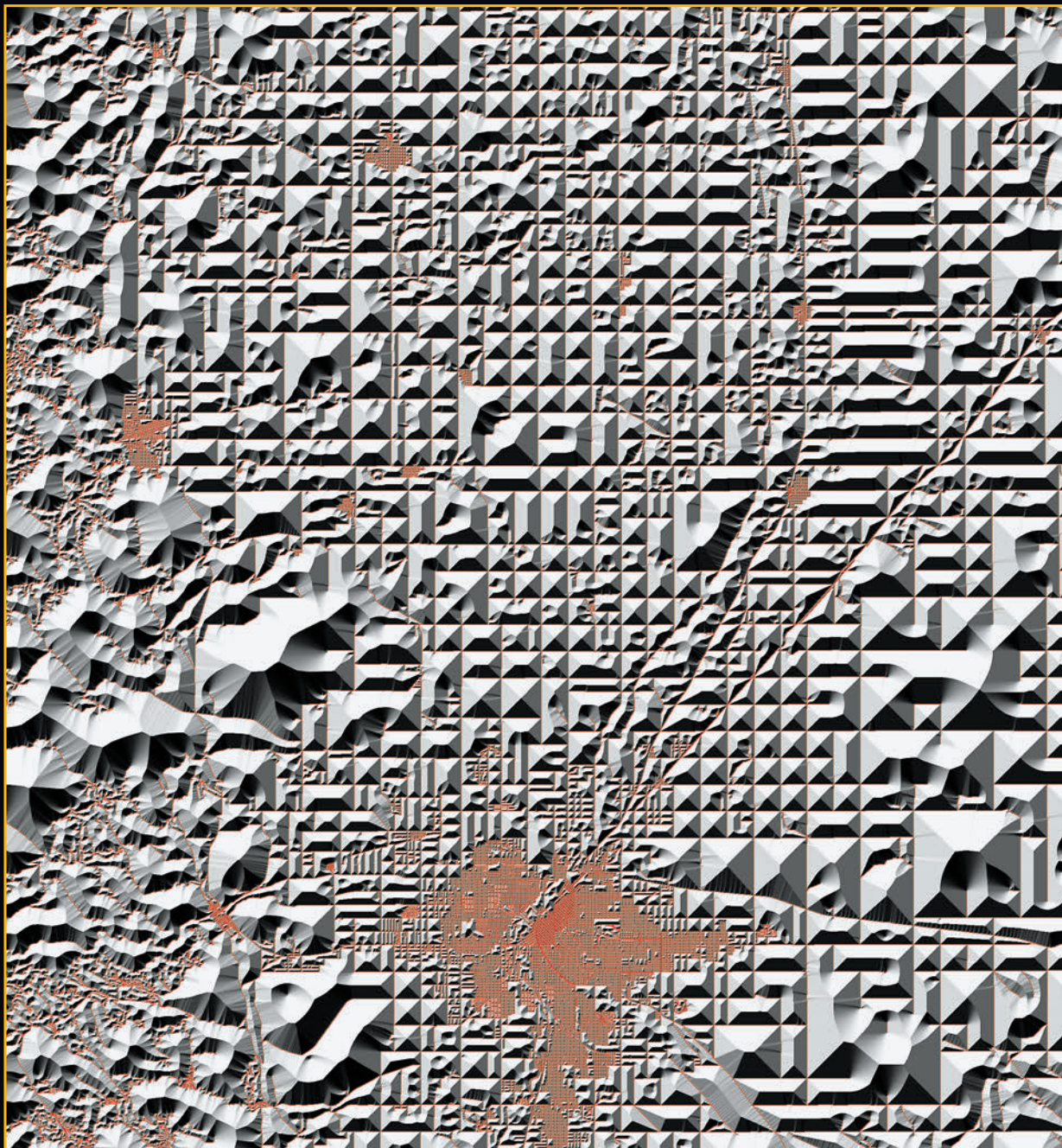
34

41

46

53

58



Errepide-maparen negatiboa

Errepideak marraztea ez da nahitaezkoa errepide-mapa bat egiteko; errepiderik gabeko eskualdeak marraztuta ere egin daiteke. Coloradoko geologo batzuek horixe egin dute Estatu Batuetako mapa bat osatzeko: lurraldea hogeita hamar metroko aldeko karratuetan banatu dute, eta karratuei bolumena eman diete gertueneko errepideraino dagoen distantziaren arabera. Hala, maparen puntu batean mendia izateak adierazten du puntu hori urruti dagoela errepide

batetik. Haien esanean, errepiderik gabeko bolumena irudikatu dute. Azken batean, mapa inpaktu ekologikoaren irudikapena da.

Geologoek inpaktu horren eboluzioa ere aztertuta dute. Irudi hauek adibide bat dira: Denver hiria eta inguruko lurraldea ikusten da 1937ko datuekin (ezkerrean) eta 1997koekin (eskuinean) irudikatuta.



USGS

▼ flasha

Landareen dibertsitatearen mapa orokorra

BI BIOLOGO-TALDE ELKARTU DIRA

(BATA ESTATUBATUARRA ETA BESTEA ALEMANIARRA)

landareen dibertsitatearen munduko banaketa ikertzeko. Landare-espezieen kontaketatik eta ingurumenari lotutako datuetatik abiatuta, dibertsitatearen mapa bat osatu dute.



Lan horrek hainbat helburu ditu. Batetik, ikertu gabeko landarediaren dibertsitatea aztertu nahi dute. Gainera, landareen ikuspuntutik kontserbazio-kanpainak behar dituzten lurraldeak identifikatu nahi dituzte. Eta, azkenik, ulertu nahi dute dibertsitatea zergatik den hain handia tropikoan; argi dago beste latitudeetan baino askoz espezie gehiago dagoela tropikoetan, baina biologoek ez dakite ziur zergatik.

Merkuriok metal likidozko nukleoa du

MERKURIO

PLANETAREN EREMU

MAGNETIKOA nukleo

likidoak eragina

dela jakin dute

Lurretik egindako

neurketa batzuen

bidez. Orain arte

zalanza zegoen

Merkurioren

nukleoa solidoa

edo likidoa ote zen:

haren masa txikia

kontuan izanda,

solidoa zela

pentsatzen zuten, baina eremu magnetikoa duela ikusi

zutenetik (ahula izanik ere) konturatu ziren likidoa izan

zitekeela.

Bada, nukleoren izaera ezagutzeko bost urtez

neurketak egiten jardun dute ikertzaile estatubatuar

eta errusiar batzuek. Hain zuzen ere, Merkuriok

errotatzean ardatzak egiten duen oszilazio txikia

neurtu dute, besteak beste, eta errotazioaren aldaketa

periodikoak neurtu dituzte. Neurketa horiei esker

konturatu dira Merkurioren nukleoa likidoa dela.



NICOLLE RAGGER FULLER/NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

Infusio bidez egindako trenen aurrealdeak

POLIKEA ENPRESA TRENEN

AURREALDEAK FABRIKATZEKO

infusio bidezko

teknologiaren ezarpena

garatzen ari da, Gaiker-lk4

zentro teknologikoarekin

lankidetzan. Trenen

aurrealdeko pieza horiek

poliesterrez eta erretxina

fenoloz egiten dituzte,

betiere, beira-zuntzarekin

sendotuta.

Infusioaren printzipioa

erraza da: pieza horiek molde

batean jartzen dira; gero, plastikozko

film batekin estaltzen dira, ixteko;

eta, hutsean jarrita, zuntza trinkotu



ARTXIBOKOA

egiten da, eta erretxinari kanpotik

bultz egiten zaio, barnera sartu

eta pixkanaka errefortzua busti

dezan.

Orain arte lortutako

emaitzei esker, esan

daiteke infusio bidezko

teknologia aukera

bideragarria dela azalera

handiko piezetarako, bai

teknikari bai eta

ekonomiari dagokien ere.

Izan ere, hainbat abantaila

ditu: piezaren kalitatea eta

ezaugarriak hobetzen ditu,

lehengaien kontsumoa

murritzen du, prozesua

askoz ere garbiagoa da, neurri

handiko piezak fabrikatzeko kostuak

murritzen ditu eta ekoizpen-

ahalmena handitzen du.

Sexuen dimorfismoak biodibertsitatea handitu

ESPEZIE ASKOTAN, OHIKOA IZATEN DA ARRA ETA EMEA morfologikoki desberdinak izatea: kolorea, tamaina... Sexu-dimorfismoa esaten zaio horri. Dimorfismoak dira, besteak beste, musker-espezie batzuk. Horrexegatik, muskerrekin egin dute lan sexu-dimorfismoaren eta biodibertsitatearen artean loturarik baden ikusteko. Eta, antza denez, bada loturarik: sexu-dimorfismoak biodibertsitatea handiagoa izatea eragiten omen du.

Ikerketa Antilla Handietako (Puerto Rico, Jamaika, Kuba eta Hispaniola) *Anolis* muskerrekin egin dute; hamaika *Anolis* musker-barietate daude uharte horietan, urak bereizita hazi dira muskerrek, eta hainbat inguruntara egokitu dira. Ikertzaileen esanean, prozesu horretan, sexu-dimorfismo handia duten espezieetako sexu bakoitzak txoko ekologiko jakin bat kolonizatzen du, eta horrek biodibertsitatea handitzea ekartzen du.



M. BUTLER, S. SAWYER & J. LOSOS

Berriak
labur

Ezkerreko muskerra emea da, eta eskuinekoa arra.

SARIAK

Argiaz neuronak kontrolatu

NEUROZIENTZIEN MUNDUTIK IRAULTZA HITZAREN OIHARTZUNA IRITSI DA. Ikusteko dago benetako iraultza ekarriko duen, baina albiste honek erne jarri ditu adituak. Izan ere, argiaren bidez neuronak kontrolatzeko erabil daitekeen proteina baten berri eman dute Kaliforniako Stanford Unibertsitateko ikertzaile batzuek.

Delako proteina hori *Natronomonas pharaonis* arkeoan identifikatu zuten. Ugaztunen neuronetan txertatu dute laborategian, eta ikusi dute argi horitan neuronen aktibitatea gelditu egiten duela. Aurkikuntza horri aurrez egina zuten beste bat gehitu behar zaio, alga bateko proteina batek aurkako eragina zuela ikusi baitzuten, hau da, neuronak aktibatu egiten zituela, argi urdinaz orduko hartan.

Bi proteina horien eragina zizare nematodo batean frogatu zuten, *Caenorhabditis elegans*-en, eta argien bidez zizarearen muskuluen kontrakzioak kontrolatu ahal izan zituzten.

Esperimentu horretatik aurrera bide luzea dago egiteko, baina lanean jarraitzen dute ikertzaile horiek, eta, ahalik eta zabalkunde handiena izateko, proteina beste hainbat adituri banatu diete, haiek ere iker dezaten. Izan ere, ikerketa horien ondorioz, garuneko gaixotasunak ikertzeko eta tratatzeko metodo erraz eta leunetara irits litezke.



F. ZHANG, S. DIXON & K. DEISSEROTH

Royal Society saria zoriontasunari buruzko liburu batentzat

Dibulgazio-liburuen esparruko saririk ospetsuena (lehen Aventis izenekoa; gaur egun Royal Society saria) *Stumbling on Happiness* liburuak eskuratu du aurten. Izenburuaren gutxi gorabeherako itzulpena 'Zorionarekin topo' da. Eta hori da liburuaren oinarritzko ideia: zoriontasuna bilatzeko erabiltzen den zientzia aztertzea. Idazlea, Daniel Gilbert, psikologiako irakaslea da Harvard Unibertsitatean. Umeentzako liburuen atalean, Richard Hammond idazlearen *Can You Feel the Force?* liburuak irabazi du ('Indarrari antzematen diozu?').

NANOTEKNOLOGIA

Nanolanpara, argia igortzen duen nanozuntza

Argi laranja igortzen duen nanozuntz bat aurkeztu berri dute Cornell Unibertsitatean. Nanozuntz oso mehea da, 200 nanometro lodia; funtsean, bonbilla baten antzera funtzionatzen omen du, eta argia igortzeko erabil litekeen tresna txikienetako bat da.

Nanozuntzaren oinarritzko osagaiak rutenio metala eta polietileno oxido polimeroa dira. *Electrospinning* esaten dioten teknikarekin nahasten dira bi osagaiak, eta teknika hori sinplea omen da nanotresnak oro har ekoizteko erabiltzen diren beste teknika batzuen aldean.

Aerosorgailuak, hegaztien etsaiak



ARTIBOKOA

AEROSORGAILUEK MESEDE UKAEZINA EGITEN DIOTE INGURUMENARI. Alde ilun bat ere badute, hala ere: hegazti asko hiltzen dituzte. Horren harira, aerosorgailuek hegaztietan duten hilkortasunari buruzko txosten bat argitaratu du AEBko Zientzia Akademiak. Atera dituzten ondorioen arabera, AEBn aerosorgailuen eraginez hiltzen den hegazti-kopurua nahiko txikia da, adibidez, etxeko katuek hiltzen duten hegazti-kopuruarekin alderatuta.

Hain zuzen ere, urtebeteen hiltzen diren hegaztien % 3 hiltzen dituzte aerosorgailuek.

Azterketa horrek, dena den, ez ditu denak lasaitu. Hainbatek uste du, batetik, txostenean ez dutela nahikoa datu erabili, eta, bestetik, hildako hegaztien kopurua bera baino garrantzitsuagoa dela zer hegazti hiltzen diren. Aerosorgailuen kontra jota hiltzen diren hegazti asko harrapariak dira. Espezie horiek zaurgarriak dira, errunaldi bakoitzean ondorengo gutxi izaten dituztelako. Beraz, heriotza gutxi batzuek kalte handia eragin dezakete populazioan.

HARDWAREA

Beste zirrikitu bat pribatutasunean

Mekanika kuantikoaz enkriptatua zegoen sarean sartzea lortu du hacker-talde batek, simulazio batean. Horrelakorik gertatzen den lehen aldia da, eta hackerrak Cambridge-eko ikerketa-zentro bateko ikertzaileak izan dira. Hala ere, argi utzi dute: eraso baten simulazioa besterik ez da izan, ez benetako erasoa. Orain arte pentsatu izan da kode-mota hau oso segurua dela, erasoezina ia % 100ean, inork sartzeko saioa egindakoan, sistemak oso erraz detektatzen baitzuen sudurluzea.

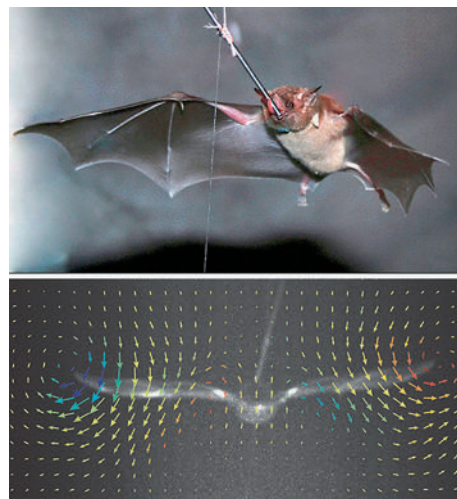
GENETIKA

Biki ia-ia berdinak

Amaren obulu bakarretik eta aitaren bi espermatozoidetatik sortutako bikiak aurkitu dituzte zientzialariek. Pentsatzen dute bi espermatozoiden obulu bera ernaldututela, eta handik bikiak sortu zirela: bikietako bakoitzak bi espermatozoiden kromosomak jaso zituen. Bi espermatozoiden obulu bakar bat ernaltzea oso arraroa da, eta arraroa da, baita ere, enbrioak bizirik irautea eta handik bikiak ateratzea. Ia kasualitatez aurkitu dituzte, baina uste dute nekez izango dela horrelako beste kasurik. Berria *Human Genetics* aldizkariaren apirileko zenbakian eman dute.

Saguzarren maniobrak ikusgai

HEGAZTIEK ETA SAGUZARREK EZ DUTE MODU BEREAN HEGAN EGITEN. Hegoak astintzean egiten duten goranzko mugimendua, adibidez, ezberdina dute; hegaztiekin lumak erabiltzen dituzte airearen kontrako erresistentziarik ez izateko, eta saguzarrek, lumarik ez dutenez, hegoak jarrera bertikalean jarri behar dituzte goranzko mugimenduan. Ez da oso konponbide aerodinamikoa, baina abantaila bat du: abiadura txikian erraz maniobratzen dute. Suediako Lund Unibertsitateko fisikari batzuek aurkitu dute zergatik.



LUND UNIBERTSITATEA

Sekretua hegoek eragiten dituzten zurrumbiloetan dago. Saguzarraren hego bakoitzak gorantz mugitzean sortzen duen zurrumbiloak ez dio ia eragiten besteari. Nolabait esateko, hegoek bakarka funtzionatzen dute, eta, ondorioz, maniobrak egiteko gaitasuna oso handia da. Hegaztiekin, aldiz, bi hegoak koordinatuta egiten dute hegan; aerodinamikaren ikuspuntutik, zurrumbiloen patroia oso eraginkorra sortzen dute, baina ezin dute hain erraz maniobratu.

Zurrumbiloak antzemateko, Lund Unibertsitateko fisikariek haize-tunel bat eta lainoa erabili dituzte. Haize-tunelean, ezia isurtzen duen iturritxo bat jarri dute, eta ezia jaten zuten bitartean neurtu dituzte saguzarrak. Adituek diote saguzarren hegan egiteko modua eta erleena antzekoak direla, baina, noski, ez da eztiaren kontuagatik; saguzar guztiek modu horretan egiten dute hegan.

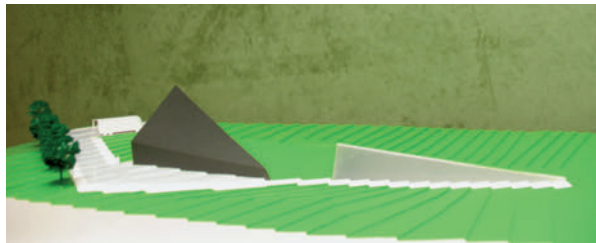
BTEK, Euskadiko Teknologiaren Interpretazio Zentroa, aurkeztu dute

JOAN DEN MAIATZEAN, BTEK PROIEKTUA AURKEZTU ZUTEN. Euskadiko lehenengo Teknologiaren Interpretazio Zentroa izango da BTEK, eta Bizkaiko Parke Teknologikoan irekiko ditu ateak 2008ko azken hiruhilekoan.

BTEKen helburua da kultura teknologikoa eta berritzailea gazteen artean sustatzea. Abangoardiako eraikin bat eraikitzen ari dira, eta, barruan, erakusketa iraunkor bat izateaz gain, aldi baterako erakusketak eta tailerrak antolatuko dituzte ikasleentzat.

Erakusketa iraunkorrak gaur egun sendotuta dagoen

teknologia hartuko du gaitzat, eta hiru eremu izango ditu: Internet, etxea eta garraioak. Interneteko guneari dagokionez, bisitariak, esate baterako, sistema elektronikoak, teknologia digitala, sarearen funtzionamendua, GPSa eta hori bezalako beste zenbait sistema ezagutzeko aukera izango dute. Etxeko eremuan, aldiz, besteak beste gai hauek landuko dira: energia nola aurreztu, ingurumen adimenduna, jasangarritasuna, biozientziak, eguzki-energia eta hidrogenoa energia-iturri gisa. Azkenik, garraioaren



L. CANGIO

gunean, aerodinamika, elektronika, materialak eta mekanika landuko dira, besteak beste.

Proiektu honen fundatzaileak Bizkaiko Teknologia Parkea, Elhuyar Fundazioa eta Euskal Herriko Ikastolen Konfederazioa dira; horiei Euskal Herriko Unibertsitatea eta Tecnalia eta IK4

korporazio teknologikoak elkartu zaizkie. Bestalde, proiektua aurrera eramateko, honako erakunde hauen babesa dute: Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza eta Industria, Merkataritza eta Turismo sailak, Bizkaiko Foru Aldundia eta Espainiako Hezkuntza eta Zientzia Ministerioa.

Berriak
labur

Berriak labur



Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

BAT aldizkariaren 62. zenbakia kalean!

HELDUEN EUSKALDUNTZE-ALFABETATZEA

IKUSPEGI HISTORIKOA: nondik nora joan gara euskalduntze-alfabetatze prozesuan?

Euskaltegien mapa (barnetegiak barne)

IKERKETA AKADEMIKOAK: "Euskalduntze-alfabetatzea: ikerketa-arloa zertan den"



"Euskalduntze-alfabetatzearen etorkizunerako oinarriak eraginkortasunari eta kalitatea hobetzeari begira"

IKUSPUNTU PEDAGOGIKOA/APLIKATUA: mintzapraktika, tailerrak, mintzalagun, ...

Igo gure trenera!



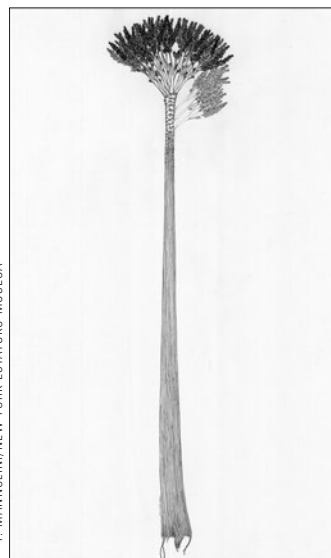
Asteroko bidaia,
zientzia eta
teknologiaren
mundura.

NORTEKO FERROKARRILLA

elkarrizketak Interneten ere bai
www.elhuyar.org/norteko_ferrokarrilla

Paleozuhaitzak berrietan

AZKEN BOLADA HONETAN, DUELA MILIOIKA URTEKO zuhaitz eta basoekin zerikusia duten bi berri jaso ditugu. Lehenengoak dio duela hirurehun eta laurogei bat milioi urte bizi izan zen zuhaitz baten fosila aurkitu dutela. Eta albistea da zuhaitza osorik dagoela. Izan ere, orain baino lehen aurkitu izan dituzte zuhaitz horren (*Eospermatopteris*) enbor fosilak New York estatuan, baina ez zekiten nolako adaburua zuen. Orain badakite; adaburua hosto zapal zabalez osatua zuen, gaur egungo palmondo batzuen antzera.



F. MANNOLINI/NEW YORK ESTATUKO MUSEOA

Gainera, fosil horri esker konturatu dira lehen ere aurkitu izan zituztela espezie horretako zuhaitzaren adaburuaren fosilak, baina ez zituzten *Eospermatopteris* enborrekin lotu, eta beste landare-espezie bat zirela pentsatu zuten.

Bigarren berria da duela hirurehun bat milioi urte zegoen baso ikusgarri bat aurkitu dutela Illinois-en. Inoiz ikusi den baso fosilik handiena omen da; hamar hektareako hedadura du, eta ikatz-meategi batean aurkitu dute. Ikatza kendutakoan, meatzearen hormetan, bistan geratu dira baso bateko zuhaitzen eta landareen fosilak.

Edo Newton, edo materia iluna

NEWTONEN BIGARREN LEGEAREN ARABERA, gorputz batek duen indarra gorputzaren masaren eta azelerazioaren biderkaduraren emaitza da. Lurrean behin eta berriz frogatu dute hori. Espazioan, berriz, zenbait izarrek eta galaxiak Newtonen legearen arabera dagokien baino indar handiagoa dute mugitzeko.

Gertakari horri bi azalpen posible eman dizkiote. Bata, Newtonen legea ez betetzea, galaxien azelerazioa oso txikia delako ($1 \times 10^{-10} \text{ m/s}^2$ -ko azelerazioa dute, gutxi gorabehera); eta, bestea, beste indarren batek ere parte hartzea galaxiak mugiarazten: materia ilunaren indarrak.

Washingtongo Unibertsitateko fisikari batzuek frogatu dute oso azelerazio

txikia izanda ere betetzen dela Newtonen legea ($5 \times 10^{-14} \text{ m/s}^2$ -ko azelerazioa zuen pendulu batekin egin zuten proba). Proba horrek indartu egiten du, beraz, galaxien abiadura handiaren erantzulea materia iluna delako ustea.

Oraindik ikusi ez duten baina badagoela ondorioztatu duten materia da materia iluna. Espazioko materia ezagunak eta ikusgaiak batzuetan ez ditu betetzen ezagutzen diren fisika-legeak. Horregatik, egiten dituzten neurketak azaldu ahal izateko, zientzialariek ondorioztatu dute ikusten ez den materia bat badagoela espazioan, materia iluna, alegia.



Berriak
labur

GENETIKA

Martsupialio baten genoma sekuentziatu dute lehen aldiz

Monodelphis domestica Hego Amerikako zuhaitzetan bizi den zarigueia txiki bat da, eta, karraskari bat badirudi ere, martsupialioa da, koala eta kangurua bezala.

Orain, genoma sekuentziatuta duen lehen martsupialioa bihurtu da. Izan ere, zarigueia hori eredu gisa erabiltzen da laborategian, gizakien zenbait gaixotasun, garapen-biologia eta immunogenetika ikertzeko. Hortaz, arlo horietan aurrera egiteko, haren genoma ezagutzea oso baliagarria izango dela uste dute zientzialariek.

ASTRONOMIA

1977an ez, 1797an

Gehienen ustean, 1977an detektatu zituzten lehen aldiz Uranoren eraztunak, ezkutatzeko-espereimantu batean.

Alabaina, litekeena da William Herschell izatea eraztunak ikusi zituen lehena.

Hain zuzen ere, astronomo hark 1797an esan zuen zazpigarren planetak eraztunak zituela. Garai hartan, ordea, baztertu egin zuten baieztapen hura, beste inork ez baitzituen ikusten. Orain, Herschellen idatziak aztertuta, konturatu dira ondo daudela, eta bat datozela gerora jasotako datuekin.

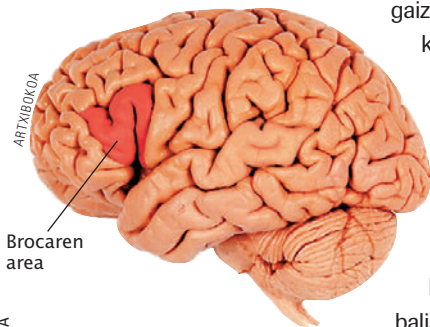
Mintzamenaren gunearen berrikuspena, XIX. mendeko bi garunengatik

PAUL BROCA MEDIKU FRANTSESAK mintzairan arazoak zituzten bi pazienteren garunak aztertu zituen XIX. mendean. Ikusi zuen gune frontalean, ezkerreko aldean, zutela arazoa biek. Harrezkero, ezkerreko aurreko lobuluko beheko aldeari Brocaren area deritzo, eta mintzamenaren gunetzat hartzen da. Hor lesioren bat gertatzen bada, mintzatzeko gaitasuna hondatzen da.

Bi garunak alkoheletan sartu eta Parisko museo batean gorde zituen Broca medikuak. AEBko Kaliforniako ikerketa-zentro bateko Nina Dronkers-ek eta haren lankideek Parisko museoko bi garunen erresonantzia magnetikoaren bidezko irudiak lortu dituzte. Orain baino lehen eskaneatu zen garunetako bat, baina bestearentzat lehen aldia zen. Gainera, orain arte irudiak ez ziren alderatu Brocaren arearen interpretazio modernoekin. Eta aurkitutakoak harritu egin ditu. Bietan, lesioa zuen gunea Brocaren area baino handiagoa dela ikusi dute. Dronkers-en ustez,

mintzamen-arazoak dituzten pertsonen diagnosian gaizki-ulertuak ekar ditzake horrek, azterketa klinikoek kanpoan utz dezaketelako arazoaren jatorria, gune bakar batera —Brocaren areara— mugatzen badute azterketa.

Dronkersek eta haren lankideek irudiak lortzeko teknika berriak probatu nahi dituzte orain, garunaren beste area batzuk ikertzeko; teknika berri horiek baliatuz, orain arte ikusi ez duten zerbait ikusteko esperantza dute.



kultur eta gizarte hilabetekaria



**kioskoetan
salgai**



harpidetu zaitez: nabarra@nabarrera.com • 948 22 71 25

www.nabarra.com

Diruak Aral itsasoaren zati bat berreskuratu du

NAZIO BATUEK ESAN DUTENEZ, ARAL ITSASOA LEHORTZEA IZAN DA GIZAKIAK ERAGINDAKO INGURUMEN-KALTERIK HANDIENA. Itsasoa ez da erabat lehortu, baina itsaso bakarra zena bitan banatzeko adina ur galdu du, eta lehortzea ez da geratu. Egoerari buelta emateko, mailegu bat eman zion Munduko Bankuak Kazakhstango gobernuari aurreko hamarkadan, eta bigarren bat emango dio orain. Diru horrek berreskuratzeko bidean jarri du itsasoaren iparraldeko zatia, baina hegoaldekoa, handiena, oraindik ere lehortzen ari da.

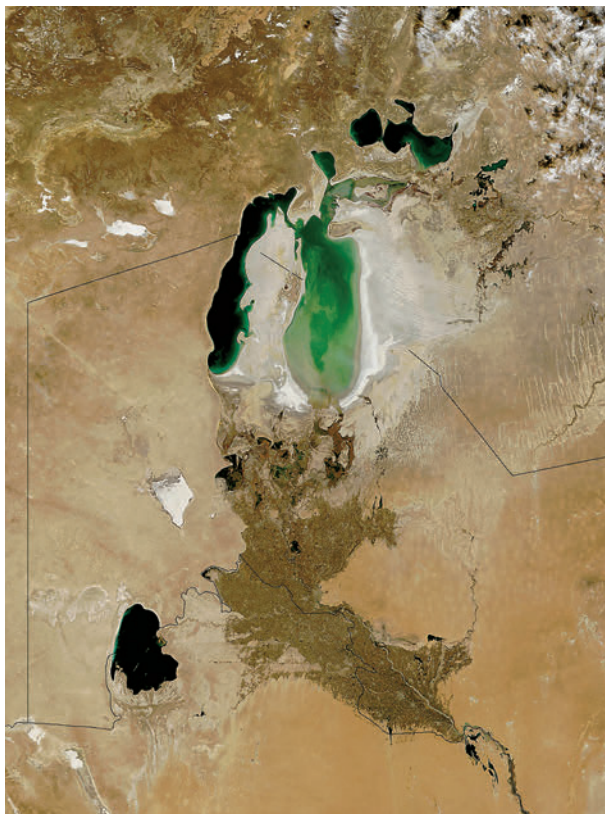
Aral itsasoa urik iristen ez zitzaiolako hasi zen lehortzen; sobietarrek desbideratu egin zituzten bi iturri nagusiak, Sir Daria eta Amu Daria ibaiak. Geroztik, desbideratutako ura Kazakhstango eta Uzbekistango kotoia ureztatzeko erabili da gehienbat, hori baita bi errepublika horien ekonomiaren oinarria.

Desbideratzeek ekonomiari lagundu zioten, baina Aral itsasoa lehortzea eragin zuten, eta egoera larria izatera iritsi zen; esate baterako, arrantzaleak itsasorik gabe geratu ziren. Arazoa konpondu beharra zegoen.

Kazakhstango gobernuari Munduko Bankuak emandako lehen maileguarekin —65 milioi dolarrekoa zen—, Sir Daria ibaia birbideratu zuten, eta gaur egun ura Aral itsasora eramaten du, itsasoaren iparraldeko zatira. Gainera, ureztatze-sistemak hobetu zituzten, eta iparraldeko eta hegoaldeko zatiak banatu zituzten, urtegi bat eraikita.

Neurri horiek arrakasta handia izan zuten. Epe laburrean, iparraldeko zatia ura berreskuratzen hasi zen. Ura itzuli zen, uraren gazitasun-maila bere onera itzuli zen, itsas espezie asko ere itzuli ziren eta arrantzaleak arrantzan hasi ziren berriro.

Orain, Munduko Bankuak bigarren mailegu bat eman



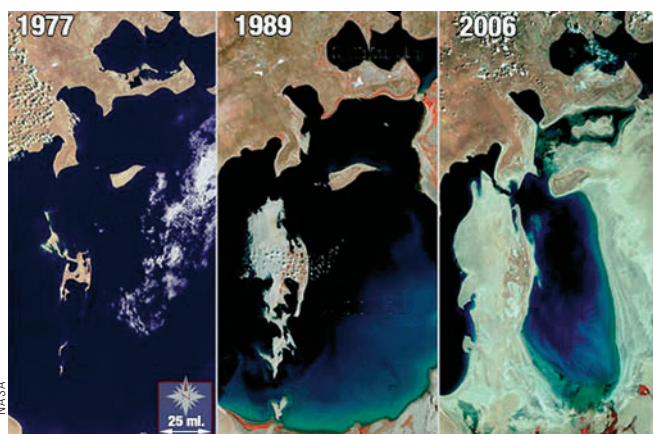
NASA

dio Kazakhstango gobernuari, aurrekoa baino handiagoa, 128 milioi dolar ingurukoa. Gobernuak ikertzen ari da zein den diru hori erabiltzeko modurik onena; ustez, iparraldeko zatiak badu erabat berreskuratzeko aukera.

Baina Aral itsasoaren zati handiena hegoaldekoa da, eta, Aral itsasoa berreskuratzeko, hegoaldeko zatia ere berreskuratu behar da. Horretarako, Sir Daria eta Amu Daria ibaiak Aral itsasoan isurtzen zuten ur guztia berriz itsasora iristea lortu behar da, baina kotoiarekiko

mendekotasunak ezinezko egiten du hori.

