

Jakin166

maiatza-ekaina
2008



*Aldizkari honek Gipuzkoako Foru Aldundiko Euskararen
Normalkuntzako Zuzendaritza Nagusiaren laguntza jaso du*

.....



KULTURA SAILA

Eusko Jaurlaritzako Kultura Sailak diruz lagundutako aldizkaria



ZENBAKI HONETAN

7

GAI NAGUSIA Zientziaren dibulgazioa

- 11** ZIOren zioak (eta hiru hitzaldi)
JUAN GARZIA
ITZIAR LAKA
- 17** Garuna, arimaren organoa
JOSEBA JAUREGI
- 39** Geneak eta genomak: XXI. mendean
esploratzeko dauzkagun mundu berriak
ANA ZUBIAGA
- 55** Zertarako matematika?
JAVIER DUOANDIKOETXEA

EGUNEN GURPILEAN

- 79** XABIER GANTZARAIN
INAKI IRAZABALBEITIA
UXUE ALBERDI
LIONEL JOLY
JOXE ARANZABAL
AITOR ZUBEROGOITIA

© Jakin

JAKINeko idazlanez inon baliatzerakoan
aipar bedi, mesedez, iturria

Jakin

aldizkari irekia da eta ez dator nahitaez
idazleen iritziekin bat

ZUZENDARIA

Joan Mari Torrealdai

ERREDAKZIO-ARDURADUNA

Xabier Eizagirre

KONTSEILU EDITORIALA

Paulo Agirrebaltzategi, Joxe Azurmendi, Joseba Intxausti

IDAZKARITZA ETA ADMINISTRAZIOA

Tolosa Hiribidea, 103-1.C / 20018 Donostia
Tel. 943 21 80 92 / Fax 943 21 82 07
jakin@jakingunea.com
www.jakingunea.com

2008ko PREZIOAK

BARRUAN	HARPIDEDUNA	EZ HARPIDEDUNA
Harpidetza	50 €	—
Ale arrunta	8,30 €	10,50 €
KANPOAN		
Harpidetza	55 €	—
Ale arrunta	9,15 €	12,40 €



THE SPREADING OF SCIENCE

The reasons behind ZIO (and three conferences)

Juan Garzia and Itziar Laka, editors of the ZIO book collection (Zientzia Irakurle Ororentzat – Science for all readers) point out the main motivation behind the collection: to offer the reader literary works of a scientific nature in the Basque language that have been successful worldwide, and to therefore make progress in standardizing a suitable and attractive model of scientific prose in order for the reader in the Basque language to be able to enjoy reading this genre of books. **JUAN GARZIA / ITZIAR LAKA**

The brain, the organ of the soul

The professor and psychiatrist, Joseba Jauregi, explains to us the development that has been experienced throughout the history of thought and science by the debate revolving around the mystery of the soul. The brain, the soul, the mind and the conscience are all concepts based on which different responses have been articulated during different periods of history, from the Greek tradition to modern-day neuroscience. **JOSEBA JAUREGI**

Genes and genomes: new worlds to be explored in the 21st century

The genetics professor, Ana Zubiaga, provides us with an introduction to the basic concepts of genetics, as well as the latest advances and discoveries that have been attained in this field of science. Thus, the results of recent genome sequencing projects pave the way for innovative comparative studies both among different members of the human species and among different animal species. A new field of applications is also opened up in genetics, related above all to the cause, diagnosis and treatment of illnesses. **ANA ZUBIAGA**

What is mathematics for?

The professor and mathematician, Javier Duoandikoetxea, reflects on the justification for the usefulness of mathematics. Thus, the author underlines the importance of a basic knowledge of mathematics so as to be able to deal with everyday modern life, or the impact of mathematics on progress in science and technology. However, beyond the scope of all practical application, he reminds use of the statement made by the distinguished mathematician, Jacobi: the fundamental aim of mathematics is the honour of the human spirit. **JAVIER DUOANDIKOETXEA**

NEWS TODAY

This section gathers together cultural information focusing on the present from various areas and perspectives. Current affairs in the field of art, technoscience, literature, socio-linguistics, communication and globalization will be analyzed this year. This section draws on various specialists: Xabier Gantzarain, Inaki Irazabalbeitia, Uxue Alberdi, Lionel Joly, Joxe Aranzabal and Aitor Zuberogoitia. **VARIOUS AUTHORS**

ZENBAKI HONETAN



Eskuetan duzun hau bigarren aldiko 166. zenbakia da eta 2008. urteko hirugarrena.

