

# Dosierra



## XII. CAF-Elhuyar sariak

**Luma hasi berrien kronika.** D:02

**Biziaren gidaliburua denontzat.** D:04

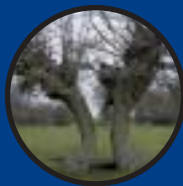
**Saridunekin motzean.** D:06

**1. saria: Burdinbideen iraultza.** D:08

**2. saria: Zaharrak berri.** D:15

**3. saria: Arrainak, geneak eta txipak: poluzioaren aurrean adierazteko askatasuna.** D:20

**Gazteenentzako saria: Maite haugu, zorion.** D:27



*Martxoan ospatu genuen CAF-Elhuyar sarien XII. edizioaren sari-banaketa. Saridunak, epaimahaikideak eta beste hainbat lagun bildu ginen urtero ospatzen den zientzia-dibulgazioaren festa horretan. Trenei buruzko artikulu bat izan da irabazlea edizio honetan, baina beste arlo askotako testuek ere izan dute saria. Horren guztiaren kronika bat duzue hurrengo orrialdeetan.*

# Luma hasi berrien kronika

Guillermo Roa Zubia  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



POLY FOTOGRAFOS

**Martxoaren 10ean banatu genituen CAF-Elhuyar sariak Elhuyar Fundazioaren egoitzan, Usurbilen. Aurtengoa XII. edizioa izan da, eta, zientzia-dibulgazioko artikuluak saritzeaz gain, beka bat eman diogu liburu bat idazteko proiektu bati.**

Zientzia dibulgatzeko ahaleginak egin behar direla esaten dute agintariek, zientzialariek eta komunikabideetako arduradunek. Eta, zeinek egin behar du hori? Bada, ondo dibulгатzen duen edozeinek, datorren arlotik datorrela ere. Beraz, zientziarekin zerikusia duen gai bati buruz idazteko gaitasuna duen edozeini eskertuko diote askok ahalegina; artikulua bat idatz

lezake, eta, beharbada, liburu oso bat ere bai. Dena dela, idazte hutsak ez du ezertarako balio idatzitakoa ez bada gizarteratzen.

Hain zuzen ere, idatzitakoa euskaraz badago, lan horrek lekua izango du CAF enpresak eta Elhuyar Fundazioak elkarrekin antolatzen ditugun CAF-Elhuyar sarietan. 2005ean aurkeztutakoen sariak martxoaren 10ean banatu genituen Usurbilen, Elhuyar Fundazioaren egoitzan.

## Ekitaldia

Sari banaketan, bi enpresa antolatzaileen ordezkariak, epaimahaikideenak (Koldo Nuñez, Kristina Alberdi, Julian Florez, Mikel Alvarez eta Enrike Ortega) eta euskal kulturarekin zerikusia duten hainbat gonbidatu izan ziren.

Saroi Jauregik aurkeztu zuen ekitaldia, zenbait bideoen laguntzaz. Bideoetan, Elhuyar Fundazioko Zientziaren Komunikazioa saileko produktuen irudien bitartez aurkeztu genituen aurtengo edizioaren sariak: *Zientzia.net* eta *Basqueresearch* web guneak, *Elhuyar Zientzia eta Teknika* aldizkaria, *Teknopolis* telebista-saioa eta *Norteko Ferrokarrilla* irratsaioa.

Bi ataletan banatu dira aurtengo sariak, artikuluen atala eta liburua idazteko beka.

## ● Hibai Unzuetak ● lehen saria jaso du “Burdinbideen iraultza” artikuluari esker.

### Artikuluak

Alde batetik, urtero bezala, dibulgazio-artikuluak saritu ditugu. Atal honen barruan, hiru sari banatu dira, 1.000, 500 eta 300 eurokoak. Horiez gain, irabazle guztiek Imanol Andonegiren eskultura bana jaso dute.

Irabazlea Hibai Unzueta izan da, “Burdinbideen iraultza” izeneko artikularekin.

Bigarren saria Estibalitz Arbelaitzek eraman du “Zaharrak berri” artikuluari esker.



Ekitaldiaren ostean, elkarrekin mokadu bat egiteko aukera izan zuten gonbidatuek.



Jose M. Rodriguez Ibabek, Elhuyar Fundazioko lehendakariak, eman zion hasiera ekitaldiari.

Hirugarren saria Eider Bilbaok eta Ibon Canciok irabazi dute, “Arrainak, geneak eta txipak: poluzioaren aurrean adierazteko askatasuna” artikuluari esker.

Hiru sari horiez gain, gazteentzako sari berezi bat ematen zaio hogeita bost urtetik beherako idazleek egindako artikulua onenari. Sari horren ordaina 300 euro eta Imanol Andonegiren eskultura bat dira.

Aurten, gazteentzako sari berezia Igor Aristegik eraman du, “Maite haugu, zorion” artikuluari esker.

### Liburua

Beste alde batetik, bi urtez behin dibulgazio-liburu bat idazteko proiektu bat saritzen da. Guztiz bukatutako liburua beharrezko proiektua saritzen denez, irabazleak urtebeteko epea du liburua osatzeko. Saria 4.500 euroko beka bat da, eta Imanol Andonegiren eskultura bat.

Aurtengo edizioan, liburua idazteko bekaren irabazlea Begoña Arrate izan da, eta idatziko duen liburuararen izenburua *Biziaren sarea ehuntzen*.

### Elkarrizketak

Hurrengo orrialdeetan, lau artikulua irabazleak irakur daitezke, eta, gainera, irabazle guztiekin egindako elkarrizketak. Zein egokiagoa egilea bera baino jorratu duen gaia aurkeztu eta zientziaren dibulgazioari buruzko iritzia eman dezan?

Eta, ahaztu gabe, zorionak irabazle guztiei! 

# Biziaren gidaliburua denontzat

Guillermo Roa Zubia  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**Iaz CAF-Elhuyar saria irabazi zuen Begoñak biziari buruzko artikulu bati esker. Aurten, liburu oso bat aurkeztu du, gai bera garatuta, eta berriz saritu dute, dibulgazio-liburuaren atalean. *Biziaren sarea ehuntzen* izenburua jarri dio proiektuari.**



POLY FOTOGRAFOS

## Zer adierazten du liburuaren izenburuak?

Komplexutasunaren zientziaren ikuspegitik, bizia sare gisa uler dezakegu. Irakurleari sare horretan murgiltzen lagunduko dion gida bat izango da nire liburua.

## Biziaren kontzeptu horren barruan, arlo guztietara iristen saiatuko zara?

Hain zabala denez, ezingo dut nik bakarrik azaldu dena. Horregatik, nolabait gida bat egin nahi izan dut horretan sartu ahal izateko, eta sarreratxo batzuk markatuko ditut eta baliabide batzuk emango ditut, pertsona bakoitzak bere interesaren arabera informazioa zabaldu ahal izateko. Baina ezinezkoa da dena azaltzea.

## Gutxi gorabehera, zer banaketa izango du liburuak?

Kapituluak hiru gai nagusitan banatuta daude, eta gai bakoitzari kolore bat esleitu diot. Lehenengo gaiak, urdinak, biziaren sarea orokortasunean aztertzen du. Hor, orokortasun horretan, bizidunek dituzten funtzionatzeko moduak islatu nahi nituzke.

Beste gai nagusi bati laranja-kolorea eman diot, eta gizakiaren nodoarena da. Sareak nodo batzuk ditu, eta nodoak haien artean elkartuta daude. Eta, gu, gizakia, biziaren sarearen barruan nodo bat gara.



Hirugarren gai nagusia biziaren oreka-egoera arriskuan dagoen edo ez aztertzen saiatzen da. Berde-kolorea eman diot. Horretan, iritzi bat izateko informazioa ematen saiatuko naiz.

**Zuk zeuk iritzia sartzeko asmorik baduzu? Hainbat gai labainkorak dira.**

Bai. Badakit ez dagoela erabat objektiboa izaterik, baina saiatu nahi dut, zientziak gaur egun duen jakintza ezagutzera iritsi naizen heinean, dauden iritzi desberdinak islatzen. Azkenean, gogoeta egiteko alde aurreko pauso bat izango da; ahalik eta gehien azaldu, eta gero bakoitzak bere iritzia osa dezala.

- **Liburua gogoeta**
- **egiteko alde aurreko pauso bat izango da; ahalik eta gehien azaldu, eta gero bakoitzak bere iritzia osa dezala.**

**Koloreak eman dizkiezu gai nagusiei. Zer esan nahi dute kolore horiek?**

Nik beti izan dut joera koloreak erabiltzeko, gauzak ikusiz errazago ulertzeko, eta, gainera, liburu honetan gai nagusi bateko kapituluak beste gaietakoekin tartekatutak ditut. Ikuste hutsarekin, koloreek lagundu egiten didate jakiten kapitulu baten izenburua zein gairi dagokion.

Baina kolore horiek ez dute arrazoi jakin bat. Bai, ingurumenaren gaiari kolore berdea eman diot, baina urdina eta laranja jarri ditut nahiko ondo geratzen zirelako.

**Aipagarria da liburuan gizakiak hartzen duen garrantzia.**

Nire ustez, ingurua ezagutu nahi badugu, lehendabizi geure burua ezagutzea ere garrantzitsua da; edo, zerbait aldatu nahi badugu, lehendabizi geure burua aldatu nahi izatea. Nolakoak garen ulertzen badugu,



Begoña Arrate, eskultura eskuan duela.

POLY FOTOGRAFOS

agian hobeto ulertuko dugu biziaren sarearen barruan zer-nolako garrantzia dugun eta zer-nolako aldaketak egin ditzakegun.

Bestalde, hemen proposatzen ditudan gai batzuetan zerikusituzena dauka gizakiak, gaur egungo Lurra-aren egoeran eta beste hainbat gauzatan. Hori ez da iritzi-kontu bat, nahiko gauza objektiboa da. Eragin nabarmena dugu ingurunean, hura eraldatzen ari gara. Inolako beste konnotaziorik gabe, baina hori horrela da.

**Koloreka antolatuta egoteaz gain, liburuak sare-egitura izango du. Zergatik?**

Asko ari dira aldatzen gauzak gaur egun. Sare-egitura izugarritzko protagonismoa hartzen ari da giza jardueraren arlo guztietan. Egunero nabigatzen dugu Interneten, eta, nolabait, ohitu egin gara pixka bat sare-egitura baten barrenean mugitzen. Eta esan behar da zientziarekin batera gizartea ere aldatzen ari dela. Eta sare-egitura, zientzian ez ezik, beste arlo askotan ere nagusitzen ari da. □

# Saridunekin motzean

Nagore Rementeria Argote  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

## 1. saria: Burdinbideen iraultza

Egilea: Hiba Unzueta Garcia

### Zer aurkituko du irakurleak zure artikuluan?

Nik uste dut jendeak ezagutzen ez dituen gauza pila bat topatuko dituela. Egia esan, ohituta gaude gure inguruan trenak ikustera. Askotan, ordea, gauza zaratatsu, geldo eta, agian, oztopo gisa ikusten dugu trenak. Artikulu hau irakurrita, nik uste dut jendeak ikusiko duela trenak asko aldatuko direla ondorengo urteetan, eta gauza zeharo desberdina bihurtuko direla.

### Nolako berrikuntzak izango dira trenetan?

Egia esan, teknologia txikiak dira, eta askotan ez dira ikusiko zuzenean, baina hor egongo dira. Adibidez, ondorengo urteetan, bakarrik joan daitezkeen lehenengo trenak hasiko gara ikusten. Gaur egun badaude kasu batzuk, nahiz eta ezagunak ez izan. Adibidez, Bilboko metroak gidariak dauzka, baina bakarrik ere joan daiteke.

Beste berrikuntza bat aipatzearen, kurbetan tren berrienak alde baterantz okertzen dira errazago joateko, motor-karretetan egiten duten bezala. Tren barruan dagoen jendea ez da konturatzen, baina askoz abiadura arinagoa lortzen da horrela. Eta, gainera, aurrez dauzkagun burdinbideak erabiltzen ditugu, eta hori oso garrantzitsua da ekologiaren ikuspuntutik, ez baita obrarik behar.



POLY FOTOGRAFOS

### Saria jasotzeak artikulua idazten jarraitzeko animoa emango zizun. Trenen gaiari eutsiko diozu?

Telekomunikazio-ingeniaritzan karrera bukaerako proiektua egiten ari naiz, eta, hain zuzen ere, trenen buruzkoa da. Artikuluari aipatzen dudana teknologietako bat proiektuan ukitzen dut. Beraz, ez daukat asmorik trenen gaia alde batera uzteko.

### Gainerakoan, dokumentazio-lan handia egin behar izan duzu?

Bai. Izan ere, aipatu dudana gai hori kenduta, gainerakoak berri entzunda neukan gaia gustatzen zaidalako, baina aldizkari tekniko pilo bat irakurri behar izan ditut. Japoniarrek batez ere material izugarria dute trenen buruz eta abiadura handiko trenen buruz. Aldizkari espezializatuak eta lanak... denetarik daukate.



## 2. saria: Zaharrak berri

Egilea: Estibalitz Arbelaitz Ubegun

### Zein da artikulua gaia?

Artikulua ardatza zuhaitz zaharrak dira oro har, eta, batez ere, Euskal Herrian zentratuz, garai batean moarratu ziren zuhaitzak.

Bi hitzetan esanda, azaltzen da zergatik diren hain bereziak guretzat. Alde batetik, kultura baten hondarrak direlako, eta, bestetik, alde ekologikotik oso interesgarriak direlako.

### Ingeles bat aipatzen duzu artikulua sarreran, ordea.

Ingelesetik aspalditik zuten interesa zuhaitzak nola moarratzen diren jakiteko. Han kultura hori galdua dute, eta ingeles batek ikusi zuen hemen non-nahi ditugula. Hemen moarratzeko teknika bizirik dago garai bateko ikazkinak bizirik daudelako. Baina, ikatzik ez denez egiten, teknika ere ia galdua dago, ez bada ikuskizun gisa txondorrek egiten direnean eta halakoetan.