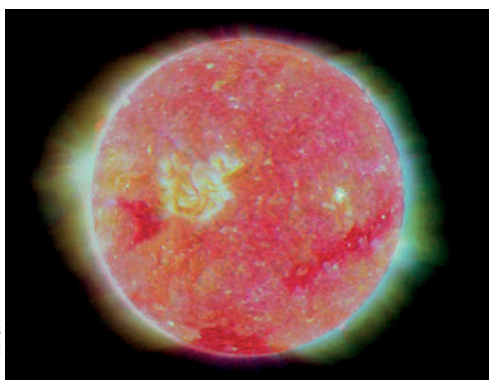
Goiko argazkian, Aral itsasoaren bi zatiak ikusten dira. Iparraldekoak elkarri lotuta dauden hiru lakuren itxura du; ura berde iluna ikusten da, ia beltza. Hegoaldekoa bi laku luzez osatuta dago, haiek ere elkarri lotuta; ezkerreko lakua berde iluna da, eta, itsas hondoa ikusten denez, eskuineko lakuaren berdea argiagoa da. Argazkia 2003koa da (geroztik, iparraldeko zatia handitu egin da, eta hegoaldekoa txikitu). Ikusten den marra beltzak bi errepubliken arteko muga adierazten du. Goiko aldean Kazakhstan da eta behekoa Uzbekistan.



NASA

Eguzkia hiru dimentsiotan

LEHENENGO ALDIZ, EGUZKIAREN HIRU DIMENTSIOKO IRUDIAK JASO DITUZTE. NASAren STEREO behatokiaren bidez ateratako argazkiak bateratuta eginak dira irudiak. Adituek esan dutenez, Eguzkiaren fisika hobeto ezagutzen lagunduko dute, eta, bide batez, eguzki-ekaitzak iragartzeko ere lagungarri izango dira.



NASA

Eguzki-ekaitzak noizbehinka Eguzkitik ateratzen diren ioi-jarioak dira, eta Lurrera iristen direnean kalteak eragin diezazkiekete sateliteei, irrati-komunikazioari eta sare elektrikoari. Hori dela eta, garrantzitsua da eguzki-ekaitzen iragarpena ahalik eta zehatzena izatea. Hiru dimentsioko irudi horiek horretan lagunduko omen diete; ioi-erupzioak zehazki Eguzkiaren zer lekutan gertatzen diren jakingo dute, eta, hala, gero zer noranzko hartuko duten iragarri ahal izango dute espazioko eguraldi-iragarleek.

Loratzearen giltza, azkenean!

LEHEN ERE LAU HAIZEETARA ZABALDUTAKO ALBISTE BATEN OIHARTZUNA DIRUDI: loratzearen mekanismoaren giltza aurkitu dute, florigeno deitzen diotena. Termino horrek in izendatu zuten hostotik kimura doan konexioa, loratzea eragiten duena, alegia.

Urteetan bila jardun ondoren, 2005ean florigenoa aurkitu zutela aldarrikatu zuten Suediako Nekazaritza Zientzien Unibertsitateko ikertzaile batzuek. FT genearen RNA zela uste zutela esan zuten. Baina artikuluan argitaratu zituzten datuekin saltsa handi samarra egon da, egileetako batek hainbat datu ezkatuta izana leporatu baitio besteari. Eta eztabaida artean konpondu gabe zela, beste bi artikuluko argitaratu dira frogatzen dutenak benetako florigenoa ez dela RNA, FT genearen proteina bat baizik.



P. BUSSELEN, WWW.KULEUVEN-KORTRIJK.BE/BIOWEB/

Qubit-egitura, merkea eta erraza

MATERIALEN FISIKAAREN EHUko ZENTRO MISTOKO IKERTZAILE-TALDE BATEK ordenagailu kuantikoen informazio-unitatea (qubit) definitzeko eraztun-itxurako zenbait egitura berri proposatu ditu; proposamena *Physical Review Letters* aldizkarian argitaratu dute.

Gaur egungo ordenagailuen bitek bi egoera baino ez dituzte onartzen (0 edo 1).

Ordenagailu kuantikoek, aldiz, qubit informazio-neurria dute. Logika konplexuagoa erabiltzen dute qubitek, eta askotariko egoerak onartzen dituzte. Horri esker, informazioa modu askoz ere eraginkorragoan prozesa daiteke.



ARTXIBOKOA

Proposamen ugari daude qubit-egituraren inguruan: batzuek matrizeetan kokatutako puntu kuantikoak proposatzen dituzte, beste batzuek molekula magnetikoetan kokatutakoak, beste batzuek atomo hotzetan kokatutakoak...

EHUko ikertzaileek beste sistema bat proposatu dute, eta interakzio honetan oinarritzen da: laser-argiak eraztun-itxurako metalezko egitura baten gainean eragiten duen interakzioan, hain zuzen. Sistema erraza eta merkea da; izan ere, sistemaren egoera kuantikoa modu zehatz batean kontrola daiteke argiarekin, eta, gainera, metodo berria gaur egungo egitura elektronikoetan integra daiteke.

Andeen garaiera azaltzeko teoria berri bat

PLANETAKO TONTORRIK GARAIENAK

HIMALAIA DAUDE, eta bi plaka tektonikoren talkaren ondorioz sortu ziren. Andeak, aldiz, plaka ozeaniko bat plaka kontinental baten azpian sartu zenean sortu ziren (subdukzio deritzo horri). Horrelakoetan, mendiak gainera plakaren zimurduraz sortzen dira, eta, kalkuluaren arabera, Andeetako tontorren batez besteko altuerak erdia izan behar zuen (bi kilometro lau beharrean).

'Misterioa' ikertzeko, eredu informatiko berri bat sortu du Camberrako Australiar Unibertsitate Nazionalak. Eredu horretan, plaken tektonikako milioika urteko mugimenduak ikus daitezke; plaken gogortasunaren eta dentsitatearen datuak sartu, grabitateak eragin diezaion utzi eta zer gertatzen den ikusi dute. Hiru dimentsiokoa da sortu duten eredu.

Ondorio batera iritsi dira: Hego Amerikako plakaren zabalerak zerikusia du Andeetako mendien altueran. Ereduak erakutsi die plaken zabalerak eragin zuzena duela subdukzioareen kurbaduran eta mugimenduan. Hego Amerikako kostako subdukzioarenean 7400 km luze da iparretik hegora. Tamainaren eraginez, erdialdean —Bolivia inguruan— plaka ia ez da mugitzen, baina bai inguruetan, eta, gainera, W formako kurbadura irregularra hartzen du. Horien ondorioz, mendiek gora egingo lukete, ereduaren arabera.



A. SARASKETA

Berriak
labur

BIOTEKNOLOGIA

Otsoak klonatu dituztela, egiaztatuta

Seulgo Unibertsitatean klonazio bidez bi otsokume sortu zituztelako berria eman zuten 2007ko martxoan *Cloning and Stem Cells* aldizkariko artikulua batean. Apirilean, berriz, lan hartako datu batzuk egia ote ziren zailantza sortu zen, eta egileei testua zuzentzeko agindu zieten. Seulgo Unibertsitateko Ikerketa Zuzentasunaren Batzordeak artikuluan ageri diren datuak aztertu, eta bi otsoak benetako klonak direla aditzera eman zuten apirilaren 27an. Hala ere, ikertzaileak gaitzetsi ditu, datuak maneiatzean akatsak egiteagatik.

KIMIKA

Kimika berri baterako bidea zabalik

Indar mekanikoa erreazio kimikoak modu kontrolatuan aktibatzeak erabil daiteke. Orain arte, beroarekin, presioarekin, argiarekin nahiz elektrizitatearekin eragiten ziren erreazio kimikoak. Orain, frekuentzia altuko soinu-uhinak erabili dituzte erreazio kimikoak abiarazteko, modu kontrolatuan. Espresuki horretarako sortutako polimero-kate batean egin dute proba oraingo, baina pentsatzen dute bide berria ireki dutela hainbat aplikazio garatu ahal izateko, adibidez, bakarrik konpontzen diren plastikoak eta apurtu baino lehen nolabaiteko abisua ematen duten material berriak.

Odol-talde guztiak unibertsal

EDOZEIN ODOL-TALDE EMAILE UNIBERTSAL BIHUR DAITEKE, ENTZIMA BATZUETAN DAGO GAKOA. Entzima horiek A, B eta AB odol-taldeetako globulu gorrietako antigenoak desagerrarazten dituzte, eta, hala, hartzailearen immunitate-sistemak ez dio erasotzen sartu berri dioten odolari, edozein odol-talde duela ere.

Emaille unibertsala O taldea da: ez du ez A eta ez B antigenorik, eta, horren ondorioz, hartzailearen antigorputzek ez diote arrotz irizten. A, B eta AB taldekoek, ordea, A eta B antigenoak dituzte. Horien odola edozein hartzaileari emateko oztupoa antigenoak dira. Bada, antigeno horiek ezabatzeko entzimak aurkitu dituzte. Bi mila eta bostehun bakterio- eta onddo-estraktarekin

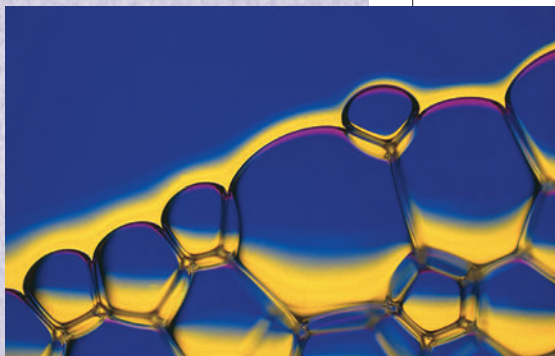
proba egin eta gero, A eta B antigenoentzat entzima eraginkor bana dute.

Nazioarteko ikerketa bat izan da, eta, azaldu dutenez, seguruenik oso kasu berezietan erabiliko dira entzima horiek: gaixo bati okerreko odol-taldea sartzen diotenetan batez ere, erremedio gisa.



ARTIBOKOA

○ Aparraren eta burbuilen matematika



ARTXIBOKOA

APARRA OSATZEN DUTEN BURBUILAK HANDIAGOTU EDO TXIKIAGOTU egingo diren iragartzeko bide matematiko bat aurkitu dute bi matematikari teorikok. Bi dimentsioko aparren kasurako (bi xaflez estututako

xaboi-burbuilak, esaterako), Neumann-ek aurkitu zuen burbuilak bospasei alde baditu txikiagotu egiten dela, sei baditu bere horretan geratzen dela, eta zazpi edo gehiago

baditu handiagotu egiten dela. 1952ko kontua da hori.

Orduetik, hiru dimentsioko aparren burbuilentzat antzeko arauen baten bila ibili dira matematikariak. Bada, horretarako lasterbidea Euler-en ezaugarria esaten dioten kontzeptu matematikoak eskaini die; eta Srolovitz-ek eta Macpherson-ek aurkitu dute arau antzeko hori: hiru dimentsioko aparrean, burbuila bat hazi egingo da bere ertzen luzeraren batura bere batez besteko azalera baino sei aldiz handiagoa bada. Dirudienez, erlazio hori bi dimentsiora ekartzen bada, Neumann-en araua lortzen da.

○ Saguak, erotzeko arriskutik salbu

Prioiek eragiten duten gaixotasunari (behietan behi eroen gaitza izenez ezagutzen den gaitzari) aurre egiteko bide bat aurkitu dute New Yorkeko Unibertsitatean. Oraingo, saguekin egin dute proba. Salmonellosia eragiten duten bakterioak genetikoki eraldatu, eta prioiak ekoizten dituzten bakterioak sortu zituzten. Bakterio horiek infektatutako janariaz elikatu zituzten saguak, eta haiek prioien aurkako antigorputzak sortu zituzten. Handik hilabetera, prioiak zituen janaria eman zieten, eta ikusi zuten aurretik sortutako antigorputzek eraso egin zieten prioiei, eta saguek ez zutela gaixotasunik garatu.

Antigorputzek eragotzi egin zieten prioiei digestio-aparatutik odol-zirkulaziora iragatea. Esan daiteke gaitz horren aurkako txerto bat sortu dutela saguentzat.

OSASUNA

○ Pulsarrak diruditen nano marroiak

Mexiko Berrian, VLA irrati-teleskopio batekin, fenomeno berri bat behatu dute: nano marroi batzuek, pulsarren antzera, irrati-pultsu indartsuak igortzen dituzte. Nano marroiak izarren eta planeten arteko tamaina duten gorputzak dira. Tamaina eta masa txikiak direla eta, haiek erretan gertatu ohi den fusio nuklearra gertatzeko, eta, horregatik, espazioan gorputz ilun eta geldoen itxura dute. Horrelako gorputzek irrati-pultsuak igortzen dituztela ikusteak astronomoen jakin-mina piztu du.

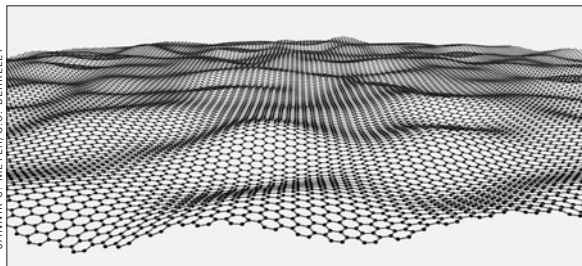
ASTRONOMIA

○ Grafenoarena da etorkizuna

TRESNA ELEKTRONIKOEN INDUSTRIAN, OSAGAI GERO ETA TXIKIAGOAK EGITEN DITUZTE, tresna txikiagoak eta, era berean, konplexuagoak egin ahal izateko. Osagai horiek egiteko gehien erabiltzen duten materiala silizioa da. Industria-aurreikuspenek diotenez, ordea, 2020 urtea aldera siliziozko tresnak txikitze mugara iritsiko dira, eta ordezkoko materialen bat bilatu beharko dute tresna txikiagoak lortzeko. Manchester Unibertsitateko ingeniari-talde batek dio material hori grafenoa izango dela.

Grafenoa atomo baten lodiera duen xafla bat da, karbono-atomoz egindakoa. Giro-tenperaturan oso egonkorra, malgua, erresistentea eta elektrizitatearen eroale ona da. Silizioa, ordea, tamaina jakin batetik behera, oxidatu eta deskonposatu egiten da giro-tenperaturan. Horregatik diote grafenoa silizioaren ordezkaria izango dela.

Hala ere, grafenoarekin tresna elektronikoko txikiak egiteko teknikek gaintu beharreko hainbat arazo dituzte, eta, horretarako, zenbait urte beharko dituzte.



JANNIK C. MEYER/U.C. BERKELEY

Ingeniariek uste dute silizioa txikitze mugara iristen denerako grafenoarekin lan egiteko moduan egongo direla.

ELEKTRONIKA

EUSKAL KULTURA SUSTATZEKO
PROIEKTU GARRANTZITSU BATEKO
PARTAIDEA IZATEAZ GAIN,

ELHUYAR FUNDAZIOKO BAZKIDE EGITEAK ABANTAILA ASKO DITU:




- Mirandaola burdinola
- Euskal burdinaren museoa
- Artzantzaren ekomuseoa
- Ogiaren txokoa
- 50. hamarkadara bidaia: langileen ibilbidea
- Aikur erlategia

Doan



Doan



MUSEO • ZUMALAKARREGI • MUSEOA

% 20ko desk.



Doan



· Altzuste Zeanuri (Bizkaia)

· Mitarte Garai Aretxabaleta (Gipuzkoa)

· Ekoigoa Aizarnazabal (Gipuzkoa)

· Bentazar Elosu (Araba)

gau 1 % 5eko desk.
2 gautik aurrera % 10eko desk.



% 10eko desk.

- ELHUYAR ZIENTZIA ETA TEKNIKA aldizkaria hilerdo doan.
- Elhuyar Fundazioak antolatutako ikastaro eta hitzaldietarako sarreretan deskontua.
- Elhuyar Fundazioaren agenda, urtero doan.
- % 20ko deskontua gure produktu guztietan.
- Zerga-aitorpenean desgrabatzeko aukera.
- Bazkide txartelarekin, sarrera doan edo deskontua izango duzu ondoko erakundeetan:



Tarifa murriztua



antolatutako ikastaroetan
% 10eko desk.



MUSEO • IGARTUBEITI • MUSEOA

% 20ko desk.



% 15eko desk.

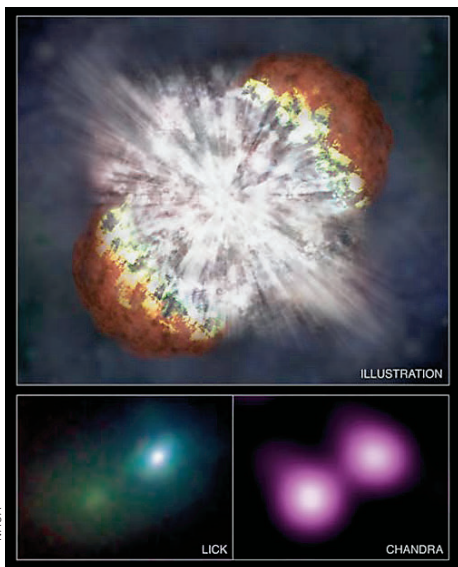


Tarifa murriztua

ABANTAILA GEHIAGO BIDEAN

ZURE IDEIEZ, IRITZIEZ ETA BULTZADAZ GAIN,
DIRU-LAGUNTZA ERE OSO LAGUNGARRI
ZAIGU GURE PROIEKTUAK GAUZATZEKO.
2007RAKO, 60 €-KO DA URTE OSORAKO LAGUNTZA.

Orain arte detektatutako supernobarik distiratsuena



Goian, leherketa hurbiletik nola ikus zatekeen irudikatzen duen marrazki bat. Behean, ezkerrean, supernoba dagoen galaxiaren infragorri bidezko irudi bat, eta, eskuinean, *Chandra*-k X izpien bidez hartutako irudia, eremu berarena. Hor nabarmen ageri dira galaxiaren nukleoa eta supernobarena.

NASAko ASTRONOMOEK INOIZ DETEKTATUTAKO SUPERNOBARIK DISTIRATSUENA HAUTEMAN DUTE, X izpiko *Chandra* teleskopioaren eta lurreko teleskopio optikoen bidez. Supernobak SN2006gy izena du, eta Lurretik 240 milioi argi-urtera dagoen galaxia batean, NGC 1260 galaxian, gertatu da.

Leherketa 2006ko irailean behatu zuten, baina, datuak aztertuta, orain konturatu dira SN2006gy benetan berezia dela. Hain zuzen ere, hasieran uste bazuten ere supernoba masa txikiko izar batek sortu zuela, *Chandra*-k jasotako datuei esker jakin dute izarra oso handia zela. Kalkuluen arabera, haren masa Eguzkiarena baino 150 aldiz

handiagoa zen. Orain arteko teorien arabera, izar horrek zulo beltza sortuko zukeen hiltzean. Ez da hala gertatu, ordea: supernobak materia ugari askatu du espazioan.

Astronomoek uste dute lehenengo izarrek ere horrela hil zirela, eta, halaxe askatu zituztela, hain juxtu, gero Eguzkiaren eta beste izarren osagai izan ziren elementu astunak.

Bestetik, lehertu aurretik izar hark masa handia kanporatu zuen, eta hori bera egin du Esne Bidean, Lurretik 7.500 argi-urtera, dagoen Eta Carinae izarrak. Hortaz, astronomoen iritziz, litekeena da hura ere supernoba eran hiltzea.

Euskal Herriko eta munduko informazio zientifiko eta teknikoa zure etxean jasotzeko aukera.

Izen-deiturak _____

Helbidea _____

Herria _____ Posta-kodea _____

h. elektronikoa _____ Jaiotza-urtea _____

IFZ/ENA zk. _____ Telefonoa _____

Zergatik harpidetu zara? _____

Ikasketak ☐ derrigorrezkoak ☐ erdi-mailako titulazioa ☐ goi-mailako titulazioa

Lanbidea _____

Ordaintzeko era _____

VISA-zk. _____ Epe-muga _____

Sinadura _____

Bankua edo aurrezki-kutxa _____

Kontu-korrontea/libreta _____
(20 digituak ipini, arren) Entitatea Sukurtsala K.D. Kontu-zenbakia

2007ko Euskal Herria eta Espainia: Gainerako herrietan:
harpidetza-saria 42 euro 63 euro
(11 ale)

ELHUYAR fundazioa

Zelai Haundi, 3. Osinalde Industrialdea. 20170 Usurbil (Gipuzkoa).
tel. 943 36 30 40. Faxa: 943 36 31 44.
h.el.: izaro@elhuyar.com http://www.elhuyar.org

Harpidetuz gero,



Kioskoetan baino
% 10 merkeago

Elhuyarren gainerako
produktuak
% 20 merkeago



*harpidedun partikularrentzat bakarrik



Beste primate baten genoma sekuentziatuta

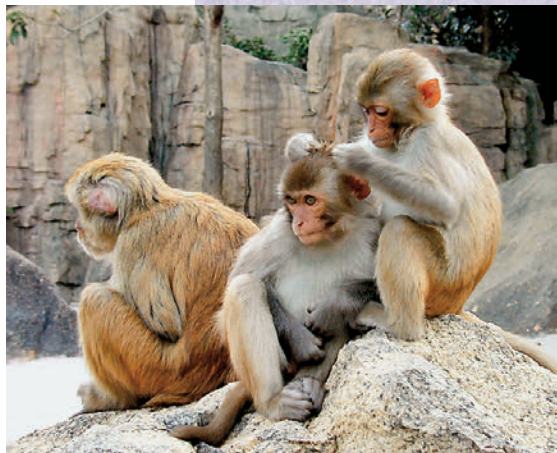
RHESUS MAKAKOAREN DNAREN SEKUEZTIA LORTU DUTE. Asian ugaria da espezie hori, eta medikuntzan oso erabilia, botika berriekin probak egiteko. Ikertzaileen arabera, makakoetan probatzen ari diren botikek gizakiengan beste eragin bat izango duten aurreikusteko gai izango dira orain. Izan ere, ohartu dira makakoen eta gizakiaren geneen arteko desberdintasun asko immunitate-sistemari dagozkiola. Baina, gainera, pentsatzen dute makakoaren genomak informazioa emango duela eboluzioa hobeto ulertzeko, baita gizakia zerk egiten duen gizaki jakiteko ere.

Eta, dagoeneko, ari da informazioa ematen. Azukrearen digestioan inplikaturik dagoen gene-talde bat aurkitu dute, eta ikusi dute makakoetan gizakian baino proportzio

handiagoan dagoela.

Oraingoz azalpen hau eman diote: fruitutan oso aberatsa den dieta hartzera eraman zituen moldaera genetikoak da.

2005ean txinpantzearen genoma sekuentziatu zuten, eta ikusi zuten DNAREN % 98 berdina dutela haiek eta gizakiek. Makakoen eta gizakiaren lerro ebolutiboak duela 25 milioi urte bereizi zirela uste da; hortaz, makakoak txinpantzeak baino ahaide urrunagoak dira gizakiarentzat. Hala ere, hiru primate horien genomak konparatuz, gauza asko ikastea espero da.



NTKITA GLOVANNI/WIKIPEDIA

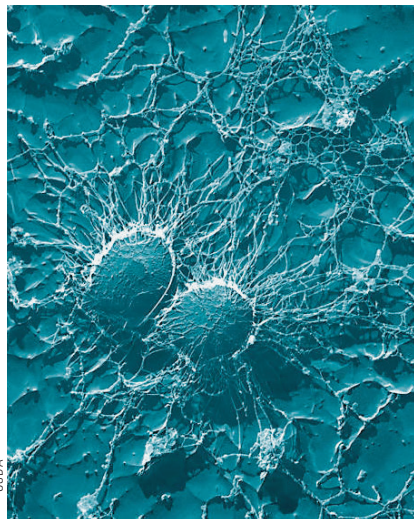
Berriak
labur

MULTIMEDIA

Harrak sendagai

BOTIKA BERRI IRAULTZAILE BAT SORTZEKO EZ; Manchesterko ikertzaile-talde batek dirua jasoko du har baten eraginkortasuna ikertzeko. Ikusi dutenez, har hori gai da *Staphylococcus aureus* bakterioari aurre egiteko (medikuntzan harrak erabili izan dira orain baino lehenago).

S. aureus bakterioa oso erresistentea da antibiotikoen aurrean, eta, horren ondorioz, zaila da bakterioak infektatutako zauriak sendatzea. Diabetea duten gaixoei jasaten dituzten hankako ultzeren erantzule da, besteak beste. Ikertzaile-talde horrek egin zuen ikerketa batean ikusi zutenenez, harrak 3-5 bider aplikatu ostean, 13 gaixotatik 12ri zauriak orbandu zitzaizkion.



Orain, harren eraginkortasuna ikusita, jasoko duten diruari esker, tratamendu desberdinak alderatuko dituzte. Gainera, jakin nahi dute nola egiten dion aurre harrak bakterioari: bakterioaren aurkako substantzia kimikoren bat jariatzen duen, edo, besterik gabe, bakterioa irentsi egiten duen.

Biziaren entziklopedia on line

Mundu osoan identifikatu dituzten 1,8 milioi espezieak on line deskribatuko dituen datu-base bat sortu dute. Biziaren Entziklopedia izena jarri diote. Ez da espezieen zerrenda huts bat izango, espezie bakoitzaren informazio entziklopedikoa emango baitu, eta bideoz, soinuz, irudiz, grafikoz eta testuz hornitzeko asmoa dute.

Beste noizbait ere saiatu dira horrelako proiektuak aurrera ateratzen, baina azkenean bertan behera gelditu dira, haiek hornitzeko beharrezko baliabiderik ez zutelako. Horixe da, hain zuzen ere, proiektu honi ikusten dioten arazoa: ez dute oso argi nondik aterako duten proiektua denbora luzez mantendu ahal izateko behar duten dirua.

FISIOLOGIA

Odol-presioa, garunaren menpe

Odol-presio altua hainbat faktorek eragin dezakete. Bristol Unibertsitateko zientzialari batzuek eragileen zerrendan beste bat gehitu dute: garuneko JAM-1 proteina. Ez dute oso argi proteinak zehazki zer egiten duen odol-presioa igotzeko. Dirudienez, JAM-1 proteina odoleko globulu zuriekin lotzen da, eta garuneko odol-zirkulazioa oztopatzen du. Horren ondorioz, hanturak ager daitezke eta garunera oxigeno gutxiago iristea gerta daiteke. Horrek guztiak odolaren presioa igoarazten duela uste dute zientzialariek.

Eguzkiaren jarduera, lasaiagoa

2011n izango da Eguzkiaren jardueraren zikloan hurrengo maximoa; hala ere, zientzialarien ustez, ez da intentsitate handikoa izango. Iragarpena azken zikloaren datuetatik abiatuta egiten da. Eguzkiaren eredu teorikoak ere garatu dira, baina orain arte ez dute arrakastarik izan jarduera iragartzen. Orain, Txinako eta Indiako zientzialari batzuek hobetu egin dituzte eredu teorikoak, eta emaitzak bat datoz azken datuetatik abiatuta eginiko iragarpenarekin. Horregatik, ziur daude 2011ko maximoa ez dela bortitza izango.

Ahateen sexu-organoen estrategia

Ahateek zakil luze eta kiribila garatu dute, emeak ernaltzeko lehiaren ondorioz. Emeek bagina kiribila dute; baina adarkatua da, eta arren zakilaren aurkako norabidean kiribildua, gainera. Yale Unibertsitateko ornitologo batzuen ustez, bagina hori esperma aukeratzeko baliabide bat da emearentzat. Ar askok kopula dezakete eme batekin, baina emeak aukeratu egiten du haietako zeinen espermari utziko dion obulura iristen; emeak aukeratutakoarenari bakarrik sartzen uzteko, baginaren ezaugarriak erabiltzen ditu. Bizitza osoan bikotekide egonkorra duten hegazti-espezieek ez dute garatu, ez zakil luzerik, ez bagina konplexurik.

Txinpantzeak, eboluzioan irabazle



ARTXIBOKOA

MICHIGANGO UNIBERTSITATEAN EGIN DUTEN AZTERKETA BATEAN ikusi dute txinpantzeen genomak gizakiarenak baino aldaketa gehiago jasan dituela; hau da, gehiago eboluzionatu duela, orain dela 6-7 milioi urte bi espezieak bereizi zirenetik.

Bi espezieetan proteinak kodetzen dituzten 14.000 gene konparatu dituzte, hautespen naturalak aukeratutako geneen bila. Eta ikusi dute hautespen naturalak gizakian 154 gene aukeratu dituela, eta txinpantzean, 233 gene.

Datu horrek hankaz gora jarri du askoren ustea, alegia, gizakiak, mundua menderatzera iristeko, gainerako animaliek baino gene-aldaketa gehiago jasan behar izan dituelako ustea. Baina horrek ez du horrela izan beharrik. Gizakia gainerako animalietatik bereizten duen ezaugarri nagusia garunaren tamaina handia eta horrekin lotutako adimena dira. Garunaren tamainan aldaketa hori zein genek eragin zuen jakitea oso zaila da, ordea. Batzuetan gene-aldaketa txikiek garrantzi biologiko handiagoa izaten dute gene ugariren aldaketek baino, berez kontrakoa irudi dezakeen arren.

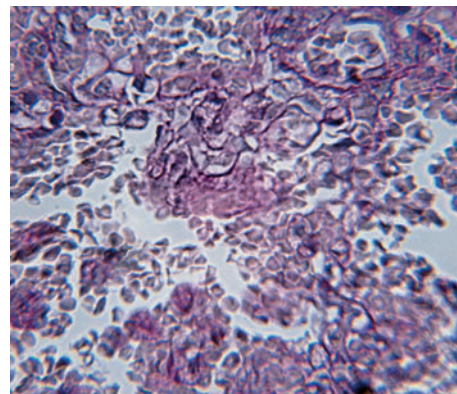
Peptido bat vs GIBa

GIZAKION ODOLEAN DAGOEN PEPTIDO BATEK ez dio uzten zelulak infektatzen GIB birusari. Birusaren gainazalean dagoen proteina bati lotzen zaio peptidoa eta, hala, infekzioa galarazten du. Birusak proteina hori erabili ohi du gizakiaren zelula ezagutzeko, lehen kontaktua egiteko, ondoren, zelula infektatu ahal izateko. Ikusi dute peptidoak galarazi egiten duela lehen kontaktu hori.

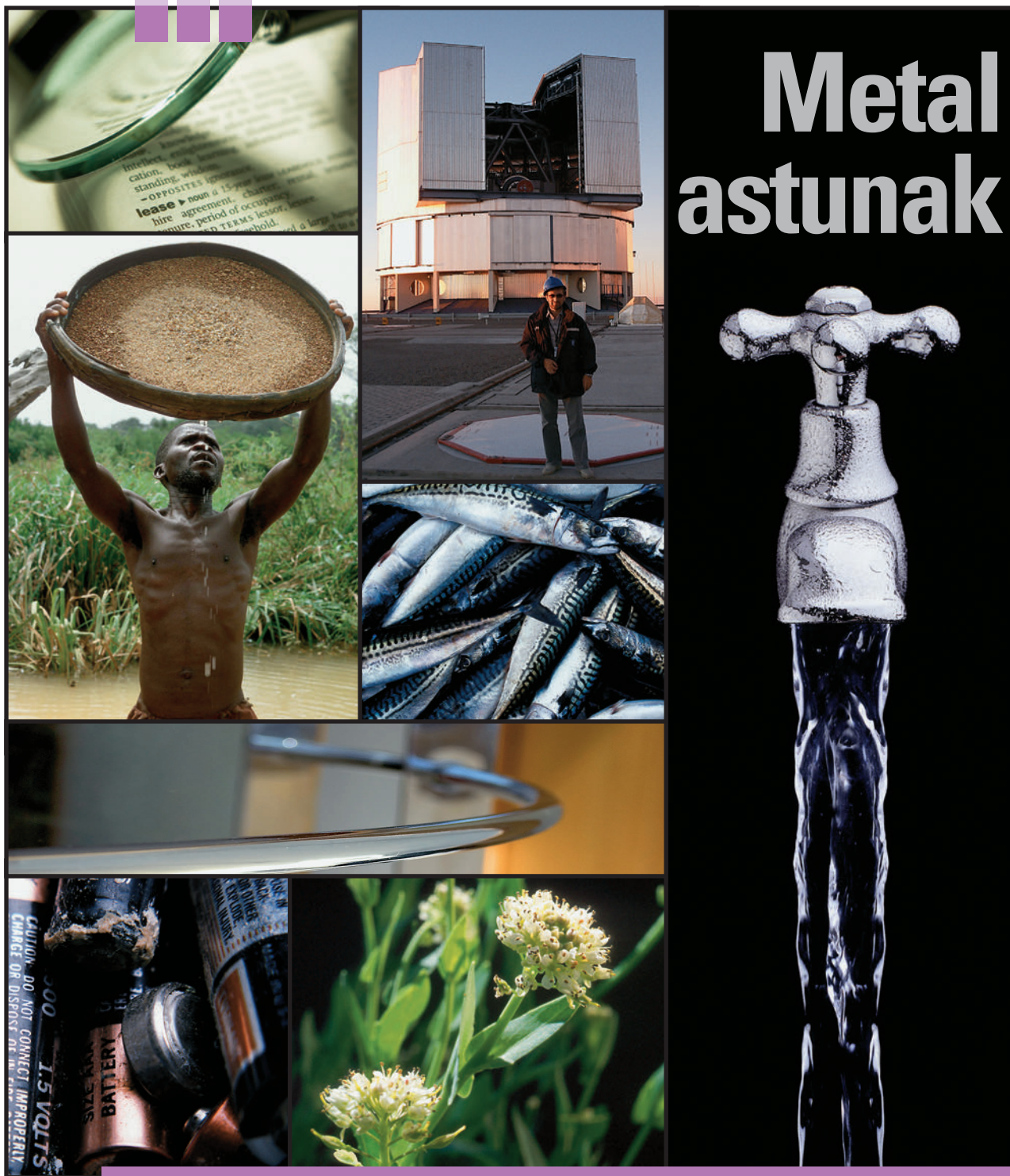
VIRIP (*virus-inhibitory peptide*)

izena ezarri diote, eta Alemaniako unibertsitate bateko ikertzaileek aurkitu dute.