Zenbaki honetako *Gai nagusia* sailean zientziaren euskarazko dibulgazioarekin lotutako ekarpena eskaintzen dugu. Izan ere, 2007ko ekainaren 14an, Donostiako Koldo Mitxelena Kulturunean, ZIO festa antolatu zuen ZIO liburu-bildumak (Zientzia Irakurle Ororentzat), egunean zehar hitzaldi eta mahai-inguru bikainak eskainiz. Zenbaki honetara goiz hartan emandako hiru hitzaldiak ekarri ditugu artikulu bihurtuta: Joseba Jauregi psikiatrak arimaren bilaketaren historia jorratzen du, Ana Zubiaga genetistak geneei eta genomari buruz dakigunaz eta ez dakigunaz dihardu, eta Javier Duoandikoetxea matematikariak, azkenik, matematikaren zentzuaz eta erabilgarritasunaz egiten du hausnarketa. Guztiak ere, zientziaren dibulgazioaren alorrean eta zientzia-prosaren eredu egoki eta erakargarri baten estandarizazio prozesuan urrats bat aurrera egiteko asmoz osatutako ekarpenak dira.

Lehen-lehenik, sail hau antolatzerakoan Juan Garzia eta Itziar Laka ZIO bildumaren zuzendariek eskaini diguten lankidetzak eskertu nahi dugu. Beraiek idatzi dute, baita ere, lehen sarrera-artikulua. Bertan, liburu sail horren zio nagusia azpimarratzen dute Garziak eta Lakak: zientzia gai duen literatura hurbiltzea euskal irakurleari, zientziaren dibulgazioaren alorrean mundu mailan dagoeneko arrakastatsuak izan diren hainbat idazki euskarara ekarriz. Zientzia-diskurtso orokorra hobetzeko asmoz, zientzia-prosaren eredia egoki eta erakargarriagoa egiten lagundu nahi da, euskal irakurlearen literatura-gozamenerako.

Joseba Jauregik, bigarren artikuluan, pentsamenduaren eta zientziaren historian zehar arimaren misterioari buruzko debateak izan duen garapena laburtzen digu. Izan ere, kontzientzia, arima, gogoia, garuna, kontzeptu horien guztien inguruan taxutu izan dira garai bakoitzeko eta autore

edo eskola bakoitzaren erantzunak, greziar kulturaren tradizioetik hasita gaur egungo neurozientzia eta zientzia kognitibo modernoetaraino.

Ana Zubiagak, hirugarrenean, genetikaren esparruko oinarritzko kontzeptuak azaltzen dizkigu, zientziaren alor horrek azken hamarkadetan erdietsi dituen aurkikuntza eta aurrerapenen aurkezpenarekin lotuta. Zentzu horretan, genomaren sekuentziazio egitasmoen lorpenek azterketa konparatibo berritzaileak egiteko bidea irekitzen dute, espezie ezberdinen artean ez ezik baita gizabanakoen artean ere. Genetikaren aplikazio eremu berriak ere ireki dira, batez ere gaixotasunen kausa, diagnostiko, pronostiko eta tratamendurekin lotuta.

Azkenik, Javier Duoandikoetxeak, laugarren artikuluan, matematikaren justifikazioari eta erabilgarritasunari buruz egiten du gogoeta. Horrela, bada, matematikaren oinarritzko ezagutzak eguneroko bizitzan duen garrantzia azpimarratzen du egileak, eta baita matematikak zientziaren eta teknologiaren garapenean duen eragina ere. Baina, edonolako aplikazio praktikotik harago, Jacobi matematikari alemaniar entzutetsuaren esaera hau gogorarazten digu: matematikaren funtsezko xedea giza espirituaren ohorea da.