## 3. saria: Arrainak, geneak eta txipak: poluzioaren aurrean adierazteko askatasuna

Egileak: Eider Bilbao Castellanos eta Ibon Cancio Uriarte

### Artikulua tesiak zuen lanarekin zerikusia du, ezta? Zer tesi da hori?

*Ibon:* Arrainek, gainerako bizidun guztiak bezala, informazio genetiko kromosometan dute gordea, eta kromosoma horiek genetan daude zatituta. Guri interesatzen zaiguna da jakitea gene horiek noiz, nola eta zeren inguruan espresatzen diren. Gene horiekin lan egiteko tresna berri bat mikrotxipak edo mikrobildumak dira. Mikrobildumek hainbat espeziaren gene-bildumak jasotzen dituzte, eta gene-bilduma

horiek nola espresatzen diren ikertzen dugu guk.

*Eider:* Izaki bakoitzak bere gene-bilduma dauka, baina, ingurunearen eta norberaren arabera, geneen espresioa aldatzen joaten da. Ingurunean gertatzen diren aldaketetako bat poluzioa da, eta guri interesatzen zaigu gizakiak sortutako poluzio horrek nola eragiten duen geneen espresioan. Gene horiek bilatzen eta zer aldaketa gertatzen zaizkien aztertzen saiatzen gara gu.



## Gazteenentzako saria: Maite haugu, zorion!

Egilea: Igor Aristegi Urkia

### Artikulua gaia guztiok bilatzen dugun hori da: zoriona.

Zientziak zorionari buruz egin dituen lanak eta ikerketak hartu ditut hizpide; zehazki bi alorretan: Farmakologian eta Psikologian. Zientziaren Filosofian gai klasiko bat da zientziaren definizioa: zein da irizpidea bereizteko zientzia zer den eta zer ez? Zenbait diziplina mugan daude, esate baterako Psikologia. Eta nik, inplizituki, aldarrikatu nahi izan dut Psikologia ere izan litekeela zientzia.

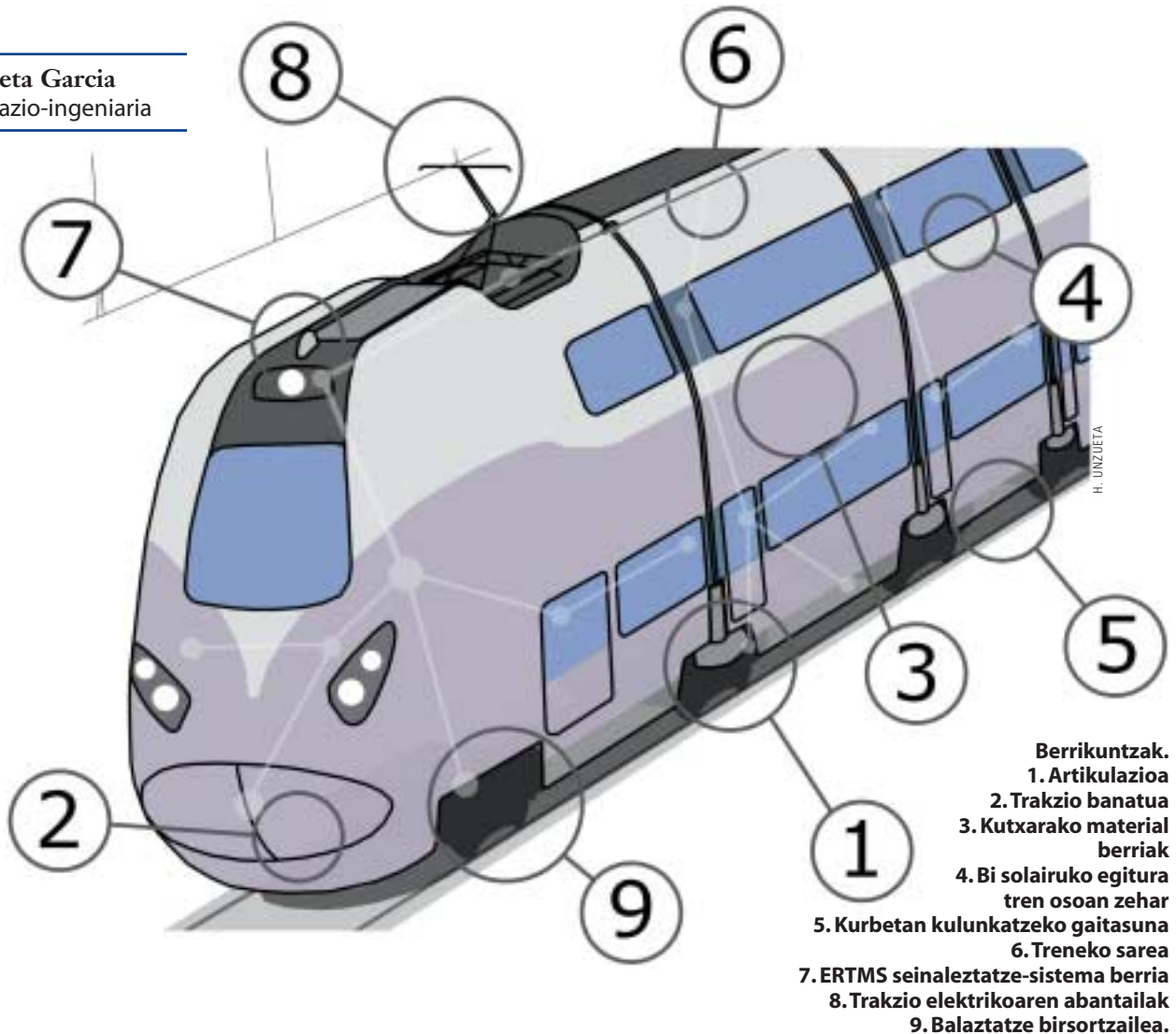
### Zaila egin zaizu Farmakologia eta Psikologia lotzea?

Ez bereziki. Ez da nire gaia zuzenean (Gogamenaren Filosofia ikertzen dut), baina zerikusia dauka. Eta beti interesatu izan zait Farmakologiaren mundua eta Psikologiaren zenbait ekarpen, eta, bereziki, gai filosofiko bat delako, zoriona. [☐](#)



# Burdinbideen iraultza

Hibai Unzueta Garcia  
Telekomunikazio-ingeniaria



- Berrikuntzak.**
1. Artikulazioa
  2. Trakzio banatua
  3. Kutxarako material berriak
  4. Bi solairuko egitura tren osoan zehar
  5. Kurbetan kulunkatzeko gaitasuna
  6. Treneko sarea
  7. ERTMS seinaleztatze-sistema berria
  8. Trakzio elektrikoaren abantailak
  9. Balaztatze birsortzailea.

**Garraiobideen etorkizuna auto hegarietan eta soinuaren abiadurara doazen hegazkinetan irudikatu ohi du zinemak. Baina errealitateak erakusten digu mugikortasunaren iraultza berria beste garraio-modu batek ekarriko digula; trenak, hain zuzen ere. Ondorengo urteetako trenetan bidaiariok toki zabala izango dugu hankak luzatzeko, eserleku erosoak, kafetegia, Interneterako konexioa, lan-inguru aproposa, telefono mugikorra erabiltzeko estaldura egokia... eta hori guztia abiadura azkarrenetan. Itxura ona du horrek, baina gaur egun ezagutzen dugun trena ez da horrelakoa. Nola gertatuko da metamorfosi hori? Zalantzarik gabe, punta-puntako teknologiarekin.**

Tren klasikoetan, tren-makinak trakzioa sortzen du, baina hari lotuta doazen bagoiek ez dute trakziorik, eta tren-makinak bultzatuta ibiltzen dira. Horrez

gain, bagoiak guztiz independenteak izan ohi dira, eta *bogie* (lau gurpil biltzeko egitura) bat dute ertz bakoi-tzean, guztira zortzi gurpil bagoiko. Eraketa horrek



pisu handia hartzen du, batez ere ohiko altzairuzko bagoi-egitura erabiliz gero. Istripuetan, bagoiak elkarrengandik independenteak direnez, haien arteko krokadurak apurtzen dira lehenik. Ondorioz, *akordeoi-efektua* gertatzen da askotan, eta horrek are gehiago larritzen du egoera.

● **Tren artikulatuen eskeman, bagoi batek albokoarekin banatzen du *bogie*-a, eta, beraz, istripu batean elkarri lotuta jarraituko dute.**

Gaur egungo garraio-industriak, azkeneko hamarkadan probatutako kontzeptuak konbinatuz, ideia berriak garatu ditu. Alde batetik, tren artikulatuen eskeman, bagoi batek albokoarekin banatzen du *bogie*-a. Horrek esan nahi du bagoiak ez direla independenteak, eta, beraz, istripu batean elkarri lotuta jarraituko dutela. Hain zuzen, baieztapen hori frogatzea posible izan da orain arte gertatu diren TGV istripu guztietan. Trena errailetik irtetean, osorik eta errailekin lerrotatuta geratu da kasu guztietan; hala, bidaiariak babestu egiten dira. Kontzeptu honek abantaila gehiago ditu: pisuaren eta errodadura-zarataren murrizketa, adibidez. Hamar bagoiko tren klasiko batek 20 *bogie* izango ditu; tren artikulatu batek, aldiz, soilik 11. *Bogie*-ak elementu pisutsuak izanik, pisu-murrizketa bistakoa da, eta, horren

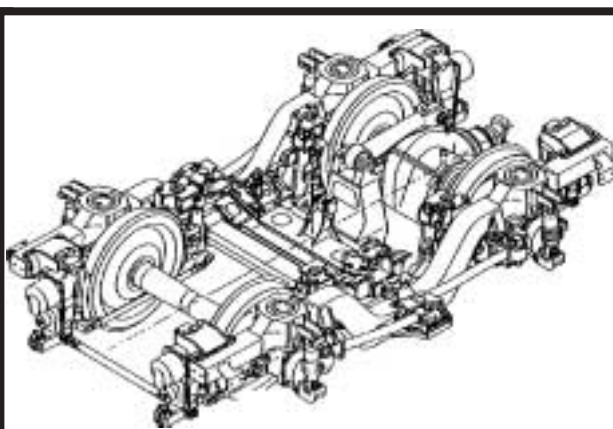


**Gaur egungo garraio-industriak, azkeneko hamarkadan probatutako kontzeptuak konbinatuz, ideia berriak garatu ditu.**

ondorioz, posible da abiadura areagotzea eta mantentze-kostuak arintzea.

Abantaila anitz dakarren beste kontzeptu bat trakzio banatuarena da. Kasu honetan, motorrak tren osoan zehar kokatzea proposatzen da. Alde batetik, gurpil eta errailen arteko atxikidura-indarrak handitzen dira, eta, hala, energia aurrezten da. Bestetik, tren-makinarik ez dagoenez, bidaiarientzat leku gehiago lortzen da tren-luzera eta pisu berarekin.

Hala ere, Birminghamgo Ingeniaritza Eskolako Ryo Takagi ikertzailearen esanean, balaztatze birsortzailea (*regenerative braking*) edo elektrikoa da trakzio-modu honi erabateko abantaila ematen diona. Balaztatze birsortzailean, trakzio-motorrak sorgailu moduan erabiltzen dira, eta, hala, lortutako energia argindar-sareari itzultzen zaio. Horrez gain, balaztatze-diskoak, gutxiago erabiltzen direnez, geldoago higitzen dira, eta, beraz, mantentze-kostuak txikitu egiten dira. ➔



**Tren klasikoaren goian eta tren artikulatua ezkerrean behean. *Bogie*-a goian.**

H. UNZUETA

H. UNZUETA



HEMEROTEKA

**Tren klasikoetan bagoiak guztiz independenteak dira, eta horregatik gertatzen da akordeoi-efektua istripuetan.**

## Material eta egitura berriak

Orain arte, gogorra baina pisutsuegia den altzairua erabili izan da ibilgailuak eraikitzeko material gisa. Gaur egun, ordea, bidaiariko kostua eta isurketa poluitzaileak murrizteko asmoz, bi solairuko trenak gero eta gehiago erabiltzeko joera dago. Hori ere eraikitzeko, aluminio-konposatuzko egitura arinagoak erabiltzea komeni da, *TGV Duplex* trenean edo *Elisa* (AGV) prototipoan bezala.

Horrez gain, Finlandiako Fibrocom enpresak *channel composite* deituriko material arin eta gogor bat garatu du. Materiala tinko mantentzeko, 3Dko egitura berezi batzuk erabiltzen dira. Aurrerantzean, Fibrocomekin batera, Talgo ere material horrekin eraikitako bi solairuko trenak produzitzen hasiko da. Bi solairuko trenaren luzera guztian zehar mantentzen dituen munduko lehenengo diseinua da, eta bagoien arteko pasabideak ere bi solairukoak dira.

## Kurbetan kulunkatzeko gai

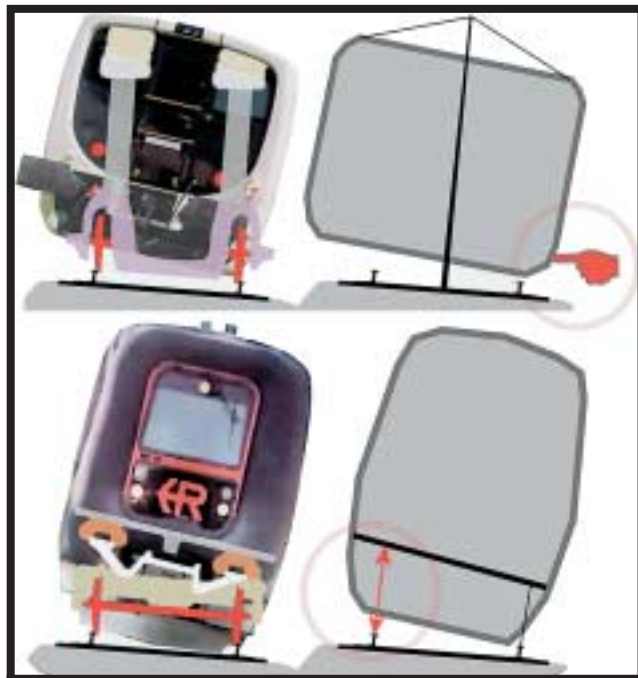
Bidaiariak kurbetan jasaten duten indar zentrifugoaren efektua murriztea du helburu teknika honek. Hori lortzeko, tren kurbaren kanpoalderantz bultzatzen duen indar zentrifugoa orekatzen da, tren kurbaren barrualderantz kulunkatuz. Horri esker, abiadura % 25 inguru handitzea lor daiteke, lehendik dauden burdinbideak aldatu beharrik gabe, eta bidaiarien erosotasunari eta segurtasunari kalterik eragin gabe.