Gizakiaren odoletik atera izan dira orain baino lehenago GIBa inhibitzen duten substantziak, eta, horren jakitun, 10.000 litro odol aztertu zituzten substantzia berrien bila. VIRIPa GIBaren aurkako botika berriak sortzeko hautagai egokia izan daitekeela ikusi dute. Batetik, GIBak ez duelako erraz peptido horren aurkako erresistentzia garatzen, VIRIPa birusaren proteina egonkor bati lotzen baitzaio (GIBaren aurkako beste droga batzuekin ez bezala). Bestetik, peptidoari hiru aminoazido jakin aldatze hutsarekin, konposatua ehun bider eraginkorragoa izatea lortu dute, hau da, GIBaren inhibizioa eraginkorragoa izatea. Horrek hautagai ezin hobia egiten du VIRIPa, ihesa sortzen duen birusaren aurka drogak sortzeko. Baina, lehenik, airean dauden hainbat galderari erantzun behar zaie: gizakion odolean badago, zergatik ez dago GIBarekiko autoimmune den jende gehiago? Gizakiarekin ikertzen hasitakoan erantzunak aurkitzea espero dute.



ARTXIBOKOA



Metal astunak

Metal astunak ospe txarreko elementuak dira. Izan ere, arriskuarekin lotzen ditugu; arriskua osasunerako, eta arriskua ingurumenerako. Horregatik, gero eta baztertuago daude gure gizartean, nahiz eta historian zehar aplikazio ugari eta garrantzitsuak izan dituzten. Zenbaki berezi honetan, metal astunei buruz arituko gara, ezagunenei buruz (merkurioa, beruna eta kadmioa) eta metal astunekin identifikatzen ez ditugun beste askori buruz ere bai. Zer erabilera dituzten azaltzeaz gain, nola sortzen diren, Lurrean non topatzen ditugun, ingurumenean eta bizidunetan nolako eragina duten (eta zer funtzio dituzten)... kontatuko dugu. Eta, hasteko, lerro hauetan gutxietan dagoeneko hirutan erabilitako metal astun kontzeptua bera zalantzan jarriko dugu.

Definizio-saltsa

Kortabitarte Egiguren, Irati

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



Metal astunak talde gisa ezagutzen ditugu, eta, zer diren galdetuz gero, bizidunei eta ingurumenari kalte egiten dieten metalak direla esango genuke gehienok. Zerrenda bat egiten hasita ere, asmatuko genuke batzuk aipatzen. Horietako bakoitzak, ordea, berezko ezaugarriak ditu. Zenbateraino da zuzena, beraz, guztiak zaku berean sartzea?

ASTUN HITZAK DENTSITATE HANDIKOA ESAN NAHI DU OHIKO ERABILERAN. *Metal* hitzak, berriz, elementu purua edo elementu metalikoen aleazioa adierazi nahi du. *Metal astun* izendapena urteetan erabili da, baina zalantza eragiten du adi-tuen artean. Beharrezkoa da metalak definitzeko edo sailkatzeko? Alegia, zaku horretan sartzen diren elementuek badute nolabaiteko talde-izaerarik?

Gas nobleak, esaterako, taula periodikoko 18. taldeko elementuak dira. Guztiak atomo egonkorak dira, eta kimikoki erreaktibotasun urria dute.

Horrek nolabaiteko talde-izaera ematen die. Metalak, berriz, elektrizitatea eroateko gai diren eta distira metalikoa duten elementuak dira. Halaber, katioiak era ditzakete eta oinarritzko oxidoak dituzte. Ezaugarri horiek guztiak berdinak dituzte. Dena den, definizio horrek, beharbada, ez du ezer asko argitzen. Izan ere, definizio horren arabera, taula periodikoko elementu gehienak izan daitezke metalak. Horregatik, metalak talde txikiagoetan banatzen dira, bakoitzaren berezko ezaugarrien eta erabileraren arabera. Bereizketa horretan ageri dira, hain justu, metal astunak; kimikarien artean

urteetan erabili izan da izendapen hori, eta gaur egun ere erabiltzen da, nahiz eta hamaika zalantza sortzen dituen. Pentsa, Kimika Huts eta Aplikaturako Nazioarteko Batasunak (IUPAC) oraindik ez du eman horien definiziorik (Kimikaren alorrean erreferentziazko erakunde arauemailea da, eta, besteak beste, konposatu kimikoak izendatzeko arauak ezartzen ditu). Are gehiago, metal astunen definizioaren inguruan dagoen eztabaidaren berri emateko zenbait txosten argitaratu ditu.

Irizpide jakinik ez

IUPACen txosten baten arabera, urteetan irizpide ezberdinak hartu dira kontuan metal astunak definitzeko. Besteak beste, dentsitatea, masa atomikoa, zenbaki atomikoa eta toxikotasuna erabili izan dira irizpidetzat. Hala, bibliografian definizio bat baino gehiago biltzen dira. Dena den, izendapena inolako irizpide jakinik gabe erabili izan denez urteetan, definizio batzuen eta besteen artean kontrastanak ere badira. Halaber, metal astun izendapena erdimetalentzat ere erabili izan da, hala nola artsenikoa-erentzat, kasu batzuetan. Ez dago ezer garbirik, beraz.



Zientzialariek ez dute bide garbirik ikusten metal astunak definitzeko.

“Kimika Huts eta Aplikaturako Nazioarteko Batasunak (IUPAC) ez du metal astunen definiziorik eman”

Bitxia dirudien arren, metal astun izendapena arma handiak edo talentu edo gaitasun handiak adierazteko erabiltzen zen 1936ra arte. Elementu kimikoei dagokienean, berriz, terminoaren inguruko aipamenik zaharrenetarikoa urte hartan bertan Londresen argitaratu zuten Bjerrum-en *Inorganic Chemistry* liburuaren hirugarren edizioan azaltzen da. Dena den, definizio hura ez da geroztik erabili argitalpenetan. Bjerrumek emandako definizioak elementuen dentsitatea hartzen zuen irizpidetzat. Hain zuzen ere, 7 g/cm^3 baino dentsitate handiagoko elementuak jotzen zituen metal astun. Urteekin, definizio hori aldatzen joan da, dentsitatearen muga aldatuz.

Dentsitatearen araberrako sailkapenak erreaktibotasunarekin zuen lotura, baina, halako batean, aditu batzuek ikusi zuten dentsitateak ez zuela berebiziko garrantzirik metalen erreaktibotasunean. Hori dela eta, definizioak masa edo pisu atomikoa oinarri hartuta moldatu dira. Horrek taula periodikora hurbildu du definizioa, nolabait. Alegia, elementu kimikoen sailkapenari buruzko informazio-iturri ezagunenera. Hala ere, ez pentsa, masaren araberrako irizpide hori ere ez dago batere argi. ➡

METAL ASTUNEN HAINBAT DEFINIZIO, LAU IRIZPIDEAK KONTUAN HARTUTA	
Dentsitatea	4 g/cm^3 baino dentsitate handiagoko metalak.
	5 g/cm^3 baino dentsitate handiagoko metalak.
	7 g/cm^3 baino dentsitate handiagoko metalak.
	$3,5\text{-}5 \text{ g/cm}^3$ dentsitateko metalak.
Pisu atomikoa	Pisu atomiko handiko metalak.
	Sodioa (23) baino pisu atomiko handiagoko metalak.
	Sodioa (23) baino pisu atomiko handiagoko metalak, eta gantz-azidoekin xaboiak eratzen dituztenak.
	Pisu atomikoa 40 baino handiagoa duten metalak, lurralkalinoak, alkalinoak, lantanidoak eta aktinidoak alde batera utzita.
	Pisu atomiko handiko metalak, besteak beste, Hg, Pb, Sn eta Cd.
Zenbaki atomikoa	Izaki bizidunei kalte egin diezaieketen eta elikatze-katean meta daitezkeen pisu atomiko handiko metalak, hala nola As, Cd, Hg eta Pb.
	Zenbaki atomiko handiko metalak.
	Zenbaki atomikoa 20 baino handiagoa duten elementuak.
Toxikotasuna	21 (eskandioa) eta 92 (uranioa) arteko zenbaki atomikoa duten metalak.
	Industrian erabili ohi diren elementuak, oro har, toxikoak: As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Zn.
	Ingurumenerako toxikoak diren elementuei —hala nola berunari, kadmioari eta merkurioari— erreferentzia egiteko termino zaharkitua.



MEC



MEC

Magnesioa ez da naturan aske aurkitzen, hainbat konposatu eratzen ditu. Sodioa, berriz (eskuinaldean), metal biguna eta arina da.

H. Bennet eta R. J. Lewis editoreen arabera, esaterako, sodioak (Na) baino masa atomiko handiagoa, hau da, 23 baino handiagoa, duten elementuak jo daitezke metal astuntzat; beraz, magnesiotik (Mg) aurrerakoak. G. M. Randek eta haren taldeak diote, berriz, 40 baino masa atomiko handiagoa duten elementuak direla metal astunak; alegia, eskandiotik (Sc) aurrerakoak.

Beste definizio batzuk zenbaki atomikoan oinarritzen dira. Horien artean, aditu edo definizio gutxi batzuk behintzat bat datoz: metal astunak zenbaki atomikoa 20 baino handiagoa dutenak dira, alegia, sodiotik (Na) aurrerakoak. Dena den, arazo txiki bat dago: talde horretan sartzen dira magnesioa (Mg) eta potasioa (K) adibidez, eta bi horien dentsitatea oso txikia da. Alegia, ez dator bat dentsitatea irizpidetzat hartuta aipatutako definizioarekin, inolaz ere. Ezta dentsitatearen muga baxuenetarikoa oinarri hartuta ere.

Metal astunen toxikotasuna, oro har, ez dago lotuta haien berezko ezaugarriekin, baizik eta kontzentrazioarekin.

Toxikotasuna da metal astunak sailkatzeko orduan askotan erabili den beste irizpideetako bat. Bestelako oinarririk gabe, ingurumenerako toxikoak direlako, metal astuntzat hartzen dira zenbait elementu, hala nola beruna (Pb), kadmioa (Cd) eta merkurioa (Hg), eta haien konposatuak.

Hala ere, metal astunen toxikotasuna, oro har, ez dago lotuta haien berezko ezaugarriekin, baizik eta haien kontzentrazioarekin. Are gehiago, maiz,

“ingurumenerako toxikoak direlako, metal astuntzat hartzen dira zenbait elementu, hala nola Pb, Cd eta Hg, eta haien konposatuak”

eratzen duten konposatuaren arabera da toxikotasuna. Esaterako, ezta nuaren eta tribultileztainu oxidoaren ezaugarriak oso ezberdinak dira. Lehenaren toxikotasuna oso txikia da; bigarrena, ordea, nahiko toxikoa da. Antzeko zerbait gertatzen da kromoa-ren kasuan ere. Kromoa ez da toxikoa altzairu herdoilgaitzean; kromato ioia, berriz, biriketako minbiziarekin lotzen dute adituek. Horra hor, beraz, metal astunen kontzeptua baztertzeko arrazoi bat. Izan ere, ez du zentzu handirik metalak nahiz haien konposatuak toxikotasunaren zaku berean sartzeak.

Zaharkitutako terminoa

Hamaika definizio, hamaika zalantza eta ezer garbirik ez. Alegia, metal astunentzako talde-izaera argirik ez. Izan ere, metalek zenbait ezaugarri komun izan arren, bakoitzak bere ezaugarri fisikokimikoak ditu. Ez hori bakarrik; horietako bakoitzak hainbat konposatu era ditzake, eta konposatu bakoitzak ere bere berezko ezaugarriak ditu. Hortaz, ez du zentzu handirik metalak eta haien konposatuak talde berean sartzeak.

Hori dela eta, IUPACen aditu-batzordearen arabera, metal astunen kontzeptua baztertzea komeniko litzateke, ez baitu oinarri zientifikorik. Gainera, gaur egun, arestian aipatu bezala, metal astunen kontzeptua poluzioarekin eta toxikotasunarekin zerikusia izan dezakeen elementu- edo konposatutaldearekin lotzen da maiz. Baina aditu-talde horrek ez du inolaz ere lotura zuzenik egiten dentsitatearen nahiz gainerako ezaugarri fisiko kimikoen (masa atomikoa, zenbaki atomikoa...) eta toxikotasunaren artean.



MEC

Astun hitza aipatu gabe

Metalen eta haien konposatuen toxikotasuna neurtzeko, ezinbestekoa da ulertzea horiek zenbateraino diren erabilgarri bizidunentzat. Bioerabilgarritasun hori parametro biologikoen eta metalen, horien ioien nahiz konposatuen arabera da. Aldi berean, hori guztia metalen egitura atomikoaren arabera da; taula periodikoan deskribatzen den egitura atomikoaren arabera da, alegia.

Metalen eta bizidunen arteko elkarrekintza nagusi dira metalen ioiek Lewis azido gisa dituzten ezaugarriak. Lewis azidoak elektroihartzaileak dira, eta, beraz, gai dira hainbat estekatzailerekin (konplexuak eratzen dituzten ioi edo molekulak) konplexuak eratzeko. Estekatzailerekin afinitatearen arabera da metal-ioien Lewis azidoen sailkapena.

Taula periodikoari erreparatzen badiogu, ikusiko dugu A motako eta mugan dauden metalen arteko bereizketa nahiko nabarmena dela. B mota-

ko metalen eta mugan dauden arteko bereizketa, ordea, ez da hain argia. Maiz esaten da A motako metalek Lewis azido gogorrak eta B motako metalek, berriz, Lewis azido bigunak dituztela.

Azken finean, azidotasun horren arabera metalen sailkapenak metal horiek konplexuak eratzeko duten gaitasunari buruzko informazioa ematen digu. Normalean, A motako nahiz B motako metalen ioiek beren antzeko ezaugarriak dituzten estekatzailerekin osatzen dituzte konplexuak; gogorrak gogorrekin eta bigunak bigunekin, alegia. Halaber, zein metal-ioi edo -konplexu diren toxikoak aurreikusten laguntzen du.

Lewis azidoen ezaugarrietan oinarrituta, Nieboer eta Richadson kimikariek, adibidez, ikusi zuten B motako metalek eta mugan dauden zenbaitek aldaketa kaltegarriak eragin ditzaketela ehun-egiturari, fosfato taldeekin duten afinitatearen ondorioz.

A motako metalak (Lewis azido gogorrak): Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, Fe(III), Rb, Sr, Y, Zr, Cs, Ba, La, Hf, Fr, Ra, Ac, Th.

B motako metalak (Lewis azido bigunak): Cu(I), Pd, Ag, Cd, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb(II).

Mugan dauden metalak: V, Cr, Mn, Fe(II), Co, Ni, Cu(II), Zn, Rh, Pb(IV), Sn.

Elementuen taula periodikoa																	
1 1,00794 H Hidrogenoa 1s ¹	2 4,002602 He Helioa 1s ²															17 18,9984032 F Fluorua [He] 2s ² 2p ⁵	18 20,1797 Ne Neona [He] 2s ² 2p ⁶
3 6,941 Li Litioa [He] 2s ¹	4 9,012182 Be Berilioa [He] 2s ²															15 14,0067 N Nitrogenoa [He] 2s ² 2p ³	16 15,9994 O Oxigenoa [He] 2s ² 2p ⁴
11 22,989770 Na Sodioa [Ne] 3s ¹	12 24,3050 Mg Magnesia [Ne] 3s ²															13 26,981538 Al Aluminioa [Ne] 3s ² 3p ¹	14 28,0855 Si Silizioa [Ne] 3s ² 3p ²
19 39,0983 K Potasioa [Ar] 4s ¹	20 40,078 Ca Kaltzioa [Ar] 4s ²	21 44,955910 Sc Eskandioa [Ar] 3d ¹ 4s ²	22 47,867 Ti Titanioa [Ar] 3d ² 4s ²	23 50,9415 V Baniadioa [Ar] 3d ³ 4s ²	24 51,9961 Cr Kromoa [Ar] 3d ⁵ 4s ¹	25 54,938045 Mn Manganesoa [Ar] 3d ⁵ 4s ²	26 55,845 Fe Hartzaia [Ar] 3d ⁶ 4s ²	27 58,933200 Co Kobaltua [Ar] 3d ⁷ 4s ²	28 58,6934 Ni Nikela [Ar] 3d ⁸ 4s ²	29 63,546 Cu Kobrea [Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹	30 65,409 Zn Zinka [Ar] 3d ¹⁰ 4s ²	31 69,723 Ga Galioa [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹	32 72,64 Ge Germanioa [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	33 74,9216 As Arsenikoa [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³	34 78,96 Se Selenioa [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴	35 79,904 Br Bromoa [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	36 83,798 Kr Kriptona [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶
37 85,4678 Rb Rubidioa [Kr] 5s ¹	38 87,62 Sr Estrontzioa [Kr] 5s ²	39 88,90585 Y Itrioa [Kr] 4d ¹ 5s ²	40 91,224 Zr Zirkonioa [Kr] 4d ² 5s ²	41 92,90638 Nb Nikbioa [Kr] 4d ⁴ 5s ¹	42 95,94 Mo Molibdenoa [Kr] 4d ⁵ 5s ¹	43 98 Tc Teknezioa [Kr] 4d ⁵ 5s ²	44 101,07 Ru Rutenioa [Kr] 4d ⁷ 5s ¹	45 101,07 Rh Rodioa [Kr] 4d ⁸ 5s ¹	46 106,42 Pd Paladioa [Kr] 4d ¹⁰ 5s ⁰	47 107,8682 Ag Zilarra [Kr] 4d ¹⁰ 5s ¹	48 112,411 Cd Kadmioa [Kr] 4d ¹⁰ 5s ²	49 114,818 In Indioa [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	50 118,710 Sn Estainua [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	51 121,76 Sb Antimonioa [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³	52 127,60 Te Telurioa [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴	53 126,90447 I Iodoa [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	54 131,29 Xe Xenona [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶
55 132,90545 Cs Zesioa [Xe] 6s ¹	56 137,327 Ba Barioa [Xe] 6s ²	57-71 La Lantanoak [Xe] 4f ⁰⁻¹⁴ 5d ⁰⁻¹ 6s ²	72 178,49 Hf Hafnioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ² 6s ²	73 180,9479 Ta Tantalioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²	74 183,84 W Wolframioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²	75 186,207 Re Renioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²	76 190,23 Os Osmioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²	77 192,22 Ir Iridioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²	78 195,078 Pt Platinioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	79 196,96655 Au Urrea [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹	80 200,59 Hg Merkurioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²	81 204,3833 Tl Talioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹	82 208,98038 Pb Beruna [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²	83 208,98038 Bi Bismutoa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³	84 209 Po Polonioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴	85 210 At Astattoa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵	86 222 Rn Radona [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶
87 [223] Fr Frantzioa [Rn] 7s ¹	88 [226] Ra Radioa [Rn] 7s ²	89-103 Ac Aktinidoak [Rn] 5f ⁰⁻¹⁴ 6d ⁰⁻¹ 7s ²	104 [261] Rf Rutherfordioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	105 [262] Db Dubnioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ³ 7s ²	106 [266] Sg Seaborgioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ²	107 [268] Bh Bohrioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ²	108 [271] Hs Hassioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ²	109 [268] Mt Meitnerioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²	110 [281] Ds Darmstadtioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ⁸ 7s ²	111 [272] Rg Roentgenioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ⁹ 7s ²	112 [285] Uub Ununbioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ²	113 [289] Uut Ununtrioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ¹	114 [289] Uuq Ununkuadioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ²	115 [291] Uup Ununpentioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ³	116 [293] Uuh Ununhexioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁴	117 [293] Uus Ununseptioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁵	118 [293] Uuo Ununoctioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁶
57 138,9055 La Lantanoa [Xe] 4f ¹ 5d ⁰ 6s ²	58 140,116 Ce Zerioa [Xe] 4f ² 5d ⁰ 6s ²	59 140,90765 Pr Praseodimioa [Xe] 4f ³ 5d ⁰ 6s ²	60 144,24 Nd Neodimioa [Xe] 4f ⁴ 5d ⁰ 6s ²	61 144,9126 Pm Prometioa [Xe] 4f ⁵ 5d ⁰ 6s ²	62 150,36 Sm Samarioa [Xe] 4f ⁶ 5d ⁰ 6s ²	63 151,964 Eu Europioa [Xe] 4f ⁷ 5d ⁰ 6s ²	64 157,25 Gd Gadolinioa [Xe] 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	65 158,92534 Tb Terbioa [Xe] 4f ⁹ 5d ⁰ 6s ²	66 162,500 Dy Disprosioa [Xe] 4f ¹⁰ 5d ⁰ 6s ²	67 164,93032 Ho Holmioa [Xe] 4f ¹¹ 5d ⁰ 6s ²	68 167,259 Er Erbioa [Xe] 4f ¹² 5d ⁰ 6s ²	69 168,93421 Tm Tulioa [Xe] 4f ¹³ 5d ⁰ 6s ²	70 173,04 Yb Iterbioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁰ 6s ²	71 174,967 Lu Lutezioa [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²			
89 [227] Ac Aktinioa [Rn] 5f ¹ 6d ⁰ 7s ²	90 232,0381 Th Torioa [Rn] 5f ² 6d ⁰ 7s ²	91 231,03688 Pa Protoaktinioa [Rn] 5f ³ 6d ¹ 7s ²	92 238,02891 U Uranioa [Rn] 5f ³ 6d ² 7s ²	93 [237] Np Neptunioa [Rn] 5f ⁴ 6d ² 7s ²	94 [244] Pu Plutonioa [Rn] 5f ⁶ 6d ² 7s ²	95 [243] Am Amerizioa [Rn] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	96 [247] Cm Kurioa [Rn] 5f ⁷ 6d ² 7s ²	97 [247] Bk Berkelioa [Rn] 5f ⁹ 6d ¹ 7s ²	98 [251] Cf Kalifornioa [Rn] 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ²	99 [251] Es Einsteinioa [Rn] 5f ¹¹ 6d ¹ 7s ²	100 [257] Fm Fermioa [Rn] 5f ¹² 6d ¹ 7s ²	101 [258] Md Mendelebioa [Rn] 5f ¹³ 6d ¹ 7s ²	102 [259] No Nobelioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	103 [262] Lr Lawrentzioa [Rn] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²			

Beraz, ikuspuntu akademiko batetik behintzat, argi esan liteke metal astunen kontzeptua zaharkitua dagoela, eta baztertu egin beharko litzatekeela. Zaila izango da, ordea, ikuspuntu hori akademiatik gizartera hedatzea, eta, lortuta ere, arazoa legoke oraindik *metal* izendapenarekin. Izan ere, egun *metal* hitza erabiltzen da metalei nahiz

haien konposatuei erreferentzia egiteko. Horrek esan nahi du metalak eta haien konposatuak ezaugarri fisiko-kimiko, biologiko eta toxikologiko berdinak balituzte bezala tratatzen direla, eta hori ez dela hala.

Justu kontrakoa gertatzen da karbonoaren kasuan. Alegia, ez da karbono

izendapena erabiltzen karbonoaren konposatu guztiak adierazteko. Izan ere, hori hala balitz, karbonoa giza-kiontzat kantzerigenotzat joko litzateke, haren zenbait konposatu minbizi-sortzaileak baitira. Beraz, metalak ere, karbonodun konposatuak bezala, baikoitza bere aldetik aztertu beharko litzateke. ▣



Elhuyar Hiztegia

euskara - gaztelania
castellano - vasco

3. argitalpen berritua

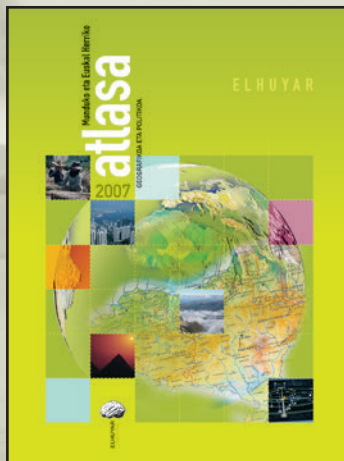
44 €

CD-ROMa ere salgai



Hiru Mosketariak (7 urtetik aurrera)

CD-ROM bideojokoa
24,95 €



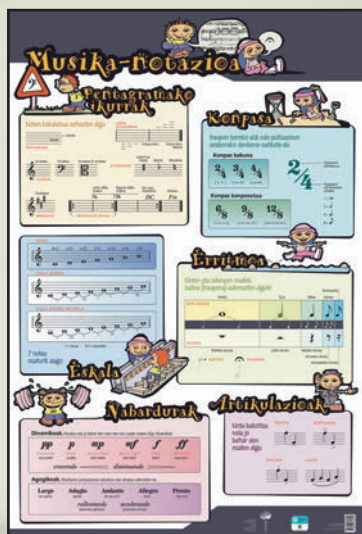
Munduko eta Euskal Herriko Atlasa

geografikoa eta politikoa

Elhuyar atlasa

20,50 €

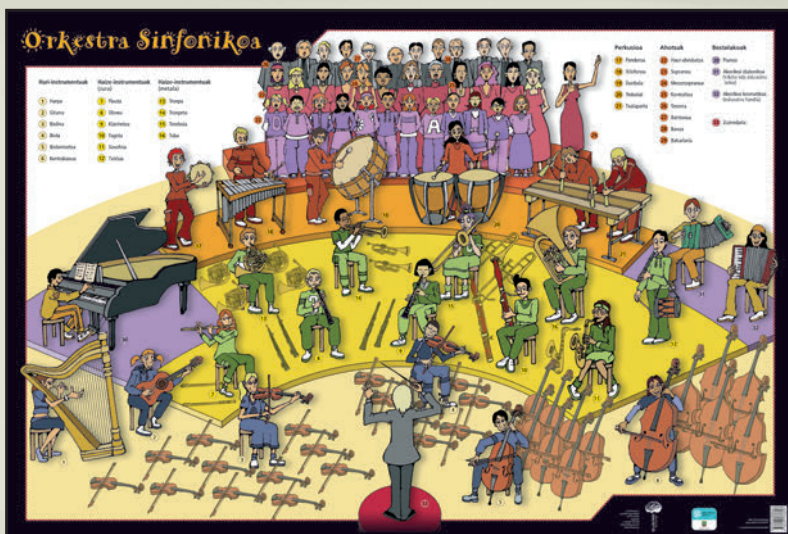
Musika-notazioaren eta orkestra sinfonikoaren horma-irudiak



Musika-notazioa
(61 x 91 cm)

Orkestra sinfonikoa
(91 x 61 cm)

12 €



Astrofisikaria

Garik Israelian:

“Leherketa bateko nukleosintesia behar da elementu astunak sortzeko”

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Garik Israelian astrofisikari armeniar bat da. Mundu osoan ibili da ikerketa-zentro batetik bestera, eta, gaur egun, Kanarietako Institutu Astronomikoan egiten du lan. Umetako oroitzapenetik hasita, astronomiarekin izan duen harremanaz hitz egin digu. Eta, izarren bidez, metal astunen sorrera ezagutzera eraman gaitu, hori baita oraingoz Garik Israelianen azken ikerketa-gaia.

Nola bilakatu zinen astrofisikari?

Hamabost urte inguru izango nituen astronomiari buruz irakurtzen hasi nintzenean. Eta oso ondo gogoratzen dut egun batean Sobietar Batasunean egindako zientzia-fikziozko film bat ikusi nuela nire lagunekin. Egun hura baino lehen, western-estiloko filmak besterik ez nuen ikusten; nire film gogokoenak ziren. Baina zientzia-fikziozko film hark erabat aldatu zuen nire mundua. Liluratuta geratu nintzen erlatibitatearen teoriaren ondorioekin. Batez ere, harrigarria egin zitzaidan jakitea argiaren abiaduratik gertu mugituz gero denbora mantsotu egiten zela. Erabat harrituta nengoen.

Enigma horrek zientzia-fikziozko liburuak irakurtzera eraman ninduen. Gau eta egun irakurtzen nituen, harrapatzen nituen guztiak. Gero, astronomiari buruz hasi nintzen irakurtzen.



G. ISRAELIAN

Hala ere, oso maila baxua nuen matematikan eta fisikan, eta, horregatik, ezin izan nuen unibertsitatera joan bigarren hezkuntza bukatu eta gero. Urtebetez herriko antzokian egin behar izan nuen lan; bitartean, etxean ikasten nituen matematika eta fisika. Urtebetez ikasi behar izan nuen, Armeniako Jereban Estatu-Unibertsitateko Fisika Sailean sartzeko adina jakiteko. Saileko ikasle onenetako bat bihurtu nintzen, eta, ikasketak bukatu eta segituan, doktoretza egiteari ekin nion. ➔

Noiz joan zinen Kanarietako Astrofisika Institutura?

Biukaran behatokia egin nuen doktore-tesia, Armenian. Tesiaren zuzendaria Victor Ambartsumian irakaslea izan zen, munduko astronomo garrantzitsuenetako bat. Ambartsumian Nazioarteko Elkarte Astronomikoaren presidentea zen, bai eta Zientzia Elkarte Nazioarteko Batzordearena ere. Sobietar Batasuneko astrofisika teorikoaren eskola bat sortu zuen.

Gero, Armenian doktoretza amaitu ondoren, urte batzuk eman nituen Herbehereetan, Belgikan eta Australian lanean. Azkenik, Kanarietara iritsi nintzen, 1997. urtean.

Euskal Herrian tradizio handia dago, adibidez, ingeniartzaren esparruan. Baina ikerketa astronomikoan ez dago tradizio handirik; oro har, astronomia jarduera amateurrea da. Armenian gauza bera gertatzen da?

Badakit Armenian K.a. III. mendean izan genituela astronomoak. Eskuizkribu zahar asko dago gure museoetan. Gainera, antzinako behatoki bat dago Armenian —10.000 urtekoa edo zaharragoa—. Ingalaterrako Stonehenge ospetsuaren antzekoa da, eta, horregatik, bien arteko loturak bilatzen ari dira zientzialari asko. Armeniarrek milaka urtez aritu dira astronomian. Beste ebidentzia batzuk ere badaude; esate baterako, konstelazioentzat eta eguzki-sistemako planetentzat armenierazko izenak ditugu.



G. ISRAELIAN

Garik Hawaiiin; *Very Large Telescope* teleskopioan.

Toki askotan egin duzu ikerketa astrofisikoa. Badago astrofisikarako toki perfekturik munduan?

Bueno, behaketan lan eginez gero eta teleskopioetatik 'gertu' egon nahi izanez gero, aukera gutxi dago. Seguru asko, Kanariar uharteak, Txile edo Hawaii hautatu behar da. Horiek dira munduko behatoki onenak astronomian.

Zer ikertzen duzu Kanarietan?

Nire lana da ikertzea nola sortzen diren espazioan elementu kimikoak, eta nola eboluzionatzen duten; gainera, eredu teorikoak egiten laguntzen duten behatze-probak garatzen ditut.

"Kanarietako Astrofisika Institutuan, nire lana da ikertzea nola sortzen diren espazioan elementu kimikoak, eta nola eboluzionatzen duten"

Metal astunak eta elementu kimiko astunak izarretan sortzen dira. Baina izar guztiak ez dira berdinak. Zer-gatik?

Izar bakoitzaren bizia masa jakin batekin, errotazio-abiadura jakin batekin eta konposizio kimiko jakin batekin hasten da. Hiru parametro horiek izarren eboluzioa definitzen dute.

Izarrak elementu kimikoen 'lantegiak' dira; labe handiak, nolabait. Beraz, mota bateko baino gehiagotako izarrak daudenez, baita lantegiak ere. Zenbaterainoko aldea egon daiteke batetik bestera?

Oso ezberdinak dira! Adibidez, metal astun batzuk —titanioa, uranioa, europioa eta abar— ezin ditu sortu Eguzkiak bezalako masa duen izar batek. Gutxienez hamar aldiz masa handiagoko izarrak behar dira horretarako.

Masa-kontu hutsa da?

Gehienbat bai. Kasu batzuetan, izarren hasierako errotazio-abiadurak ere eragin dezake elementu-lantegi horren bukaerako produktuetan. Eta hasierako konposizio kimikoak ere alda dezake bukaerakoa (hau da, izarrak eboluzionatu duenak). Baina parametro garrantzitsuenak masa da, noski.

Nolako lantegia da Eguzkia?

Energia txikiko lantegia da. Eguzkiak elementu arinak sor ditzake, karbonoa eta nitrogenoa adibidez, baina ez ditu inoiz sortuko nikela, zilarra edo urrea, esaterako.

*“burdina baino
astunagoak diren
elementuak ez dira
sortzen izar masiboetan
erreakzio termonuklear
hidrostatikoen bitartez”*



G. ISRAELIAN

Roque de los Muchachos-eko behatokian, La Palman.

Astrofisikariak garrantzia ematen diote burdinari. Zer-gatik?

Arrazoiak historikoa da. Burdina ez da berezia astrofisikan. Izarretako burdina neurtzea erraza da, eta burdinaren taldeko beste elementu batzuk ez dira detektatzen, edo zehaztasun txikiz detektatzen dira.

Muga bat izan daiteke elementu astunak definitzeko? Alegia, esan daiteke, astrofisikaren ikuspuntutik, elementu astunak direla burdina baino astunago diren guztiak?

Definizio bat besterik ez da. Hala ere, kontuan hartu behar dugu burdina baino astunagoak diren elementuak ez direla sortzen izar masiboetan erreakzio termonuklear hidrostatikoen bitartez. Gutxienez, leherketa bateko nukleosintesia behar da elementu horiek sortzeko. ➔

Ingurumena guztiona da!