Egunen gurpilean saileko artikulua labur eta biziak datoz, ohi denez, zenbakiaren azken orrialdeetan: Xabier Gantzarainek Arteari lotutako gaiak dakartza, Inaki Irazabalbeitiak Teknozientziakoak, Uxue Alberdik Literaturaren ingurukoak, Lionel Jolyk Soziolinguistikakoari buruzkoak, Joxe Aranzabalek Informazioaren eta Komunikazioaren Teknologiaren ingurukoak, eta Aitor Zuberogoiak globalizazioari lotutakoak. ¶

Zientziaren dibulgazioa

- 11** ZIoren zioak (eta hiru hitzaldi)
JUAN GARZIA
ITZIAR LAKA
- 17** Garuna, arimaren organoa
JOSEBA JAUREGI
- 39** Geneak eta genomak: XXI. mendean esploratzeko
dauzkagun mundu berriak
ANA ZUBIAGA
- 55** Zertarako matematika?
JAVIER DUOANDIKOETXEA

ZIOren zioak (eta hiru hitzaldi)

JUAN GARZIA
ITZIAR LAKA

ZIO bildumaren zuzendariak

ZIO: Zientzia Irakurle Orentzat. Izenean agertu nahi izan dugu ZIOren zio nagusia: zientzia gai duen literatura hurbiltzea euskal irakurleari. Literatura, bai: irakurgai, interesgarri ez ezik, atseginak, gozagarriak. Eta, horretarako —bietarako: interesa pizteko eta irakurtzeko atsegin izateko—, zientziaren gaia ez da, gure ikuspegitik, oztopo, abantaila baizik.

Batetik, literatura lirikarekin eta fikzioarekin soilik berdintzen duenak ikaragarri murrizten du, bere kaltetan, alorren zabala. Gainera, gure fabulazio-gosearen eta eleberrien nagusitasunaren muinean dagoen fikziogintza hori gero eta kolonizatuago dago errealitatearen ñabardurez: «benetan gertatutako» historien prestigioa, Historiaren presentzia, berri-emateak, biografiak...

Bestetik, alde batera utzirik ere fikzioaren eta errealitatearen arteko hibridazio edo mestizaje gero eta handiago hori —non errealitatea irudimentsuago ageri baita, ez baita giza buru mugatua bezain errepikakor—, ez da ahaztu behar literatura-generoetariko bat saiakera dela, zientziazkoa barne.

Lan historikoak, klasikoak eta berriak aipa daitezke, hasi berez arte-asmorik ez zuten txosten edo berri-emate huts denborak pieza literario bihurtuetatik, eta beren sorburutik zientzia literaturizatzeko xedea zutenetaraino; edo dutenataraino, gero eta oparoagoa baita bide hori, non askotan puntako ikertzailea bera baita bere esperientzia trebeki jendarteratzen duena. Horretatik elikatzen da, hain zuzen, ZIO. Halako bitxien artetik, aukeratxo bat eskaintzen dio euskal irakurleari.

Hautapen hori du ZIOk bere lehen eginkizuna, baina ez da noski hor amaitzen lana. Halako idazlanen tradizioa urria izanik gure artean, dibulgazio mota horretarako prosa egoki bat eraiki beharra dago, mamiak bezala hitzezko azalak ere erakar dezan irakurlea. Horretarako, bestelako literaturaren alorrean trebaturiko itzultzaileen esperientzia ekartzen ahalegindu gara, han lorturiko egokitasun eta naturaltasun bera izan dezaten testuek.

Dibulgazioa konpromiso batean mugitzen da (mamiz eta azalez) espezialisten jakintza eta hizkeraren eta irakurle arrunten ezaguera eta hizkuntzaren artean. Ideala, lehenari traizio larririk egin gabe bigarreanean eroso ibiltzen asmatzea da, irakurleak bere senti dezan testua, nahiz lurralde ezezagunetara eramán gaiak.

Lan hori, oinarrian, zeinek bere hizkuntzan, egina dute dibulgazio-idazleek, eta, ZIOrako aukeratzen diren liburuen kasuan, bikain egina, literaturatasun eta guzti. Liburuok euskaratzean, hala ere, bada hainbat gorabehera, garapen berantiarak estandarizazio-hutsak eragiten baititu gure hizkuntzan, bereziki larriak halako alorretan. ZIOren hautua lehenik testuaren irakurgarritasuna bermatzea da, baina bada konpentsazio-mekanismo bat, alderdi teknikoak kalterik izan ez dezan: itzultzaileaz eta hizkuntza-begiraleaz gainera, bada liburu bakoitzean begirale tekniko bat (edo batzuk) testuaren egokitasun kontzeptual eta terminologikoa zaintzeko. Hori ere, jakina, dibulgazioaren berezitasuna kontuan harturik, ez baitira ZIOkoak espezialitate-txostenak.