Kulunkatze-sistema pasiboak eta aktiboak daude. Pasiboak 1980ko hamarkadatik erabiltzen dira, adibidez, Talgo enpresaren tren pendularrean. Tren horietako

kutxak naturalki kulunkatzen dira. Mekanismoa hau da: ibilgailuek grabitate-zentro baxua dute, eta gurpilak ibilgailu-kutxaren goialdeari lotuta daude esekidura-sistema batekin. Kurbetan, indar zentrifugoak kutxa kanporantz bultzatzen du, eta kutxak, goialdetik lotuta daudenez, barrurantz okertzen dira.

- **Kurbetan**
- **kulunkatzeko gaitasunari esker, abiadura % 25 inguru handitzea lor daiteke.**

Sistema aktiboek, berriz, tren kurbatan sartzean dagoela detektatzen dute, GPSaren edo indar zentrifugoa neurtzeko erabiltzen diren girokopioen bidez. Une horretan, sistema hidrauliko baten bitartez, ibilgailuaren kutxa okertzen dute *bogie*-kiko. Fiat Ferroviriari (orain Alstom) *Pendolino* izeneko bere trenetan erabiltzen du makineria hori. Tren horiek abiadura handi eta ertaineko zerbitzua eskaintzen dute, Italiako iparraldean batez ere. 1998tik 2001era, Alstomek aldaketa sakonak egin zizkion TGV klasikoari, eta hala sortu zen historiako lehen TGV kulunkagarria.

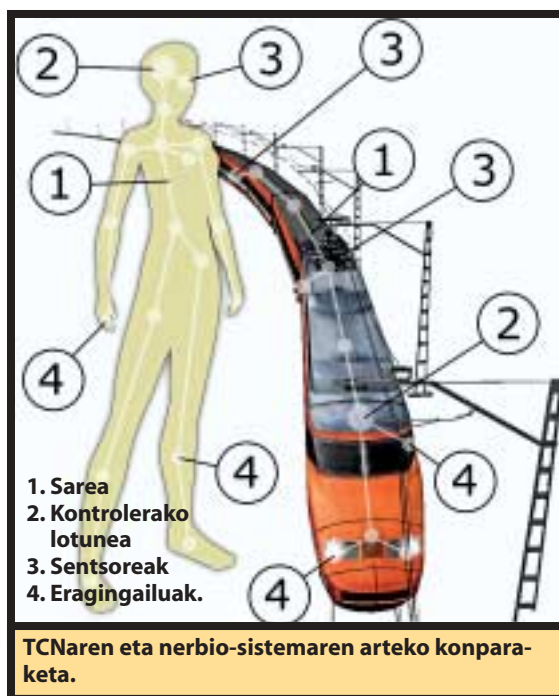


**Kulunkatze pasiboa (goian) eta aktiboa (behean). Eskuineko irudian aplikatzen den printzipioa erakusten da; esku gorriak indar zentrifugoa adierazten du.**

H. UNZUETA

*Démonstrateur Pendulaire* prototipoari froga anitz egin zizkioten, enpresa gai izan zedin gero belaunaldi berriko abiadura handiko tren bati kulunkatze-teknologiak aplikatzeko.

Sistema aktiboetako beste berrikuntza aipagarri bat Beasaingo CAF enpresaren Kulunkatze Integraleko Sistema Adimentsua (SIBI) litzateke. GPS bidez trenaren kokapena zehazten duen modulu bat, kulunkadura erlatibo neurtzeko sentsoreak eta ibilgailuaren kutxa bogie-arekiko okertzeko behar diren eragileak ezartzen dira trenean. Trenak ibilbidearen ezaugarriak 'ikasi' egin behar ditu lehendabizi. Hala, ondoren, aurrea hartuko dio ibilbideari, eta une egokian eta indar egokiarekin kulunkatuko da. Sistema isila eta tamaina txikikoa da, eta tren elektriko zein dieseletan aplika daiteke.



## Komunikazio-sareak gizakietan nerbio-sistemak duen lekua hartzen du trenean.

### TCNa

Trenaren Komunikazio Sarea da ingelesezko TCN siglaren esanahia. Trenaren barruko gailuen arteko komunikazioa definitzen du Burdinbideen Nazioarteko Batasunak (UIC) eta Nazioarteko Biltzar Elektroteknikoak (IEC) kaleraturiko nazioarteko arau horrek.

Plataforma hori ulertzeko modu bat da gizakien nerbio-sistemarekin erkaketa egitea. Gorputzeko elementu batzuek datuak hartzen dituzte ingurutik (begiek adibidez). Trenean, sentsore deitzen zaie horiei, abiadura, tenperatura edo tentsioa neurtzen duten tresnei. Ingurunea bera edo kokapena aldatzeko balio dute gorputzeko beste elementuek (zangoek edo eskuek adibidez). Trenean, eragingailu esaten zaie. Parametro bat aldatzeko gaitasuna ematen dute; adibidez, motorrek eta balaztek abiadura aldatzen dute. Horrez gain, nerbio-

sistema izenarekin ezagutzen dugun komunikazio-sare harrigarriak elementu guztiak lotzen ditu. Hain zuzen ere, leku hori hartzen du trenean TCNak. Trenean zeharreko sare honek hainbat lotune ditu, gurpiletan, ateetan, eserleketetan, motorretan... Lotuneok sentsoreak izan daitezke, edo eragingailuak. Era berean, gorputzean burmuina dena trenean kontrol-zentroa da; TCNaren argotean esaten den moduan, lotune nagusia.

ABB Corporate Research-eko Hubert Kirrmann adituaren iritziz, treneko osagai elektronikoaren estandarizazioa beharrezkoa izan arren, TCNaren benetako abantaila automatikoki birkonfiguratzeko gaitasuna da. Izan ere, eguneroko zerbitzuan konposizio aldatzeko trenek —metroek, gaueko trenek edo nazioarteko trenak adibidez— kontrolerako, diagnostikorako eta informazio-trukaketarako metodo bat behar dute. Horrelako komunikazio-sistemek beren burua konfiguratu beharko lukete ibilgailuak burdinbidean elkarri lotuta daudenean, eta hala egiten dute, hain zuzen ere.

TCNaren arabera, ibilgailu (bagoi edo tren-makina) bakoitzean sare bat egon daiteke. Eta, horrez gain, tren osoko sare batek ibilgailu bakoitzeko sareak lotzen ditu. Horrela izaten da posible, adibidez, tren-makinatik jakitea laugarren bagoiko airea girotzeko ekipoa hondatuta



**Treneko sarean, bagoi bakoitzeko lotune bat egon ohi da. Bagoiak lotuta daudenean, lotuneek sare bakarra osatzen dute. Sarearen kontrola gidaria duen bagoiko lotuneak izaten du kasu gehienetan.**



**Tren-eraketa bat beti saiatzzen da bi muturretatik lotune berriak detektatzen. Eraketak batzean, muturretako lotuneek erabakiko dute zeinen eraketa den indartsuagoa.**



H. UNZUETA

dagoela eta zuzenean matxura horren berri ematea mantentze-lanen zentroari. Tren osora hedatzen den azken sare hori da bere burua automatikoki egokitzeko gaitasuna duena.

Eta, nola egiten da hori? Normalean, tren-makinan dagoen lotuneak kontrolatzen du treneko sarea. Trenaren bi ertzetan dauden bagoietako lotuneek bagoi berri bat erantsi ote den aztertzen dute etengabe, eta zerbait detektatzen badute, gatazka bat sortzen da, tren-eraketa berriaren kontrola zeinek izango duen ebazteko.

dauka; beste era batera esanda, trenen mugimendua kudeatzeko bere hizkuntza propioa. Bateraiezintasun horiek gainditzeko, seinaleztapen-eredu bakarra proposatzen duen proiektu bat jarri da martxan Europako Batasunak bultzatuta, Burdinbide Trafikoa Kudeatzeko Sistema Europarra (ERTMS), alegia. Baina ERTMSaren helburua da, Europako seinaleztapenak berdintzeaz gain, munduko seinaleztapen-sistema aurreratuen ere egitea, berriztapen ugari gauzatzuz. Izan ere, gaur egun ekipo garestiak jarri behar dira, bai trenetan eta bai ibilbidean zehar. Horrez gain, trafiko handiko korridoretan, seinaleztapenaren erruz, trenak astiroago ibiltzen dira. Hori dena aldatu egingo da ERTMSarekin, tren bidezko garraioa ziurragoa eta lehiakorragoa izan dadin.

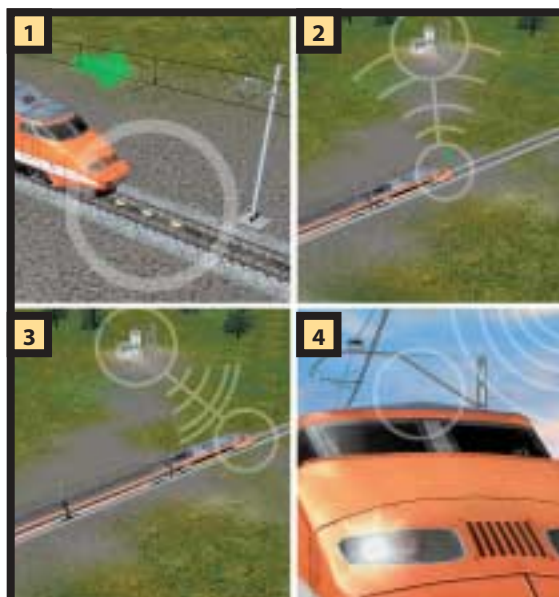
Gaur egun, trenen posizioa kontrolatzeko blokeak erabiltzen dira. Bloke bat trenbidearen zati bat da, semaforo batekin kontrolatuta. Trenik badago blokean zehar, sarrerako semaforoa gorri egongo da. Hala, trenbide

## ERTMSaren helburua da, Europako seinaleztapenak berdintzeaz gain, munduko sistema aurreratuen ere egitea.

Eraketa bakoitzak bere 'indarra' du. Bagoi gehiago dituzten tren-eraketak 'indartsuagoak' dira, baita gidaria duten eraketak ere, gidari gabekoen aldean. Beraz, detektaturiko bagoi-eraketak bagoi gutxiago baditu edo bagoi-kopuru berarekin gidaririk ez badu, eraketa ahulak amore emango du eta bestea izango da garaile, eta hark kontrolatuko du trena. Orduan, eraketa berriko lotuneei izenak emango dizkie, bere kontrolpean edukitzeko. Hala, trena automatikoki egokituko da tamaina berrira.

### ERTMSa

Azkeneko urteotan, burdinbideen industriak eta Europako herrialdeetako gobernuek ahalegin ugari egin dituzte trenen herrialdeen arteko mugak gelditu gabe gurutzatu ahal izateko. Gaur egun, herrialde bakoitzak bere Trena Babesteko Sistema Automatikoa (ATP)



H. UNZUETA

**ERTMS zikloa. 1. Trena baliza kilometriko baten gaitetik igarotzen da, eta bere posizioaren berri jasotzen du. 2. Posizioa kontrol-zentroari bidaltzen dio GSM-R bidez. 3. Kontrol-zentroak, trenen egoera kontuan izanik, aginduak bidaltzen dizkio. 4. Agindutako abiadura-profila betetzen du trenak.**



berean dauden trenen arteko talkak saihesten dira. Ohi-ko arazo bat izaten da trafiko handiko korridoreetan trenek, argi gorria ikusita, behar baino arinago balaztatzen dutela, eta, hala, bidaiak luzatu egiten direla. Sistema berriak trenarekin batera mugitzen diren blokeak proposatzen ditu.

ERTMSaren ahalmenak guztiz garatuz gero, ez da beharrezkoa izango blokeen okupazioa egiaztatzen duen burdinbidearen alboko azpiegitura (adibidez, semaforok). Ibilbidean zehar kokaturiko baliza kilometrikoen bitartez, trenak bere posizioa ezagutuko du. Posizio hori blokeo- eta kontrol-zentrora bidaliko du GSM-R bidez (burdinbideetarako egokitu den telefonia mugikorreko GSM sistemaren bertsioa). Zentro horretan egongo da sarearen egoerari buruzko informazioa, tren bakoitzaren kokapenarekin eta bidearen ezaugarriekin. Kontrol-zentroak trenari erantzungo dio, aginduak bidaliz. Aginduok abiadura-profil bat izango dira, eta, hala, trenak, kokapenaren arabera, zer abiadura mantendu behar duen jakingo du. Prozesua periodikoki errepikatuko da.

Sistemaren potentziaz jabetu gaituzen, esan beharra dago 500 km/h arteko abiaduran lan egiteko prestatuta dagoela. Horrez gain, munduko beste herrialdeetako agintariak interes handia dute sistema horretan, eta, beraz, baliteke mundu mailan ezartzea ERTMS sistema.

## WiFi

Internet trenera ere heldu da. Benelux eskualdean lan egiten duen Thalys abiadura handiko trenen operadorea, 21 Net enpresa eta Europako Espazio Agentzia (ESA) probak egiten ari dira bidaiariei banda zabaleko Interneteko konexioa eskaintzeko.