Hondartzaren
kudeaketa-bermea:



zatoz eta goza ezazu herriaz!

Garik Israelian
Atacama
basamortuko
teleskopio batean.



G. ISRAELIAN

Beraz, supernobetan sortzen dira burdina baino astunagoak diren elementu guztiak?

Elementu astun batzuk (s-elementu izenekoak, bariora adibidez) sor daitezke, neutroi-harrapaketa mantsoaren bitartez, Eguzkiaren masa duten izar batzuen geruzetan, asko eboluzionatu duten kasuetan. Izar horiei AGB deritze. Bestalde, elementu astunak espalazio-erreakzioetan ere sor daitezke, izarren arteko ingurunean zein X edo gamma izpiak igortzen dituzten izarretatik gertu.

*“ez dakigu zein
supernoba-motak
sortzen duen elementu
kimiko jakin baten
kantitate handi bat
eta zeinek ez”*

Zer proportziotan sortzen dira elementu astunak supernobetan?

Oso proportzio txikian. Supernobetan dauden elementu gehienak lehendik sortu dira, erreakzio termonuklear hidrosfateratikoetan (oxigenoa, magnesioa, sufrea edo silizioa, esate baterako). Elementu horiek espazioan barreiatzen laguntzen du supernobak. Jaurtitzen den materiaren % 90 dira.

Nola dakigu hori? Nola detektatzen ditugu elementuak supernobetan?

Jaurtitako materia supernoben arrastoetan agertzen da. Arrasto horien espektroa aztertu eta elementu kimikoen

ugaritasuna neur daiteke. Bestela, supernobatik gertu dauden izarren espektroak ere azter daitezke (sistema bitarretan, esate baterako). Litekeena da jaurtitako materiaren zati bat izarrak xurgatu izana eta atmosferaren materiarekin nahasi izana.

Lurrean uranioa eta beste metal astun batzuk izateak esan nahi du supernoba bat lehertu zela Lurretik gertu?

Inolaz ere ez. Uranio-atomoak espazioan daude, eta, beraz, edozein gorputz astronomikotan egon daitezke: asteroideetan, kometetan, eguzki-sistematik kanpoko planetetan eta abarretan. Atomo astunak supernoba-belaunaldi askotan sortu dira gure galaxian. Espazioan bildu dira bilioika urtean zehar. Horregatik, materia horrekin sortzen den edozein gorputzetan izango dira.

Nola egiten dute supernobetatik Lurrerainoko bidea?

Ez dute ‘biderik’ egiten. Izarren artean daude gas- edo hauts-egoeran. Planetak eta izarrak material horretaz egin da daude (protoizarretako materiala), eta, beraz, elementu horiek dituzte hasiera-hasieratik. Horregatik, Eguzkiaren konposizio kimikoa eta materia horrena berdina da.

Zer ez dakigu elementu astunen sorrerari buruz?

Supernoba-mota asko dago. Ez dakigu zein motak sortzen duen elementu kimiko jakin baten kantitate handi bat eta zeinek ez. Eredu teorikoak ez dira zehatzak, eta gai horiek ez dira errazak behaketen bitartez ikertzeko. 



 euskadi**irratia**
gertu

Metal astunak Lur planetan

Txintxurreta Agirre, Arantxa

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Espaziotik ez da ikusten, baina Lurrak geruza bat baino gehiago ditu. Eta, geruza horietan, metal astunak ez daude beti berdin banatuta: nukleoan nagusi dira, baina lurrazalean oso gutxi azaltzen dira, beste elementu kimiko batzuekin alderatuz gero. Hala ere, gutxi izan arren, garrantzitsuak dira, eta, gainera, gizakiak ustiatzeko moduko proportzioetan daude.

METAL ASTUNEN BANAKETA ULERTZEKO, LURRAREN SORRERARA JO BEHAR DA; berriz ere espaziora. Gas-egoeran zegoen materia —elementu kimikoak— kondentsatu zenean sortu zen Lurra, eguzki primitibo baten inguruan. Planeta haren ondorengo garapenean, meteoritoek talka egiten zuten etengabe, eta adituek uste dute meteorito baten inpaktuaren ondorioz berriz urtu zela planeta (Marteren tamainakoa omen zen meteoritoa!). Urtze berri hark ekarri zuen elementuak dentsitatearen arabera bereiztea. Elementurik astunenak Lurraren erdirantz hondoratu ziren, eta arinenak azalean geratu.



ESA/SIRIUS TECHNOLOGY LTD.

Lurraren erdian, hortaz, azaletik 3.000 km-ra, nukleoa dago. 3.485 km-ko erradioa duen gune bero eta dentsoa da nukleoa, eta metal astunez dago osatuta: burdinaz eta nikelaz bereziki, nahiz eta beste metal batzuen aztarnak ere badituen (kobreak azarnak, adibidez).

Lurraren azalean, aldiz, metal astun gutxi dago. Elementu kimiko ugariak

oxigenoa eta silizioa dira, askogatik, eta metal astun ugariena burdina da; gainerako metal astunak oso proportzio txikietan azaltzen dira lurrazalean. Gizakia aspaldi jabetu zen burdinaren propietateez, eta burdina ustiatu egiten du. Hala ere, nekez agertzen da burdina egoera naturalean elementu aske gisa, eta, gehienetan, beste elementuekin konposatuak eratzen ditu. Eta mineraletan konposatuak osatzea

ELEMENTU KIMIKOAK,
UGARITASUNAREN ARABERA ORDENATUTA

Izena	ikurra	lurrazala (%)
Oxigenoa	O	46,71
Silizioa	Si	27,69
Aluminioa	Al	8,07
Burdina	Fe	5,05
Sodioa	Ca	3,65
Potasioa	Na	2,75
Magnesioa	K	2,58
Titanioa	Ti	0,62
Gainerako elementuak		0,14>

da, hain zuzen, metal astunak azaltzeko modurik arruntena. Hala, besteak beste, kobrea egoten da malakitan, beruna galenan, banadioa patrontan eta kromoa kromitan. Baina, era berean, mineralek arroak osatzen dituzte, eta, gehiago edo gutxiago, metal astunak arroka-mota guztietan azaltzen dira.

Arroka igneoetan (magma solidotzearen ondorioz sortutakoak) arrunta da metal-kontzentrazioak egotea, hala nola urrearenak, platinoarenak, uranioarenak, kobreak, kromo eta banadioarenak, selenioarenak eta beste zenbait. Urrea arroka metamorfikoetan egotea ere ez da arraroa (presio eta tenperatura altuek sortutako arroak dira horiek), baina arroka



Metal astunak azaltzeko modurik arruntena da mineraletan konposatuak osatzea.

sedimentarioetan ere kantitate handietan agertzen da (sedimentazioaren ostean sortutakoak dira arroka horiek).

Arroka-mota horretan egoten dira, halaber, aluminioa, platinoa eta burdina, besteak beste.

Horrelako arroak mundu osoan daude, eta, metal astunen kontzentrazio handia dutenean, gizakiak ustiatu egiten ditu, meatzeak sortuta.

*“Lurraren
nukleoa metal
astunetan
aberatsa da;
Lurraren azalean,
berriz, metal astun
gutxi dago”*

Euskal Herrian

Euskal Herrian, metal ugariena eta gehien ustiatu dena burdina da, zalan-tzarik gabe. Kristo aurreko I. mendera-ko oharu zen horrekin Plinio zaharra, eta “Bizkaiko itsasoaren ondoan burdi-

Arrarotasuna metal astunetan

Lur arraroak metal astunak dira. Lur arraroak ez dira ez lurra, ez eta arraroak ere. Lur hitzak *oxido* esan nahi omen zuen XVIII. mendeko frantsesean. Garai hartan, lur arraroak aurkitu zituztenean, frantsesa zen *lingua franca* eta *terre* hitza erabili zuten elementu haiek deskribatzeko. Ikusi zuten mineraletan oso-oso proportzio txikian agertzen zirela, eta ondorioztatu zuten lur-rean arraroak zirela. Geroago jakin da uste baino arruntagoak direla. Ez daude ustiatuak izateko moduko kontzentrazioetan, hori egia da, baina lur arraroetan arraroena ere, lutezioa, urrea bai-no 200 aldiz ugariagoa da lurrazalean.

Lur arraro deritze lantanotik luteziora doazen elementuei, itrioari eta eskandioari; baita elementu horiek sortzen dituzten

konposatuei ere. Definizio batzuek aktinidoak sartzen dituzte lur arraroetan.

Aktinidoak dira aktinotik lawrentzioraino doazen 15 elementu kimikoak. Isotopo egonkorrik ez dute: guztiak dira erradioaktiboak. Lurrazalean, uranioa eta torioa dira naturalki azaltzen diren bakarrak, azarnak baino kantitate handixeagoan. Neptunio- eta plutonio-aztarna batzuk ere aurkitu izan dira uranio-meatan, azken horren desintegrazioaren ondorioz sortuta. Gainerako aktinidoak jalkin nuklearretan aurkitu izan dira; edo sintetizatuak izan dira, alegia, gizakiak sortuak. Oso bizitza laburra dute guztiek.

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Lantanoa	Zerioa	Praseodimioa	Neodimioa	Prometioa	Samarioa	Europioa	Gadolinioa	Terbioa	Disprosioa	Holmioa	Erbioa	Tulioa	Iterbioa	Lutezioa
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
Aktinidoa	Torioa	Protoaktinioa	Uranioa	Neptunioa	Plutonioa	Amerizioa	Kurioa	Berkelioa	Kalifornioa	Einsteinioa	Fermioa	Mendeleebioa	Nobelioa	Lawrentzioa



ARTXIBOKOA

Burdingintzak garrantzia izan du euskaldunen industriaren garapenean.

nazko mendi bat” zegoela esan zuen. Eta hala zen, bai. Trianoko eta Galdamesko mendietan burdina ugari ateratzen zen, eta haren inguruan duela gutxira arte bizirik iraun duen industria-kate indartsua sortu zuen. Euskal Herrian beste inon ez bezalako garrantzia izan zuen meatzaritzak Nerbioi ibaiaren ezkerreko alde horretan.

Baina mineralak ez dira Bizkaia aldean soilik ustiatu. Material metalikoak Paleozoikoan (duela 570 milioi urtetik 349 milioi urtera) eta Behe Kretazeoan (duela 146.000 urtetik 65.000 urtera) pilatu ziren bereziki eta, esaterako, magnesioa, beruna, zinka eta burdina daude Aiako Harrian, Alduden eta Bortzirietan. Aipamen berezia merezi dute Aiako Harriaren inguruko Arditurriko meatzeek. Euskal Herriko arrokarik zaharrenak dira, eta, haietan, zilarra eta beruna ere ustiatu ziren garai batean. Irungo portutik mundu osora zabaltzen ziren mineral haiek.

Zilarra eta burdina Iratin ere ateratzen ziren, eta Orbaizetako arma-ola hornitzeko erabiltzen ziren maiz. Aralarren kobrea atera zen; baita Eibar inguruan ere —han beruna ere bai—. Kobre gehiago ere bazen, Atxondo eta Axpe inguruetan. Beruna eta zinka Kretazeo garaiko arroketatik erauzi izan dira Euskal Herriko hamaika txokotan, hala nola Karrantza inguruan, Mañarian,

*“metal astunen
arroketako
kontzentrazioa
handia denean,
gizakiak ustiatu
egiten ditu,
meatzeak sortuta”*

Atxondon, Aulestin, Berriatuan, Itziarren, Aizkorrin, Legorretan, Barandion, Araitzen eta beste hainbat herritan.

Ezin aipatu gabe utzi, ordea, industriak ustiatu ez duen metal astun berezi bat, inguruan duguna: iridioa. Kostaldean

ikus daiteke. Mundu osoan dago geruza hori, baina toki gutxitan ageri da Bizkaiko, Gipuzkoako eta Lapurdiko kostan agertzen den gisara. Mundu osoko geologoak etorri ohi dira marra fin eta zurixka hori ikusteagatik.

Iridioa I ikurra duen metal astuna da. Kosmosean ugaria izan arren, Lurrean metal oso eskasa da. Kretazeo eta Terzario garaien arteko arroketan, ordea, iridio-kontzentrazio handia duen geruza fin bat azaltzen da. Teoria baten arabera, iridio hori espaziotik dator, meteorito batek ekarria da. Ideia horren arabera, garai hartan, duela 65 milioi urte, meteorito handi batek Lurra jo zuen, eta, talkaren ondorioz, hauts ugari askatu zen atmosferara. Poliki-poliki, airean esekiduran zeuden partikulak —iridiotan aberatsak— Lurrera jalkitzen joan ziren, eta guztia estali zuten. Estalki horixe da gaur egun kostan ikusten duguna: Sopelan, Zumaian, Bidarten... Dinosaurioen desagertzea azaltzeko erabiltzen da teoria hori.

Munduko meategietan

Euskal Herrian ohikoa da burdina, baina munduan zehar ere arrunta da. Metal astunetan ugariena da, arestian esan bezala. Hala ere, Euskal Herrian konposatuak osatuz agertzen da; Groenlandiaren mendebaldean, berri, burdina aske dago. Meteoritoetan ere,



Herrialde askoren ekonomia-zutabe garrantzitsua da meatzegintza. Argazkikoa Boliviako meatze bat da.

A. JONQUIERES/UNESCO PHOTOBANK

burdina aske egoten da, nikelarekin aleatuta batzuetan. Burdin mineral arruntenak hematiteak dira, baina beste batzuk ere ustiatzen dira: goethita, magnetita, siderita eta limonita. Ezagutzen den meatzerik zaharrena duela 50.000 urte ingurukoa da, karbono 14aren arabera, eta Swazilandian dago, Afrikan. Paleolitoko gizakiak handik hematitea ateratzen zuela uste da, burdinarekin pigmentuak sortzeko.

Hegoafrikatik elementu gehiago ere erauzten da. Munduan ateratzen den kromitaren erdia, esaterako, Hegoafrikako meatzetatik ateratzen da (kromita mineraletik kromoa lortzen da). Indian, Turkian eta Kazakhsstanen ere kromo-kantitate handiak ateratzen dira. Kongon, berriz, tantalioa ustiatzen da, normalean aztarnatan bakarrik azaldu ohi den elementua.

Ugariagoa da titanioa; bederatzigarrena da elementu kimiko ugarienen artean, lurrazalean. Metal astuna da, batzuentzat. Elementu horixe aukeratu zuen Frank Gehryk Bilboko Guggenheim egiteko. Arroka igneo gehienetan dago, baina inoiz ez dago aske. Anatasa, brookita, ilmenita, leukoxenoa, titanita... mineraletan ageri da

Metal astun benetan arraroak

Teknezioa eta prometioa. Oso elementu ezegonkorak eta oso arraroak dira. Izarren atmosferatan aurkitu izan badira ere, Lurrean elementu erradioaktibo astunen fisioz soilik sortzen dira (uranioaren eta torioaren fisioaren ondorioz, besteak beste). Teknezioa izan zen gizakiak sortutako lehen elementua. Sintetizatu eta handik gutxira, 1952an, P.W. Merrill astronomoak R Andromeda izarrean aurkitu zuen, lehenengoz.

Renioa eta osmioa. Planetan dagoen renio eta osmio gehiena nukleoan bertan dago, burdinarekin eta nikelarekin nukleoa osatuz. Lurra sortu zenean, urrutako burdinetan disolbatu ziren, nonbait. Lurrazalean oso arraroak dira, eta kalkulatzeko da bilioiko parte bakar bat hartzen dutela bi elementu horiek. Osmioa da elementu kimikoetan dentsuena (iridioarekin batera).

gehienetan. Titanio-biltegi garrantzitsuak daude Australian, Eskandinavian, Estatu Batuetan eta Malaysiam.

*“naturan aske
azaltzen
diren elementu
astun bakanek
balio berezia dute
gizakiarentzat”*

Hego Ameriketako mineral ugari ustiatzen da. Mexikok, Peruk, Txilek eta Brasilek dute produkzio handiena. Mexikon dago zilarretan munduko

aberatsena den meatzea. Mexikon, baita ere, beruna, zinka eta urrea ateratzeko meatze garrantzitsuak daude. Bestalde, Txilek du munduko kobre-ustiatetik handiena, eta Perun dago Hegoamerikako urre-meatzerik handiena...

Elementu gehienak konposatu kimikoak osatuz agertzen badira ere, aske azaltzen diren elementu astun bakanek balio berezia dute gizakiarentzat. Horien artean nagusiak urrea, zilarra eta kobrea dira (platinoa, merkurioa eta beruna ere badaude, baina eskas).

Metal askeak aurkitu zituen gizakiak lehenik, noski. Aske zeuden, adibidez, urrezko pipitak erreketan, urrearen sukarra eragin zuten haixek. Baina aurkitzeko erraza dena, galtzeko ere bai; elementu askeak topatzea, beraz, arraroa da.

Ikuspegi biozentrikoa

Lurrean metal astunen proportzioa handia ez bada ere, gizakiak gogoko dituela argi dago, eta ustiatu egiten ditu. Baina ez da gogo hutsean gelditzen. Lurraren nukleo metalikoak bizitza ahalbidetzen duen eremu magnetikoa sortzen du: magnetosfera deiturikoak Lurra inguratzen du, eta eguzki-ekaitzetatik babesten. Baina, gainera, gizakiak eta gainerako bizidunek behar-beharrezkoak dituzte metal astunak bizitzeko, haien oinarritzko funtzioetan parte hartzen dutelako. 



Sierra Leonako
Bed ibaian urre bila.

DELOCHE P./LANAREN NAZIOARTEKO BULEGOAREN FOTOTEKA



Metalak eta bizidunak, harreman korapilatsua

Galarraga Aiestaran, Ana

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



K. WELLER/ARS

Thlaspi caerulescens landarea metal astunen kontzentrazio handia duten lurretan bakarrik hazten da.

Metal astunen definizio askotan aipatzen dute toxikoak direla eta uraren, airearen eta lurzorua poluitzaile potentzialak direla, baita kontzentrazio txikian ere. Dena dela, batzuetan bizidunentzat arriskutsuak izanagatik, denei ez die berdin eragiten, eta, hain juxtu, zenbait bizidunek metal astunekiko duten tolerantzia beste bizidun batzuen mesedetan erabil daiteke.

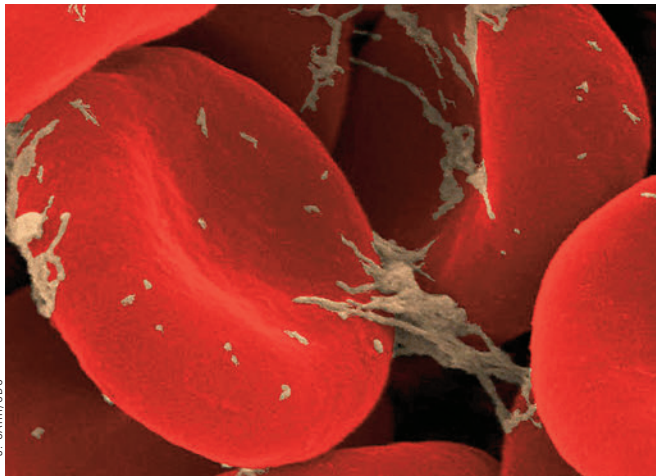
METALAK BIZIDUNEN PARTE DIRA, PARTE TXIKIA BESTE OSAGAI BATZUEKIN ALDERATUTA, baina garrantzitsua, askotariko funtzioak betetzen baitituzte. Giza gorputzean, kaltzioa da metal ugariena (gorputza osatzen duten atomo guztien % 0,23 kaltzio-atomoak dira); hezurren, ehun konjuntiboaren eta muskuluen osagaietako bat da, eta bestelako funtzioak ere baditu.

Beste metal batzuk, organismoan askoz ere proportzio txikiagoan egonagatik, kaltzioa bezain ezinbestekoak dira. Kobaltoa, kobrea, burdina, man-

ganesoa eta zinka, esaterako, mikroelementuak dira, hau da, giza gorputzak mineral horietatik behar duen kantitatea miligramoetan neurtzen da, eta organismoak ez badu gutxieneko kantitatea hartzen, osasun-arazoak azaltzen dira.

Burdina, adibidez, ezaguna da, anemia sortzen delako nahikoa hartu ezean. Hemoglobinarekin osagaia da, eta baita energia-metabolismoan parte hartzen duten entzimena ere. Ez da, hala ere, hemoglobinarekin edo globulu gorriekin lotutako metal bakarra. Kobaltoa

Globulu gorriak sortzeko, ezinbestekoak dira burdina, kobrea eta kobaltoak.



J. CARR/CDC

B₁₂ bitaminaren osagaia da, eta globulu gorrien sorrerarekin lotuta dago. Kobrea, berriz, beharrezkoa da hemoglobinen burdina eraldatzeko eta janariak duten burdina asimilatzeke. C bitamina xurgatzean ere parte hartzen du.

Bestalde, manganesoak gantzen sintesian parte hartzen duten entzimak aktibatzen ditu, eta zerikusia du C eta B₁ bitaminen asimilazioarekin. Zinka digestio-entzimen osagaia da, eta metabolismoan parte hartzen du.

Mikroelementu diren metal horiez gain, badaude oligoelementuetan sailkatzen diren beste hainbat. Nikela, kromoa eta molibdenoa dira, eta aurrekoak baino are kantitate txikiagoetan behar dira (mikrogramoak). Arearen funtzionamenduan, proteinen garraioan eta glukosaren metabolismoan, eta entzimen osaketan parte hartzen dute, hurrenez hurren.

Aipatutako mikro eta oligoelementu horiek guztiak metal astunak dira. Metal astunek, baina, ospe txarra dute, ingurumenari eta bizidunei kalte egiten dietelako. Noski, beste elementu edo konposatu askorekin gertatzen den bezala, gakoa dosian dago, neurri handi batean. Hala eta guztiz ere, beste metal astun batzuk ez dute inolako funtziorik organismoan, eta dosi txikienean ere toxikoak dira. Merkurioa, beruna eta kadmioa dira horiek.

Alabaina, merkurioa, beruna eta kadmioa ere pertsonen eguneroko bizimo-

“metal astunek ospe txarra dute, baina haietako batzuk ezinbestekoak dira bizidunentzat”

duan daude, beste metal astunak bezalaxe. Bateriek eta pilek beruna, merkurioa, kadmioa eta nikela dute; altzairua burdinez eginga dago, eta horri esker altxatzen dira eraikinak; kobrea argi-indarra eroateko erabiltzen da; autoak egiteko altzairua, aluminioa eta kobrea erabiltzen dira; etxetresna elektrikoak eta laborategietan nola medikuntzan erabiltzen diren tresna asko metalezkoak dira... Argi dago metal astunak ia ezinbestekoak direla.

Hainbeste erabiltzen direnez, ez da harrizkoa ingurumenara iristea, sortzen dituzten kalteak saihesteko edo gutxitzeko teknologiak eta metodoak dauden arren. Asko metatu egiten dira, gorputzak ez baititu kanporatzen, eta, gainera, kate trofikoan igo ahala, kontzentrazioa handituz joaten da. Hau da, kate trofikoaren oinarrian dauden bizidunek metala metatzen dute, haiek jaten dituztenek ere bai, eta, beraz, kontzentrazioa handitu egiten da... horrela, kate trofikoaren goiko mailara iritsi arte. Eta hor dago gizakia, hain juxtu.

Dosi-kontua baino gehiago

Hala eta guztiz ere, dena ez da dosi-kontua; metalen toxikotasuna duten forma kimikoaren arabera ere bada. Adibidez, merkurio elementua ez da ia batere toxikoa ahotik hartuta, gutxi xurgatzen eta arin kanporatzen delako. Aitzitik, merkurio-lurrina birketan xurgatzen da eta intoxikazio kronikoak eta akutuak sortzen dira.

Oro har, metalen konposatu organikoak ez-organikoak baino kaltegarriagoak dira; esate baterako, merkurioa eta kadmioa duten konposatu organikoak ez-organikoak baino 10-100 aldiz toxikoagoak dira. Baina beti daude salbuespenak, eta, artsenikoaren kasuan, konposatu ez-organikoak dira toxikoenak. ➡



ARTIBOKOA

Gizon-emakumeak metal astunez inguratuta bizi gara.

Metal astunak itsasoan

Metal astunen pozoitze handienetakoak arrainak jan da gertatu dira. Japoniako Minamata badian 1956an gertatutakoa adibide garbia da: plastiko-lantegi batek isurtzen zuen metilmerkurioa arrainetan eta itsaskietan metatu zen. Inguruko biztanleek jan egin zituzten, eta 44 pertsona hil ziren urte hartan. Beste askok ondorio larriak jasan zituzten, eta hurrengo belaunaldian ere sumatu zuten eragina.

Beharbada gertakari horrengatik eta antzekoengatik, oso zabaldua dago janariaren bidezko metal astunen iturri nagusia arrainak eta itsaskiak direlako ustea.

Askotan gertatzen den bezala, baina, ustea erdi ustela da. Euskal Herrian janariarekin hartzen den merkurio gehiena arrainetatik eta itsaskietatik badator ere, Frantziako leku batzuetan iturri nagusia perretxikoak dira. Euskal Herriko biztanleek hartzen duten beruna batik bat alkoholdu edarietatik dator, eta, ondoren, ogitik eta frutetatik.



Frantzian, perretxikoen bidez hartzen dute merkurio gehien eta, Euskal Herrian, beruna batez ere ardotik dator.

Kadmioaren iturri nagusiak, berriz, zerealak eta barazkiak dira, eta baita tabakoa ere erretzaileetan.

Edonola ere, janariaren bidez eskuratzen den metal astunen kontzentrazioa toxikoa izatetik oso urruti dago, eta horren gaineko araudia izugarri zorrotza da. EAEn AZTI-Tecnalia ardura-



Janariaren bidezko metal astunen iturri nagusia arrainak direlako ustea erdi ustela da.

tzen da itsas espezieetan dagoen metal astunen kontzentrazioa aztertzeaz, eta, hango Victor Valenciaren esanean, oso zaila da kontsumitzailearentzat arriskutsuak izan daitezkeen kontzentrazioa iristea, ez baitute azken produktua bakarrik kontrolatzen, uren kalitatea ere zaintzen dute.

Kontrolak alde batera utzita, Valenciak azaltzen du metal astunen bide biogeokimikoak oso konplexuak direla. Hasteko, kontuan izan behar da metal astunak edo beste edozein elementu diluitu egiten direla itsasora heltzen direnean. Horrez gain, itsas uraren konposizioa dela eta, normalean konposatuak eratzen dira, beste batzuekin elkartzen dira, eta hauspeatu egiten dira. Horrengatik, itsasoko uretan metal astunen kontzentrazioak oso txikiak dira, ur kontinentaletan egoten direnak baino txikiagoak.

Berez, harrapari handietan (atunak, marrazoak...) metatzeko arriskua egon badago, baina horretan ere eragile askok parte hartzen dute, eta ez dago arau orokorrik. Izan ere, "kate trofikoan metalak metatzen doazela esaten bada ere, beti ez da horrela gertatzen", ohartarazten du Valenciak. Zati bat kanporatu egiten dute eta, gainera, zikloaren arabera, kontzentrazioa aldatzen doa. Ostretan eta muskuilu gazteetan, adibidez, kontzentrazioa egonkortu egiten da: metatzen jarraitzen du, baina aldi berean hazi egiten dira.

Azkenik, metal baten isurketarekin erlazionatutako bat-bateko heriotzak sarritan ez direla metalaren erruz izaten dio Valenciak. Gehiengotan, disoluzioaren azidoak hiltzen ditu bizidunak, ez disoluzioan dagoen metalak. Hiltzaileak oxidatzaileak (lixibak), azidoak eta baseak izaten dira.

Hori guztia aintzat hartuta, metal astunek itsas bizidunetan eta haien kontsumitzaileetan sortzen duten arriskua bere neurrira ekartzearen aldekoa da Valencia.

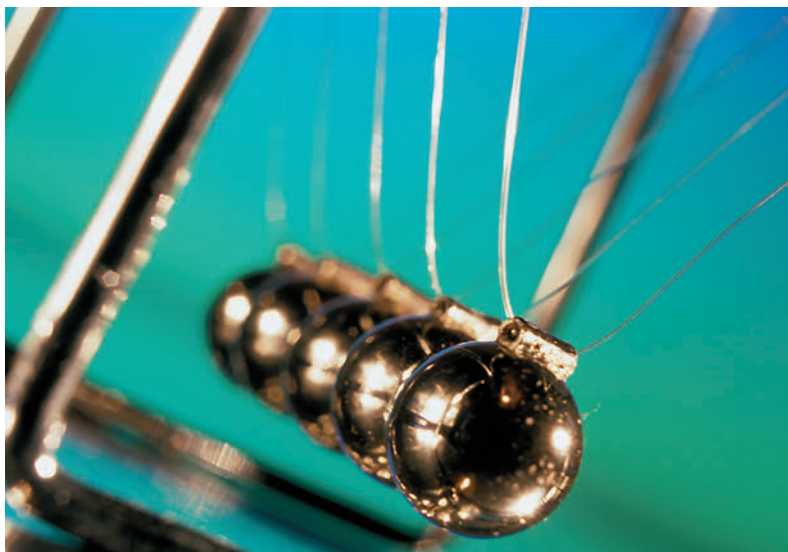
Berez, harrapari handietan metal astunak metatzeko arriskua dago, baina eragile askok parte hartzen dute.

Horrez gain, oxidazio-egoerak ere eragiten du toxikotasunean, eta kromoa adibide garbia da: Cr^{3+} elementu esentziala da, baina Cr^{6+} oso kartzinogenoa da. Gainera, konposatuen artean elkarrenerginak egon daitezke, eta, ondorioz, gorputzean sortzen duten eragina bakarka baino handiagoa edo txikiagoa izan daiteke.

Bestalde, metalen forma batzuk beste batzuk baino erabilgarriagoak dira; hau da, besteak baino errazago disolbatzen dira inguruan, eta iristen dira bizidunetara; beraz, kalte egiteko aukera handiagoa dute. Hainbat faktorek eragiten dute metalen erabilgarritasunean eta bizidunen gorputzetan errazago edo zailago sartzean (bioerabilgarritasuna): hidrofobizitateak, tenperaturak, pH-ak, elkarrekintza ionikoek... Adibidez, tenperatura igotzean handitu egiten da metalen bioerabilgarritasuna, kobalto kloruroa eta kobre kloruroa askoz errazago disolbatzen dira lurzoruan pH-a 8tik 7ra jaitsiz gero, eta kadmio kloruroa oso toxikoa da ur gazitan.

Sakoneko kalteak

Hala, kondizioen arabera forma bat edo bestea har dezakete metalek, eta era horretan barneratzen dira organismoan, adibidez, arnastuta, xurgatuta (landareak), edo irentsita (animaliak). Gero, hainbat bidetatik iristen dira



ARTXIBOKOA

Metal astunak dituzten konposatuen artean elkarrenerginak egon daitezke, eta, horren ondorioz, gorputzean sortzen duten eragina bakarka baino handiagoa edo txikiagoa izan daiteke.

zelulen barrura. Han, litekeena da eza-batzea, konposatu bat eratu eta inerte bihurtzea, edo zelularen barruko konpartimenturen batean metatzea. Kasu horietan, ez du kalterik sortzen.

“metal esentzialen lekua hartuta, biomolekulen funtzioak eragozten edo aldatzen dituzte”

Baina litekeena da zelula ez izatea horrelakorik egiteko gai, eta orduan arriskutsua izan daiteke. Hain zuzen, zeluletara iritsitakoan, burdinak eta beste zenbait metalek oxido peroxidoarekin (H_2O_2) elkarrekintza izan dezakete, eta, orduan, oxhidrilo erradikala sortzen da (OH). Erradikal hori izugarri oxidatzailea da, eta kalteak eragiten ditu zelula-mintzaren lipidoe-tan, proteinetan, azido nukleikoetan, eta, oro har, pertsona heriotzara eramanez dezaketen kalte metabolikoak sortzen ditu.

Bestalde, metal batzuk metal esentzialekin lehiatzen dute. Haien lekua hartuta, kate-erreakzioak abiarazten dituzte; ondorioz, biomolekulen funtzioak eragozten edo aldatzen dituzte.

Metabolismoan ez ezik, DNA ere eragiten dute. Zelulen nukleora iristen badira, DNAren proteinetara lotzen dira. Nukleoaren barruan ere oxido peroxidoarekin elkarrekintza izaten dute metalek, eta sortzen diren oxhidrilo erradikalek baseak edo desoxirribosa oxidatzen dituzte. Gainera, baseen galerak beste ondorio batzuk ekar ditzake, hala nola helize bikoitzak hautsi eta bakunak eratzea, DNA-proteina zubiak edo bi DNA-molekulen arteko zubiak sortzea... ➔

Metal astunek DNAren egitura aldatzen dute, eta, beraz, minbizi-eragileak dira.



ARTXIBOKOA

Thlaspi caerulescens landareak zinka, kadmioa eta beste metal astunak xurgatzen ditu, eta hostoetan metatzen ditu, kalterik jasan gabe.



O. BARRUTIA

DNAren erreplikazioan, berriz, prozesuan parte hartzen duten hainbat entzima inhibitzen dituzte metal astunek; horren ondorioz, akatsak gertatzen dira. Nukleotidoen sintesian eta DNAren metilazio-prozesuetan ere sortzen dituzte aldaketak. Aldaketa horiek guztiek DNAren egiturari eragiten diote, eta minbizi-eragileak izan daitezke. Areago, DNAren sekuentzian inolako aldaketarik sortu gabe ere, metal astunak gai dira geneen adierazpena oztopatzeko, transkripzio prozesuan parte hartzen duten proteinekin sortzen dituzten aldaketengatik.