Nahiago genuke alor bakoitzean espezialista litzatekeen itzultzaile bikain trebatu bat bagenu, baina nekez aurkitu daiteke oraingoz halakorik gure artean, eta, nolana ere, ZIOko liburuak ez dira izaten espezialitate *bati* dagozkionak, berariaz bilatzen baititugu aldi berean alor bat baino gehiago ukitzen duten liburuak. Literaturak (zientziazkoak barne) bizitzaz dihardu, eta bizitza ez da espezialista noski, edozeri heltzen baitio.

Gure esparrua eta gure eginkizuna hala mugaturik, ez dugu hala ere ukatuko espero dugula ZIOk lantzen duen zientzia-prosa lagungarri gertatzea euskarazko zientzia-diskurtso orokorra hobetzeko ere, besteak beste haren ertz zorrotzeak leuntzeko aukera emanez, eta unibertsitateko ikasleentzat ere erakargarri eta aberasgarri gertatzea ZIO bilduma, edukiz bezala hizkeraz ere. Eta, erakargarritasunaz ari garela, ez dugu utzi nahi aipatu gabe Antton Olariagak liburuaren diseinatzaile modura egindako lan bikaina.

Bestalde, askotan eztabaidak terminologiaren inguruan bilatzen diren arren, aski bistakoa da halako testuen irakurgarritasun eta argitasunaren giltzarria areago datzala joskeran eta fraseologian, hots, hizkuntzaren antolaera orokorrean, eta ez hainbestean halako edo halako hitzean. Erregistroak erregistro, uste dugu ZIOk lagundu dezakeela ontzen, zorrotasun terminologiko-kontzeptualari berea emanik noski, gaioz mintzatzeko eredu egoki bat, hizkera arruntetik alferrik aldentzen ez den eta hizkuntza orokorrean eroso txertatzen dena, eta, oinarri horretatik, joko ematen duena, bai eguneroko jardun bizirako eta bai, ZIOren helburua denez, irakurlearen literatura-gozamenerako.

Lehen ZIOa 2003an argitaratu zen, eta badira dagoeneko aurkeztuak zazpi ale. Alor horren berri duenarentzat, egin daitekeen propagandarik onena argitaratu direnen eta argitaratara bidean dauden zerrenda ematea da:

Argitaratuak

- ZIO1 Oliver Sacks, *Antropologo bat Marten*
Neurologo baten ipuin harrigarriak.
Itzultzailea: Xabier Olarra.
- ZIO2 François Jacob, *Sagua, eulia eta gizakia*
Genetista baten gogoetak.
Itzultzailea: Juan Garzia.
- ZIO3 Denis Guedj, *Loroaren teorema*
Matematikaren historia, gazteentzako eleberri bihurtua.
Itzultzailea: Jon Muñoz.
- ZIO4 John Lenihan, *Giza gorputza lanean*
Gorputzaren diseinua, ingeniari baten ikuspegitik.
Itzultzailea: Irene Aldasoro.
- ZIO5 John Allen Paulos, *Zenbakirik gabe bizi*
Zenbaki-analfabetismoaren salaketa.
Itzultzailea: Josu Zabaleta.
- ZIO6 Jorge Wasenberg, *Formen matxinada*
Eboluzioa eta izadiko formak.
Itzultzailea: Juan Garzia.
- ZIO7 Marc Hauser, *Gogo basatiak*
Zer duten animaliek benetan buruan.
Itzultzailea: Irene Aldasoro.

Argitara bidean

- Graham Farmelo (argit.), *Eder behar du*
Zientzia modernoko ekuazio bikain-dotoreenak, istorio
bihurtuak.
Itzultzailea: Fernando Morillo.
- Andrew E. Dressler eta Edward A. Parson, *Lurraren klima
aldaketaren zientzia eta politika*
Izenburuak dioenari buruzko eztabaidarako gida.
Itzultzailea: Iñaki Iñurrieta.