Prototipoak bagoi baten sabaian satellite batera konektatzeko antena eta horren bitartez Internetera konektatzen den ordenagailu zentral bat dauka. Konexiorako Ku banda erabiltzen da; satellitearekin, 4 Mbps lortzen dira jaitsieran eta 2 Mbps igoeran. Treneko ordenagailu zentraletik abiatuta, haririk gabeko WiFi sare bat ezartzen da trenean. Konektatzeko, ordenagailu eramangarria erabiliko du bidaiariak, eta ADSL mailako konexioa izango du. Horrez gain, ordenagailu zentralean filmak eta bestelako edukiak daude eskuragarri, bidaiariek beren ordenagailuetan ikus ditzaten. Ondorengo hiletan, zerbitzu hori Thalysen tren guztietan eskainiko da, eta litekeena da aurki tren gehiagotan ezartzea. Hala, balio erantsia emango zaio garraio bide horri.

● **Badirudi trenek**  
● **abiadura handiagoko**  
**zerbitzuak eskaini**  
**behar dituztela,**  
**distantzia laburretan**  
**lehiakorrak izateko.**

## Naturarekin bat

Gizakiaren ekintzen ondorioz isurtzen diren hondakinek gure planetako klimaren oreka dinamikoari kalte egiten diotela gero eta argiago ikusten dute zientzialariek. Klima-aldaketa eta atmosferako CO<sub>2</sub>-aren maila lotuta daudela ikusi ondoren, neurriak hartuko badira,



**Thalys motako tren-makina bat. Tren hauetan probak egiten ari dira, bidaiariei banda zabaleko Interneteko konexioa eskaintzeko.**

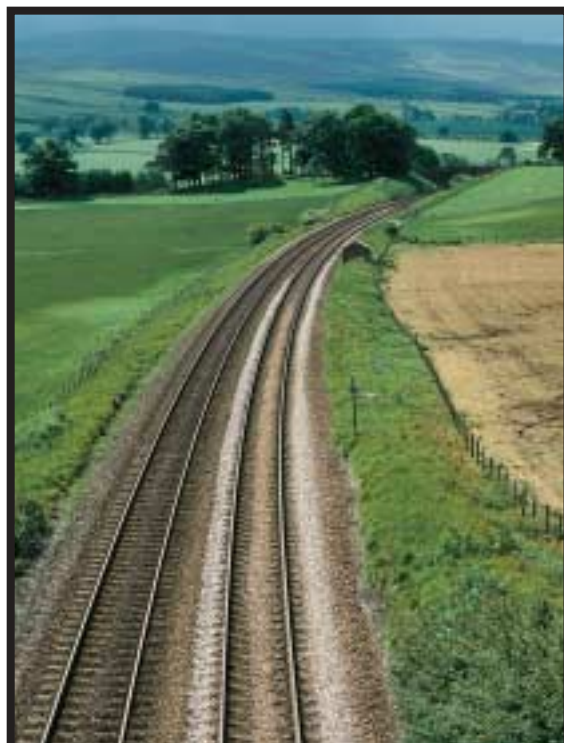
THALYS

kutsaduraren iturriak aztertzea komeni da. Nazio Batuen 1998ko txosten baten arabera, CO<sub>2</sub> isurketen % 27 garraio-sektoreak eragiten du.

Badirudi trenak abiadura handiagoko zerbitzuak eskaini behar dituztela, distantzia laburretan automobila eta luzeetan hegazkina baino lehiakorragoak izateko. Hori posible izateaz gain, beste garraioetan baino kutsadura gutxiago sortuz egin daiteke. Adibidez, 1998an Suitzako tren guztiak elektrikoak ziren, eta erabilitako energiaren % 97 energia berriztagarri hidroelektrikoa zen. Tren elektrikoaren abantaila handiena da darabilten energia iturri berriztagarriekin sor daitekeela. Baina horrek ez du esan nahi ibilgailu mailan dena lortuta dagoenik.

Trenen energia-konsumoa gutxitzeko neurri ugari daude. Sinpletariko bat pisua arintzea da, aurretik aipatu den moduan, aluminiozko kutzak edo osagai elektronikoen erabiliz. Gurpilak eta erraiak elkarri hobeto itsasteko teknikak ere badaude. Horrez gain, balaztatze birsortzailearekin xahuturiko energiaren zati bat argindar-sarera itzul daiteke.

Bestalde, kezkarria da burdinbideek paisaian duten eragina, batez ere abiadura handiko korridoreek. 300 km/h lortzeko, linea bereziak eraikitzea zen orain arteko estrategia. Linea horiek kurba txikiak izaten dituzte, eta maiz paisaia desitxuratzen dute, lubaki, zubi eta tunel ugariarekin. Kulunkatze-sistemak tren azkar horietan ere ezarri gero, paisaiara egokitzeko kurba gehiago onar daitezke abiadura handiko korridore berrietan. Hala, ingurumena zainduko da eta trenbideak eraikitzeko eta mantentzeko kostuak txikitu egingo dira. Horrez gain, posible izango da abiadura ertaineko zerbitzurako jadanik eraikita dauden bideak erabiltzea. Hala, ez dira beharrezkoak izango ingurumenari kalte egiten dioten herri-lanak.



Trenbideak inguru naturalera molda daitezke.

Trenen zarata da beste arazo garrantzitsu bat, kutsadura akustikoaren iturri. Japoniako Shinkansen abiadura handiko korridoreetan ikerketak egin dituen Tatsuo Maeda ikertzailearen aburuz, trenaren egiturak eta kanpo-diseinu eskasak dute zarataren errua. Burdinbideak Garatzeko Institutuko (RTRI) talde batek, Maedaren ardurapean, nabarmendu du pantografoak eta bogie-ak direla treneko elementu zaratatsuenak. Arazoa konpontzeko, pantografo gutxiago eta, tren artikulatuek bezala, bogie gutxiago dituzten trenak eraiki daitezke. Japonian aplikatutako neurriek fruituak eman dituzte: 1982an 210 km/h-ko trenak 79,5 dB-ko zarata sortzen zuten; 1997an, aldiz, 300 km/h-koek 76 dB baino ez. Beraz, bide onetik doazela dirudi.

## Bidaiariok

Etorkizuneko trenak itxuratzen duten teknologietan barrena eginiko bidaia honen ondoren, bada ondorio bat. Gizarteak tren-bidaiari gehiago behar ditu, abiadura handietan, zein hiriko tranbia edo metroetan; eta izango ditu. Trenaren erabilera gobernu eta pertsona guztien eskuetan badago ere, badirudi garraibide honek dagokion lekua berreskuratuko duela gure artean. Paul Theroux idazleak behin esan zuenez, “tre-na ez da ibilgailu bat. Tre-na herrialde baten zati bat gehiago da; leku bat da.” Utz dezagun trenak mundu hobe batera eraman gaitzan. □



Hobekuntzei esker, trenak bidaiari gehiago izango ditu etokizunean.

BIBLIOGRAFIA  
IEC 61375 (TCN) mundu mailako araua.  
Nazioarteko Biltzar Elektroteknikoa (IEC).

[www.ertms.com](http://www.ertms.com)  
ERTMSa aurkezteko web gunea.

“Technology: How bogies work”  
Japan Railway & Transport Review.

“Railways and the environment”  
Japan Railway & Transport Review.

# Zaharrak berri

Estibaliz Arbelaitz Ubegun  
Biologian lizentziatua



E. ARBELAITZ

**Ingurura begiratuta edonon aurki ditzakegu zuhaitz zaharrak, eta, hori dela eta, ikusgaitz bihurtu dira, arrunt, gureak ez diren beste begi batzuek ikusi dituzten arte. Duela 5 urte iritsi zen lehenengoz Helen Read Euskal Herrira, Europan zehar egiten ari zen bidaiaren baitan. Bidaia hartan, Ingalaterran hainbeste eztabaida sortzen dituzten zuhaitz zaharrak bilatzen zituen, garai batean moarratu zirenak bereziki. Helen Readek Natura 2000 Sarean dagoen Burnham Beeches-en egiten du lan, eta Ancient Tree Forum zuhaitz zaharren kudeaketaren inguruan sortutako foroaren partaide da. Talde horrek herritarrek zein zuhaitz zaharrekin lanean diharduten profesionalak biltzen ditu, eta bizidun haiek duten garrantzia azaltzea du helburu.**



Bizitzaren azken etapan dagoen zuhaitza da zuhaitz zaharra; hildako egurra du adaburuan, eta pixkanaka usteltzen doan enbor lodia, zulo ugarikoa; enborraren barrutik doazen ur-bideek kanpoko azala ustelarazten dute eta hura galtzen doa pixkanaka. Enbor-barrua ustelduta izaten dute sarritan edo zulo handi bat besterik ez da geratzen. Onddoen gorputz fruktiferoak ageri dira, eta landare epifito ugari, bai enborrean, bai adarretan, eta, oro har, elkarrekiko menpekotasuna duten bizidun ugari aurki daitezke.

Ezaugarri horiek dituzten zuhaitzak badaude Euskal Herrian, nahiz eta urte askokoak ez izan, eta horietako asko eta asko moarratu egin ziren garai batean: zuhaitz moarrak edo motzak deitzen zaie. Zuhaitz-mota horiek gure basoen historiaren ondorio dira.

- **2-3 m-ko altueran**
- **mozten ziren, eta, kimu berriak hortik gora garatzen zirenez, abeltzainek animaliak mendian utz zitzaieten.**

### Zuhaitzak, historiaren aztarna

Erdi Arora arte basogintzak ez zuen halako garrantzirik izan Euskal Herrian, baina, XIII. mendetik aurrera, egur-eskaria areagotzen hasi zen, batez ere eraikuntzan, burdingintzan eta untzigintzan erabiltzeko. Denboran zehar eta batez ere burdingintzak eta untzigintzak hartu zuten garrantziagatik, basoak gogor ustiatzen hasi ziren. Zuhaitzak lur-mugatik mozten zituzten, eta, urte batzuetan berriro ere kimu berriak sortzen zirenez, erabiltzeko moduko egurra lortzen zuten: txaradiak zeritzen.



Lur-mugatik moztu ondoren sortutako adar berriak (txaradiak, Epping Forest, Ingalaterra).

E. ARBELAIZ

Kudeaketa-modu hark arazo nagusi bat zuen: kimu berriak ez jateko inguruan itxiturak egiten ziren, eta horrek liskar ugari sortu zituen egurra ustiatu eta abeltzaintza bultzatu nahi zutenen artean. Ondorioz, zuhaitzak kudeatzeko modu berria sortu zen: zuhaitz moarrak edo motzak. 2-3 m-ko altueran mozten ziren, eta, kimu berriak altuera horretatik gora garatzen zirenez, abeltzainek animaliak mendian utz zitzaieten eta, aldi berean, egurra ustiatu zezaketen. Modu hartan jarduera askori konponbidea ematen zitzaenez, zuhaitzak kudeatzeko era hura herri askotara hedatu zen. Hori dela eta, zuhaitz motz edo moarratuek osaturiko baso ugari ikus ditzakegu gure mendietan egun.

### Zergatik dira garrantzitsuak?

Antzinako irudi eta eraikinak babesten diren bezala, zergatik ez dira babestu behar antzinakoak diren zuhaitz hauek ere? Historiaren aztarnak dira eta jadanik galtzeaz dagoen bizimodu baten azken hondarrak. Behe-bailaretan zeuden zuhaitzak untzigintzarako erabiltzen ziren, eta urrun geratzen zirenak egur-ikatza sortzeko: gure mendi garaietan aurki ditzakegun zuhaitz motzen sortzaileak ikazkinak izan ziren, beraz. Basoz baso zuhaitzak moarratzen zituzten txondorra egiteko beharrezkoa



Ernioko bi zuhaitz zahar. Eskuinekoan onddoak eta liken epifitoak ikusten dira enborrean.

E. ARBELAIZ



2-3 m-ko altueran moztutako zuhaitza (zuhaitz moarratua edo motza, Oiartzun, Gipuzkoa).



E. ARBELAIZ

zen egurra lortzeko, eta mendian egunak eta egunak igarotzen zituzten txondor hura zaintzen. Egun, jarduera hura gabe, zuhaitz-mota hauek galtzeko arriskuan daude, bai zaharrak galtzen ari direlako, eta bai berriak sortzen ez delako. Baina bizimodu haren azken aztarnak izateaz gain, balio ekologiko handiko guneak ere badira zuhaitzok.

Zuhaitz zaharrak, enbor lodiaz gain, zuhaitz gazteetan oso kasu gutxitan ikusten diren ezaugarriak ere baditu: hildako egurra adaburuan, ur-bideak enborrean... eta, oro har, usteltze-prozesu hori da zuhaitz zaharra hain baliabide aberatsa bihurtzen duena; biodibertsitate handiko habitata bilakatzen da.

Usteltze-prozesua onddoek hasten dute eta zenbait ornogabek ere laguntzen dute. Hala, kate luze baten

hasiera bihurtzen da. Prozesu horretan zehar mikrohabitat ugari sortzen dira, non bizidun espezialista ugari bizi baitiren: onddoak, ornogabeak eta, haiekin lotuta, hegaztiak... Sortzen diren zuloak animaliek erabiltzen dituzte negua edo uda igarotzeko (muxarrek esaterako) eta baita ehizatzeke ere (armiarmek adibidez). Horrelako kateen oinarriak dira zuhaitz zaharrak, eta, zuhaitza habitata izanik, hura babestuta harekin erlazionatutako flora eta fauna babesten dira. Suedian, esaterako, 3 ha-ko eremu bat babestuta, Zerrenda Gorriko 400 espezie babesten dituzte.

● **Bizimodu baten**  
● **azken aztarnak**  
**izateaz gain, balio**  
**ekologiko handiko**  
**guneak ere badira**  
**zuhaitzok.**

Bestalde, hildako egurra usteldu eta materia organiko bihurtuz, zuhaitzak bere burua 'birziklatzen' du, eta, sortzen den materia berri ere zuhaitzera itzultzeko, enborraren goialdetik behera sustriak garatzen ditu. ➔

**1** **2** **3** **4**

**Zuhaitz zaharra habitat bat da, eta bizidun arraro ugari bizileku eta sostengu bilakatzen da.**

1. Onddoa (*Ganoderma pfeiferi*).
2. Likena (*Lobaria pulmonaria*)
3. Arrabioa (*Salamandra salamandra*).
4. Intsektua (*Rosalia alpina*).