Bioerremediazioa

Metal astunen, beraz, eragin larriak sortzen dituzte bizidunetan. Ez denetan berdin, ordea: hainbat organismok tolerantzia handia dute metal astunekiko. Eta, hain juxtu, horretan oinarritzen da bioerremediazioa; hau da, metalak xurgatu, eta metatzeko, eraldatzeko edo deuseztatzeko ahalmena duten bizidunak (mikroorganismoak, onddoak eta landareak) edo haien entzimak erabiltzean, inguruan dauden metal astunak desagerrarazteko edo neutralizatzeko.

Hala, leku askotan erabiltzen dira landare jakin batzuk metal astunez poluitutako lurzorua garbitzeko. Euskal Herrian, NEIKER Nekazal Ikerketa eta Garapenerako Euskal Erakundea eta EHUKo Landare Biologia eta Ekologia saileko Jose Maria Becerrilen taldea, esate baterako, *Thlaspi caerulescens*

“leku askotan erabiltzen dira landare jakin batzuk metal astunez poluitutako lurzorua garbitzeko”

izeneko landarearen erabilera ikertzen ari dira, Karrantzako eta Bilboko ezkerkerraldeko zenbait eremutako lurzoruen osasuna leheneratzeko. Izan ere, meatzeak egon ziren inguru haietan, eta, hortaz, hango lurra metal astunez poluituta daude (burdina, zinka, kadmioa, beruna).



L. EPELDE

Thlaspi caerulescens landarearen erabilera ikertzen ari dira, Karrantzako eta Bilboko ezkerkerraldeko zenbait eremutako lurzoruen osasuna leheneratzeko.

NEIKER-en lanean ari den Lur Epelderen esanean, lurzorua osasuna neurtzeko, han bizi diren mikroorganismoak begiratzen zaie. Haiek dira bioadierazleak, eta mikroorganismoen jardura, biomasa, biodibertsitatea eta beste hainbat parametro aztertuta, jakiten dute zein den lurra osasun-egoera. Adierazleak lurra gaixo dagoela erakusten badute, fitoerauzketa teknika bat jartzen dute martxan lurzorua bere onera ekartzeko, *Thlaspi caerulescens* landatzea kasu.

Landare hori berez egoten da meatzeen inguruko lurretan; areago, metal astunen kontzentrazio handia duten lurretan bakarrik hazten da. Ezaugarri nagusia da zinka, kadmioa eta beste metal astunak xurgatzen dituela, eta hostoetan metatzen dituela, kalterik jasan gabe. Zehazki, hostoetako bakuoloetan gordetzen ditu. Hala, hostoetan 10.000 ppm kadmio eta 30.000 ppm zink metatzeraino irits daiteke; alegia, hipermetatzaile bat da.

Landare txikia bada ere, metal asko ateratzen du lurretik, eta, horregatik, proposa da poluitutako eremuak leheneratzeko. Landatu, hazten utzi, eta uzta jasotzen dute, eta berriro landatu. Denborarekin, lurzorua osasuna nabarmen hobetzen da, eta hori lurreko mikroorganismoetan hautematen da. Bioadierazleak garbi erakusten

Aznalcollarren istripua izan eta gero

1998ko maiatzaren 25ean, Aznalcollarren (Sevilla, Espainia) meatzaritza-hondakinak gordetzen zituen putzua pitzatu egin zen. Ondorioz, 6 hm³ ur eta lohi azido isuri ziren Guadiamar ibaira eta inguruko lurretara. Guadiamar Guadalquivirren adar bat da, eta Doñana parke nazionalako hezeguneetara ere eramaten du ura. Hori dela eta, istripuak oihartzun handia izan zuen nazioartean.

Iberiar penintsularen hego-ekialdeko zerrenda piritikoa Europako garrantzitsuenak da, eta sulfuro metalikoen munduko handienetakoa. Aznalcollarreko meak kobrea, beruna, zinka eta zilarra ditu. Mineralak aire zabalean erauzten ziren, eta hondakinen zati batetik azido sulfurikoa lortzen zen. Gainerakoa, putzuan biltzen zen.

Istripua gertatu zenean, isuriak arroz-, kotoi- eta zereal-soroak hartu zituen. Olibondoak eta fruta-arbolak hazten ziren lurrak ere poluitu zituen, eta Guadiamar ibaira ere iritsi zen. Ikaragarriko galera ekonomikoa eragin zuen, eta ingurumenean sekulako kalteak sortu zituen. Uzta galdu zen, uretako espezie guztiak hil ziren, eta bizirik geratutakoak arrantzatzea debekatu zuten.

Meategiak itxi egin zituzten, eta berehala hasi ziren neurriak hartzen lekua bere onera ekartzeko. Hasteko lohia kendu zuten, eta gero eremua leheneratzeko lanetan hasi ziren. Alderdi horre-



WWAL

tatik, bioerremediazio-teknikak probatzeko laborategi garrantzitsua izan da inguru hura.

Gaur egun, oraindik gelditzen dira isuriaren arrastoak. Ibaian, adibidez, istripuaren aurretik zeuden espezie berak hasi dira agertzen, baina oraindik ale gutxi dira. Hori bai, arrainetan metal astunen kontzentrazioa asko jaitsi da; hala ere, Guadiamar ibaia-aren osasuna kaskar-xamarra da, ez bakarrik isuri haren ondorioz, baita aurretik eta ondoren jasaten den presioagatik ere. Dena dela, CSIC Espainiako Zientzia Ikerketarako Kontseilu Nagusiaren ustez, orain arte hartu dituzten neurriak egokiak izan dira, eta, beraz, bide beretik jarraituko dute lanean.

dute landareak mesede egiten diola lurrari, eta ez bakarrik metalez garbitzen duelako. Horrez gain, landareen sustraiak konposatu organikoen iturri dira, eta sustraiak lurzoruen egitura fisikoa hobetzen dute.

NEIKER-en beste lerro batzuk ere ari dira lantzen. Hipermetatzaileak ez ezik, hainbeste metal metatzen ez duten baina asko hazten diren landareak ere

“hipermetatzaileak ez ezik, hainbeste metal metatzen ez duten baina asko hazten diren landareak ere erabil daitezke”

Sustraien bidez metalak xurgatzen dituzten landare batzuk aproposak dira hezeguneak metal astunez garbitzeko.



ARTXIBOKOA

erabil daitezke lurzorutik metalak ateratzeko, hala nola kardoa eta basartoa. Landare-mota hauekin, kelatzai-ak (EDTA, EDDS...) gehitzen dizkiete lurzoruari, metalen erabilgarritasuna handitzeko eta metalak errazago xurgatzeko.

Halaber, sustraien bidez landareek metalak xurgatzeko duten gaitasuna ere balia daiteke. Lur Epeldek aitortu duenez, oraindik ez dute sistema hori probatu NEIKER-en, baina egokia da hezeguneetako eta lur azpiko uretako metal astunak garbitzeko.

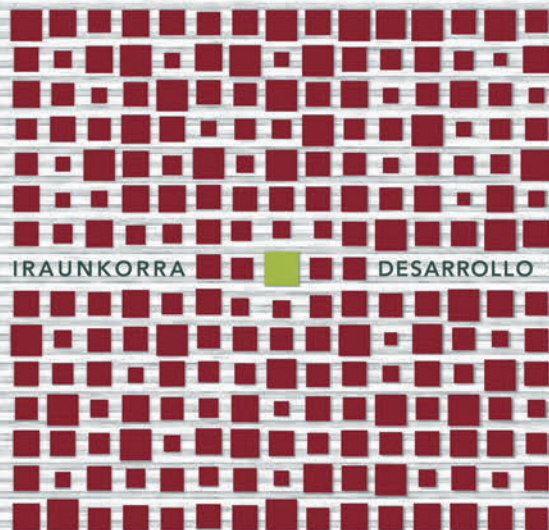
Zalantzarik gabe, metalen eta bizidunen arteko elkarrekintza zaila, korapilotsua eta arriskutsua da. Baina ezin da ahaztu metalik gabe ez legokeela bizitzarik, ez behintzat gaur egun da goenaren berdina. 



Bizkaiko Foru
Aldundiaren
Estrategia Garapen
Iraunkorrerako

PROGRAMA
BIZKAIA 21
EGITASMOA

Estrategia de la
Diputación Foral de
Bizkaia para el
Desarrollo Sostenible

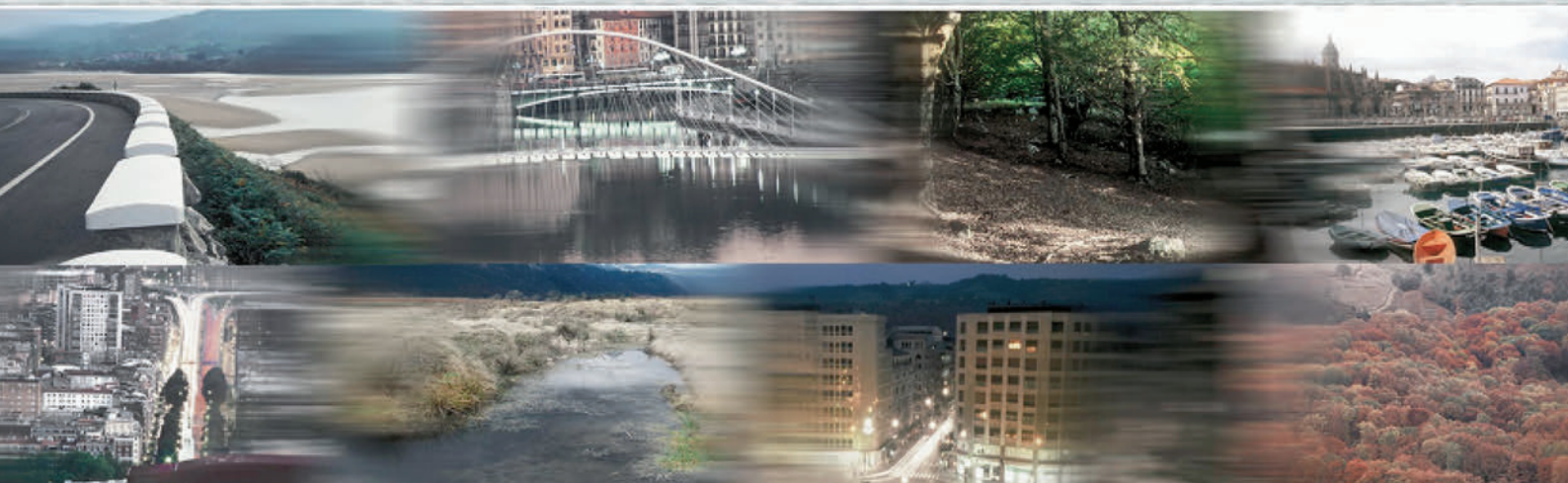


GARAPEN IRAUNKORRA DESARROLLO SOSTENIBLE

Bizkaia bizia da



Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Bizkaia



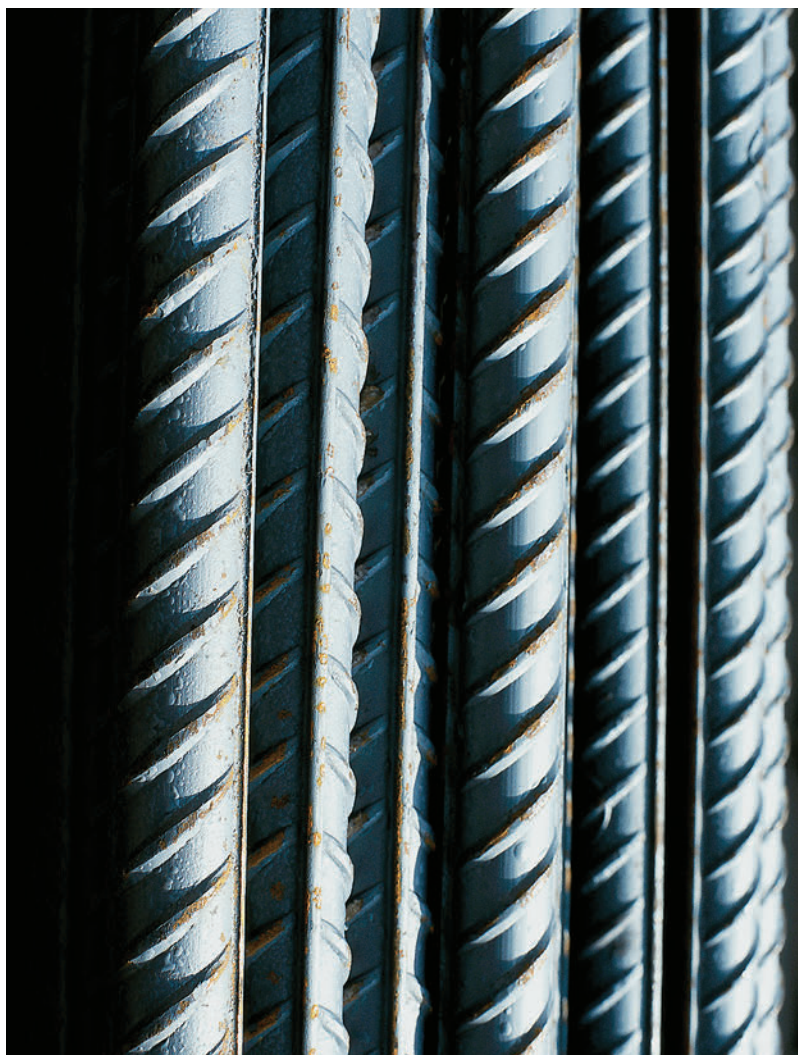
Teknologia, metal astunen mende

Kortabitarte Egiguren, Irati

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Lurrazalean hainbat elementu kimiko erabilgarri daude, eta, horien artean, metal eta metal astun ugari. Egun ezagutzen ditugun elementu kimikoetatik, gutxi gorabehera % 75 metalak dira. Gainera, guztiak ezinbestekoak izan dira zibilizazioaren garapenean.

GAUR EGUNGO GIZARTEAN, METALEZKO EDO METALA ERABILIZ EGINDAKO HAMAIIKA TRESNA ETA ERREMINTA DAUDE. Dena den, aspaldiko kontua da hori. Pentsa, giza-kion historiaren urrutiko hiru periodo ere garai haietan erabiltzen ziren metalen arabera bereizten dira; hain zuzen ere, Kobre Aroa, Brontze Aroa eta Burdin Aroa. Burdina erauzteak iraultza ekarri zuen metalgintzara Brontze Aroan, ordura arte ezagutzen zen metalik sendoena —brontzea— baino gogorragoa baitzen.

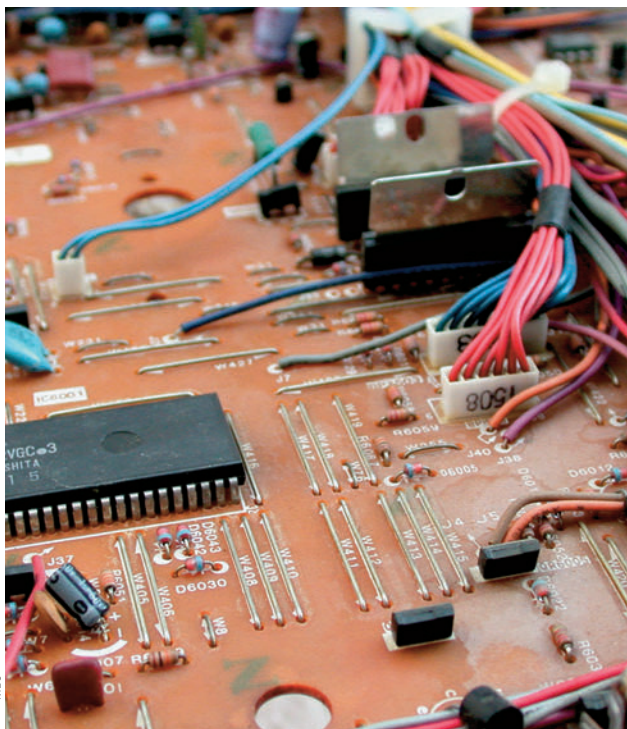


ARTXIBOKOA

Brontzea hobetutako kobrea besterik ez da; % 90 kobrea duen aleazio bat, kobrea bera baino gogorragoa, urtzen errazagoa eta moldagarriagoa. Kobrea erabiltzea harria eta egurra erabiltzearen aldean sekulako aurrerakuntza izan zen bezala, brontzea ere aurrerakuntza handia izan zen kobrearen aldean. Izan ere, burdina nagusitu zen arte, brontzea zen gizakiak ezagutzen zuen metalik erabilgarriena.

Gaur egun, ikaragarritzko mendekotasuna dugu kobreakerikiko, huraxe erabiltzen baita gailu elektriko eta elektroniko guztietan. Hainbat aplikazio ditu: hodiak egiteko erabiltzen da, sukaldeko tresnetarako eta zenbait aleazio osatzeko, besteak beste. Hala ere, gaur egun erabiltzen den kobreaken % 45 osagai elektrikoetan erabiltzen da. Izan ere, oso propietate onak ditu. Erraza da kobrezko hariak egitea,

Kobrea gailu elektriko eta elektronikoetan erabiltzen da gaur egun.



Beruna eta haren konposatuak gehienbat autoetako eta industriako baterietan erabiltzen dira.

Metal preziatuak, astunak baino gehiago

Merkuriotik, kadmioetik eta berunetik oso gertu daude, taula periodikoan behintzat, urrea, zilarra eta platinoa. Metal astunak dira horiek ere, nahiz eta gizartearen pertzepzioan ezagunagoak diren beharbada metal preziatu gisa dituzten aplikazioengatik. Izan ere, bitxigintzan asko erabiltzen dira.

Hala ere, beste hamaika aplikazio dituzte. Zilarra, esaterako, eroale oso ona da, baina garestia da. Bestalde, argiarekiko sentikortasun handia duenez, argazkilaritzan erabiltzen da, zilar bromuro eta ioduro gisa (edo erabiltzen zela esan beharko genuke, argazkilaritza digitalaren iraultza dela eta). Urrea, berriz, argi infragorria irradiaitzeko islatzaile egokia da. Horregatik, etxe-orratzetako kristaletan urrezko xafra mehe bat jar liteke, eguzki-izpiek eragin dezaketen barrualdeko berotasuna murrizteko.

Platinoa arragoak eta ontziak egiteko erabiltzen da, bereziki, bitxigintzan.

eroale ona da, iraunkorra eta korrosioarekiko erresistentea. Horregatik, izugarri ugaria da. Esaterako, ordenagailu batek bi kilo inguru kobre ditu, eta auto batek 20 kilo, gutxienez.

Hori guztia adibide bat besterik ez da. Izan ere, metal astun ezagunenek ere, alegia, merkurioak, kadmioak eta berunak, aplikazio ugari dituzte. Esaterako, hainbat metalekin amalgamak sortzeko duen erraztasuna da merkurioaren ezaugarri berezienetako bat. Merkurioak amalgama sendoak osatzen ditu, besteak beste, urrearekin, zilarrekin, zinkarekin, berunarekin eta eztainuarekin, eta amalgama horiek hainbat erabilera dituzte. Adibidez, txantxarrak jandako hortz eta haginaren zuloak amalgama batekin estaltzen dira. Gainerakoan, beste hainbat erabilera ditu merkurioak; beharbada, ezagunenetakoa termometroa da.

Kadmioa eta haren konposatuak pigmentuetan, egonkortzaileetan, estalduretan, aleazio berezietan, konposatu elektronikoetan eta abarretan erabiltzen dira. Baina gaur egungo erabilerarik garrantzitsuena nikel-kadmiozko pilena eta bateriena da. Horretarako erabiltzen da kadmioaren % 80 baino gehiago.

“gaur egun erabiltzen den kobrearen % 45 osagai elektrikoetan erabiltzen da”

Zeharkako flauten soinua

Zeharkako flautak, oro har, zurezkoak, alpakazkoak, zilarrezkoak, urrezkoak nahiz platinozkoak izan daitezke. Soinua edo soinuaren kolorea aldatu egiten dira material bategatik bestera. Esaterako, urrezko flauta baten soinuaren kolorea beroa dela esaten dute; zilarrezko flautena, berriz, distiratsua. Oro har, arrazoi ekonomikoak direla eta, flautaren osagaiak edo piezak material batekin baino gehiagorekin egiten dituzte. Adibidez, zilarrezko burua izan dezake, eta gainerako guztia alpakazkoa; edo urrezko flauta izan daiteke, baina zilarrezko giltzak dituena.



ARTXIBOKA



Nahiz eta Bilboko Guggenheim museoa titaniozkoa den, eraikuntzan arruntagoa da altzairua erabiltzea.

Horrez gain, katalizatzaile arrunta da erreakzio kimikoetan. Paladioa ere askotan erabiltzen da erreakzio kimikoetako katalizatzaile gisa. Halaber, zilarra baino merkeagoa denez, maiz, zilarren ordezkio gisa erabiltzen da, bitxigintzan nahiz dentistek zubiak ezartzen dituztenean, esaterako.

Platinoaz eta paladioaz gain, titanioak kloroarekin sortzen dituen bi konposatu ere katalizatzaile gisa erabiltzen dira erreakzio kimiko askotan. Hala ere, titanioaren konposaturik ohikoena titanio dioxido (TiO_2) pigmentu zuria da. Gainazalak primeran estaltzen ditu, eta pinturetan, kautxuetan, paperetan eta abarretan erabiltzen da.

Titanioa industria kimikorako tresneria egiteko erabiltzen da. Halaber, burdina-ekin, banadioarekin, aluminioarekin, molibdenoarekin eta beste zenbait metalekin aleatzen da, aeronautika-industrian eta industria aeroespazialean erabiltzen den material gogor eta arina lortzeko, esate baterako, errektoreak, misilak eta abar egiteko. Bilboko Guggenheim museoren egitura, adibidez, titanioaren eta zinkaren arteko aleazio batez egina da (titanioaren proportzioa handiagoa da). Xafla mehe (milimetroaren herena lodi da) eta maeiagarria da. Hori dela eta, eraikuntzak duen formara primeran egokitzen da. Gainera, oso poliki oxidatzen da.

Altzairuaren ezinbesteko osagai

Eraikuntzan arruntagoa da altzairua erabiltzea. Altzairuaren kasuan, titanio, banadio edo molibdeno metalak gehitzen zaizkio, esaterako, betiere oso kantitate txikietan. Ekoizten den banadioaren % 80, gutxi gorabehera, ferrobanadio gisa edo altzairuen gehigarri gisa erabiltzen da, altzairuen erresis-

tentzia handitzeko. Nahaste edo aleazio horiek nahikoa dira kalitate hobeko altzairua lortzeko, izugarri handitzen baita altzairuaren erresistentzia edo sendotasuna. Horrek egitura arinagoak sortzeko aukera ematen du, erresistentzia galdu gabe. Eraikuntzan eta automobilgintzan erabiltzen da, adibidez, horrelako altzairua. Aleazio horiei esker, gero eta habe estuagoak erabiltzen dira eraikuntzan, eta pisu gutxiagoko altzairu-plakak automobilgintzan.

“zenbait metal astun gehituz, izugarri handitzen da altzairuaren erresistentzia edo sendotasuna”

Altzairuari niobioa gehitzea ere nahiko arrunta da. Niobioa altzairuaren propietate mekanikoak hobetzeko erabiltzen da; nahikoa izaten da altzairuari % 0,03-0,04 gehitzea, haren erresistentzia bikoizteko. ➡



Altzairu herdoilgaitzak distira berezia du.

Altzairu herdoilgaitza egiteko kromoa erabiltzen da, besteak beste. Hain zuzen ere, altzairu herdoilgaitzean kromoaren kontzentrazioa % 12 edo altuagoa da, nahiz eta kromoaren ezaugarri antioxidatzaileak kromoaren kontzentrazioa % 5 denean ere nabaritzen diren. Kromoa batez ere metalurgian erabiltzen da, korrosioarekiko erresistentzia izateko eta piezei akabera bikaina emateko. Dena den, kromoaren kromatoak eta oxidoak koloratzaillean eta pinturetan ere erabiltzen dira. Potasio dikromato errektibo kimikoa ($K_2Cr_2O_7$), berriz, laborategiko beirazko materiala garbitzeko erabiltzen da. Beste zenbait konposatu katalizatzaile gisa erabiltzen dira.

Selenioaren zenbait konposatu ere katalizatzaile egokiak dira. Horiek xerografian eta fotokopiagailuetan erabiltzen dira gehienbat. Aplikazio elektrikoetan eta elektronikotan, —hala nola eguzki-zeluletan eta artezgailuetan—, argazkigintzan, albaitari-medikuntzan nahiz zoldaren aurkako xanpuetan ere aurki daitezke selenioaren zenbait konposatu.

Metal astunen erabilera ez du etenik, beraz, eta horientzat aplikazio berriak ikertzen dihardute ikertzaileek. Esaterako, duela hiruzpalau urte indio

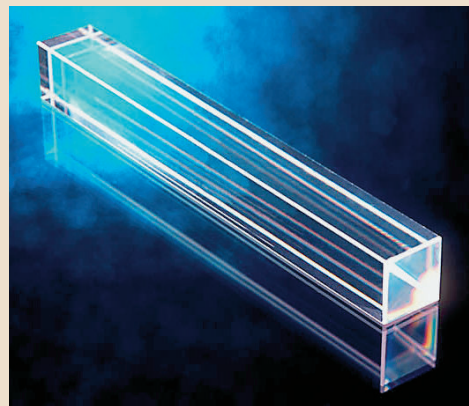
Besteak beste, kromoa eta kobaltoa erabiltzen dira pinturetan.



ARTXIBOKOA

Metal astunak, CERN-en ere bai

Berun wolframatoz ($PbWO_4$) egindako kristala erabiliko dute Genevako CERN Europako partikulen fisikaren ikerketa-zentroko ALICE esperimentuan. Esperimentu horretan, ioi astunen arteko energia altuko talkak aztertuko dituzte LHC (Large Hadron Collider) azeleragailuan. Kristalek fotoi espektrometroa osatuko dute, eta, hain zuzen ere, horrek neurtuko du talken tenperatura, talka horietatik askatzen diren energia altuko fotoiak aztertuz. Antzeko kristalak erabiltzen dituzte, halaber, CMS esperimentuko kalorimetro elektromagnetikoan. Elektroiek eta fotoiek berun wolframatoarekin talka egitean, energia baxuagoko elektroiek eta fotoiak askatzen dira. Bigarren mailako partikula horiek kitzikatutako argia neurtuz, jatorrizko elektroien edo fotoien energiaren berri izan daiteke.



CERN

“indio nitruroz egindako materialek erabilera ugari izan ditzakete optoelektronikaren arloan”

nitruroarentzat erabilera berriak aurkitu zituen Erresuma Batuko eta AEBko ikertzaile-talde batek. Ikusi zuten indio nitruroak karga negatiboa pila zeka-keela bere gainazalean, eta hori ez da batere ohikoa hura bezalako erdieroaleetan. Ordura arte, propietate hori zuen beste kasu bat baino ez zen eza-gutzen, indio artseniuroarena.

Erdieroale gehienetan elektroi gutxiko gunea azaltzen da gainazalaren inguruan, eta horrek erresistentzia handia egiten du metalekin aleazioak sortzean. Baina arazo hori saihestu liteke azalean elektroiz aberastuta dauden erdieroaleak sortuz gero.

Horrek asko erraztu dezake metal-erdieroale aleazioekin egindako material hibridoak egitea, eta material horiek erabilera ugari izan ditzakete optoelektronika arloan. Etorkizunean, indio nitruroaren eta harekin egindako aleazioen propietate elektronikoak ikertzeko asmoa dute.

Aplikazio nahiz erabilera horiek guztiak adibide gutxi batzuk besterik ez dira. Nahikoa, hala ere, teknologia metal astunen mende dagoela ohar-tzeko. Imajina zenezake horiek gabeko mundu bat? 

Landa Ingurunearen Garapenerako Departamentuak baso kudeaketa iraunkorraren ziurtagiria duen egurraren erabilera bultzatzen du.

Ziurtagiri honek egurra inguruarekiko begirunez lortu dela bermatzen duelako.

Eraikuntzako beste materialekin konparatuz, egurra askoz material ekologikoagoa delako.

Basogintzak gure landa ingurunearen ekonomia eusten laguntzen duelako.

Horregatik, egurrezkoa bada, hobeto.



Gipuzkoako Foru Aldundia
Diputación Foral de Gipuzkoa

Landa Ingurunearen Garapenerako Departamentua
Departamento para el Desarrollo del Medio Rural

Merkurioa, liluratik ikarara

Rementeria Argote, Nagore

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



ARTXIBOKOA

Kondairak dio Abd ar Rahman III.a kalifaren patioko iturrian, uraren ordeztu, likido astun eta dirdiratsu bat ateratzen zela, metal bat; merkurioa, hain zuzen ere. Luxu gorenaren erakusgaia zen iturri hura, gehiegikeria hutsa. Baina merkurioak sortu izan duen liluraren sinbolo gisa har liteke. Gaur egun beste muturrera joan gara, eta lilura baino gehiago ikara eragiten digu merkurioak, baita tanta txikienak ere. Ikara hori bidezkoa den esaten zaila da, ordea. Neurrigabea da, agian.

ANTZINATIK EZAGUTZEN DA MERKURIOA, eta gizakiak ezin izan dio eutsi erabiltzeko tentazioari, nahiz eta jakin, aspalditik hori ere, kaltegarria izan litekeela.

Antzinateko erabilerarik zabalduena merkurio metalarena ez baizik eta mineral batena da, zinabrioarena. Kontuan izan behar da merkurio purua

(metal likidoa) kantitate txikietan egoten dela naturan; haren mineralak askoz ugariagoak dira, merkurio sulfurozkoa batez ere, zinabrio.

Zinabrio mineral gorri bizi bat da, eta haren hautsa oso preziatua zen Erroma Zaharrean, kosmetiko gisa. Kremak eta ukenduak egiteko erabil-

tzen zuten, sendagaiak egiteko, eta, batez ere, masailak gorritzeko. Gorri-koloreetako bat adierazteko erabiltzen den bermiloia zinabrio-hautsa da, azken finean.

Hortaz, erromatarrek zinabrioaren beharra zuten, salerosi egiten zuten, eta zinabrio-meategiak ustiatzen zituzten. Meategi horietan handiena, zalan-tzarik gabe, Almadengoa zen, Ciudad Realen.

Meategi handiena

Plinio Zaharrarenak dira meatzegune horren aipamen zaharrenetako batzuk. Plinioren esanean, gutxienez K.a. IV. mendetik ustiatzen zen meategi hori,



ALMADEN FUNDAZIOA

Almadenen (Ciudad Real) dago munduko merkurio-meategirik handiena, baina gaur egun itxita dago.

“inperioko bermiloirik onena”. Hurrengo mendeetan ingurua menderatu zuten zibilizazioek ere atera zioten etekina meategiari. Adibide batera, arabiarrek mendeak egin zituzten han (VII.etik XIII.era), eta horren isla meategiaren izenean geratu da, jatorrian *Hins Al-Maden* izena baitzuen, meategia, alegia.

Lehenengo ustiaketa haiek ez omen ziren oso handiak. Almadenen garairik onenak etortzeko zeuden; merkurio-meategien loraldi handiena Amerikaren konkistaren ondotik etorri zen. XVI. mendearen erdialdean, mineraletik zilarra erauzteko metodo berritzaile bat asmatu zuten: merkurioarekin amalgama egitea. Horren ondorioz, merkurio-eskaria asko handitu zen; Ameriketara ustiatzen zituzten zilar-meategi aberatsetarako merkurio asko behar zuten, eta merkatua irauli egin zuen horrek. Ordura arte kantitate txikitik baino salerosten ez zena, halako batean, ikaragarritzko negozio bilakatu zen.

Meatzaritzan, merkurioaren bertuteei etekina ateratzen asmatu zuten, eta, gaur egun zilarra erauzteko ia erabiltzen ez den arren, urrerako bai, erabiltzen da. Izan ere, hainbat metalekin amalgamak sortzeko duen erraztasuna da merkurioaren ezaugarri bereziene-

tako bat. Merkurioak amalgama sendoak osatzen ditu, besteak beste, urrearekin, zilarrekin, zinkarekin, berunarekin eta eztainuarekin. Burdinarekin, ordea, ez du amalgamarik sortzen, eta, horrexegatik, burdinazko ontziak erabili izan dira mendeetan merkurio likido iheskorra ontziratzeke, batera eta bestera eramateko.

“merkurioaren ezaugarri berezienetako bat amalgamak sortzeko duen erraztasuna da”

Amalgamek hamaika erabilera dituzte. Dentistaren kontsultan, adibidez, egunero erabiltzen dira; txantxarrak jandako hortz eta haginaren zuloak amalgama batekin estaltzen dira, hain zuzen ere. Hainbat metalekin osatzen



ALMADEN FUNDAZIOA

Fitxa teknikoa

Merkurio elementua metal likido dirdiratsua da giro-tenperaturan, zilar-kolorekoa. Eta nahiko lurrunkorra da, metal bat dela kontuan izanik: 20 °C-ra, lurrunpresioa 0,17 Pa da (0,00013 mmHg).

Merkurio likidoak oso dentsitate handia du, urak baino 13,6 aldiz handiagoa. Eta lurrunaren dentsitatea airearena baino 6,9 aldiz handiagoa da; beraz, hondora erortzeko joera du.

Beroaren eroale txarra da, baina elektrizitatea eroaten du.