Peter William Atkins, *Erreinu periodikoa*
Munduaren kimika lurralde ikusgarri bihurtua.
Itzultzailea: Beatriz Zabalondo.

Steven Pinker, *Hizkuntza-sena*
Izenburuak dioen horixe.
Itzultzailea: Garikoitz Knörr.

Antonio Damasio, *Descartesen hutsegitea*
Nola uztarturik dauden arrazoimena eta sentipenak giza
garunean.
Itzultzailea: Isabel Etxeberria.

Godfrey Harold Hardy, *Matematikari baten apologia*
Matematikagintza (eta zientzia, oro har), sormen-lan den
aldetik.
Itzultzailea: Iñaki Iñurrieta.

Seigarren alea argitaratzearekin, horrenbestez bilduma ja-
da *ikusgai* zela iritzita, hori ospatzeko, egun osoko ZIO festa
antolatu genuen Donostiako Koldo Mitxelena Kulturunean,
2007ko ekainaren 14an, parte-hartze zabal batekin, bai hiz-
lariz eta bai entzulez. Besteak beste, ekitaldiaren amaieran,
Pedro Migel Etxenike eta Anjel Lertxundi jarri genituen zien-
tziaren eta literaturaren arteko harreman horretaz solasean.

Honen segidan doazen artikuluak ekitaldi hartan goizeko
saioan emandako hiru hitzaldi eder dituzu, ZIOko liburu
banatetik abiatuak. Ea han bildutakook hitzaldiok entzunez
bezalako gozatua hartzen duen orain *Jakin*-en irakurleak.
Bada, behintzat, horretarako ZIOrik.¶

ZIO sarean: www.ehu.es/euskara-orria

Garuna, arimaren organoa

JOSEBA JAUREGI

Psikiatra eta EHUko Psikologia Fakultateko irakaslea

Mi atención perseguía, en el vergel de la sustancia gris, células de formas delicadas y elegantes, las misteriosas mariposas del alma, cuyo batir de alas quién sabe si esclarecerá algún día el secreto de la vida mental.

Santiago Ramón y Cajal

Neurozientzien garapena

Azken garaiotan, zientziaren paisaian, soslai bereziki indartsua hartzen ari dira neurozientziak, nerbio sistemaz arduratzen diren zientziak. Joera hori areagoturik suertatu da joan den mendeko 90eko hamarkada garunaren hamarkada izendatu izan zenez gero eta horrek ekarri zuen bulkadaren ondorioz. Honela, jakintza alor horren hedapena lehenago iristen ez zen mugetara ere iristen ari da, hala nola, tradizioan arimaren fakultateak bezala ezagutzen genituen funtzioen azterketara, gogoaren azken egietara. Esan izan da, definizio bat egite aldera, zientzia irudimena dela egia egiaztagarriaren zerbitzura jarria, kontuan hartuz badirela egia mota desberdinak eta denak ez direla objektiboki kontrastatzeko gauza, historikoa edota juridikoa demagun. Horiei ez dagokie eredu

zientifikoaren bidea. Hala ere, gaur behaketa eta neurketatik kanpo dagoena bihar barne aurkitu liteke, teknologiaren aurrerapenak medio, besteak beste. Ezinezkoa izan zen mikrobiologia bat mikroskopiorik ez zenean, ezta ere galaxien zientzia bat teleskopioak garatu aurretik. Neurozientziek XX. mendean eskuratu ahal izan dituzten tresna berriek aukera eman dute lehen opakoak ziren fenomenoak orain gardenki behatu ahal izateko. Neuroirudiaren eremua soilik aipatzearen, erresonantzia magnetiko funtzionalak, positroi kamerak eta abar, posible egin dute gure esperientzia mental subjektiboekin, pentsamendu eta sentimenduekin, garunean gertatzen diren aldaketa fisiologikoak aztertzea. Arimaren prozesuak ez dira jadanik behaketa eta neurketa objektibotik guztiz aparte; bere korrelatu neurofisiologikoak bederen zientziaren eskura daude, nahiz eta gogoan izan behar den korrelazio batek ez duela kausa-efektuaren norabidea argitzen, eta erredukzionismoa tentuz erabili beharreko prozedura dela, tautologian ez erortzeko. Ez du beraz aparteko harridurarik sortu, duela gutxi zendutako Francis Crick Nobel sariak, bere lan ospetsuenetako bati, «Arimaren bilaketa zientifikoa» deitu izanak. Ikertzaile handi hori bezala, gero eta filosofo eta neurozientzialari gehiago dira arimaren misterioak garunean aurkitzeko asmoarekin dihardutenak; horretarako, alde batetik, laborategi tresna sofistikatuenak erabiliz, eta, bestetik, giza gogoaren eredu teoriko berrienez baliatuz. Arima orain gutxi arte filosofia metafisikoaren edota moralaren ikuspegitik bakarrik aztertzen bazen, orain filosofia naturalaren, zientziaren alorrera iritsi da eta, itxura osoz, bertan geratzeko. Hurrengo lerroetan ibilbide horren azalpen xume bat egingo dugu, iraganean gertatutakoa aipatuz, egungo egoera eta etorkizunetik espero litekeena azalduz.