E. ARBELAIZ

1-2-3 E. ARBELAIZ

A. CASIS



E. ARBELAITZ

**Enborraren konpartimentalizazioa. Enborraren goialdean adar ugari izanez gero, usteltzerik pairatu ez duen zati bakoitzak modu independentean joka dezake.**

### Nola kudeatu zuhaitz hauek?

Zuhaitz hauek kudeatzeko garaian beha daitezkeen arazo nagusiak dira oso adaburu altua eta handia dutela, eta zenbait kasutan, zuhaitz gazteen lehia eta lurzorua trinkotzea. Aspaldi moarratu gabekoek adar handiak garatzen dituzte, eta, ondorioz, oreka galtzen dute. Hori dela eta, haizete batek edo euri-jasa handi batek zuhaitzak lurrera bota ditzake edo adarrak hautsi ditzake. Arazo horri aurre egiteko modu bakarra zuhaitza berriro ere moarratzen hastea da: helburua da grabitate-zentroa behera ekartzea, eta, horretarako, gutxika-gutxika adaburua goitik behera murriztu behar da, berriro ere enborraren inguruan adaburua bildu eta oreka lortu arte. Mozketak horiek zuhaitzaren egoeraren arabera koak dira, eta oreka lortutakoan ere beharrezkoa da moarratzearekin jarraitzea.

Adaburuaren murrizketarekin hasi aurretik, landu behar den zuhaitzaren inguruan zer dagoen behatu behar da. Gure mendietan, sarritan, zuhaitz moarratu ugari egoten dira bata bestearen ondoan, eta adaburuaren murrizketa taldeka egitea komeni da, moarratu dena argirik gabe gera baitaiteke.

Moarratzearekin, zuhaitza orekatzeaz gain, hura indartzea ere lortzen da (sagarrondoak kimatzean gertatzen den bezala) eta moarratu gabeko zuhaitzak baino urte gehiago irautea lor daiteke. Burnham Beechesen, esaterako, tantai luzeko pagoak 250 urte arte bizi dira gehienez, eta moarratzen diren pago batzuek, berriz, 450 urte inguru dituzte. Moarratzearen ondorioz, adar gehiago garatzen dira enborraren goialdean eta horrek aukera ematen du izerdiaren fluxurako bide gehiago egoteko. Izerdi-garraioa bide askotatik gertatzen denean, zailagoa da onddoek eragiten duten usteltzea enbor guztira hedatzea, enbor independente gisa joka baitezake izerdi-bide bakoitzak.

Zenbait kasutan, berriz, arazoa inguruan dauden landare gazteak dira. Zuhaitz zaharrak izaki, oso sentikorrek dira ingurukoek egin dezaketen lehiarekiko, eta argitasun faltak erraz hil ditzake. Horrelako kasuetan, zuhaitz zaharraren inguruko landare gazte guztiak kentzen dira eraztun moduko bat eginez. Hala ere, pixkanaka egin beharrek lana da, eguzki-izpiek zuhaitzaren azala erre baitezakete. Hori saihesteko, ingurua pixkanaka garbitu behar da (zuhaitzaren inguruan eraztun moduko batzuk eginez), kanpotik hasi eta zuhaitzeraino iritsi arte.

**Moarratzearekin, zuhaitza orekatzea eta indartzea ere lortzen da, eta moarratu gabeko zuhaitzak baino urte gehiago irautea lor daiteke.**

Zuhaitz horien sustrai-sistema ere oso sentikorra da, eta lurraren gehiegizko zanpaketak zuhaitza hil dezake. Hori dela eta, sustrai-sistema babestu egin behar da, itxituak jarriz edota zuhaitzaren inguruan oztopoak ipiniz.



E. ARBELAITZ

**Garai batean zuhaitz bakarra izan zen, baina egun bi zuhaitzek bezala jokatzeko dute.**





E. ARBELAIZ

Lehenengo bietan pago gaztea lepatzen (Miel Barriola, Leitza). Besteetan pagoa moarratzen (Patxi Astibia, Leitza).

## Zuhaitz zaharren belaunaldi berriak

Esan bezala, zuhaitz zaharrak kultura baten ondare eta espezie mehatxatu ugariaren habitata dira, eta, azken horien populazioak mantendu ahal izateko, zuhaitz zaharren ezaugarriak dituzten beste zuhaitz batzuk behar dituzte inguruan. Horrez gain, espezie horietako asko ez dira gai bide luzeak egiteko, eta, beraz, populazioak iraun dezan, gertu behar dituzte eurentzako habitat aproposak. Ikusi da hori lortzeko biderik azkarrena zuhaitz-landare gazteak moarratzea dela, eta, horretarako, ikazkinek egiten zuten moduan, hainbat pauso eman behar dira: lehenengo lepatu egin behar da zuhaitz gaztea eta, ondoren, moarratze-ziklo batean sartu behar da.

Hala ere, zuhaitz moarratu gazteak espezie horientzat egoki izatera iritsi arte, urte asko igaroko dira, eta, belaunaldien arteko salto hori gainditzeko, orain dauden zuhaitz zaharrak bizirik mantentzen saiatu beharko litzateke.


## Zuhaitz zaharren banaketa European eta Euskal Herrian

Europa guztira hedatu da zuhaitz zaharrak kontserbatu behar direlako ideia, baina ezin da esan zuhaitz mota horien banaketa zabala denik. Hainbat herritan topa ditzakegu, dentsitate oso desberdinetan: Norvegia, Suedia, Alemania, Erresuma Batua, Frantzia... Hainbat arrazoiengatik landu ziren zuhaitz haiek: egurretarako, hostoak animalien bazka gisa erabiltzeko, fruituak lortzeko etab. Zuhaitz haiek agertzen diren eremu gehienak Natura 2000 Sarean barneraturik daude herrialde gehienetan, eta, aldiz, Euskal Herrira iritsi berria da ideia hori. Azken datuen arabera, haritz

moarratu gehienak Ingalaterran daude, baina pago moarratu dentsitate handiena Euskal Herrian dago. Gure lurraldean oso banaketa zabala dute zuhaitz horiek, eta, gutxi edo asko, edonon aurki ditzakegu.

## Europa osoan, pago moarratuen dentsitate handiena Euskal Herrian dago.

Hala ere, zuhaitz zaharren dentsitate handiko guneak garrantzitsuagoak dira zuhaitz isolatuak baino, betiere arriskuan dauden animalia zein landareen ikuspuntutik. Izan ere, zuhaitz ugari egoteak txoko ugari izatea bermatzen du, mikrohabitat zehatzak behar dituzten mikroorganismoek populazio iraunkorrakoak garatzeko aukera gehiago dituzte, aldaketen aurrean zuhaitz-multzo batek babes handiagoa ematen du isolatu batek baino eta zuhaitz-talde batek iraganaren inguruko informazio gehiago ematen du zuhaitz bakar batek baino.

Hori guztia dela eta, Euskal Herrian ditugun zuhaitz zaharren multzo hauei beste begi batzuekin begiratzeko aukera dugu. Hain dentsitate handia edukitzeak aukera garrantzitsua ematen digu Europako beste herrialde askoren aurrean, probak eginez ikasteko aukera. 

Eskerrik asko, Iñaki eta Arturo, mundu honetan sartzeko aukera emateagatik.

BIBLIOGRAFIA  
ASEGINOLAZA, CARLOS.  
*Oiartzungo natura.*  
Mugarri. Oiartzungo Udala.  
2000.

ARAGÓN, ALVARO.  
*El bosque guipuzcoano en la Edad Moderna: aprovechamiento, ordenamiento legal y conflictividad.*  
Aranzadi Zientzi Elkarte.  
Donostia. 2001.

READ, HELEN.  
*Veteran trees.*  
*A guide to good management.*  
English Nature. London. 2000.

READ, H., FORFANG, A.S., MARCIAU, R., PALTTO, H., ANDERSSON L. & TARDY, B.  
*Tools for preserving woodland biodiversity. Textbook 2.*  
Nacorex (Nature Conservation Experience Exchange). (ed.)  
2001.

[www.ancient-trees.org.uk](http://www.ancient-trees.org.uk)

# Arrainak, geneak eta txipak: poluzioaren aurrean adierazteko askatasuna

Ibon Cancio Uriarte  
Biologian doktorea  
Eider Bilbao Castellanos  
Biokimikan lizentziatua



ZFIN ETA OREGONGO ZEBRA-ARRAINEN LABORATEGIA

Individualki zein beren arteko konbinazioz estresatzaile moduan joka dezaketen hainbat faktore naturalek eratzen dute ingurune fisikoa, besteak beste, tenperaturak, oxigenoak, gazitasunak, urhornidurak, argi ultramoreak, eta, nola ez, faktore antropogenikoek. Estresatzaile horien artean, gero eta nabariagoa da metal astunek zein konposatu kimiko organikoek sortutako poluzioaren eragina.



Poluzioa areagotu den heinean, gero eta handiago da poluitzaile horiek organismoetan eragiten dituzten kalteak zein diren, organismoaren jokamoldea nola baldintzatzen duten eta eragin horiek nola aurreikus daitezkeen ezagutzeko beharrezana. Kalte horiek aztertzeko, ikerketak hainbat mailatan bideratu izan badira ere, molekula mailan eginikoak izaki eukariotikoen (fruta-eulia, lur-zizarea edota gizakia) genomaren sekuentzia osoa ezagutzearan gauzatu, sustatu eta ezinbesteko bihurtu dira.

## ● He in handi batean, ● liburutegian ditugun liburuak noiz, non eta nola irakurtzen ditugun, modu batekoak edo bestekoak gara.

Garrantzi horren zergatia genomaren beraren funtzioan eta ezaugarrietan oinarritzen da; izan ere, genoma organismo bakoitza osatzeko informazio guztia (fenotipoa) gordetzen duen liburutegizat jo baitezakegu. Liburutegi hori liburutan edo genetan antolatuta dago, eta horiek zelulako funtzio gehienak betetzen dituzten proteinak ekoizteko informazioa gordetzen dute. Horrela, geneetan edota gene horien espresioan gertatzen diren aldaketek gorabeherak eragin ditzakete zelularen ohiko funtzionamenduan.

## Gene-espresioaren eraentzea

Espezieen arteko ezberdintasun fenotipikoak (gorputz-arkitektura, metabolismoa, portaera...) maila bikoitzean ulertu behar ditugu. Batetik, espezie bakoitzak bere liburutegia (genoma) dauka; espezie batzuk liburu (gene) ugariz hornituta daude; beste batzuk, ordea, gutxiagoz. Bestetik, eta oraintsu jakin dugun moduan, gizakiaren eta tximinoaren genomak antzera hornituta daude; beraz, beste zerbaitek baldintzatu behar ditu bi espezie horien artean dauden ezberdintasun nabariak. Bigarren aldagai horretan gene-espresioaren eraentzeak parte hartzen du.

Hein handi batean, liburutegian ditugun liburuak noiz, non eta nola irakurtzen ditugun, modu batekoak edo bestekoak gara. Hori argi gelditzen da gure kolkoari begiratuz gero. Gizakiok izaki zelulanitzak gara, eta, gure zelula guztiek genoma berbera duten arren, zaila da hepatozito eta neurona baten arteko berdintasunak markatzea, zelulek garapenean zehar, ingurune baldintzen arabera, gene (liburu) jakin batzuk espresatzen (irakurtzen) baitituzte. Hori dela eta, espezieen arteko lehia gailentzeko, unean uneko bide metabolikoak erabiltzen ditugu, beti etekin energetiko maximoa lortzeko helburuarekin.

Adibidez, lehen munduko biztanle garenok egunean hiru jatordu egiten ditugu. Beraz, gure betebeharr energetikoak betetzeko, batetik, karbohidratoen metabolismora jotzen dugu glikolisiko entzimak erabiliz, baina, bestetik, lipidoak metatzen ditugu triglizeridoen ekoizpenaren bidez. Hori dela eta, ez dugu lipidoen katabolismoaren beharrik gosea sentitzen dugun arte. Gose-greba bat egiten hasitakoan, esaterako, triglizeridoen katabolismoan arituko diren



ARTXIBOKOAK

Zenbait poluitzailek aldaketa eragiten dituzte geneetan edo geneen espresioan. Eragin horiek ikertzeko bizi egokiak dira arrainak.

bide metabolikoetako entzimak ekoizten dituzten geneak berehala hasiko dira espresatzen. Horri gene-espresioaren eraentzea deritzo.