Hiru oxidazio-egoera ditu: metalikoa (Hg^0), merkurosoa (Hg^+) eta merkurikoa (Hg^{++}). Azken horiekin, hainbat konposatu organiko eta inorganiko osatzen ditu; esate baterako, merkurio (I) kloruroa edo kalomelanoa (Hg_2Cl_2), libragarri eta diuretiko gisa erabili izan dena, eta merkurio (II) kloruroa (HgCl_2), desinfektatzaile gisa erabilia —eta, garai batean, baita sifilisaren erremedio gisa ere—.

da enpasterako amalgama: zilarra, kobrea eta eztainua, batez ere. Horrela, oso material egokia lortzen da: asko irauten du, hortzaren antzeko gogortasuna du, portaera ona du hotzaren eta beroaren aurrean...

Dena dela, badiara amalgamarik erabiltzen ez duten dentistak; amalgamak askatzen duen merkurio-lurrunak kalte egin dezakeela uste dute, eta amalgamazko enpasteak dituenak osasun-arazoak izan ditzakeela. Hala, Japonian, esaterako, debekatuta daude, eta beste herri askotan murrizteko neurriak hartu dituzte. Baina, hala eta guztiz ere, ez da kontsentsurik adituen artean. Hori dela eta, Europako Batasunak ez du erabakirik hartu orain artean; ez omen dago nahikoa datu erabaki bat hartzeko, eta, horrexegatik, gaia ikertzeko ahaleginean ari dira. ➡

Plastikoa erabiltzen hasi aurretik, burdinazkoak ziren merkurioa gordetzeko erabiltzen ziren ontziak.

Zinabrio minerala da merkurio-iturri ohikoena; merkurio-sulfurozko mineral gorria da.

ALMADEN FUNDAZIOA



Gainerakoan, beste hainbat erabilera ditu merkurioak gaur egun. Pilak egiteko erabiltzen da, zehaztasun handiko neurketa-tresnetan, etengailuetan, lanpara fluoreszenteetan... Industria elektrokimikoan asko erabili izan da gatzetik sodioa ateratzeko, sodioarekin ere amalgama osatzen baitu merkurioak. Lixiba egiteko, esaterako, itsas uretik edo gazuretik elektrolisia egiten da, bi elektrodoren artean korrante bat pasaraziz. Elektrodo batean kloroa askatzen da, eta bestean, merkuriozkoan, sodioa disolbatu egiten da, amalgama bat

“Iraken, sei mila lagunetik gora pozoitu ziren merkurio inorganikoz tratatutako garia janda”

sortzen du, eta, amalgama horretatik abiatuta, posible da sodio metala lortzea, edo lixiba egitea.

Haziak, arrainak eta tragedia

Merkurioa fungizida gisa ere erabiltzen da haziak kontserbatzeko; ez merkurioa, baizik merkurio-konposatuak. Zorigaitoz, erabilera hori oso ezaguna egin zen 1972 eta 1973 urteetan. Urte haietan, Iraken sei mila lagunetik gora pozoitu ziren, eta bostehun bat hil. Merkurio inorganikoz tratatutako garia janda pozoitu ziren. Izan ere, gosete larria zuten, eta Europako hainbat herriatik garia bidali zieten. Garia landatzeko zen, ez zuzenean kontsumitzeko, baina ereiteko berandu iritsi zen, antza, eta, goseak estututa, garia eho eta ogia egin zuten.

Esan behar da merkurioaren izen txarraren atzean merkurioaren konposatu organiko bat dagoela, neurri handi batean: metil merkurioa. Merkurioa bera baino askoz toxikoagoa da, eta pozoitze larrienak horrek eraginak dira. Beste pozoitze-kasu famatu bat Japoniako uharte bateko Minamata badiakoa da. Enpresa batek urteetan isuri zuen ibaira katalizatzaile gisa

Jesus Mari Aizpurua: “arrazoi-piloa dago merkurioa laborategian ez erabiltzeko”

Etxean eta industrian bezala, laborategian ere geroz eta gutxiago erabiltzen da merkurioa. Egoera gertutik ezagutzeko, Euskal Herriko Unibertsitateko Kimika Fakultateko laborategi batera joan gara bisitan, Jesus Mari Aizpurua irakaslea gidari dugula.

Eguneroko bizitzan geroz eta merkuriozko termometro gutxiago ikusten ditugu, beste batzuekin ordezkatzan joan gara. Laborategian ere joera bera da?

Laborategian ere aldaketa hori gertatzen ari da; kontua da beti ez dela

posible hori egitea. Esate baterako, irakaskuntzan merkuriozko termometroa erabiltzen da oraindik, gainerako sistemak askoz garestiagoak direlako. Baina ikerkuntzan geroz eta gutxiago erabiltzen dira, ordezekoak daude: tenperatura baxuetarako, toluenozko edo alkoholezko termometroak, eta, gainerakoan, batez ere termopareak erabiltzen dira.

Dena dela, termometro klasikoak merkea da, erraza erabiltzeko, ondo egindako objektu bat da. Besteak traste handiagoak dira, kableak dituzte...

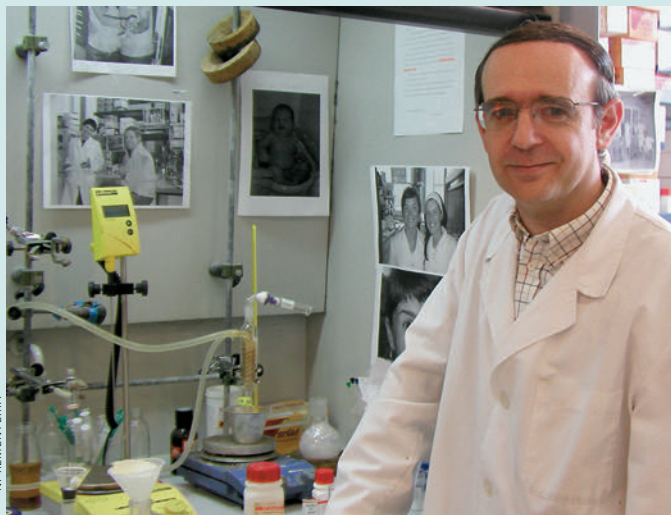
Merkurioa laborategiko beste tresna batzuetan ere erabiltzen da, edo erabili izan da, ezta?

Bai, merkurioa bakuometroetan, manometroetan eta halako ekipotan erabili izan da, hau da, presio-neurketak egiteko tresnetan. Garai batean, tresna horiek irekiak izaten ziren, eta

oso handiak; pixkanaka, tresna txikiagoak, konpaktuagoak eta itxiagoak egiten hasi ziren. Eta horiek ere beste era batzuetako manometroekin ordezkatzan joan dira. Baina, tresna horien kasuan ere, beste aukerarik ez dagoenean merkuriozkoak erabiltzen dira.

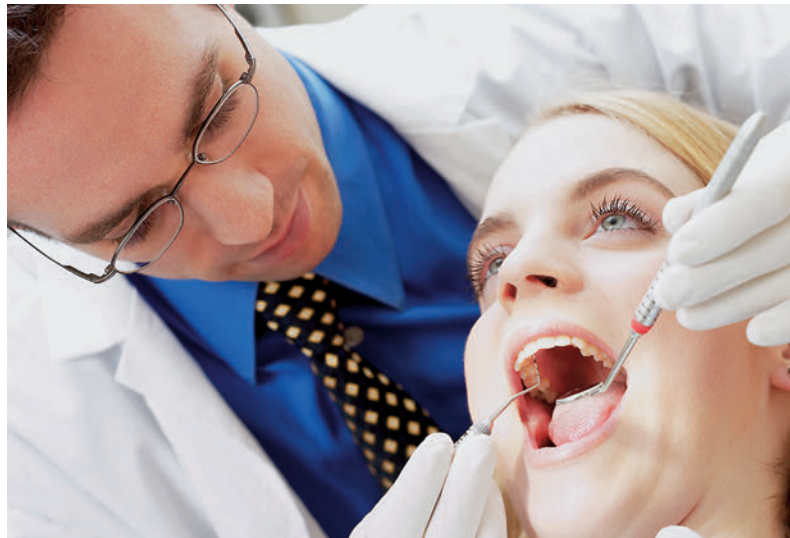
Laborategian, merkurioari zuzendutako segurtasun-neurri berezirik hartzen da?

Bai, noski. Laborategian bi kutsadura-iturri daude, merkurio metaliko puruari dagokionez. Alde batetik, metal likidoaren isuriak daude; halakoetan, lurruna arnasteko arriskua dago. Isuria jasotzeko, sufrea erabiltzen zen garai batean; bildu eta sufreakin sulfuro bat sortzen du. Gaur egun, badira merkurioa jasotzeko kit batzuk, eta horietan merkurioa seguru jasotzeko behar den gutzia dago; eta jaso-



N. REMENTERIA

erabiltzen zuen metil merkurioa, eta arrainetan eta itsaskietan metatzen joan zen. Horren ondorioz, haiekin elikatzen ziren milaka lagun gaixotu ziren (baita animaliak ere). Adin guztietako jendeari eragin zion: koordinazio-falta zuten, esku eta hanketan sentikortasuna galdu zuten, ikusmena eta entzumena ere bai, eta, kasurik larrienetan, paralisia eta heriotza eragin zien. Gaitzaren lehenengo agerraldia 1956an izan zen, eta, geroztik, beste hainbat izan dira. Gertaera horiengatik, metil merkurio bidezko pozoitzeari Minamata gaixotasuna esaten zaio.



ARTXIBOKOA

Herrialde batzuetan debekatuta daude merkuriozko amalgamekin egindako enpasteak, baina orain artean ez da frogatu kalte egiten dutenik.

Halako tragedien ondoren, ez da harritzekoa merkurioak halako ikara bat eragitea. Eta merkurioaren arriskua neurtzeko hamaika ikerketa egin dira. Oro har, galderak ugariagoak dira erantzunak baino, baina datu deigarri batzuk azaldu dira. Esate baterako, jende askoren merkurio-iturri nagusia enpasteak dira. Amasaren bidez merkurio-lurruna hartzen da, baina orain artean ez da frogatu horrek kalte egiten duenik, lurrun hori toxikoa izan

“ingurune guztietan dagoenez, ia elikagai guztiek dute merkurio-arrastoren bat”

daitekeen arren (merkurio-meatzariak ederki zekiten hori), arnasten den gehiena kanporatzen omen da eta.

Beste merkurio-iturri nagusia dieta da. Merkurioa ingurune guztietan dagoenez (airean, lurrian eta, batez ere uretan), ia elikagai guztiek dute merkurio-arrastoren bat. Hainbat arrainek, esaterako, gorputzean merkurio asko

takoa enpresa espezializatu batera bidaltzen da.

Beste alde batetik, lurruna bera dago, beroketa batek eta halakoek eragindakoa.

Horiez gainera, kutsatzeko beste bide bat konposatu merkuriarra da, organomerkuriarra. Laborategian errektibo gisa erabili izan dira, hau da, azkenean, merkuriarik ez duten

beste molekula organiko batzuk lortzeko. Artekari moduan abantaila handiak ematen dituzte, baina gaur egun badaude merkurio-konposatuak saihesteko beste metodo batzuk, beste kimika bat, eta ahalik eta gutxien erabiltzen dira. Batez ere kontuan izanik konposatu organomerkuriarrak direla benetan arriskutsuak, merkurioa bera baino askoz arriskutsuagoak.

Merkurioarekin arazorik izan duzue laborategian?

Behin istripu txiki bat izan genuen. Izan ere, merkurioak beste arrisku batzuk ere izaten ditu, eta arriskueta-ko bat da oso erraz ematen dituela substantzia leherkorak. Termometro bat apurtu eta gero izan zen. Ikertzaile bati termometroa apurtu zitzaion, eta merkurioa sufreairekin txukun-txukun jaso ondoren, erabat desegiteko, azido nitriko diluituan jarri zuen ontzi



N. REMENTERIA

Ez zen erraza konturatzea ondoren zer gertatuko zen. Paperak daukan zelulosak eta azido nitrikoak merkurioarekin erreakzionatzen dute, eta merkurio fulminatoa ematen dute, detonatzaile gisa erabiltzen den substantzia leherkor bat.

Bada, handik egun batzuetara, ikertzailea bitrinaren paretik pasatzen ari zela, ontzia lehertu egin zen, eta bitrinaren kristalak txikitu egin zituen. Zorionez, ez zuen inork minik hartu. Hori termometro baten burutxoko merkurioarekin bakarrik. Beraz, arrazoi-piloa dago merkurioa laborategian ez erabiltzeko. Gehienetan ez da ezer gertatzen, baina arriskua hor dago.

batean, ohikoa zen gisara. Merkurioa jasotzeko, iragazpatera erabili zuen, ordea, eta, dirudienez, paper-puskak ere sartu zituen ontzian. Egund batzuetan bitrinan utzi zuen merkurioa erabat disolbatu arte.

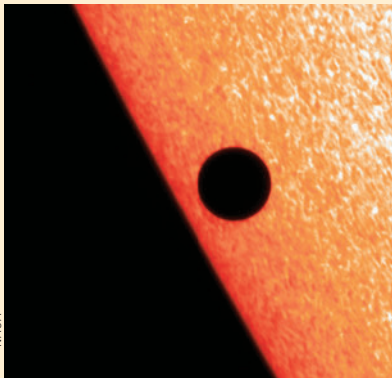


N. REMENTERIA

Hydrargyros, zilar-ura

Likidoa denez, merkurioa beste metal askoren gainetik nabarmendu izan da, deigarria baita. Itxuraz zilarra dirudi, zilar likidoa, eta, horrexegatik, antzinako greziarrek *hydrargyros* deitu zioten. Latinoek izen grekoa bereganatu zuten, eta *hydrargirium* deitzen zioten. Hain zuzen ere, hortik dator merkurio elementuaren ikurra: Hg.

Alemanez eta ingelesez ere, merkurioak badu zilarrarekin lotzen duen izen bat: *quicksilver* (*silver* zilarra da) eta *quicksilver*, nahiz eta azken hori ez den asko erabiltzen.



Merkurio izenak, ordea, oso bestelako jatorria du. Dirudienaz, garai batean metalak eta planetak elkarrekin lotzen zituzten alkimistek: zazpi metal eta zazpi *planeta* ezagutzen zituzten. Eguzkia urrea zen, Ilargia zilarra, Marte burdina, Artizarra kobrea, Jupiter ez-tainua eta Saturno beruna. Bada, horrenbestez, merkurioak, zazpigarren metala izanik, zazpigarren planetaren izena hartu zuen: Merkurio.

pilatzen dute, Minamatako gertaerak erakutsi bezala. Eta okerrera da gehiena metil merkurio eran dutela. Metil merkurioa erraz zabaltzen da bizidunen ehunetan, eta, ondorioz, bioakumulazioa eta biomagnifikazioa gertatzen dira, hau da, arrainaren bizian metatzen joaten da, eta, katea trofikoan gora egin ahala, merkurio-kantitatea ere handiagoa da. Horregatik, merkurio gehien duten arrainak luze bizi eta kate trofikoaren azken muturrean direnak dira, hala nola ezpatarraina, marrazo batzuk, atuna...

Dena dela, ezin da esan arrain-ale bakoitzaren merkurioaren zer ehuneko den metil merkurioa, ikerketek erakutsi baitute espezie bereko ale batetik bestera asko aldatzen dela. Horregatik, suposatzen da arrain-espezie bakoitzak batez beste duen merkurio guztia metil merkurioa dela, badaezpada ere. Horregatik, eta metil merkuriorako analisi espezifikoak egitea garestiagoa delako.

Merkurio madarikatua

Ikusten denez, jende gehienaren osasunerako benetako arriskua metil merkurioa da, eta ez merkurioa bera. Eta, hala ere, merkurioaz hitz egiten da oro har. Baina ez da harritzekoa, merkurioa

“oraindik ere nahiko gai ezezaguna da merkurioarena; ez dago nahikoa datu”

eraldatu egiten baita, eta azken produktua metil merkurioa izan ohi da.

Hasteko, esan behar da merkurioa oso erraz zabaltzen dela leku batetik bestera; izan ere, merkurio-lurrinak urteak iraute du airean. Merkurio-lurrin

hori giza jardueretan (ikatz erretzean, erraustegietan...) askatzen da, baina, neurri handi batean, baita prozesu naturalen bidez ere (sumendien erupzioetan edo arroken meteorizazioan). Kontua da, behin ingurunean dagoenean, merkurioa formaz aldatzen dela, eta merkurioaren beste konposatu batzuk sortzen direla. Esate baterako, merkurio-lurrinaren zati bat konposatu inorganiko bilakatzen da, eta lurzorura edo uretara jalkitzen da. Eta, han, mikroorganismoek metil merkurio bihurtzen dute. Hortaz, nahiz eta ingurunera merkurio metalikoa isuri, lur- eta ur-masa gehienetan metil merkurioa dago.

Beraz, egoera arduratzekoa da. Baina, tamalez, oraindik ere nahiko gai ezezaguna da merkurioarena. Ingurumenerako Nazio Batuen Programan bertan onartzen dute ez dagoela nahikoa datu, eta asko ikertu behar dela oraindik. Hala ere, merkurio-emisioak murrizteko erabakiak ezin direla atzeratu nabarmentzen dute, eta nazioarteari neurri hauek hartzeko eskatzen diote: bat, merkurio-meategien jarduera eta merkurioa duten lehengaien erabilera gutxitzea; bi, merkurioa duten produktuen eta prozesuen ordezkioak erabiltzea; hiru, merkurio-emisioak kontrolatzea; eta, lau, merkurioa duten hondakinak behar bezala kudeatzea.

Europako Batasunak, bere aldetik, neurri horiek zorrotz betetzeko asmoa du. Hasteko, merkurioa duten produk-



Itsas animalia askok pilatzen du merkurioa, batez ere, kate trofikoaren muturrean dauden harrapariak —hala nola itsas ugaztunek eta atunak—.

tuak (termometroak, adibidez) gutxitzen ari da, eta merkurioa erauztea debekatu du; eta 2011tik aurrera komertzializatzea bera ere galarazita egongo da.

Buelta Almadenera

Europako debekuek eragina izan dute Almadenen, noski. 2001ean utzi zioten Almadenen merkurioa ateratzeari; pare bat urtez biltegieta zinabrioarekin lanean jarraitu zuten, eta, hortaz, 2003an laga zioten behin betiko lan egiteari Almadengo meategian.

Munduko merkurio-meategi handiena itxita dago, beraz, eta ez erraizetan zinabriorik ez duelako, Europako Batasunak merkurioa erauztea debekatu duelako baizik. Angel Hernandez geologoak 29 urtez egin zuen lan Almadenen, eta oso penatuta dago kontu horrekin. Hernandezen esanean, segurtasun-neurri zorrotzenak betetzen zituzten, bai langileen osasunari dagozkionak eta baita ingurumenari dagozkionak ere. Froga gisa duela hamabost bat urte Estatu Batuetako EPAk (Ingurumena Babesteko Agentzia) egindako azterketa epidemiologiko bat du: ez omen zuten ezer nabarmenik aurkitu, ez eskualdeko bizilagunetan, eta ezta landareetan eta faunan ere.



ALMADEN FUNDAZIOA

Almadengo meategiak bisitarientzat prestatu dituzte, eta ibilbide ikusgarriak daude.

*“Europako
Batasunak
merkurioaren
aurkako neurriak
zorrotz betetzeko
asmoa du”*

Hortaz, uste du merkurioaren debekua neurri gabekoa dela, eta gaur egun badaudela baliabideak merkurioarekin era garbi eta seguruan lan egiteko. “Gainera, meatzea ixteak ez dio arazoari errotik heltzen: eskaintza gutxiztean merkurioaren prezioak gora egin

du, eta beste herrialde batzuetan merkurioa erauzten jarraitzen dute, askoz kondizio kaskarragoetan, segurutik. Baina merkurioak merkea izaten jarraitzen du, eta, ondorioz, garabidean dauden herrietan, oro har, ez dute ordeko prozesurik erabiltzen.”

Orain, Almadenen aro berri bat hasi dute. Bisitarientzat prestatu dute: ingurua txukundu dute, meatzarien museo bat ireki, eta meatzaritza-parke bat ere prestatu dute, non meategiaren barrualdea bisita daitekeen. Almadenen, merkurioa historia da gaur egun, baina, munduan, oraindik irekita dago merkurioaren historia-liburua.

arazi
ingurumena • kultura • turismoa



*diziplinaren anitzeko lan taldea
ingurumenaren alde lanean...*

- Ingurumen, kultur eta turismo arloko interpretazio zentroak kudeatu eta dinamizatu.
- Hezkuntza egitarauak sortu eta garatu.
- Ingurumenaren interpretaziorako baliabide eta jarduerak sortuz (panelak, ibilbideak, esku orriak, ...)
- Komunikazio eta dibulgazio jarduerak burutuz (kanpainak, argitalpenak, seinaleztapen lanak, etab.)
- Sentsibilizazio eta partehartze ekintzak garatu (Aste Berdea eta Mugikortasun astearen komunikazioa, etab.)
- Ikerketa lanak sustatu.



berria

BALEAREN ARRANTZA, ONESTEKOTAN

Iruña-Veleian aurkitutako euskarazko hitzak III. eta VI. mendeen artekoak dira

■ Ebe baten zintzuetan topatu dituzten idazkietan eguneroko bizitzan erabiltzen ziren berbak eta kutsu erlijiosuak ageri dira

■ Nazkien data zehazteke dago, baina orain arteko zaharrenek baina 500-600 urte lehenagokoak iratekeria jekinaran dute



Felip Puig

«Esquerra okertu egin da eta ez du jakin errealtatea ulertzen»

■ ELKARRITAKETA

Eduardo Zubiaurre izendatu dute Adegri Gipuzkoako patronaleko presidente

■ Euzkara ez da baina hurren hurren berrantolatu den hizkuntza

■ Ikuskerak aldatzeko proposamena «otzalerak» prestatuko du leantzeko

Asesinada la periodista que denunciaba los abusos de Putin

■ Un pistolero mató a Anna Politkovskaya en el ascensor de su casa en el centro de Moscú

■ Mantenia una posición muy crítica con la política del Kremlin en Cachemira y medió en la crisis de la escuela de Beslán



Anna Politkovskaya

Los jueces sustitutos de Gipuzkoa estudian demandar al Ministerio

CRONICA

Los jueces de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa estudian demandar al Ministerio de Justicia por la decisión de sustituirlos por jueces de la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

El sustituto de la Audiencia Provincial de Gipuzkoa es la Audiencia Provincial de Vizcaya.

AUKERA ezazu,
BIZI euskaraz
berria



Beruna bezain astuna

Galaraga Aiestaran, Ana

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Badira Kobre Aroa, Brontze Aroa eta Burdin Aroa; berunak, berriz, ez dauka arorik. Hala ere, metal garrantzitsua izan da gizateriaren historian. Aurkitzeko, erauzteko eta lantzeko erraza izanik, duela 7.000 urte hasi ziren erabiltzen, eta gaur egun arte aplikazio asko aurkitu dizkiote. Baina beste zerbait ere aurkitu diote: arriskutsua da. Zenbait aplikaziotarako, ordea, ez da erraza ordezko egokia topatzea.

ADITU ASKOREN IRITZIZ, litekeena da beruna izatea Erromatar Inperioaren gainbeheraren errudunetako bat. Alegia, janari-edariekin batera hartzen zuten berunak pozoitu zituela erromatarrak, eta horrek ahuldu zituela uste dute.

Hainbatentzat teoria sinesgaitza den arren, kontuan izan behar da dietak, pertsonen osasunean ez ezik, gizartearen osasunean eta are zibilizazioen garapenean ere eragiten duela.



ARTXIBOKOA

Adibidez, kinoa hazi sakratua zen inkentzat, eta, antza, horri esker bilakatu ziren Hego Amerikako inperiorik indartsuena garai batean; izan ere, beste herrietan jaten zuten artoak edo patatak baino proteina gehiago du kinoak, eta horrek gainerakoak baino indartsuago egin zituen.

Nonbait, Erroman alderantzizkoa gertatu zen. Berun gehiegi hartzen zuten, eta asko intoxikatu egin ziren. Berez,

garai hartako medikuek bazekiten beruna pozoitsua zela. Duela 2.000 urte baino lehenago, Nikander izeneko poeta greziar batek berunak eragindako gaitzari buruz idatzi zuen. Gaitz horri saturnismo deitu zioten gero, beruna Saturno jainkoarekin lotzen baitzuten. Hain zuzen ere, erromatarrentzat beruna metal guztien aita zen, eta Saturno, semea jan zuen hura, jainko guztien artean lehena zen. ➔

Ez da harritzekoa metalen aitzat hartzea beruna. Metal merkea eta eskuragarria zen, eta oso erabilgarria. Denetarako erabiltzen zuten. Makillajeak eta maskarak egiteko osagaia zen, pintura askoren pigmentua, espermizida eraginkorra, txanponen eta etxeko tresnen oinarritzko metala, janari eta edarien gozagarria, eta hirietako ur-hoditeriaren lehengaia.

Nonbait, ez zuten uste beruna horrela erabilita hain kaltegarria izan zitekeenik. Beste kasuetan, berriz, ez zegoen zalantzarik. Adibidez, ohikoa zen meatzariak intoxikazio akutua jasatea. Horregatik, erromatarrek esklaboak erabiltzen zituzten lan horretarako.

Mineraletik beruna erauzteko, urtu egiten zuten, eta eragiketa horretan gas toxikoak sortzen ziren. Goi-mailako erromatarrei, ordea, gutxi axola zien forjako langileak berunez intoxikatzea. Haiek ez zuten intoxikazio akutua izateko arriskurik, ez baitzuten halako lanik egiten.

Beruna, ardoa eta hezueria

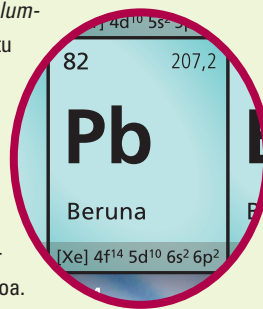
Baina aberatsak ere pozoitzen zituen berunak; intoxikazio kronikoak eragiten zieten. Konturatu gabe, berun-dosi txikiak hartzen zituzten ia etengabe, eta horrek hezueria sortzen zien. Izan ere, berunak giltzurrunen tubuluei eragiten die; horren ondorioz, azido urikoa ez da kanporatzen, eta hezueria

Berunaren ezaugarri batzuk

Taula periodikoan berunaren sinboloa Pb da (latinez *plumbum*), eta haren zenbaki atomikoa, 82. Hortaz, elementu egonkorren arteko zenbaki atomiko handiena du, nahiz eta hurrengo elementua, bismutoa, hain erdibizitza luzea izanik, egonkortzat jo daitekeen.

Metal xumea da, astuna, biguna eta xaflakorra. Berez, zuri urdinxka da, baina airean grisaxka bihurtzen da. Korrosioarekiko oso erresistentea denez, likido korrosiboak gordetzeko erabiltzen da, hala nola azido sulfurikoa.

Berunari antimonioa edo beste metal batzuk nahasiz gero, gogortu egiten da. Elektrizitate-eroale kaskarra da, eta Thomson efektuak zero balio duen metal bakarra da (alegia, berunezko kable batek, mutur batetik bestera tenperatura desberdina izanda, ez du berorik xurgatzen, kablean zehar korrante elektrikoa pasaratzen).



“erromatarrek
denetarako
erabiltzen zuten
beruna, kaltegarria
zela jakin bazekiten
arren”

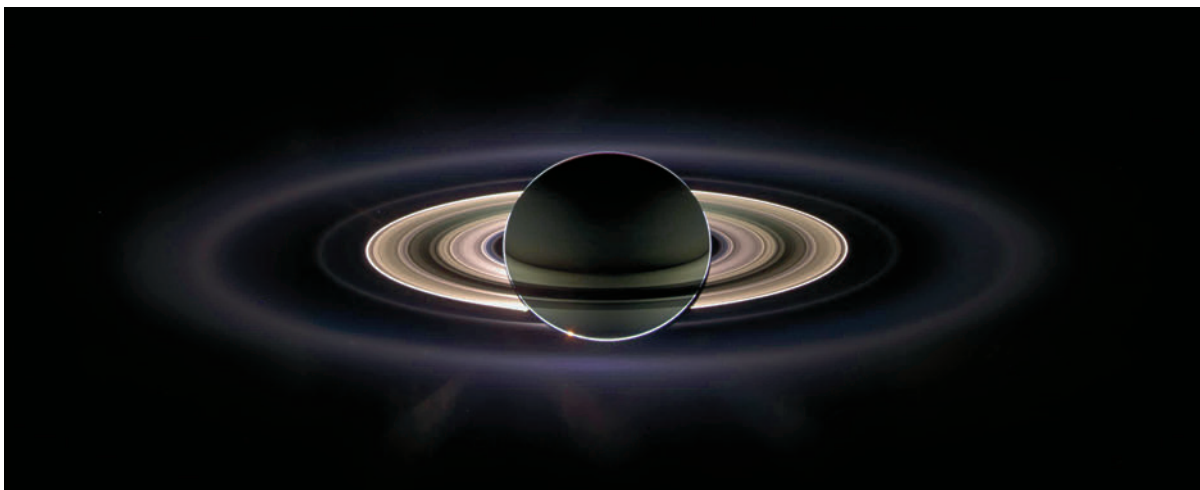
azaltzen da. Hala, Virgiliok, Juvenalek, Ovidiok eta garaiko idazle askok aipatu zuten gaitz hori, eta izurritetzat ere hartu zuten.

Idatzien arabera, badirudi ardoa zela intoxikazioaren eragile nagusia. Ardoa egiteko, berunezko ontzietan egosten zuten, eta orduan *berunezko azukre* izenez ezagutzen zuten kon-

posatua sortzen zen. Berez, berun azetatoa da konposatu hori, onddoen aurkako gai eraginkorra.

Berun-intoxikazioak Erromatar Inperioren gainbeheran izan zuen eragina ikertu du Michigango Unibertsitateko Jerome Nriagu zientzialariak, eta, haren kalkuluen arabera, goi-mailako erromatarrek hartzen zuten berunaren % 60 ardotik zetorren. Zenbat ardo hartzen zuten kontuan hartuta, aberatsek egunean 250 mg berun hartzen zuten. Aldiz, herritar arruntek eta esklaboek 30-15 mg hartzen zuten egunean.

Munduko Osasun Erakundeak egunean 40 mg-an jartzen du muga; hori baino berun gehiago hartzeak intoxikazio kronikoaren arriskua dakar. Beraz, Nriaguren kalkuluak zuzenak badira, argi dago aberatsek pozoitzeko



Erromatarrek Saturno planetarekin lotu zuten beruna.

Adituen ustez, berunak eragin zuen, neurri batean, Erromatar Inperioaren gainbehera.



ARTXIBOKOA

aukera handia zutela. Eta, garaiko kroniketan azaltzen denez, antzematen zitzairen, berun-intoxikazioaren sintoma argiak ageri baitzituzten: hezueria ez ezik, antzutasuna, adimen-galera, malenkonia...

Hortaz, pozoitzea saihesteko ardoa urrezko edalontzietan edaten bazuten ere, ez dago zalantzarik berun gehiegi hartzen zutela. Ezin da jakin, hala ere, zenbateraino eragin zuen Inperioaren gainbeheran, baina, neurri batean edo bestean, faktoreetako bat izan zela uste dute aditu askok.

Gerora, erregaia

Dena dela, nahiz eta beruna toxikoa dela jakin, Erromatar Inperioa erori ondoren ere oso erabilia izan da. Aurretik zituen aplikazioez gain, berriak bilatu zizkioten. Erdi Aroan, esaterako, metal merkeak urre bihurtzen saiatzen ziren alkimistak, eta haien esperimintuetan beruna oinarritzko osagaia zen. Hori baino garrantzitsuagoa izan zen, ordea, Guttenbergekin egin zuen erabilera; izan ere, inprimategiko letrak berunezkoa ziren.

Beste erabilera batzuk ez ziren hain nobleak. Adibidez, Errenazimentuko aristokratek etsaiak pozoitzeko baliatu zuten. Berehala hiltzen ez zuen arren, nabaritzeko zaila eta oso eraginkorra zen. Aurrerago, suzko amak eta muni-zioa egiteko baliatu zuten.

Eta gero eta gauza gehiagoetarako erabiliz joan ziren. Hala, XX. mendean oso zabalduta zegoen. 1980. urtean, esaterako, munduan 3,25 milioi tona kontsumitzen ziren, horietatik % 40 herrialde bakar batean: AEBn. Horrek esan nahi du estatubatuar bakoitzak

*“gaur egun
gasolinari beruna
nahastea
debekatuta badago
ere, hamarkada
batzuetan gasolina
guztiek zeramaten
beruna”*

urtean 5.221 gramo berun erabiltzen zituela; Erromatar Inperioko herritarrek baino 10 aldiz gehiago! Hala ere, Erromatar aberatsek beruna ardoaren bidez hartzen zuten; estatubatuarrek eta, oro har, industrializatutako herrialdeetako biztanleek, berriz, erregaia nahasten zioten beruna barneratzen zuten.

Hain zuzen, gaur egun gasolinari beruna nahastea debekatuta badago ere, hamarkada batzuetan gasolina guztiek zeramaten beruna. Gasolina hidrokarburoen nahaste bat da, eta gasolinen hidrokarburo ugariak zortzi karbono-atomo dituzte (C_8H_{18}). Baina formula bereko konposatu asko daude, 18, eta guztiek ez dituzte ezau-garri berberak. Adibidez, isooktanoak eta n-oktanoak ia bero bera sortzen dute erretzen direnean oxigenoa dagoelarik, baina isooktanoa bestea baino askoz lehenago hasten da erretzen.

Bada, garrantzi handikoa da gasolina noiz hasten den erretzen. Gasolina-motorretan, gasolina-lurruna eta airea sartzen dira motorraren zilindroan. Han pistoiak konprimitzen ditu, eta, orduan, bujian txinparta bat sorrazten da, eta nahastea erre egiten da. Alabaina, erregaian dauden hidrokarburoen arabera, gerta daiteke txinpartaren beharrik gabe hastea erretzen, konpresio soilagatik. Bakarrik su



CONTINENTAL AUTOMOTIVE SYSTEMS/ATE

Autoen motorren eraginkortasuna handitzeko hasi ziren gehitzen beruna gasolinari.