Garuna eta arima

Garuna eta arima, berez, bi eremu ontologiko eta epistemologiko desberdinetako kontzeptuak dira. Hau da, bere

izaerak eta bere azalpenerako metodoak abiapuntu, ibilbide eta helburu desberdinak izan dituzte mendebaleko pentsamenduaren tradizioan.

Garuna materia da, eta Fisikaren legepean da beraz. Gare-zurrak babestua, kilo eta erdi eskaseko masa bat da, gehienbat ura eta gantza. Forma aldetik irregularra, bi hemisferio ia, baina ez guztiz, simetrikotan erdibitua. Barne egitura aldetik odol bide ugari eta zelula multzoak ditu, horien artean oso bereziak diren nerbio zelulak: neuronak. Neurona kopurua ehun mila milioi ingurukoa da eta beraien arteko loturen bidez zirkuitu konplexuak osatzen dira. Neurona bakoitza, batez beste, hamar milarekin elkartzen da; beraz, trilioi batera irits liteke garunean dauden konexioen kopurua. Konexio horiei sinapsiak deritze, eta askotan substantzia kimiko baten isurketaren bitartez egiten dira: neurotransmisoreak. Horietako asko ezagunak ditugu (dopamina, serotonina, noradrenalina, endorfinak, besteak beste), eta badakigu substantzia psikoaktibo guztiek, bai psikofarmako bai droga, haien funtzioa indartu ala ahulduz ekoizten dituztela bere efektuak gure emozio, pertzepzio eta pentsamenduetan.

Neuronen berezitasuna bere kitzikagarritasunean datza gehienbat. Hau da, estimulu fisiko-kimikoen zelula horien mintzean eragiten dutenean, horren egoera elektrikoaren aldaketa bat eragiten dute, zeinek, atalase batera iritsiz gero, despolarizazio uhin bat eragiten baitu, neuronaren azken mugetara eta horietatik aldamenekora transmitituko dena, sinapsietako loturen bitartez. Honela, seinaleen konputazio prozesu baten ondoren, neuronek bere sareetara kinadak igortzen dituzte, maiztasun desberdinetan.

Maiztasun horixe da nerbio sistemaren baitan erabiltzen den informazio kodea. Adibidez, gure begietako erretinan dauden neuronetara ikus-espektoaren argi izpi bat iristen denean, infragorritik ultravioletarainokoa alegia, aldaketak gertatzen dira bere mintzeko egoeran eta maiztasun jakin bateko seinale elektriko moduan transmititzen dira nerbio optikoan eta garunean zehar, sinapsiz sinapsi. Bide horre-

tan, informazio hori beste hainbatekin integratuz joango da eta maila desberdinetako egitura entzefalikoak horretaz baliatuko dira erreflexu automatikoak kudeatzetik hasi eta ikusmen irudi kontziente bat osatzera iristeraino. Fenomeno horiek konplexitate handikoak izan arren, materia eta energiaren lege fisikoak betetzen dituzte, eta metodo zientifikoaz baliatuz, gero eta hobe azaltzeko bidean egon gaitzke. Oraindik urruti legoke prozesu guztien ulerpena, baina Neurozientzia modernoa erronka horri aurre egiteko moduan da, aurrerapen teknologikoak etengabe hornitzen ari zaizkigun ikerkuntza tresna indartsuen erabileraz.