● **Gai toxiko baten aurrean organismoek duten erantzuna hainbat generen espresioaren elkarrekintzen ondorioa da.**

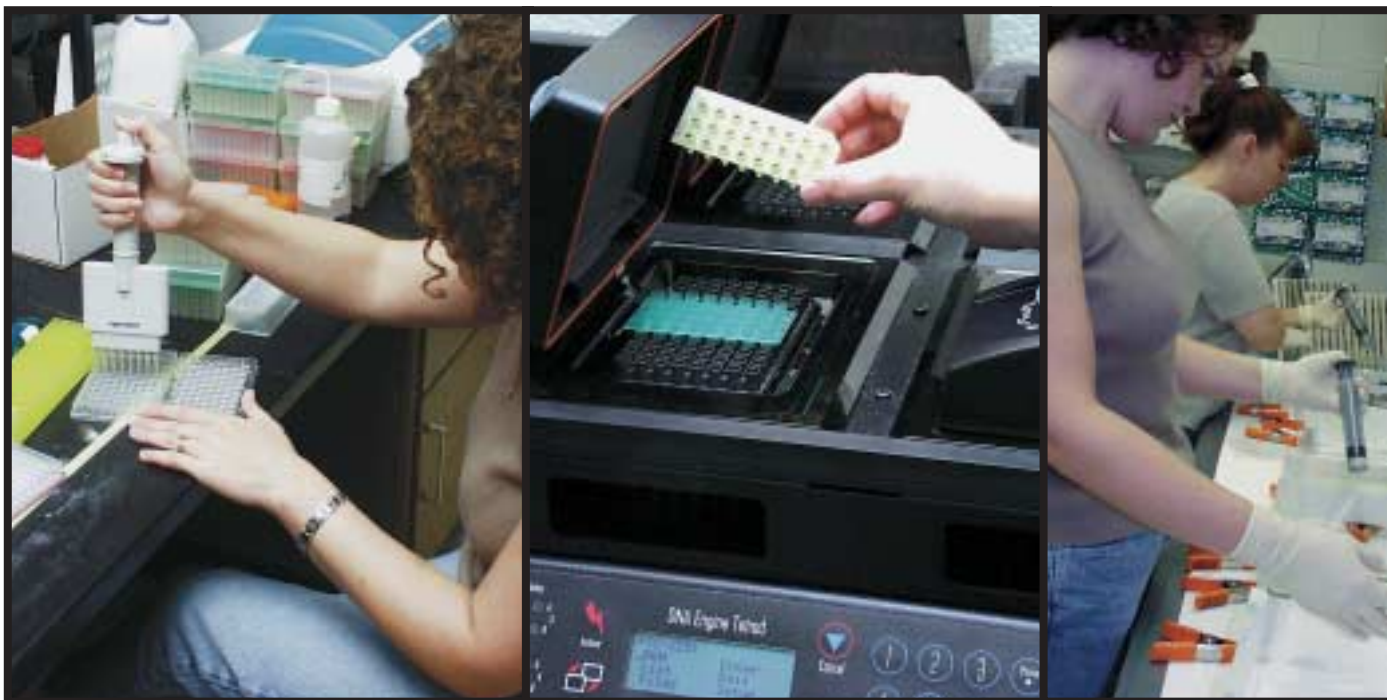
Eraentze hori gauzatzeko, izaki zelulanitzak zelularen ingurunea etengabe arakutzen diharduten proteina bereziz horniturik daude, transkripzio-faktoreak. Proteina horien funtzioa ingurunean gertatzen diren aldaketei (elikagaien kontzentrazio-aldaketak, faktore fisiologikoak, hormonak, bizkarroiak, gaixotasunak...) aurre egitea da, horretarako gene-espresioaren gainean aldaketak eraginez.

Ingurunean dauden konposatu poluitzaile eta toxiko guztiak, beraz, inguruneke beste aldagai bat baino ez dira transkripzio-faktore horientzat. Adibide bat jarriko dugu: animalia gehienotan ale arrak eta emeak

bereziz daitezke. Ar eta emeak bereizten dituzten ezberdintasun nagusiak hormona biren menpe daude espezie gehienetan: arretan testosterona eta emeetan estradiola. Estradiolak estrogeno-hartzailea deritzon transkripzio-faktorearen bidez abian jartzen ditu emeetan adierazgarriak izango diren garapen-aukerak. Horren eraginez bitelogenina ekoizten da, arrain emeen obozitoen erreserba-lipoproteinarik garrantzitsuena (beste talde batzuetan ere bai). Arrain emeek ekoizten dute, ez arrek, nahiz eta haiek ere baduten bitelogenina ekoizten duen genea.

Gure ibaietara kantitate handietan heltzen dira estradiolaren antzeko egitura kimikoa duten zenbait konposatu, hala nola gure garbiketetan erabiltzen ditugun xaboiak, plastikoen erabiltzen ditugun materialak edota pilula antisorgailuetan hartzen ditugun hormona artifizialak.

Konposatu horiek arretan bitelogenina kodetzen duen genea transkribarazten dute estrogeno-hartzailearen bidez. Baina bitelogeninaren genea ez da erantzuten duen bakarra; ar bati emandako konposatu estrogenikoek ehunka generen espresioan eragiten dute. Ondorioz, badaude zenbait ibai munduan, zeinetan arrain arrek emeen markatzaileak diren proteinak ekoizten baitituzte; horietan, espermatozoideekin batera obozitoak ere aurkitu dira zenbait kasutan. Adibide horrek agerian uzten ditu, beraz, egunero erabiltzen ditugun hainbat konposatuk organismo askoren populazioetan izan ditzaketan ondorio nabarmenak.



G. BABEL / VIRGINIA TECH.

## Toxikologia eta genomika elkarrekin

Egungo helburuetako bat, hortaz, genoma ezberdinetako gene horiek guztiek zelulan zer-nolako betebeharrak dituzten ezagutzea litzateke. Oraindik urruti samar gauden arren, urtetik urtera gero eta organismo gehiagoren genoma ezagutzen dugu, eta gero eta argiago ezagutzen ditugu gene-espresioaren eraentze-mekanismoak zein diren. Beraz, toxikogenomikaren helburua da ikertzea gene-espresioaren zer eraentze-mekanismo jartzen dituzten abian zenbait poluitzailek.

Jakina da inguruneko poluitzaileen eraginpean dauden indibiduo guztiek ez dietela modu berean erantzuten poluitzaileei. Erantzun hori ostalariaren beraren barneko faktoreek (garapen-egoera, izaera genetikoak, hormonala, metabolikoa...) eta inguruneko faktoreek (poluitzailearen kontzentrazioa eta esposizio-denborak) mugatzen dute. Beraz, poluitzailearen, kofaktoreen presentziaren eta sentikortasun genetikoaren arteko konbinazioaren arabera, indibiduo bik edota indibiduo beraren zelula bik erantzun ezberdina eman dezakete efektu jakin baten aurrean.

Gai toxiko jakin baten aurrean organismoek erakusten duten erantzuna hainbat generen espresioaren elkarrekintzen ondorioa da. Hori dela eta, azken urteotan gero eta laborategi gehiago ari dira gene horiek aztertzen. Hortik, toxikologia eta genomika uztartzetik, jaio zen toxikogenomika.

Toxikogenomikan, gene-espresioaren analisiak, zelulen egoeraren berri emateaz gain, zelula horiek hainbat kinadaren aurrean nola erantzuten duten erakusten digu. Beraz, lehenengo, intereseko organismoaren genomaren sekuentzia edo, behintzat, inguruneko aldagaiek gehiegi edo gutxiegi espresa ditzaketen itugeneak zein diren eta zer bide metabolikotan parte hartzen duten ezagutu beharko genuke.

● **Toxikogenomikaren**  
● **helburua da ikertzea gene-espresioaren zer eraentze-mekanismo jartzen dituzten abian zenbait poluitzailek.**

Azken urteotan izugarri aurreratu da arlo horretan, eta hainbat konposatu-motak –hantura eragiten dutenek, konposatu estrogenikoen, immunosupresoreek edo kartzinogenikoen esaterako–, zer generen espresioa aldatzen duten ezaguna da, neurri handi batean. Hala, estrogenizidadeaz mintzo garela, adibidez, badakigu, aztertu beharreko gene nagusiak biteloge-



**DNAren sekuentziazio-prozesuaren urrats nagusiak. Goiko irudiko kolore bakoitzak DNA osatzen duten lau nukleotidoetako bat adierazten du.**





**Zebra-arraina da laborategietan eredu gisa gehien erabiltzen den arrainetako bat. Eskuinean, arrain horren enbrioak ikus daitezke, ernalduta eta hiru ordu laurden geroago.**

nina (arrainetan) eta arrautzaren matrize estrazelularreko proteinak kodetzen dituztenak direla; immuno-supresoreez ari garela, interleukina, konplementu-proteina edota hainbat zitokina-mota direla; eta, kartzinogenikoz ari garela, Bcl-2, p53, c-myc eta ras geneak direla, besteak beste (beste hamaika generekin batera).

## ● Aldaketen aurrean, poluzioa bereziki, arraina beste organismo asko baino zentinela sentikorragoa da.

Aztertu beharreko geneak zein diren zehaztean, gene horiek poluitzaileen aurrean dituzten espresio-aldaketak ikertzea litzateke etorkizuneko toxikologoena. Ezezagunak diren kasuetan, aldiz, poluitzaileen eraginpean erantzuten duten gene berriak zein diren bilatu beharko lukete toxikologoek.

## Arrainen erabilera ingurune-toxikogenomikan

Ingurune-toxikologia aztertzeke orduan arrainak organismo ezin hobeak direla esatea ez da gehiegi esatea; izan ere, ornodun horiek gorputza uretan dute murgilduta, eta, beraz, harreman zuzena dute ingurune horretan dauden poluitzaileekin, bai zakatzen bidez, bai heste-gibel sistemaren bidez. Arrainen taldea talde zabala da, bai espezie-kopuruari dagokionez bai espezie barneko indibiduo-kopuruari dagokionez ere; aniztasun horren ondorioz, fisiologia ezberdineko, bizitzeko era ezberdineko eta moldatze-sistema ugariko organismo-taldea da.

Aniztasun hori genomaren ere islatzen da, bestelako ornodunekin alderatuta askoz genomaren plastikoagoa eta aldakorragoa baitute arrainek. Beraz, ingurunean gertatzen diren aldaketen aurrean, poluzioa bereziki, arraina beste organismo asko baino zentinela sentikorragoa da. Era berean, beste taxon batzuetako genomak interpretatzeko orduan, ugaztunen genomaren hobeto ulertzea eramango gaitu arraina eredu gisa erabiltzeko. Gainera, ez dago esan beharrik arrain-espezie askok, garrantzi ekologiko edo zientifikoaz gain, garrantzi ekonomikoa ere badutela, batez ere arraina sarri jateko ohitura dugun herrialdeetan.

Hala, arrain-espezie ugarirekin egiten da lan gaur egun, horien artean, zebra-arraina, medaka, karpa, amuarraina, izokina eta platuxa. Batzuen eta besteen genomaren gainean dugun ezagutza zeharo ezberdina bada ere, gaur egun (2005eko azaroa) 14 teleosteo arrain-espezietan espresatzen diren geneei dagozkien 10.000 sekuentzia baino gehiago ezagutzen ditugu. Horrez gain, *Fugu rubripes*, *Danio rerio* eta *Tetraodon nigroviridis* teleosteoaren genomaren sekuentzia osoa ezaguna da jadanik.

## Mikrotxipak: gene-espresioa ikertzeko tresnak

Arrainak eta aztertu nahi ditugun geneak baditugu, zer egin horiekin? Zein da erabili beharreko metodologia? DNA-mikrobilduma edo mikrotxipak dira gene-espresioaren analisi holistikoa oinarritzen diren gaur egungo eta etorkizuneko lan-tresnak, eta gero eta ezagunagoak dira. Txip horiek euskarri solido batean lotuta dauden intereseko geneei dagozkien ehunka edota milaka DNA-zundaz eratuta daude.

Mikrotxipek mikroskopian erabiltzen diren beirazko porten tamaina besterik ez dute, eta interesatzen zaizkigun eta ezagunak diren sekuentzia guztiak aldi berean detektatzeko aukera ematen digute. Horiek erabiliz, hainbat markatzailez markaturiko DNA zein RNA molekula osagarriak detekta daitezke. Horretarako,

poluitzaileekin trataturiko eta tratatu gabeko arrainen organo bakoitzetik (gibela, esate baterako) RNA erauzi eta, alderantzizko transkripzioa erabiliz, DNA osagarria (cDNA) sintetizatzen da. cDNA horrek zelularen transkriptoma osatzen du, hots, une jakin horretako animalia horren genomaren espresio genikoaren bilduma. cDNA hori markatzaile fluoreszentez marka daiteke, bata fluoreszentzia berdez eta bestea gorritz adibidez; azken batean, organismo bien material genetikoa ezberdintzea da helburua. Aztertu eta konparatu nahi ditugun organismoen cDNAren kopuru berdinak konbinatzen dira ondoren, eta nahastea mikrotxiparekin hibridatzen da. Hala, erauzketa egin den unean arrain tratatua bitelogenina asko espresatzen ari bazen eta tratatu gabean gutxi, txipak gene horretarako agertuko dituen kolore ezberdinak direla bide detektatu ahal izango dugu ezberdintasun hori.

Kasu honetan, txipean bitelogeninaren sekuentzia kokatu dugun puntua gorritz tindatuta agertuko zaigu, animalia tratatuaren transkriptoaren kopia gehiago baitaude. Tratatuaren genea erreprimetuta balego, ordea, marka berdea agertuko litzateke; eta animalia bietan espresioa berdintsua balitz: berdea + gorria = horia. Horretarako, txipa eskaneatu eta organismo tratatuetan eta tratatu gabetan zer gene espresatzen den konparatzen da ordenagailuko zenbait programa erabiliz. Bioinformatika, beraz, beharrezkoa da milaka generen espresioa ikertzen ari bagara.

Munduan zehar egin diren laborategi-esperimentuetan, arrain-mota jakin batzuk zenbait konposatu toxikoren eraginpean mantendu izan dira. Kasu horietan, arrainaren organoetakoren baten gaineko mikrotxipak garatu dira, eta, beraz, dagoeneko badakigu zein genek erantzuten duen espezie horiek poluitzaile-mota horien eraginpean mantentzean.