R. BEVERS DORF/LUFTHANSA

Hegazkinek, oraindik ere, berundun erregeia erabiltzen dute.

hartzeak, ordea, kalte egiten dio motorrari, eta eraginkortasuna gutxitzen du. Hori gertatzen zitzairen oktano gutxiko gasolinei.

1921ean, ordea, General Motors-entzat lan egiten zuen kimikari batek (Thomas Midgley) frogatu zuen berun tetraetiloa oso ona zela oktanajea igozteko. Hau da, gasolinari konposatu hori gehituz gero, ez zen erretzen has-

*“1921ean,
Thomas Midgley
kimikariak
frogatu zuen
berun tetraetiloa
oso ona zela
oktanajea igozteko”*

ten txinparta piztu arte, eta errekontza motela eta eraginkorra zen. Hori dela eta, handik aurrera gasolina guztiek zeramaten berun tetraetiloa.

Laster ikusi zuten gasolinari gehituko beruna arriskutsua zela. Midgley bera intoxikatu eta gaixotu egin zen, eta berun tetraetiloa ekoizten zuten hainbat langile hil egin ziren, burua galduta. 1925eko maiatzean, AEBko Osasun Publikoko departamentuak beruna zuen gasolina ekoiztea eta saltzea debekatu zuen, eta ikerketa bat abiarazi zuen, berundun gasolinaren eta heriotza horien arteko erlazioa aztertzeko. Baina zazpi hilabeteko epea baino ez zuten loturarik ote zegoen begiratzeko, eta ez zuten behin betiko frogarik lortu. Frogarik gabe, eta industriaren presioarekin, berundun gasolina mundu osoan zabandu zen.

Hala ere, osasunarentzat kaltegarria zelako susmoa ez zen ezabatu. Nolabaiteko kontrol-neurriak ezarri ziren, eta, pixkanaka, gasolinetan erabil zitekeen berun-kantitatea gutxituz joan ziren.

Berunaren ordezkioak

Berunak aplikazio ugari ditu, baina, osasunerako eta ingurumenarako arriskutsua dela ikusita, ikertzaileak ordezkioak bilatzen ari dira. Hauek dira adibide batzuk:

Baterietan, litio-ioi-polimerozko bateriak edo beste era bateko bateriak dira ordezkioak. Nahiz eta litio-ioi-polimerozkoak berun azidozko bateriak baino sei aldiz garestiagoak diren, bi edo hiru aldiz gehiago irauten dute. Prezioa jaisteko ahalegineetan ari dira.

Kableak biltzeko erabiltzen den beruna ordezkatzeko, polietilenoan oinarritutako estaliak (PE/XLPE) erabil daitezke behe-tentsioko kableetan. Ez dute balio, ordea, itsasoko kableetarako, ezta lehorreko goi-tentsiokoentzat ere.

Industria kimikoan, berriz, korrosioa saihesteko berun-xaflak erabiltzen dira, eta, horren ordeztan, altzairu herdoilgaitza bali daiteke. Berun-xaflak jartzen dira baita tximinietan eta leihoetan ere, eta, horren ordeztan, zinka eta aluminioa erabil daitezke.

Bestetik, munizioa egiteko gehienbat beruna erabiltzen bada ere, material asko erabil daitezke horren ordeztan: altzairua, burdina, bismutoa, eztainua, wolframio-hautsa polimerozko oinarri batean... Baina material horiekin egindako munizioa berunezkoa baino askoz garestiagoa da. Altzairuzkoa, esaterako, % 25 garestiagoa da; eztainuzkoa, % 50-100, eta wolframio/bismutozkoa, % 200-400 garestiagoa. Horrek, noski, zaildu egiten du ordezkatzeko, baina lurralde batzuetan, Danimarkan esaterako, debekatu dago berunezko munizioa, eta, beraz, nahitaez ordezkioak erabiltzen dizute.

Arrantza-tresnetan erabiltzen den beruna ere ordeztu daiteke, eta merkatuan badaude zinkeko, burdinazko edo eztainuzko 'berunak'. Arraste-sareetan erabiltzen dena ere burdinazkoa izan daiteke, eta beruna duten soken ordezkioak ere probatzen ari dira. Hori bai, munizioarekin gertatzen den bezala, ordezkioak garestiagoak dira.



SHADDACK

Berun-azidozko bateria.

Azkenean, 1995ean berundun gasolina saltzea debekatu zuten AEBn, eta 2000n, berriz, Europako Batasunean.

Beruna nonahi

Debekuek eragina izan dute. Atmosferan, uretan eta bereziki lurzoruan egiten diren analisiek garbi erakusten dute erlazio zuzena dagoela gasolinari gehitutako berun-kantitatearen eta ingurumenean topatutakoaren artean, eta, neurriak hartu ahala, ingurumenean hautemandako berun-kantitatea txikitzen joan da. Nolanahi ere, hori garatutako herrialdeetan gertatu da batez ere, beste herrialde batzuetan oraindik erabiltzen dira berundun gasolinak.

Bestalde, gasolina ez da ingurumenean dagoen berun guztiaren jatorria, erabilera asko baititu. Horietako batzuk desagertzen ari dira, gasolinarekin gertatu zen bezala, arriskutsuak direla frogatu dutelako. Esaterako, asko erabili zen pigmentuak edo ur-hoditeria egiteko; baina orain leku askotan debekatuta dago, horietatik erraz igarotzen baita pertsonetara eta ingurumenara. Dena den, oraindik berun asko izaten dute, adibidez, Txinan ekoiztako zeramikak, letoiak eta biniloak (elektrizitate-kableen estalkietarako).

Gaur egun, autoetako berun-azidozko baterietan erabiltzen da gehien bat.



Industria-iraultzaren ondoren, asko areagotu zen berunaren erabilera. Groenlandiako izotzean frogatu zuten 1980an izotzak 1780an baino 20 aldiz berun gehiago zuela.

ARTIBOKOA

Hain zuzen, AEBn kontsumitzen den berunaren % 88 autoetako eta industriako baterietan erabiltzen da. Eta autoetan berundun gasolina debekatuta badago ere, hegazkinen erregaia beruna darama. Horrez gain, munizioa

eta kandela batzuk egiteko, goi-ten-tsioko kableak biltzeko eta erreaktore azkarren hozgarri gehitzeko ere erabiltzen da, besteak beste. Izan ere, ezin da ukatu erabilgarria dela, baina, arriskutsua denez, aplikazio gehienetan ordezkioak bilatzen ari dira.

“gasolina ez da ingurumenean dagoen berun guztiaren jatorria, erabilera asko baititu”

Edonola ere, ez da erraza izango berun guztia ordezkatzea. Azken datuak 2005ekok dira, eta urte hartan 3,27 milioi tona atera ziren mundu osoko meategietan, aurreko urtean baino % 5 gehiago. Berun-meatzeak hogeita hemezortzi herrialdetan dauden arren, seitan ateratzen dute guztiaren % 82. Txina da ekoizlerik handiena (% 30), eta atzetik Australia (% 23), AEB (%13), Peru (% 10), Mexiko (% 4) eta Kanada (% 2) datoz.

AEBko Geologia Departamentuak 2005ean egindako aurreikuspenetan, hurrengo bi urteetan berun finduaren erabilera igotzea espero zuten. AEBn 2007an eskaera % 3 jaitsiko zela kalkulatu zuten (batik bat berun-azidozko baterietan), eta Europak aurreko urteetako eskaerari eutsiko ziola. Txinan, berriz, eskaera % 10 igoko zela espero zuten, eta antzeko igoera aurreikusi zuten Indian, Mexikon eta Thailandian. Bai, izugarri zaila izango da berun guztia ordezkatzea. 



CEDARS SINAI OSPITALEA

X izpietatik babesteko, aspalditik erabiltzen dira berunezko pantailak.

Kutsatu edo ez kutsatu, kadmioaren koska

Etxebeste Aduriz, Egoitz

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



ARTXIBOKOA

Merkurioa, beruna eta beste metal astun asko bezalaxe, kadmioa ere kontu handirik gabe erabili izan da historian zehar, eta elementu kutsatzailea izan da orain arte. Dena den, kontu gehiagorekin ibiliz gero, kutsatu gabe erabiltzea ere posible da. Are gehiago; ondo erabiliz gero, kalterik ez eragiteaz gain, ingurumenaren alde ere egin dezake kadmioak.

EZ DA DENBORA ASKO KADMIOA GIZARTEAN SARTU ZELA, baina denbora-tarte hori nahikoa izan da bazterrak kadmioz kutsatzeko eta jendea pozoitzeko. Beraz, alde horretatik, argi dago kontuan hartu beharreko eta kontu handiz ibiltzeko elementua dela.

XIX. mendearen hasieran aurkitu zuen lehenengoz Friedrich Strohmeyer-ek kadmioa, Alemanian. Ezpurutasunak zituen zink karbonatoa berotzean kolorez aldatzen zela ikusi zuen; puruari ez zitzaion horrelakorik gertatzen, eta ezpurutasun horietan aurkitu zuen, hain zuzen ere, kadmioa. Izena bera ere zink karbonatoaren latinezko *cadmia*

izenetik hartu zuen. Ehun urtez, Alemania izan zen munduko kadmio-ekoizle bakarra.

Beste metal batzuen ekoizpenenean —batez ere zinka, baina baita kobrea eta beruna ere— albo-produktu gisa lortzen da kadmioa. Albo-produktu hori ez da alferrik galtzen, ordea, aplikazio ugari baititu industrian eta teknologian.

Izan ere, hainbat propietate interesgarri ditu kadmioak. Korrosioarekiko erresistentzia handia du, bereziki ingurune alkalinoetan eta gazietan. Gainera, urte-tenperatura baxua du, eta eroankortasun termiko eta elektriko

Van Gogh-en margoetan elementu garrantzitsua da kadmioa.



handia. Kadmio-konposatuak oso iraunkorrak dira, tenperatura altuak jasaten dituzte, eta izpi ultramoreek zenbait plastiko degradatzea saihestu dezakete. Eta, azkenik, kadmio-konposatu batzuek propietate erdieroaleak dituzte.

Propietate horiek izanik, hainbat erabilera dituzte kadmioak eta haren konposatuak: pigmentuak, egonkortzaileak, estaldurak, aleazio bereziak, konposatu elektronikoak eta abar. Baina gaur egungo erabilerarik garrantzitsuenak nikel-kadmiozko (NiCd) pilak eta bateriak dira. Horretarako erabiltzen da kadmioaren % 80 baino gehiago.

Van Gogh-etik eguzki-energiara

Kadmioaren lehenengo aplikazioa kadmio sulfuroan oinarritutako pigmentuak izan ziren, seguru asko. 1850. urtean erabili ziren lehenengoz, eta mende horren amaierako Van Gogh-en margoetan elementu garrantzitsua da kadmioa.

Kadmio sulfuroarekin eta kadmio sulfoselenuroarekin, hori dirdiratsutik gorri bizira bitarteko pigmentuak lor daitezke. Pigmentu horiek oso egonkorak dira, eta tenperatura eta presio altuak jasan ditzakete. Hori dela eta, oso erabilgarriak dira kondizio horiek jasan behar dituzten materialerako. Gaur egun, plastikoetan, zeramiketan, beiretan, esmalteetan eta abarretan erabiltzen dira.

“nikel-kadmiozko pilak eta bateriak egiteko erabiltzen da, gaur egun, kadmioaren % 80 baino gehiago”

Van Gogh-ek kadmioaz margotzen zuen garaian, medikuntzan ere erabili zen kadmio ioduroa hainbat gaitz tratatzeko, nahiz eta kadmioa oso toxikoa izan. Garai hartakoa da, baita ere, lehenengo nikel-kadmiozko pila. Waldemar Jungner suediarrek asmatu zuen 1899an. Dena den, pila haren arrakasta geroago etorri zen, eta, garai hartan, batez ere altzairua korrosiotik babesteko estalgarri gisa erabili zen kadmioa.

Egun ere, kadmioz estaltzen dira altzairua, aluminioa eta beste hainbat metal, korrosioarekiko erresistentzia eta labinkortasuna edo marruskadura txikia lortu nahi direnean. Hainbat aplikazio elektriko eta elektroniko ere baditu, korrosioarekiko erresistentzia handia eta elektrizitatearekiko erresistentzia txikia behar diren kasuetan.

Bestalde, aleazio berezi batzuetan ere erabiltzen da; horietan kadmioa kantitate txikietan erabiltzen da, kobreak, eztainuan, berunean eta zinkean oinarritutako aleazioen propietate fisikoak, mekanikoak edo elektrokimikoak hobetzeko.

NiCd baterien arrakasta XX. mendearen erditik aurrera etorri zen, eta, bereziki, 90. hamarkadatik aurrera, berriz kargatzeko pilekin. Hamarkada haren amaieran, mila milioi eta erdi pila eta bateria ekoizten ziren urtean.

NiCd pilek eta bateriek katodoan nikel hidroxidoa dute, eta anodoan kadmio hidroxidoa. Erabilera ugari dituzte. Batetik, bateriak daude. Trenetan eta hegazkinetan ohikoak dira, hasierako eta larrialdietarako energia lortzeko. Ibilgailu elektrikoetarako ere egokiak dira, pisu/energia proportzio ona baitute. Eta gailu eramangarrietan ere erabiltzen dira: ordenagailu eramangarrietan, sakelako telefonoetan eta abarretan. Bestalde, NiCd pilak berriz erabiltzekoak dira, eta edozein piladun gailutan erabil daitezke. ➔



Kadmio telururoa eta kadmio sulfuroa eguzki-plaketako modulu fotovoltaikoak egiteko erabiltzen dira.

Gaur egun, hainbat kadmio-konposatuen propietate erdieroaleek gero eta aplikazio gehiago dituzte teknologian. Kadmio telururoa eta kadmio sulfuroa, adibidez, eguzki-plaketako modulu fotovoltaikoak egiteko erabiltzen dira. Kadmio telururoa, erdieroalea izateaz gain, guztiz bateragarria da eguzki-argiaren espektroarekin; kadmio sulfuroak ere propietate erdieroaleak ditu, eta, haren gardentasunari esker, eguzki-izpiek oso ongi zeharka dezakete, kadmio telururozko geruzara iristeko.



Fosfato-ongarriek kadmioz 'aberasten' dituzte barazkiak. Barazki horiek dira jende gehienarentzat kadmio-iturri nagusia.

ARTXIBOKOA

Nahita edo nahi gabe

Aplikazio horietan guztietan, kadmioa erabiltzen da, propio, haren propietatez baliatuz. Baina, horrez gain, kadmioa beste hainbat produktutan ere badago, ez propio produktu horiek egiteko erabili delako, baizik eta ezpuratasun gisa. Zinkean, kobreak eta berunean egon daiteke, berez, baita burdinan eta altzairuan ere, eta erregai fosiletan (hidrokarburoak, gas naturala, ikatza, egurra), zementuan eta fosfato-ongarrietan ere bai.

Gainera, kadmioak eragindako kutsadura zerikusi handiagoa dute azken produktu horiek. Ikerketa baten arabera, gizakiongana iristen den kadmioaren % 40 fosfato-ongarrien erabileratik dator, eta % 20 erregaieratik. Kadmioarekin egiten diren produktuek % 2,5eko ekarpena egiten dute, zementu-ekoizpenak adina.

*“gizakiongana
iristen den
kadmioaren
% 40 fosfato-
ongarrietatik
dator, eta % 20
erregai fosiletatik”*

Erregaiak erretzean, zementua egitean eta metalen industrian kadmioa airera eta uretara isurtzen da. Fosfato-ongarriak erabiltzean, aldiz, lurra eta urak poluitzen dira. Dena den, produktu batek, edozeinek, zabortegean edo errauskailu batean amaitzen badu ere, kadmio hori isuri egingo da azkenean, eta inguruko lurra eta urak poluituko ditu.

Biziarentzat onurarik ez

Eta kadmioa, biologikoki, ez dugu ezertarako behar bizidunok. Kadmioa erabilgarri zaion bizidun bakar baten kasua ezagutzen da. Dirudenez, diatomea batzuek, bizi diren ingurunean zinka oso urria izanik, ordezkotako gisa kadmioa erabiltzen dute. Baina gainerako bizidunentzat toxikoa da kadmioa.

Gizakion eta beste animalia askoren kasuan, kadmioa metatu egiten da gorputzean; gibelean eta giltzurrunetan, batez ere. Hala, giltzurrunetan kalteak eragin ditzake kadmioaren metaketak, eta hainbat molekularen birxurgaketa murriztu, esaterako, proteinena, glukosarena eta aminoazidoena.

Bestalde, hezurrentzat ere kaltegarria da, kaltzioaren metabolismoan eragiten baitu. Hala, hezurra bigundu egiten dira (osteomalazia), masa galtzen dute eta ahuldu egiten dira (osteoporosia). Horrek bizkarreko eta artikulazioetako mina eragiten du, eta hezurra hausteko arriskua handitzen du.

Gainera, Minbizia Ikertzeko Nazioarteko Agentziak (IARC) gizakiontzat kartzinogeno gisa sailkatzen du, eta hainbat ikerketak biriketako minbiziarekin eta beste hainbatekin lotzen dute. Badirudi, mutazio genetikoak eragiteaz gain, mutazio horiek konpontzeko sistema ere blokeatzen duela.



ARTXIBOKOA

Urtero 2.000 tona kadmio botatzen dira zaborretara, piletan.

Kadmioarekin 'aberastutako' barazkiak

Gaur egun, populazioaren zati handienarentzat, kadmio-iturri nagusia elikagaiak dira. Izan ere, fosfato-ongarriak asko erabiltzen dira nekazaritzan, eta kadmioz kutsatzen dira, bai lurrak, bai eta barazkiak ere. Dena den, oro har, ez da kezkatzeko modukoa jakiekin irensten den kadmio-kantitatea. Egun, 10-25 µg kadmio hartzen ditugu egunean, batez beste, eta 60-70 µg/egun onar ditzakegu Munduko Osasun Erakundearen arabera.

Erretzaileen kasuan, ordea, tabakoak bikoiztu egin dezake hartutako kadmio-kantitatea. Izan ere, nahiz eta tabakoak ez duen, berez, beste landareek baino kadmio gehiago, digestio-aparatuan baino askoz ere gehiago xurgatzen da biriketan. Hainbat ikerketaren arabera, arnastutako kadmioaren % 50 xurga daiteke biriketan, eta elikagaien bidez hartzen dugun kadmioaren kasuan, aldiz, % 5 baino ez da izaten, normalean.

Bestalde, kadmioa duten produktuekin lan egiten duten langileek ere kontu gehiago izan behar dute, eta behar bezala babestuta lan egin. Kadmioa isurtzen duten industrietatik gertu ere arriskua handiagoa izan daiteke. Edo-



Tabakoak bikoiztu egin dezake hartutako kadmio-kantitatea.

nola ere, nahiz eta 1950eko eta 1960ko hamarkadetan industriak kadmio dezente isurtzen zuen, geroztik neurriak hartu dira, eta asko murriztu dira isuriak.

“kadmio-iturri nagusia elikagaiak dira, baina, oro har, ez da kezkatzeko modukoa jakiekin irensten den kantitatea”

Hainbat gobernu ari dira kadmioaren poluzioari aurre egiteko neurriak hartzen. Europako Batasunak, adibidez, kadmioaren erabilera murrizteko hainbat araudi ditu indarrean. 2002an bateria eta pilen zuzentaraua atera zuen, eta horren bidez arautu zuen pilek ezin dutela beren pisuaren % 0,002 baino kadmio gehiago izan, eta erabilitako pilak eta bateriak bildu eta birziklatu egin behar direla. Araudi horien ondorioz, mugarik jartzen ez duten herrialdeetara mugitu ziren ekoizle asko, Txinara eta Japoniara, batez ere. 2004an, adibidez, Txinan bakarrik, 800 milioi pila ekoizti zituzten, aurreko urtean baino % 20 gehiago. Mundu mailan ere, pilen kontsumoak gora egin du etengabe azken 15 urteetan.

Eta pilak bakarrik ez, kadmioa ere gero eta gehiago ekoizten da munduan —Txina eta Japonia dira ekoizlerik garrantzitsuenak—. 2005ean 19.400 tona kadmio ekoizti ziren, 2004an baino 700 tona gehiago.

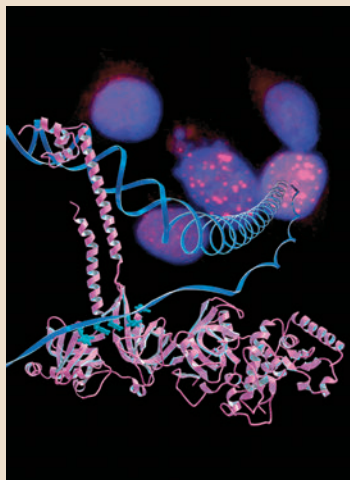
Gainera, ez da ahaztu behar kadmioa albo-produktu bat dela beste metal batzuen ustiatetan. Eta beste metal horiek erauzten diren heinean kadmioa ere erauziko dela. Kadmio hori ezertarako erabiliko ez balitz, hondakina izango litzateke, eta oso hondakin kutsatzailea. Beraz, irtenbideren bat eman behar zaio. ➔

DNAREN konponketa-sistema galaraziz

Toxina askok minbizia eragiten dute, mutazio genetikoak eragiten dituztelako. Kadmioak, aldiz, mutazioak eragin bai, baina, gainera, ikerketa baten arabera, mutazio horiek konpontzeko sistema blokeatzen du.

Zelulek DNA bikoizten dute, ugaltzeko. Bikoizketa hori egitean, ohikoa da akatsak egitea, baina akats horiek konpontzeko sistema eraginkor bat dago. Akats horiek konponduko ez balira, mutazioak zelulekin batera ugalduko lirateke, eta horrek minbizia eragin dezake.

Thomas Kunkel genetikariak eta haren kideek kadmio kloruroarekin tratatu zituzten giza zelulak, eta ikusi zuten berezko akatsen % 28 ez zirela konpontzen. Gainera, ikusi zuten konponketa hori inhibitzeko behar zen kadmio-kantitatea oso txikia zela.



SCIENCE

Suarekin erre gabe

Kadmioa erabiltzeak ez du esan nahi, nahi eta nahi ez, kutsatu egin behar denik. Dena ez da zuri edo beltz, eta kadmioak oso kolore biziak eskain ditzake; galdetu bestela Van Gogh-i.

*“zelula
fotovoltaikoetan
kadmioa
harrapaturik dago,
modu seguruan,
eta gero guztiz
birziklagarria da”*

Argi dago kadmioak kalte handia eragin dezakeela, eta arriskutsua dela. Baina ondo erabiltzea ere posible da. Inor ez da kutsatzen NiCd pilak erabiltzeagatik, eta, pila horiek bilduz gero, birziklagarriak dira. Gainera, berriz kargatzekoak direnez, egin kontu erabilerak bakarreko zenbat pila ordezkadaitezkeen. Pila horiek zabortegean amaitzen dutenean sortzen da arazoa. Eta, tamalez, 2.000 tona kadmio botatzen dira urtero zaborretara, piletan.

Zaborretara botatako 2.000 tona kadmio horiekin, 30 mila milioi watt lor daitezke —15 bat zentral nuklearretan

Itai-itai

Itai-itai gaixotasun bat da, kadmioak eragiten duen eritasun bat. XX. mendean hasieran Japoniako Toyama prefekturan kadmioarekin jende ugari pozoitu zenean agertu zen, lehenengoz. Izena, bizkar-hezurreko eta artikulazioetako oinazeek eragindako min-oihu japoniarretik dator.

Toyamako Kamioka mehatzetatik zilarra, beruna, kobrea eta zinka erauzten zituzten. Lehenengo Mundu Gerran zehar, munduko meatzerik garrantzitsuenetako bat izan zen, eta, Bigarren Mundu Gerraren aurretik, areagotu egin zen mehatze horien ustia-pena. Jarduera horren ondorioz, kadmio ugari isuri zen Jinzu ibaira.

Jinzu ibaia arroz-sailak ureztatzeko erabiltzen zuten batez ere, baina baita edateko ura lortzeko, garbitzeko eta arrantzarako ere. Kadmioa arrozean eta arrainetan pilatu zen, eta gero elikagai horiek jaten zituzten pertsonetan. 1912an agertu zen lehenengoz gaixotasuna. Hortik aurrera, gero eta jende gehiago hasi zen gaixotzen. Hezurrak bigundu egiten zitzaizkien, eta giltzurrunek huts egiten zieten.

Hasieran, eskualde horretako gaixotasunen bat zela pentsatu zuten, edo bakterioen batek eragingo zuela. 1940ko hamarkadaren bukaeran gaixotasuna zerk eragin zezakeen ikertzen hasi ziren. Lehenengo hipotesia izan zen berunez pozoitu zirela —meategietatik beruna erauzten zutelako—, baina, azkenean, kadmioa izan zela ondorioztatu zuten. Ofizialki, 184 biktima onartu zituzten.



adina—, zelula fotovoltaikoetan. Zelula horietan, kadmioa harrapaturik dago, modu seguruan, 20-30 bat urterako. Eta, gero, guztiz birziklagarria da kadmio hori. Urte horietan zehar, elektrizitatea lor daiteke modu garbian. Gogoan izan, gainera, eguzki-energiatzat lortutako elektrizitate hori NiCd bateriadun ibilgailu elektrikoak elikatzeko

erabiltzen dela. Ibilgailu horiek ez dute erregairik erreko. Zenbat kadmio isurtzea saihestu ote liteke horrela?

Tira, badirudi, azken finean, ondo erabiliz gero, gutxiago kutsatzen ere lagundu dezakeela kadmioak. Kutsatu edo ez kutsatu gure esku dagoela, horra hor koska.



● ZIENTZIA
● IRAKURLE
● ORORENTZAT

Euskal Herriko Unibertsitateko Euskara Zerbitzuak duela hiru urte abian jarritako ekimena da ZIO (Zientzia Irakurle Orentzat). Bizkaiko Foru Aldundiaren babesarekin duen bilduma honen xedea ezagutza edonoren esku jartzea da, liburu interesgarriak, entretenigarriak eta kalitatezkoak eskainiz. Oraingoz, bost dira bilduma osatzen duten lanak. Zientziara hurbiltzeko tresna fresko eta erabilgarriak ZIOk dakartzanak.

gure
arteak
euskaraz

Universidad
del País Vasco



Euskal Herriko
Unibertsitatea

BFA
DFB

Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Bizkaia





:: Andoaingo Zine eta Bideo Eskola ::



2007/2008 IKASTURTEA — IKASLEEN ONARPENA

Goi eta Erdi Mailako TITULAZIO OFIZIALA

Heziketa Zikloak

ALDEZ AURREKO
IZEN — EMATEA

ERDI-MAILAKO PRESTAKUNTZA ZIKLOAK

 IRUDI-LABORATEGIAN Erdi Mailako Teknikaria **A Eredua**

GOI-MAILAKO PRESTAKUNTZA ZIKLOAK

-  ERREALIZAZIOAN Goi Mailako Teknikaria **A/D Eredua (EUSKARAZ)**
-  PRODUKZIOAN Goi Mailako Teknikaria **A Eredua**
-  SOINUAN Goi Mailako Teknikaria **A Eredua**
-  IRUDIAN Goi Mailako Teknikaria **A Eredua**

Eskabideak eta dokumentazioa
aurkezteko:

Ekainaren 1etik 7ra

Informa zaitez
943 59 41 90
www.escivi.com
 **secretaria@escivi.com**

:: Andoaingo Zine eta Bideo Eskola ::

Ama Kandida, 21. 20140 Andoain. Tel 943 594190
Idazkaritza ordutegia 8etatik 16etara



Iraganaren berri

Kortabitarte Egiguren, Irati

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Dinosauroen, sugeen, dortoken eta krokodiloen aztarnak aurkitzeko, ez dago urrutira joan beharrik. Euskal Herrian bertan aztarnategi aski garrantzitsuak eta ornodun fosiletan aberatsak daude.

EHUko ESTRATIGRAFIA ETA PALEONTOLOGIA SAILEKO ORNODUNEN PALEONTOLOGIA TALDEA Euskokantauriar Arroko eta Hego Piriniar Arroko Kuaternario aurreko ornodunen erregistro fosila ikertzen ari da. Goi Kretazeoko eta Erdi Miozenoko, hau da, gutxi gorabehera orain dela 80-15 milioi urteko, fosilak aztertzen dituzte, bereziki, narrastien eta ugaztunen fosilak.

Ikerketaren helburu nagusiak hiru dira. Batetik, talde horien iraganeko biodibertsitatea ezagutzea. Alegia, horien paleobiodibertsitatea ezagutzea. Zehazki, EHUko ikertzaileek ikusi dute Zandranako (Araba) nahiz Lañoko (Trebiñoko konterria) aztarnategiek, esaterako, iraganeko biziaren informazio ugari ematen dutela. Bigarrenik, ondare geologikoa zein paleontologikoa ere kontuan hartzea nahi du lan-talde horrek.



EHU

Eta, hirugarrenik, hainbat formazio geologikoren adina zehaztu nahi dute. Izan ere, zenbait ugaztunen mikrofossilak dataziorako elementu aproposak dira.

Horretarako, lehendabizi paleontologia-indusketak egiten dituzte aztarnategietan. Fosilak zenbait esku-tresnaren laguntzaz ateratzen dituzte, eta, ondoren, laborategian garbitu, zaharberitu eta bereizketa orokor bat egiten dute. Laborategirako bidea seguru egiteko, hezur handi eta hauskorren fosilak igeltsu bustiarekin babesten dituzte. Horrez gain, indusketetan pilatutako sedimentua zakuetan sartzen dute, eta bahe berezien laguntzaz garbitu egiten dute, gero, laborategian,

mikrofossilak sedimentu-aleetatik bereizteko.

Jarraian, ohiko ikerketa-paleontologikoa egiten dute —alegia, fosil horiek zein espezieri edo generori dagozkien aztertzen dute— edo azterketa geokimikoa egiten dute, zer nahi den. Jasotako fosilak sedimentatu diren leku horretakoak bertakoak diren edo beste nonbait sortu eta hara eraman diren jakiteko balio dute azterketa geokimikoek. Halaber, karbono-isotopoen arteko erlazioak ornodun fosil horien elikadurari buruzko informazioa ematen du. Oxigeno-isotopoen arteko erlazioak, berriz, paleotemperaturren berri ematen du. Dena den, kontu handiz ibili behar da. Izan ere, fosilizazio-



Proiektua

Proiektuaren laburpena

Mendebaldeko Pirinioetako (Euskokantauriar Arroa eta hego-mendebaldeko Pirinioak) Kretazeoko eta Tertiarioko ornodun fosilen, bereziki narrastien eta ugaztunen, erregistro fosila: paleodibertsitatearen eta paleobiologiaren azterketa, ingurune paleologikoaren berreraikitzea, aplikazio bioestratigrafikoa eta ondarearen balorazioa.

Zuzendaria

Humberto Astibia eta Xabier Pereda-Suberbiola.

Lantaldea

H. Astibia, A. Badiola, A. Berreteaga eta X. Pereda-Suberbiola.

Saila

Estratigrafia eta Paleontologia.

Fakultatea

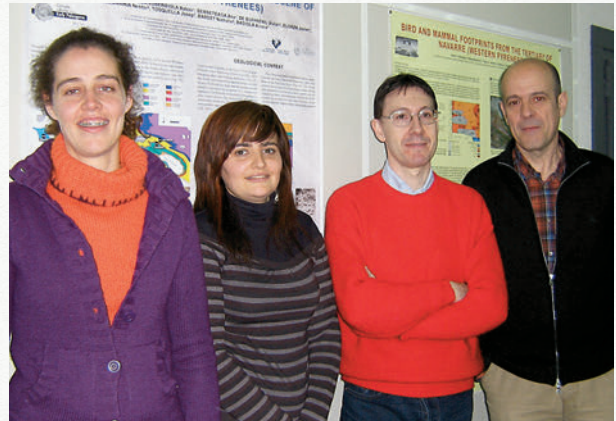
Zientzia eta Teknologia.

Finantziazioa

Eusko Jaurlaritza-EHU eta Hezkuntza eta Zientzia Ministerioa.



Taldea



Ezkerretik hasita, Ana Berreteaga, Aina Badiola, Xabier Pereda-Suberbiola eta Humberto Astibia.

I. KORTABARTTE

prozesuek erlazio isotopikoak asaldatzen dituzte, eta, maiz, isotopoen arteko erlazioa asaldatuta badago, asaldura hori zerk eragin duen aztertu behar izaten dute paleontologok.

Azken finean, ikerketa paleontologikoetatik nahiz geokimikoetatik lortutako datu horiekin guztiekin, fosilak sedimentatu zirenetik jaso diren arte izan duten bilakaera ezagutu daiteke.

Laño eta Zanbrana, altxor preziatuak

Datu guztiak bilduta, emaitza interesgarriak lortu dituzte EHUKo paleontologok. Esaterako, Laño Kretazeo bukaerako ornodun fosilen Europako

“Lañoko
aztarnategian
makrofosil adina
mikrofosil aurkitu
dituzte; eta benetan
bitxia da hori”

aztarnategi aberatsenetariko bat dela ikusi dute, hango dibertsitate taxonomikoak erakutsi bezala. 40 ornodun fosil aurkitu dituzte gutxi gorabehera, eta horietatik 9 espezie berriak dira: *Madtsia laurasiae* eta *Herensugea*

caristiorum sugeak, *Dortoka vasconica*, *Polysternon atlanticum* eta *Solemys vermiculata* dortokak, *Musturzabalsuchus buffetauti* eta *Acynodon iberoccitanus* krokodiloak, *Lirainosaurus astibiae* dinosauro sauropodoa eta *Lainodon orueetxebarriai* ugaztun euterioa. Zenbait genero Lañon bakarrik aurkitu dituzte, *Herensugea*, *Lirainosaurus* eta *Lainodon*, hain zuzen.