Garuna bestalde plastikoa da bere egitura aldetik, espeziak moldeatzen du neuronen arteko selekzioa eginez eta konexio kopurua gehituz erabilien diren bideetan. Honek gauzatzen da sortzetikoaren eta ikasiaren arteko dialektika. Jaioberriaren garuna ez da «tabula rasa» bat, ezer marrazturik ez duen paper zuria, baizik eta hainbat lerro dituen, zeinen gainetik bakarrik idatzi ahal izango baita. Hau da, mintzaira bezalako gaitasun baten posibilitatea, sortzetik dago gudan eta ez beste edozein espezietan. Horregatik ikasten du hain erraz hizketan haur batek eta hainbeste kostatzen da txinpantze bati zeinu mordoxka bat maneiatzen erakustea. Mintzaira gaitasuna gure geneek zuzendutako garunaren garapen enbriologikoan datza. Gero haur hori herrialde jakin batean haziko da, eta horrek determinatuko du zein hizkuntza eta kultura ikasiko dituen. Ikaskuntza hori gainera luzea izango da beste espezietan gertatzen denarekin konparatuz. Jaioberritan gure garuna beste edozein baino heldugabeagoa da; gizakumea kume guztietatik menpekotasun handienekoa da, guztiz ezgauza bizirauteko heldu batek bere ardura hartzen ez badu. Hasierako eragozpen hori, ordea, abantaila bihurtzen da, garuna urte askotan irekita egongo baita heziketaren eraginera; eta, horrela, mintzaira medio, belaunaldi batek hurrengoari aurreko guztiek bildutako esperientzien ikaskuntza transmititu ahal izango dio. Biologiaren akats moduko batek hobekuntza dakarkio moldatzeko gaitasuna-

ri, eta gizakia beste dimentsio batean kokatuko du, historia-
ren dimentsioan. Ingurugiroko eragileak ere ez dira gehiago
faktore naturalak bakarrik izango, faktore kulturelek garran-
tzi handia lortuko dute.

Arimari dagokionez, beste arlo batean kokatzen gara. Ez
da kontzeptu fisikoa, baizik eta metafisikoa. Ez du masarik,
ez dentsitaterik, ez beste inolako ezaugarri fisikorik. Bere
ezaugarriak pentsamendu filosofiko eta tradizio erlijioso
desberdinek definitu dituzte historian zehar: batasun subs-
tantziala, aldaezintasuna, fakultate aniztasuna, intenzionali-
tatea, aukeramen askatasuna, hilezkortasuna eta abar. Ari-
maren ideiak ez du eduki berdina, erabilia izan den pentsa-
mendu sistema guztietan. Batzuentzat bizi-printzipioa, «ani-
malia» guztien izaeran agertzen dena, besteentzat gizakiaren
izate espiritualaren eta bere erantzukizun moralaren funtsa,
ugariak bezain korapilatsuak dira arimari buruzko teoriza-
zioak. Bultzatzen gaituen asmoaren ildoan, arimaren kon-
tzeptu psikologikoa aukeratu behar dugu hemen. Guztion
esperientzia subjektiboan, errealitateaz ohartu, gure buruaz
jabetu eta asmoak geroan proiektatzen dituen instantzia be-
zala kontsideraturik. Bizi garen bitartean gure esperentzia-
ren gunean dagoena; eta lo sakonean, anestesiapean, konor-
tea galtzen den bakoitzean ezabatzen dena berriro agertzeko
lehengo forma berean; gure identitatearen sentimenduan ba-
tasuna eta jarraitutasuna sustatzen duena; gure portaera au-
kera libre baten ondorioztat hartzeko bidea ematen diguna.