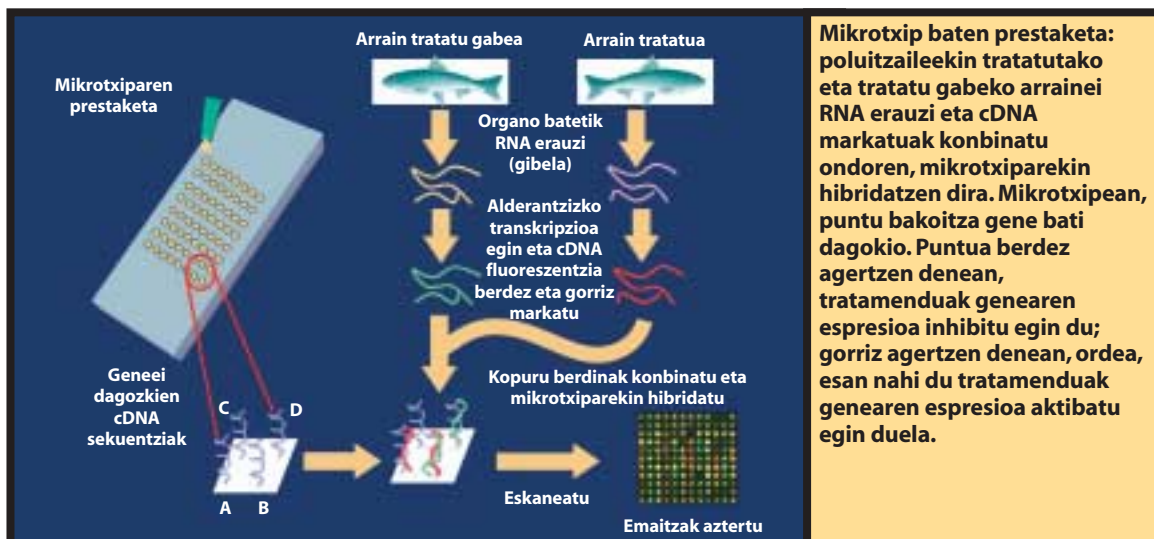
Espresatze-patroi horiek ez dira ugaztunetan ezagutzen direnekiko oso ezberdinak. Gaur egun, geneen espresatze-patroia nola aldatzen den ezagutzen dugun organismo hauetakoren bat ingurune konposatu ezezagun baten eraginpean egonez gero, poluitzaile-mota identifikatzeko gaitasuna izango genuke hark

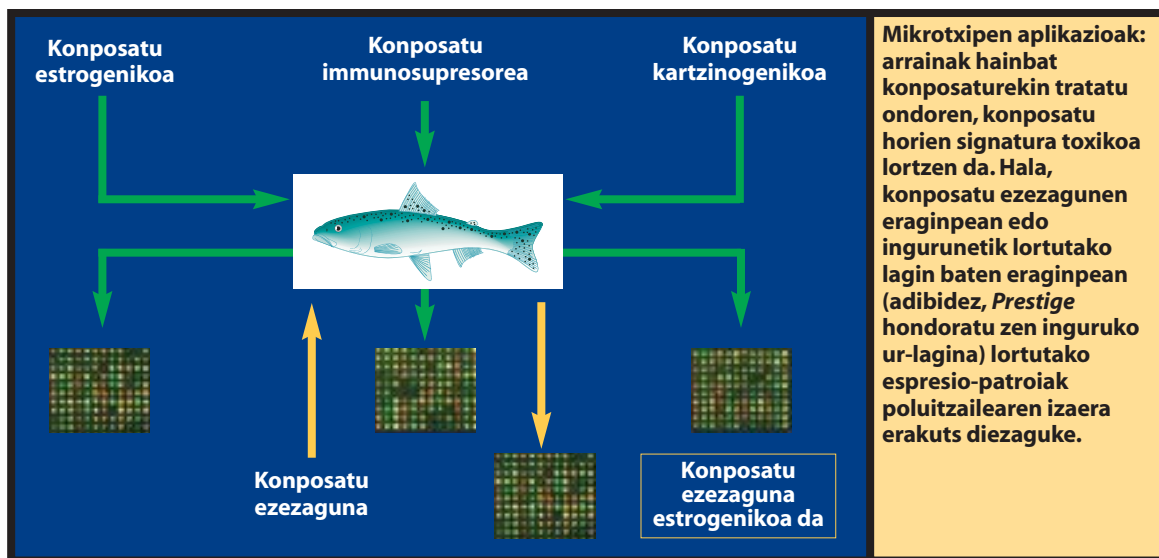
**Mikrotxipen bidez, poluitzaile-mota identifika daiteke, gai ezezagunaren espresatze-patroia ezagutzen ditugunekin alderatuta.**

eragindako espresatze-patroia ezagutzen ditugun espresatze-patroiekin alderatuta. Hala, poluitzaile horrek bizidunetan kalteak eragin aurretik, tokian tokiko neurriak hartu eta kalte horiek saihesteko aukera izango genuke. Era berean, droga eta konposatu berriak ekoiztikoan, konposatu horiek organismoen sor liezazkieketen aldaketak aurreikus genitzake merkatuan jarri aurretik.

## Poluitzaileen mekanismo molekularrak eta ingurune-kalitatearen azterketa

Azken urteotan txipak arrainetan aplikatzen dituzten laborategiak gero eta gehiago dira, bai laborategi-esperimentuetan eta bai landako populazioetan. Erre-suma Batuan egiten ari diren ikerlanetan adibidez,





poluitzaile espezifikoei erantzuten dieten biomarkatzaile molekular berriak zehaztu eta haien mekanismoak zein diren definitu nahian dabilta.

Hala, Alde izeneko itsasadar garbian eta Tyne itsasadar poluituan bizi diren platuxa arrainen gene-espresioak konparatu dituzte. Horretarako, beste espezie batzuetan mota ezberdinetako estresarekin erlazionatu diren geneak platuxan klonatu eta gero, 13.000 sekuentziadun mikrotxipa diseinatu dute. Bi gune horietako arrainen cDNA txiparekin hibridatu ondoren, ehun sekuentziatan espresatze-ezberdintasun nabarmenak aurkitu dituzte. Tynen induzituta agertzen direneta-tik adierazgarrienak, CYP1A1, paraoxonasa, (detoxifikazio-metabolismoko I-faseko entzimak), UDPGT eta aldehido deshidrogenasa (II-faseko entzimak) ingurunean hidrokarbuo polizikliko aromatikoaren kontzentrazio altuak egotearekin erlazionatu dira. Gainerako geneetan aurkitu dituzten aldaketek, berriz, estres orokorrari erantzuten diote.

Landa-azterketen emaitzak bat datoz laborategian egindako esperimuntuetan lortutakoekin. Izan ere, laborategi-esperimentu horietan, platuxak benzo(a)pirenopean (B(a)P) eta estradiolpean mantendu dituzte. Haien gibelego gene-espresioa tratatu gabeko taldearekin alderatu ondoren, B(a)P-kontzentrazio altupean mantendutako arrainetan, CYP1A1 genearen indukzioa ikusi dute, besteak beste.

Horrez gain, estradiolpean, bitelogenina eta koriogenina kodetzen duten geneak, beste batzuen artean, induzitzen direla ikusi dute. Espresio-aldaketa horietako batzuk, oraintsu eginiko beste laborategi-esperimentu batzuetan ere deskribatu dira. Adibidez, etinil estradiolpean 21 egunez mantendutako platuxa arretan, 200 genek baino gehiagok espresio ezberdina

agertu zuten animalia tratatuetan. Aipatzekoa da gene horien artean induzituta zeudela bitelogenina, UDPGT eta obozitoen matrize estrazelularreko proteina den ZRP kodetzen duen genearen espresioa.

**Mikrotxipek argi erakuts dezakete arrainaren fisiologia nola berrantolatzen den aldaketen eraginpean.**

Beraz, DNA-mikrotxipak substantzia kimikoen ezaguri toxikologikoak karakterizatzeko tresna botere-tsuak dira. Hazten ari den beste edozein teknika legez, oraindik ikerketa ugari behar da DNA-mikrotxipen erabilpena landan/ingurunean definitu eta aintzat hartu ahal izateko, ekotoxikologiaren ikuspuntutik. Baina, hala ere, mikrotxipak organismoen espresio genikoaren argazki zehatzak dira eta argi erakuts dezakete arrainaren fisiologia nola berrantolatzen den arrainaren ingurunean izandako aldaketen eraginpean.

Mikrotxipen teknologian, sakondu ahala, geneen erregulazioa eta espresioa hobeto ulertuko ditugu, eta, ondorioz, gaitasuna izango dugu konposatu kimikoen eragindako aldaketa egokitzailerik zein toxikoen argazkia zehatzago deskribatzeko. Horrela, bizidunontzat oso arriskutsuak diren konposatuak identifikatzen lagunduko digute argazki toxikogenomiko horiek. □

**BIBLIOGRAFIA**

BROWN, M., DAVIES, I.M., MOFFAT, C.F., ROBINSON, C., REDSHAW, J., CRAFT, J.A. "Identification of transcriptional effects of ethynyl oestradiol in male plaice (*P. platessa*) by SSH and a nylon macroarray" *Mar. Environ. Res.* 2004.

COSSINS, A.R., CRAWFORD, D.L. "Fish as models for environmental genomics" *Nat. Rev. Gen.* 2005.

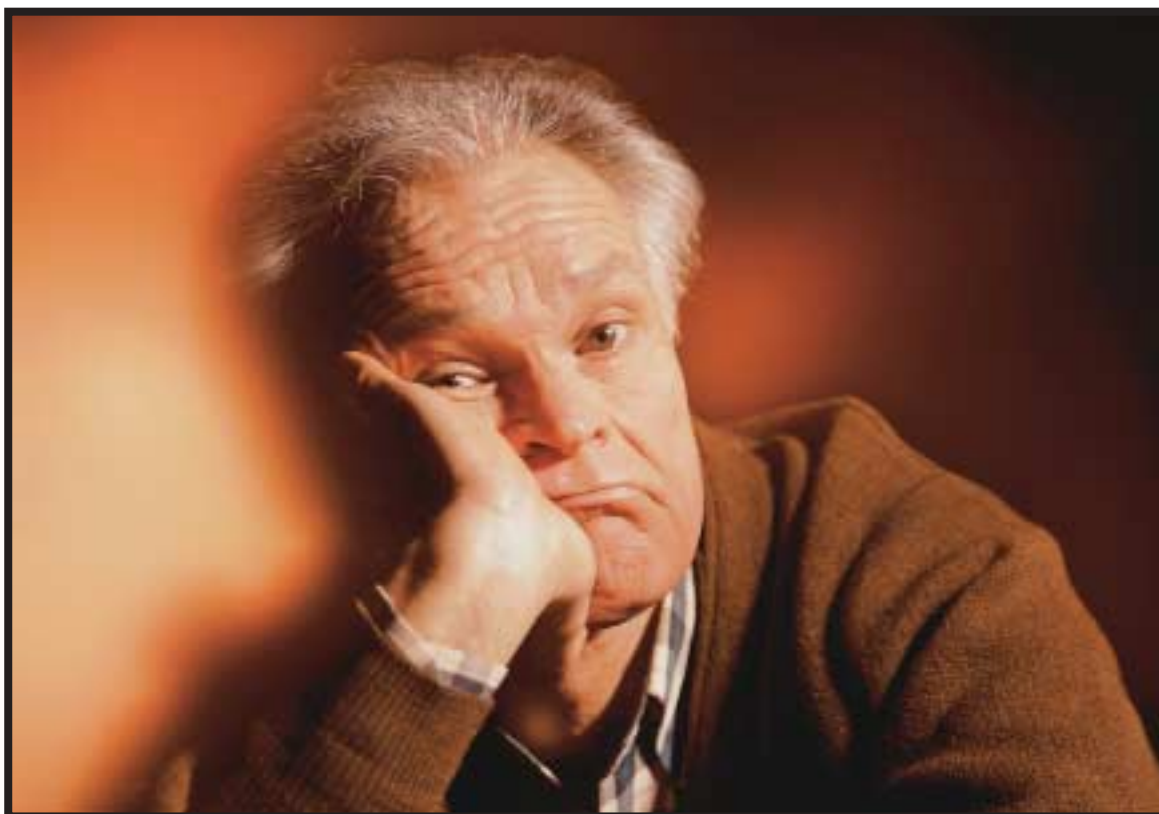
SNAPE, J.R., MAUND, S.J., PICKFORD, D.B., HUTCHINSON, T.H. "Ecotoxicogenomics: the challenge of integrating genomics into aquatic and terrestrial ecotoxicology" *Aquat. Toxicol.* 2004.

WILLIAMS, T.D., GENSBERG, K., MINCHIN, S.D., CHIPMAN, J.K. "A DNA expression array to detect toxic stress response in European flounder (*P. flesus*)" *Aquat. Toxicol.* 2003.



# Maite haugu, Zorion

Igor Aristegi Urkia  
Ikertzailea (EHU)



ARTXIBOKOA

**Gaixotasunak sendatzen eta erosoago bizitzen laguntzen digu zientziak. Baina, hori gutxi balitz, azken hamarkadetan ikergai berezia izan dute zientzialariek: zoriona. Izan ere, herrialde garatuetan izurriterik bortitzena ez da gripearena; aitzitik, tristura da aberatsen birus mingarria, desesperantza, asperra. Gaur egun, bizitzari zentzua emateko, atsegin betez jarduteko gure eginkizunetan, mantal zuriko gizon-emakumeei eskatu behar dizkiegu argibideak, zenbait aurkikuntza garrantzitsu egin baitituzte gure ongizatea bermatze aldera. Hemen, artikulua honetan, bi ikerketa-eremu izango ditugu hizpide; Farmakologian eta Psikologian izandako ekarpenak aztertuko ditugu.**

## Zorionaren farmakoak

Aldous Huxley-k gizarte zoriontsua deskribatu zuen *Brave New World* (1932) liburuan. Zientziak etorkizunean ekar zitzakeen aldaketak iragarri zituen fikzioaren bidez. Hark marraztutako utopian, garapen

zientifiko eta teknikoari esker, gizakiak sasoi betean bizi dira, gerrarik eta pobreziarik gabe. Tristura saihesteko ere aurkitu dute modua: asperraldia agertu orduko, soma deituriko droga kontsumitzen dute, kokaina eta morfinarekin egindako nahastea. ➔

Huxleyk, literaturaren asmakizun zehatzekin, geroko psikofarmakoen erabilera aurrean zuen; 1950eko hamarkadan hasi ziren erabiltzen. Izan ere, zorionik eza ikergai garrantzitsua izan da zientzialarientzat, eta, gaur egun, herrialde industrializatuetan, farmako-laborategiek makina bat printzipio aktibo merkaturatzen dituzte gure buruhaustek konpontze aldera. Farmazian galdutuz gero, aspertu arteko izen-zerrenda emango digute: fluoxetina, paroxetina, klomipramina, tradozonea, desipramina, eszitaloprama, etab. Izen komertzialak, beste hainbeste: Prozac, Seroxat, Anafranil, Trazolan, Norpramine, Meridian eta gehiago.