Gainera, aztarnategi horrek badu berezitasun bat: makrofosil adina mikrofosil aurkitu dituzte. Eta benetan bitxia da hori. Izan ere, Mesozoikoko dinosauroen aztarnategi gehienetan, tamaina handiko fosilak soilik aurkitzen dituzte.

Zanbranan, berriz, duela 37 milioi urteko anfibio, narrasti eta ugaztun fosilak aurkitu dituzte. Azken horien artean, gainera, 21 taxon deskribatu dituzte, horietako zenbait berriak.

Urteetako lanaren ostean jaso dute uza, baina aztarnategi garrantzitsu horiek eta beste hainbatek sekretu asko gordetzen dituzte oraindik barrenean. Etorkizuneko ikerketekin argituko direla uste dute EHUKo ikertzaileek. 

Dinosauro baten hezurren fosilei igeltsua jartzen, Lañoko aztarnategian.



EHU

Ilargiaren efemerideak

- 1** 01:04an, Ilbetea.
11:19an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin $5^{\circ} 41'$ -ra.
- 2** Jupiterren eta Antares izarraren alboan ikus daiteke, hego-mendebaldeko horizontean.
- 6** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -5,69^{\circ}$). Litekeena da Cordilleras eta Rook mendiak ere ikusgai egotea hego-mendebaldeko koadrantean.
- 7** 02:44an, Aquariuseko 33 izarra, 4,3 magnitudekoa, ezkutatuko du.
- 8** 00:34an, goranzko nodora pasatuko da.
11:44an, Ilbehera.
- 12** 16:40an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena).
- 13** Eguzkia atera baino ordubete lehenago, Ilbeheraren segmentu fin bat ikus daiteke Pleiadeetatik gertu.
- 15** 03:14an, Ilberria.
- 18** Gehienezko librazioa longitudean ($l = 6,33^{\circ}$). Ekialdeko linboko itsasoak ikus daitezke: Marginal, Smyth.
15:06an, Artizarrarekin konjuntzio geozentrikoan izango da, eta planeta ezkutatuko du.
- 19** 08:04an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin $0^{\circ} 21'$ -ra.
- 22** 13:16an, Ilgora.
- 24** 14:15ean, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena).
- 28** Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,63^{\circ}$). Eremurik iparraldekoena ikus daiteke:
12:09an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin $5^{\circ} 41'$ -ra.
- 30** 13:49an, Ilbetea.

Beste efemeride batzuk

- 1** Ostirala. Eguedian, 2.454.253. egun juliotarra hasiko da.
- 7** Gure latitudean, ekainaren 7tik 22ra argitzen du egunak goizena, 04:31 aldera.
- 13** 12:00etan, denboraren ekuazioa zero izango da.
- 21** Ekaineko solstizioa 18:06an, Eguzkiaren aurtengo deklinazio boreal maximoa: $+23^{\circ} 26' 26''$. Lurreko ekuatoretik iparralderanzko punturik urrunenera iritsiko da Eguzkia. Uda, egungo urtarorik luzeena, hasiko da: 93,65 egun.

Astrologiaren arabera, Eguzkia Cancerren sartuko da (90°).

- 22** Eguzkia Geminin sartuko da ($90,26^{\circ}$).
"Eguzkia... sartuko da" adierazpena ez da hitzez hitz hartu behar. Eguzkia ez da konstelazio batetik bestera joaten, baina, Lurra bere izarraren inguruan etengabe mugitzen denez, iruditzen zaigu zodiakoko konstelazioen aurrean dagoena desplazatu egiten dela.
- 23** Gure latitudean, ekainaren 23tik uztailearen 2ra izaten dira urteko ilunabarrik berantena. 19:33 aldera sartzen da Eguzkia.
- 27** Bootida izeneko izar iheskorren maximoa. Ekainaren 22tik uztailearen 2ra izango dira aktibo, 7P Pons-Winnecke kometa periodikoari lotuta.

ekaina						2007	
A	A	A	O	O	L	I	
					1	2	3
4	5	6	7	8	9	10	
11	12	13	14	15	16	17	
18	19	20	21	22	23	24	
25	26	27	28	29	30		



Planetak

Ikusgaiak

Goizez, Marte.
Arratsalde, Merkurio, Artizarra eta Saturno.
Gauetz, Jupiter.

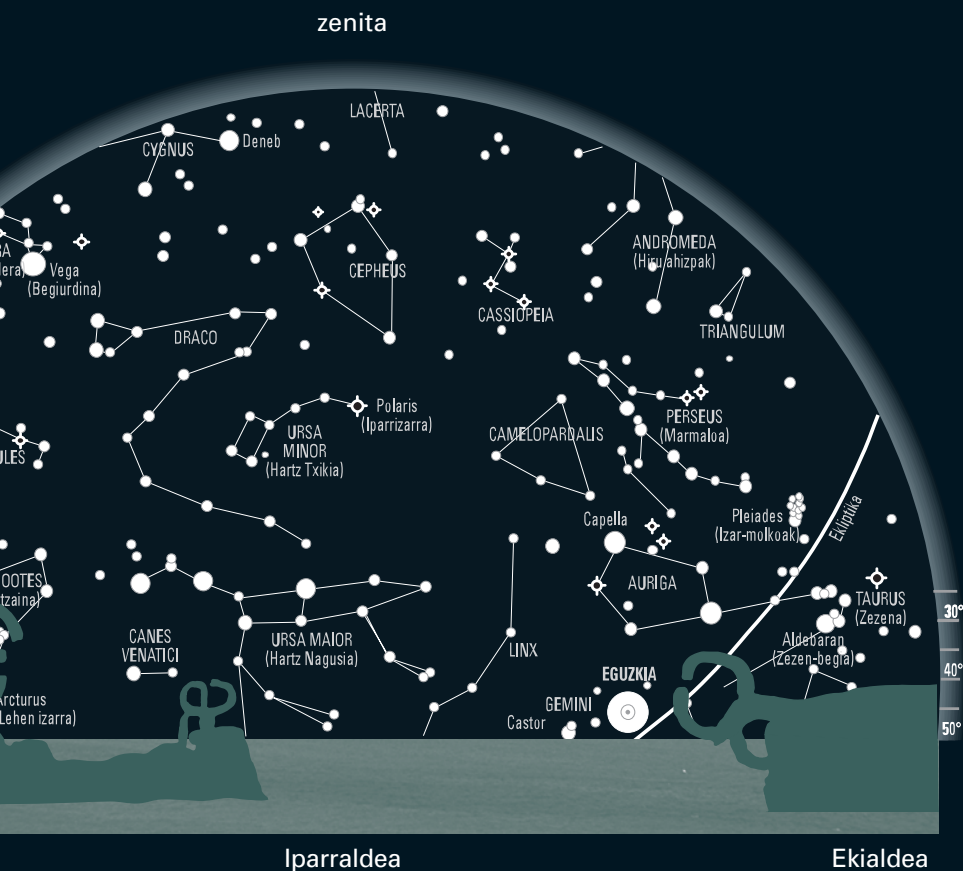
Merkurio

Hilaren 2an izango da elongaziorik handienean Eguzkitik ekialdera ($23^{\circ} 22'$). Ilunabarrean behatu ahal izango da, Eguzkia sartu eta ordubetera, mendebalde ipar-mendebalde horizontetik gora, hamar gradu baino gutxiagora. Ez du ohiz kanpoko distirarik, eta, hilaren hasieran 0,6ko magnitudea izango duen arren, oso azkar galduko du intentsitatea. Hilaren 28an, Eguzkiarekin beheko konjuntzioan izango da. 6 h-ko igoera zuzena. $+25^{\circ}$ eta $+19^{\circ}$ bitarteko deklinazioa. Hil osoan Geminin izango da. Magnitudea 0,6tik 4,9ra handituko zaio hilean zehar.

Artizarra

Hilaren 9an izango da elongaziorik handienean Eguzkitik ekialdera ($45^{\circ} 23'$). Ilunabarretik gau bete-betara arte ikusi ahal izango da. Eguzkia baino hiru ordu geroago sartuko da, eta ikaragarritzko distira izango du; -4,4ko magnitudea izango du hilaren bukaeran. Gero eta altuera txikiagoa izango du, ordea, mendebalde ipar-mendebalde horizontearekiko, Ekliptikaren inklinazio azkarra dela eta. 8 h eta 9 h bitarteko igoera zuzena. $+23^{\circ}$ eta $+15^{\circ}$ bitarteko deklinazioa. Geminin hasiko du hila, Cancrerra igaroko da gero, eta Leon amaituko du. Artizarraren magnitudeak behera egingo du pixka bat, -4,3tik -4,4ra. Hilaren 18an, 15:06an, Ilargiarekiko konjuntzio geozentrikoan izango da, eta, horregatik, planeta ezkutuan geratuko da. Dena, den, ordu horretan izanik, tresna bat beharko da ikusteko.

2007ko ekainaren 15eko egunsentiko zerua



Behatzeko proposamena

IZAR ALDAKOR EZ-ZEFEIDAK

Lyra konstelazioan —ia zenitean izango da gauerdian—, Beta Shelyak izarra beha dezakegu. Izar aldakor eklipsatua da, eta haren magnitudea 3,3tik 4,3ra aldatzen da 12,941 egunean behin. 5. egunean izaten da minimoa. Ohiz kanpoko distirarik ez badu ere, haren aldaketak erraz ikusten dira begi hutsez, konstelazio bereko beste izarrekin konparatuz. Egia esan, Shelyak bi izarrek osatzen dute; sistema bitar bat da. Hau da, bi izar horiek bata bestearekiko biratzen dira beren masa-zentroaren inguruan. Gugandik 880 argi-urtera baino gehiagora daude, eta Eguzkiak baino 2.000 aldiz argi gehiago igortzen dute. Bietako handiena erraldoi urdin bat da, eta haren azaleko temperatura 13.000 gradutik gorakoa da. Bestea txixixeagoa da, eta 8.000 gradu inguruko temperatura du. Astro horiek bata bestearen aurretik igarotzen dira aldizka, eta horrek eragiten ditu ikusten ditugun aldaketa horiek. Handienak erabat eklipsatzen du bestea, eta, horregatik, magnitudea minimoa izaten da 5. egunean (4,3). Txikiak partzialki baino ez du eklipsatzen bestea, eta bigarren magnitude minimo bat (3,8koa) eragiten du horrek lehenetik 6,5 egunera. Biak gure ikuseremuan daudenean gertatzen da 3,3ko maximoa.

Marte

Hilaren hasieran, Eguzkia baino bi ordu lehenago aterako da, eta gero eta alde handiagoa izango dute. Behatzeko kondizioak gero eta hobeak izango dira. 1 h eta 2 h bitarteko igoera zuzena. +05° eta +09° bitarteko deklinazioa. Piscisen igaroko du hil osoa, baina Ariesera aldatuko da bukaeran. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, 0,8tik 0,7ra. Hilaren 10ean, egunsentia baino lehentxeago, Ilbeheraren ondoan ikusi ahal izango da.

Jupiter

Hilaren 5ean, Eguzkia, Lurra eta Jupiter lerrotatuta egongo dira. Planeta erraldoia oposizioan izango da. Eguzkia sartzean aterako da, eta gau osoan izango da gurekin. -2,6ko magnitudea izango du. Nolanahi ere, behatzeko kondizioak ez dira onenak izango, Ophiuchus konstelaziotik hegoaldera izango baita, horizontetik 20 gradura baino ez. 17 h-ko igoera zuzena.

-22°-ko deklinazioa. Ophiuchusen izango da ia hil osoan. Haren magnitudeak gora egingo du pixka bat, -2,6tik -2,5era. Hilaren 1ean, Ilbetearen ondoan ikusi ahal izango da, baita hilaren 28an ere. Hilaren 3an, gaueko lehen orduetan, Io, Europa, Ganimes eta Kalisto sateliteak ikusi ahal izango dira planetatik mendebaldera, ordena horretan lerrotatuta. Hilaren 17an, ilargi galileoar guztiak ikusi ahal izango dira planetatik mendebaldera. Kalisto oso urrun izango da; beste hirurak, elkarrekin eta gertu. Hilaren 22an ere ikusi ahal izango dira denak, planetatik ekialdera.

Saturno

Leoren buruaren azpian izango da. Eguzkia baino lau ordu eta erdi geroago sartuko da hilaren hasieran, eta bi ordu geroago bakarrik hilaren 30ean. Ondorioz, behatzeko denbora oso azkar murrizten joango da. 9 h-ko igoera zuzena.

+16° eta +15° bitarteko deklinazioa.

1,1eko magnitudea izango du. Hilaren 8an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera. Hilaren 16an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera. Hilaren 24an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Urano

23 h-ko igoera zuzena. -05°-ko deklinazioa. Aquariusen izango da hil osoan, eta 5,9 eta 5,8 bitarteko magnitudea izango du.

Neptuno

21 h-ko igoera zuzena. Deklinazioa -14tik -16ra aldatuko zaio. Capricornusen izango da, eta 7,9ko magnitudea izango du.

*Gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeko.

Herri Irratia-Loyola Media

asked , plurala , elebiduna



El Kiosko

astelehenerik ostiralera
7:00etatik 9:00tara

David Yurre



La 5ª Columna

astelehenerik ostiralera
7:25etan, 14:25etan eta 20:45etan



Rafa Díez



Xabier Arzalluz



Iñaki Anasagasti

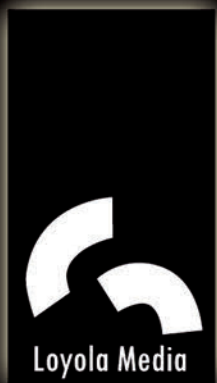


Alfredo Urdaci

La Porrusalda

astelehenerik ostiralera
10:00etatik 12:00tara

Iñaki de Mujika



Herri Irratia Donostia

Herri Irratia Loiola

Herri Irratia Eibar

Loyola Media Bilbao

Radio Álava

94.8 Fm
122.4 Om

99.8 Fm

90.7 Fm

93.5 Fm

98.0 Fm

web orria:

Loyola Media  com

magazine digitala:



Herri Irratiko *Lagunen Txokoa*

EGIN ZAITEZ HARPIDEDUN!

Astero sari eta opari garrantzitsuak irabaz ditzakezu
Orain, harpidetu ezkerre, Herri Irratia eta Ternuaren artean
egindako xira zoragarri bat emango dizugu!

Informazio gehiagorako: Tel. 649 370 888 edo txokoa@herri-irratia.com



Kao-Sumendiko sekretua eta Fisika jostagarri

Solabarrieta Arrizabalaga, Danel
Elhuyar Edizioak

Elhuyar Fundazioak aisialdiko bi produktu kaleratu berri ditu gazteentzat. Punta-puntako abenturako bideo-jokoa da bat, eta guztion eskura dauden osagaiekin egin daitezkeen esperimentuen liburua, bestea.

KAO-Sumendiko sekretua bideo-jokoa

Bideo-jokoek gazteen artean duten arrakasta ikusirik, Elhuyar Fundazioak euskarazko bideo-jokoen aukera zabaldu nahi du itzulpen berri honekin, gazteek aisialdian euskarazko eta kalitateko produktuekin jolasteko aukera izan dezaten. Sumendiko sekretuaren jokoan, Kao protagonistak hainbat abentura biziko ditu, eta, aurrera egiteko, bere lagun pelikanoen laguntza izango du.

Jokoaren ezaugarri nagusia eta erakargarriena da jokatzeko modu ugari dituela. Era askotako misioak izango ditu jokalaria, erdietsi beharreko helburuei eta horretarako behar diren trebetasunei dagokienez. Esaterako, arrastaka doazen sustraiak saihestu beharko ditu, hegazkinekin batailatu, puzzleak osatu, errealitate birtualaren simulagailuetan irudikatutako lasterketak egin, adimen artifizialdun etsaiekin borrokatu...



Horrez gain, jokalaria askatasun osoz mugitu ahal izango da maila batetik bestera, eta hobekien ateratzen zaizkion misioak erraz-erraz errepikatu ahal izango ditu, nahi adina aldiz.

Fisika jostagarri, asmakizun zirrarragarriak

Uda honetarako bigarren aukera ez da edonolako liburua. Eduardo de Campos Valadares brasildarraren *Física mais que divertida* liburuaren itzulpena prestatu du Elhuyar Fundazioak. Bai bakarrik eta bai taldean egiteko esperimentuen bilduma bat da. Helburua da fisikako gertakariak haurrei helaraztea, zientzia transmititzeko hizkera egoki batean. Hala, material eskuragarri eta merkeetatik abiatuta, fisikaren, eta, oro har, zientzien jakintzan sar gaitezke. *Papezko zerra, Ur-suziriak, Aldatz gora dabilen gorpila, eta Globoak erre eztanda eginarazi gabe dira* esperimentuetako



batzuk. Esperimentuak oso era ulergarrian azaltzen ditu liburuak, eta horiek egiteko behar diren osagaien eta hartu behar diren segurtasun neurrien berri ere ematen du, betiere edukien zorrotasuna gutxietsi gabe.

Fisika jostagarri liburuiko saiakuntzak bost zati nagusitan banatuta daude: *Mekanika dibertigarria; Argiarekin jolasean: Optika; Atomoen mundua eta gure mundua: Hotza, beroa eta burbuila erraldoiak; Soinuekin jolasean: Akustika; eta Esperimentu elektrizatzaileak: Elektrizitatea eta magnetismoa*. Esperimentuak eta prototipoak elkarrekin konektatzen dituzten hainbat lotura daude, zientzien inguruko ikuspegi berritzaileekin bat eginez, fisika ohiko eremuetan banatzeko joera artifiziala gainditu eta zientzien barruko mugak ezabatzeke asmoarekin. □

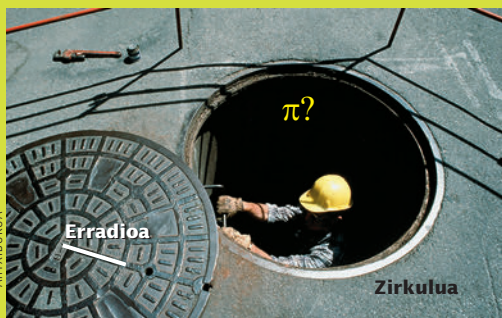
jakin-mina asetzen

Pi, azkenik gabeko zenbakia

Jende gehienak ezagutzen du eta eskola-garaiak gogoratzeko dizkio bati baino gehiagori. Izan ere, eskolan ikasten da pi zirkunferentzia baten perimetroaren eta diametroaren arteko erlazioa ezartzen duen konstantea dela; hain zuzen ere, perimetroaren eta diametroaren arteko zatidura da. Hortaz, zirkuluaren tamaina dena dela, perimetroaren eta diametroaren zatidura bera da beti: pi konstantea.

Eskolako ariketetan erabiltzeko, pi 3,14 dela ikasten da, 3,1416, gehiago zehaztu nahi izatera. Halakoetarako oso hurbilketa ona da, baina pi zenbakiak ez dauka azkenik, hamartarren segida amaigabea da.

Gizon-emakumeek aspaldi antzeman zioten konstante hari. Historian oso atzera joanda, Biblian, 3 zenbakia aipatzen da, zeharka bada ere. Mesopotamiako matematikariek konstante hari balio jakin bat eman zioten: 3 1/8. Arkimedes are gehiago gerturatu zen konstantearen benetako baliora: haren esanean, 3 10/71-en eta 3 1/7-en artean zegoen. Hori dela eta, Arkimedesen konstante deitu izan zioten.



Arkimedesez konstantearen baliora hurbiltzeko erabili zuen metodoaren oinarria zirkunferentzia baten barnean eta kanpoan alde-kopuru bereko bi poligono gainezartzean zetzan. Hurbilketa bat egiten zuen; izan ere, poligonoaren alde-kopurua handitu ahala, bi poligonoen perimetroak hurbilago daude, zirkunferentziaren perimetroa gehiago hurbiltzen dira, hain justu. Bada, metodo hori erabiliz, Arkimedesen ondotik matematikari asko ahalegindu ziren konstantearen balio zehatzera hurbiltzen. Batek baino gehiagok bizitzaren zati handi bat eman zuen kalkulu horiek egiten.

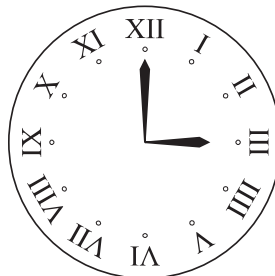
Tabeke japoniarra, esaterako, zirkunferentziaren inguruko poligonoaren aldeak gehituz eta gehituz, mila eta hogeita lau aldeko poligonora iritsi zen; eta, halako lana hartu eta gero, pi zenbakiaren berrogeita bat hamartar kalkulatu zituen. XVIII. mendean izan zen hori, eta mende horretan jaso zuen, hain zuzen ere, halako lilura sortzen zuen zenbaki hark pi izena. 1706an William Jones matematikariak izen horrekin bataiatu zuen, eta Leonard Euler-ek eman zion zabalkundea.

Zure jakin-mina ase nahi baduzu, bidali zure galdera(k) aldizkaria@elhuyar.com-era edo helbide honetara:

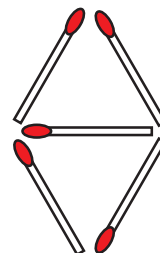
Elhuyar Fundazioa
Zientziaren Komunikazioa
Zelai Haundi, 3. Osinalde industrialdea
20170 Usurbil.

Nahaste-borrastea P. Angulo

15. Beste erloju bat puskatu zaigu; orain, zenbaki erromatarrik dituen erloju zaharra. Pitzadura batzuek erlojuaren esfera lau zatitan banatzen dute; lau zatietako zenbakien baturak 20 dira. Nondik nora doaz pitzadurak? (Hiru pitzadura dira).



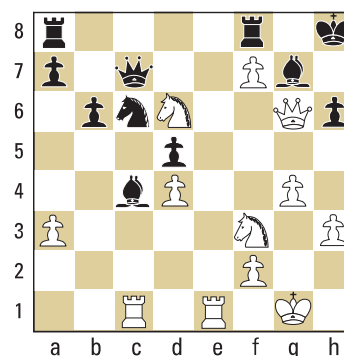
16. Asmatu nahi duzu zure lagun baten adina? Esan iezaiozu pentsa dezala zein zenbaki erabiltzen duen oinetan; zenbaki hori bider 2 eta gero gehi 5 egin dezala; e-maila bider 50 egin dezala; ondoren, e-maila gehi 1757 egin dezala; azkenik, e-maila ken jaiotze-urtea egin dezala. E-maila horren azkeneko bi zifrek adieraziko dute haren adina.
17. Hiru pospolo kenduz eta bi erantsiz, bi triangelu ekilatero lortuko dituzu.



Xake-ariketa M. Zubia

Zurien txanda da, eta irabazi egingo dute

Krasenkow-Spoelman partidan (2007), zuriak oso ondo kokatuta daude, eta irabazteko moduan daude konbinazio xume bat eginez gero. Nola?



emaitzak

Kontrapasa
Energia hidroelektrikoak garbia izatearen ospea du, ez baitu erregai fosilirik erabiltzen edo atmosferara kerik botatzen. Gainera, lanpostu batzuk sortzen ditu...
Miguel Mari Elosegi Iurtia
Xake-ariketa
1.g5f! Ad3 2.Zf5 Axg5 3.gxh5 (1:0). Izan ere, ez dago materialik ihes egiterik. Baldin 3...hxg5 4.Dh5+, eta matea hurrengoan.
Notazioa:
p (peioa)
g (gazelua)
z (zalduna)
a (alfila)
d (dama)
e (erregoa)
ii (lokalidi erabakitzailea)
+ (kakea)
(kake matea)
x (jan)
= (piza-trukea, peioa)
amaierara iristitakoa

Kontrapasa E. Arrojeria

Migel Mari Elozegi Irurtiaren “Ubideetako heriotzak. Energia ‘berdearen’ ondorio beltza” izenburuko artikulua pasarte bat lortuko duzu kontrapasa amaitzen duzunean (*Elhuyar Zientzia eta Teknika*, 230, 2007).

- A** Ahotsa transmititzeko telekomunikazio-sistema.
- B** Aire-nabigazioa aztertzen duen zientzia.
- C** Airean baino astunagoa den aire-ibilgailua.
- D** Bromoaren ikurra.
- E** Dezibelaren ikurra.
- F** Diru xehea.
- G** Enbor edo adar baten eta, oro har, zuraren begia.
- H** Erreakzio-motorra; motor-mota hau duen hegazkina.
- I** Gasen higidura aztertzen duen mekanikaren zatia.
- J** Gizakiak erabiltzen dituen tresna, makina, prozedura eta metodo teknikoan multzoa; horien garapenari buruzko azterketa edo ezagutza.
- K** Hiru dimentsiotan, hirugarren koordinatuaren ikurra.
- L** Izen bati beste izen bat justaposizioz lotuz egindako eraikuntza, batak bestea azaldu edo zehazten duelarik.
- M** Lurrean, uretan edo airean higitzen den eta pertsonak edo gauzak garraiatzeko balio duen aparatua.
- N** Maiztasun bereko bi fenomenoren arteko fase-desberdintasuna.
- Ñ** Pertsona bat, eta bereziki haren aurpegia, irudikatzen duen pintura, marrazkia edo eskultura.
- O** Pertsonengan ontzat hartzen diren nolakotasunetako bakoitza.
- P** Porrota edo lur-jotzea; hondamendi finantzarioa.
- Q** Tratamendu medikoa duen gaixoa.
- R** Trinitrotoluenoren siglak.
- S** Zirkonioaren ikurra.
- T** Zuhaitz eta zuhaixken enbor, adar eta sustraiak osatzen dituen gai gogorra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q	C	H	O	M	B	A		C	M	E	S
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
J	I	M	Q	H	A	D	M	J	I	B	P
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	J	B	Ñ	M	C	I		L	T	G	H
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
A	N	I	B	Q		H	F	L	C	P	
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
G	O		J	S		D	G	Q	Ñ	T	
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
N	P	B	Ñ	C	L	I		N	B	N	J
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
A	L	I		A	T	C	G	I	J	Ñ	L
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
O	B		G	I	L		B	O	I	L	N
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
A	O	H	Q	Ñ	I		B	N	H	G	P
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	E	A	R	M	Q	C	H	I		G	Ñ
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
M	A	Ñ	H	J		M	I	J	Q	F	L
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
J	B		O	H	B	Q	Ñ	C		F	J
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
Ñ	R	K	H	R		N	A	O	M		

- A. 18 37 73 77 97 111 122 152 7
- B. 23 40 63 70 86 92 134 138 6 104 27
- C. 9 46 65 79 115 141 30 2
- D. 55 19
- E. 11 110
- F. 44 131 143
- G. 35 49 56 80 88 119 107
- H. 3 99 124 148 137 17 36 43 106 116
- I. 31 14 39 22 89 67 117 102 94 81 75 128
- J. 133 52 21 129 144 82 13 26 72 125
- K. 147
- L. 66 45 95 132 74 84 33 90
- M. 10 29 20 127 5 113 121 15 154
- N. 151 105 96 69 38 71 61
- Ñ. 123 101 145 64 58 28 120 83 140
- O. 136 98 4 83 50 153 85
- P. 24 62 47 108
- Q. 130 100 138 57 16 41 114 1
- R. 112 149 146
- S. 53 12
- T. 34 65 86



17.



15.

Mahaste-borastea

16. x bada oinetakoena, $(2x + 5) \times 50 + 1757$ – jaitze urtea = $100x + 2007$ – jaitze urtea. 100x balioak ez ditu aldatzen emaitzaraz azkeneko bi zifrak; horiek (2007 – jaitze urtea) kenkatik lortzen dira, eta lagunaren adina ematen dute.

hurrengo zenbakian



ARTXIBOKOA

Nanoteknologia eguneko menuan

Nanoteknologia puri-purian dago, eta elikagai-industriara ere iritsi da. Hain zuzen, janari osasungarriagoak, seguruagoak eta erakargarriagoak egiteko asmotan dabilta, txikitasunaren teknologiarri esker.

Tximeletaz beteriko mundu bat

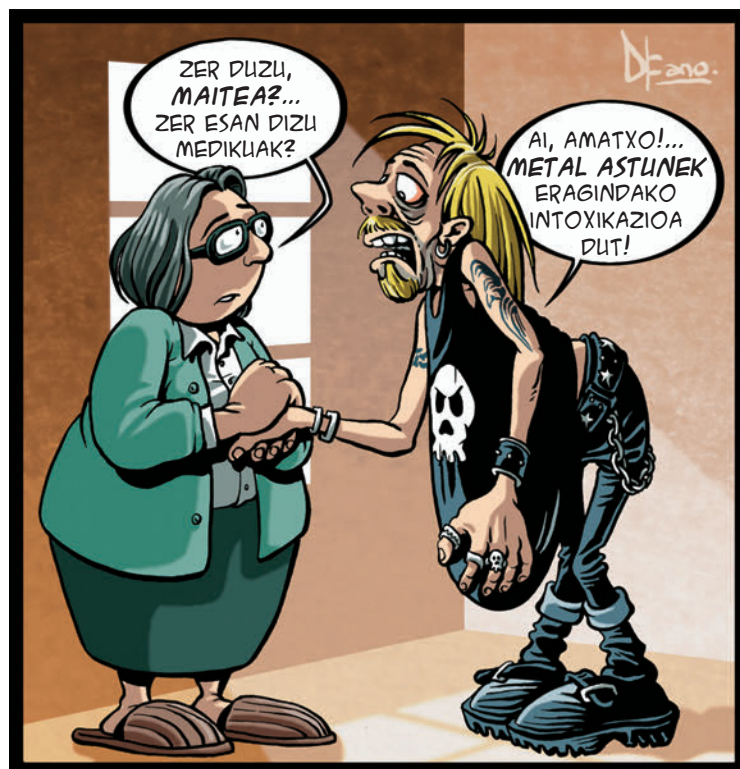
Ez dira izaki magikoak, baina, bat-batean, lorategietan, zelaietan eta ia edonon agertzen dira. Nondik datoz? Galdera horri erantzuteko, tximeleten bizi-zikloari so egin behar zaio, eta, batez ere, ugalketari. Arrak emea estaltzeko moduari, garatzen ari den tximeletak izaten dituen faseei eta beste hainbat konturi begiratuta, tximeleten sekretu batzuk agerian geratuko dira.



I. MEZQUITA

Uztai lean zure eskuetan!

umore grafikoa



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Argitaratzailea:

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

Zuzendaria: Eider Carton
eider@elhuyar.com

Zientzia-arduraduna: Guillermo Roa
willy@elhuyar.com

**Publizitate- eta
marketin-arduraduna:** Nerea Goizueta
nereag@elhuyar.com

Hizkuntza-arduradunak:

Eider Arrizabalaga, Sagrario Barandiaran, Saroi Jauregi eta
Alfontso Mujika.

Erredakzio-taldea:

Aitziber Agirre, Garazi Andonegi, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraga, Eneko Imaz, Beñardo Kortabarria,
Irati Kortabartarte, Oihane Lakar, Nagore Rementeria,
Guillermo Roa, Arantxa Txintxurreta.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

P. Angulo, E. Arrojeria, D. Fano, J. Minguez, M. Zubia.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoa

Azalaren diseinua: Publis

Azaleko argazkia: Artxibokoa

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

Banaketa: Guinea-Simo (Bilbo); Elkar (Donostia); Badiolan
Difusion S.L. (Irun); Distribuidora Gorbea (Gasteiz).

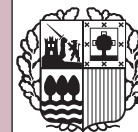
Harpidetzak:

Izaro Lanberri: izaro@elhuyar.com
Euskal Herria eta Espainia: 42 euro
Beste Herriak: 63 euro
Ale atzeratuak: 2,85 euro

© Elhuyar Fundazioa
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 213-3687

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

KULTURA SAILA



Gipuzkoako Foru Aldundia



kutxa

Aldizkariari diruz lagundu dioten enpresak:

mccgraphics Danona Koop. Elk.;
IKERLAN Koop. Elk.; GOIZPER Koop. Elk.;
LAGUN ARO Servicios Koop. Elk.;
LAN MOBEL Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.;
ZUBIOLA Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.



XIV.

CAF - Elhuyar

sariak

SARIAK:

 Dibulgazio-liburua idazteko beka bat

 Dibulgazio-artikuluak:

 1. saria

 2. saria

 3. saria

 Gazteentzako sari berezia

EPEA:

Lanak entregatzeko epea
2007ko abenduaren 1ean amaituko da

ONARRIAK:

www.zientzia.net



CAF

ELHUYAR
fundazioa

Elhuyar Fundazioa
Zelai Haundi, 3
Osinalde industrialdea
20170 Usurbil
tel. 943 36 30 40
www.elhuyar.org

IRIZARREN INGURUMENA BABESTEN DUGU



Ingurumen-arloan lortutako helburuak:

- 1 Disolbatzaile-hondakinak zerora jaistea.
- 2 Gas naturalaren kontsumoa % 30 gutxitzea.
- 3 CO₂-emisioak minimizatzea.

Ingurumen-arloko helburuak:

- 1 Autobusen karrozerian erabilitako materialen % 95 birziklagarria izatea.
- 2 Ur-pinturen erabileraren ondorioz sortutako konposatu lurrunkor organikoen emisioa % 30 gutxitzea.



Gure helburua: autobusik ekologikoena eraikitzea