● **Farmako-laborategiek makina bat printzipio aktibo merkaturatzen dituzte gure buruhaustek konpontze aldera.**

Farmako horiei guztiei, somaren antzera, zorionaren farmako deitu ohi zaie; edo, hobeto esanda, antidepresibo. Izenak adierazten duen bezala, medikamentuok depresioa tratatzeko erabiltzen dira. Zerebroaren nahaste biokimikoak eraginda, depresioa jasaten dutenek sintoma hauek izaten dituzte: eguneroko eginkizunei aurre egiteko ezintasuna, insomnia zein hipersomnia (logura gehiago), apetituaren gorabeherak, urduritasuna,



Jende askok alaixeago sentitzeko hartzen ditu antidepresiboak, aldizkako frustrazio eta tristurak horrela konponduko dituelakoan.

sexu-grinaren galera, plazerik eza, eta kontzentratzeko zailtasuna. DSM IV-an (gaixotasun mentalen eskuliburua kanonikoa) ipintzen duenaren arabera, depresioa gogoaldartearen asaldura da. Gaixotasun mentala, alegia. Medikamentuok, beraz, gainerako medikamentuak bezala, medikuak errezetatu behar dizkio gaixoari diagnostikoa egin ondoren. Hala ere, ez da beti horrela gertatzen.

## Neurrian hartu behar

Gauza asko desio ditzake gizakiak sutzuki, aberastasuna eta ospea, boterea eta arrakasta, baita adiskidearen



Huxley-ren *Brave New World* liburuan bezala, zorionik eza botiken bidez sendatu nahi dugu guk ere.

emaztea ere; baina, oroz gain, gizakiak zoriontsu nahi du izan. Zorionaren bideak ezin asmatuzkoak dira ordea, eta, ahaleginak eginda ere, malkartsuak gertatzen dira batzuetan eguneroko oztopoak. Hori dela eta, gaixorik egon gabe, jende askok alaixeago sentitzeko hartzen ditu antidepressiboak, aldikako frustrazio eta tristurak horrela konponduko dituelakoan.

## Serotonina

Serotonina neurotransmisorea da, loan, apetituan, agribitatean eta umorean eragina duena. Neurotransmisoreak substantzia kimikoak dira, eta haien eginkizuna da nerbio-zelulen artean mezuak garraiatzea. Zelula batek jariatzen ditu eta beste zelula baten gainazaleko proteinak jasotzen. Mezua bidalita dagoenean, neurotransmisorea desegin egiten da edo hasierako zelulak berreskuratzen du bestela. Prozesu horri birjasotzea deritzo. Birjasotzea eragozten denean, neurotransmisorearen efektua handiagotu egiten da. Kasu honetan, serotonina areagotzeak zerebroaren jarduera biokimikoan eragin eta atsegin-sentsazioa sorrarazten du.

### Duela 30 urte, antidepressiboen merkaturatu irauli zuen medikamentua sortu zuten. Haren izena: Prozac.

Ezin botako diegu horren errua laborategiei soilik, baina automedikazioaren zergatia izan liteke, publizitatearen eraginez, albo-ondorioei jaramon gutxi egin izana. Duela 30 urte, antidepressiboen merkaturatu irauli zuen medikamentua sortu zuten, efikazia apartekoa bai, eta kalterik gabea saltzaileen esanean. Medikamentu hark laster batean konkistatu zituen gaixoen eta hipokondriakoen bihotz eta buruak. Haren izena: Prozac. Fluoxetina klorhidratoa da printzipio aktiboa, eta serotonina birjasotzearen inhibitzaile selektiboa da. Zerebroko serotonina maila igotzen du, eta horrek nolabaiteko gogobetetasuna ematen dio kontsumitzaileari.

Lehenengo Belgikan merkaturatu zuten produktua 1987an, bi urte geroago Estatu Batuetan agertu zen, eta, ondoren, mundu guztira hedatu zuten asmatzaileek aurkikuntza berria. Hamarkada hauetan hainbestekoa izan da arrakasta, ezen Prozacen eragina ez baita mugatu osasun-gaietara. Gure garaiko ikono bihurtu da, eta, horrenbestez, kulturagileen artean aparteko sona izan du; han-hemen etengabe aipatu dute haren izena narraiztaileek, kantariek, poetek.

Urteak joan urteak etorri, Prozacen bertuteak efikazia eta kalterik eza izan dira, adituen iritziz. Albo-ondoriorik arruntenak hauexek dira: ezohiko ametsak, eia-kulazioa eta ikusmena, sexu-grina gutxitzea, zorabioa, antsietatea, aho lehorra, gripearen sintomak, haizeak, buruko mina, inpotentzia, insomnia, azkura, goserik eza, tripako mina, goragalea, urduritasuna, negalak, sinusitisa, logura, eztarriko mina, izerdia, dardara, ahultasuna, aharrausiak. Eta, hala ere, ondorio horiek zinez kaltegarriak ez diren arren, Prozacen inguruan polemika ugari izan dira.

Duela hamar urte, medikamentu hura kontsumitzen zuen gizon batek bere buruaz beste egin zuen. Egia esan, ez da gertakizun harrigarria depresioa zuela jakinda; larria da, ordea, hori egin aurretik, 8 pertsona hil eta 12 zauritu zituela. Eli Lilly laborategia epaitu egin zuten kasu harengatik, eta, prozesu nahasi samar baten ondoren, epaileek ebatzi zuten laborategiak ez zuela erantzukizun penalik. Harrezkero, tarteka egin dira ikerketak antidepressiboek, oro har, joera suizidak eta oldarkorrek areagotzen dituztenetz argitzeko, eta, esanak esan, adituak ez dira ados jartzen. Hartzaile sentikorrenak gazteak direnez, psikiatreek badaezpada ohartarazten diete aita-amei haur eta nerabeengan ezohiko jokaerak sor ditzakeela antidepressiboak. ➔



Ahaleginak eginda ere, malkartsuak gertatzen dira batzuetan eguneroko oztopoak.

ARTXIBOKOA





**Pertsona zoriontsuenen gorabeherak aztertu ditu Seligman doktoreak, eta jakin nahi izan du gustura eta alai bizi direnei zerk egiten dien hain zorioneko.**

ARTXIBOKAK

Hala bada, farmakoei buruzko susmook ezagututa, zergatik kontsumitu antidepressiboak benetako beharrik gabe? Gainera, pilulen efektua ez da nabaritzen aste batzuetako kontsumoa egin arte. Huxleyren somak ez bezala, gaurko antidepressiboek desabantaila nabarmenak dituzte, eta ez da komeni haiek erabiltzea premia larriarik ezean.

## Psikologia Positiboa

Batzuetan ematen du zientziak egin ditzakeen ekarpenak aparailuak direla, edota, bestela, osasunari dagokionez, botikak. Baina ikerketa-alor batzuek, produktu materialik sortu gabe, hobekuntza mesedegarriak eskaintzen dizkigute gure ongizatea areagotzeko. Giza eta Gizarte Zientziak dira, bereziki, lan-arlo horiek. Esaterako, Psikologiak, medikamentuekin jarduten ez badu ere, aurrerapen zientifiko itzelak erdietsi ditu, eta gizakion gogamena ulertzen eta sendatzen laguntzen digu. Gainera, buruko arazo edo ahultasun batzuek ez dute behar psikiatraren Prozacik. Beldurra, lotsa, tristura, malenkonia, desamodioa, nork ez ditu jasaten noiz edo noiz halako keriak? Bada, sentimendu normalei aurre egiteko badaude medikazioa baino baliabide egokiagoak, albo-ondoriorik gabeak; horietako bat, aski aproposa, Psikologiaren gaur-gaurko ikerketetan oinarritua: Psikologia Positiboa.

Martin E.P. Seligman doktoreari zor zaio Psikologia Positiboa, osasun mentala ulertzeko modu berria. Pertsonen gaitzak azpimarratu beharrean, aspektu osasungarriak hartzen ditu aintzat diziplina honek: emozio positiboak ikertzen ditu, izaeraren ezaugarri onuragarriak. Psikologia tradizionalak pertsonen eskasiak eta hutsuneak konpondu nahi izaten dituen bezala, gehiago

ardurutzen da ahultasunak ezagutzeaz (antsietatea, depresioa, estresa, etab.), horiek baitira psikologoek aztergaiak DSM-IV-aren arabera. Psikologia berriak, gaitzak gainditzeko baino gehiago, bizipoza erdiesteko bideak proposatu nahi ditu. Nola ikasi, gozatu, eskuabal izan, baikor bizi... hori bilatzen du Seligman doktorearen joera berriak.

● **Sentimendu normalei aurre egiteko badaude medikazioa baino baliabide egokiagoak, albo-ondoriorik gabeak.**

## Sanoentzako terapia

Aditu honen aburuz, gizakiok nahi dugun bakarra ez da sufrizeari uztea. Areago, bizitza atsegintsua eta bizitza zentzuduna desio ditugu. Eta, sarritan hala uste badugu ere, ongizaterik handiena ematen diguna ez da plazer fisikoa, baizik eta gure gaitasunak martxan jarriz eginkizun aberasgarrien fluxua sentitzea. Hori da, hain zuzen, Seligmanek ikusarazi nahi duena. Haren hitzetan, Psikologia Positiboa bizitzako gauzarik onenak eskuratzen lagun dakigukeen zientzia da. Pertsona sanoentzako terapia. Metaforikoki esanda, ez baita nahikoa minus bosteko egoeratik zerora igotzea, zero-tik bostera igotzea da helburua.

Askotan entzun izan dugu, bereziki ikerketa genetikoan gorakadaz geroztik, gure nortasuna jaiotzetikoa dela gehienbat, eta aldatu ezinezko aiurriak egiten gaituela zoritsu edo goibel. Seligman doktoreak, ordea, ukatu egiten du muturreko tesi hori eta *Authentic Happiness* (2002) liburuan esaten du jarrera baikorra ikasi egin daitekeela hein handi batean.

## Fluxua

Mihaly Csikszentmihalyi psikologoarentzat fluxua da eginkizun batean gorputz eta arima, gure energia guztiarekin, jarduten dugunean sentitzen dugun betetasuna. Hauek dira fluxua sentiarazten duten eginkizunaren ezaugarriak:

- jarduera ez da ez zailegia, ez errazegia.
- arauak ulergarriak dira.
- helburuak argi daude.
- eginkizunean kontzentratzeko gai gara.
- eginkizuna kontrolpean dugu.
- denboraren esperientzia subjektiboa aldatu egin zaigu.
- kezka eta buruhausteak desagertu zaizkigu.



**Musika atsegin duenak musika jotzen duenean senti dezake fluxua.**

## Antza denez, gizaki zoriontsuak oso antzekoak dira beren artean.

Horretarako, pertsona zoriontsuenen gorabeherak aztertu ditu doktoreak, eta jakin nahi izan du gustura eta alai bizi direnei zerk egiten dien hain zorioneko: zer nolako balioak dituzten, nola bizi diren egunerokoan, zer ohitura dituzten, etab. Aurrez pentsa liteke banako horiek erabat diferenteak izango direla beren artean; izan ere, bakoitzak bere bideak ditu zoriontsu izateko, nork bere arrazoitoxoak bilatzen ditu bizitzari zentzua emateko. Bada, antza denez, errealitatea bestelakoa da. Gizaki zoriontsuak oso antzekoak dira beren artean.

Ikerketaren emaitzen arabera, erlatibitate morala ez da defendagarria. Banakoez gain, kultura gehienek ere irizti bera dute zaindu beharreko bertuteei buruz, bai eta ohitura komenigarriari buruz ere. Gainera, hala dio Seligmanek, ikerketak erakutsi du benetan zoriona

ekartzen duela haiek praktikan jartzeak. Baina, zein dira bertute horiek? Sei hauexek: jakinduria, adorea, gizatasuna, justizia, neurritasuna eta transzendentzia.

Bertuteon eraginetan sakontzeko, milioika dolar inbertitu ditu Seligmanek eta 50 ikerketa-talde sortu ditu munduan zehar; 150 ikertzaile guztira. Bestalde, lau zentro ireki ditu Psikologia Positiboan diharduten psikologo klinikoekin. Xabier Letek kanta batean esaten du zoriona poetek asmatutako hitz soila dela, zorionik ezin baitzuten asmatu. Poetek asma dezaketenez ez gara hemen arituko, baina esan genezake zientzialariak saiatu behintzat saiatzen direla zoriona eskuragarri bilakatzeko. Batetik, farmakoak eskaintzen dizkigute, Prozac esaterako, asko laguntzen dutenak depresioaren ilunpeak argitzen. Bestetik, normal samar daudenentzat, automedikazioaren okerbidean gal ez daitezela, Psikologia Positiboa aukera proposa da. Ikerketa zientifikoak ematen dizkigun fruituok ezagututa, ezin esango dugu, Letek bezala, “zorion beti besterena”. □



**Farmakoek asko laguntzen dute depresioaren ilunpeak argitzen; beste kasu batzuetan, ordea, aukera proposa da Psikologia Positiboa.**

**BIBLIOGRAFIA**  
American Psychiatric Association.  
*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV-TR)*, APA, Washington (2000).

BARONDES, S.  
*Better Than Prozac: Creating the Next Generation of Psychiatric Drugs*, Oxford University Press, Oxford (2003).

HUXLEY, A.  
*Brave New World* (1932).  
(Euskaraz: *Bai mundu berria*, itz. Xabier Amuriza, Elkarlanean, Donostia, 2002).

SELIGMAN, M.  
*Authentic Happiness*, Free Press, New York (2002).