Arimaren kontzeptualizazio hori gaur erabiliago den beste
adiera batera hurbiltzen da: gogoia edo gogamena euskaraz
(*mente, mind, esprit*, beste hizkuntzetan). Grekoen *psyche*-a
ere inguratzen da esanahi horretara, batez ere egungo Psi-
kologia eta Psikiatriaren erroan duen zentzuan. (Psikiatra,
arimaren sendagilea, gogoarena alegia). Gogoaren edukien
artean, batzuk kontzienteak dira eta beste batzuk inkon-
tzienteak. Lehenak dira egungo neurozientzia eta psikolo-
gian interes gehien piztu dutenak, kontzientziaren azterke-
tarako baliabide egokiagoak daudelako seguruenik. Kon-

tzientziari buruzko lanek, psikologia modernoaren eremuan, Williams James izan zuten aitzindari XIX. mendean. Introspekzioa zen bere metodoa, eta finkatuak utzi zituen haren ezaugarri nagusiak: kontzientzia prozesu bat da, gugan errealtateko atal baten oharpen zuzena ekoizten duena, aktibazio maila minimo bat eta arreta eta epe motzeko oroimena bezalako prozesuen parte-hartzea behar duena. Geroago, Psikologiak bere zientifikotasuna indartu nahirik, introspekzioa bezalako bideak baztertuko ditu eta galdu egingo du kontzientziaren gaiari buruzko interesa, azken urteotan berriro berreskuratzeko.

Kontzientziaren atal berezi bat autokontzientzia da, niaren esperientzia subjektiboa ematen diguna. Intuizioz, denok sentitzen dugu ni bat dagoela gure izaera definitzen eta gure portaera gidatzen. Badakigu gorputzarekin zerikusirik baduela, horren egoerak harengan dituen ondorioengatik, eritasun mentalek kaltetzen dutelako, heriotzak haren zantzuz guztiak desagertzen dituelako. Ez dugu zalantzarik besteak ere ni baten jabe direla, eta beraiekiko harremanetan uste horretaz baliatzen gara une oroz. Ezagutzen dugu niaren deuseztapenaren ideiak sortzen digun ondoeza, eta pentsatzen dugu gizadian hastapenetik existitu dela, gutxienez gure arbasoek, hildakoak piztien esku utzi ordez, hileta-erri-tuz agurtzen zituztenetik. Ni hori irudikatu izan da, intuizioaren poderioz, gogoaren makinan ezkutaturako mamu baten moduan edota gogoaren aginte gelan mandoak manceiatzen dituen intxixu baten moduan ere. Autokontzientzia deritzogun hori eta klasikoen arima, erabat gauza berbera ez badira ere, oso hurbil daudela ezin ukatu.

Esan dugu gero eta gehiago direla arima, gogo edota kontzientziaren azalpen zientifiko bat egiteko garaia iritsi eta horretarako garunaren ezaguera sakondu behar dela uste dutenak. Misterio handi baten jakin-minak bultzatzen ditu, baina bide horretatik gaur egun ulertzen ez ditugun eskizofrenia bezalako gaixotasun mentalek ere konponbidea aurki dezakete. Halere bada bestela pentsatzen duenik; alegia,

gogoaren sustraiak zientziaren eta zehatzago neurozientziaren ildotik bilatzea zentzugabekeria dela uste dutenak, gogoaren fenomenoak naturaren legeetatik kanpo leudekeelako. Antzeko diskurtsoak eraiki izan dira lehenago ere zientziak mitoen gazteluko harresiren bat eraso duenean; krea- zionismoaren edo bitalismoaren kasuak hor daude, eta ebi- dencia mardulenak behar izan dira indarra galduz joan zi- tezen. Gogoa-garuna loturari dagokionez, ebidentzia horiek ez dira oraingoz existitzen. Hipotesien fasean gaude eta ikuspegi desberdinen arteko lehia bizia da, historian zehar askotan izan den bezala. Eztabaida horien bilakaeran eragin handiena izan duten aurkikuntza eta egileen berri izatea la- gungarri izango zaigu gaiaz jabetzen hasteko.

Garuna eta gogoa historian zehar

Antzinaroko kultura nagusiak, hala nola Egipto, Mesopo- tamia eta India, ez ziren garunaren garrantziaz jabetu; biho- tzean kokatzen zituzten biziaren eta arimaren iturriak eta horri buruzko ideiak dogmatiko erlijiosoak ziren. Pentsala- ri greziarrak izan ziren lehenak, filosofiaren sorreran, gogoa- ren azterketa razional bat egiten. Honela, presokratikoek hi- ru ataletan zatitzen zuten arima, arrazoizkoa, pasiozkoa eta desiozkoa, lehena garunean kokatzen zutelarik eta beste biak bihotzean eta giblean hurrenez hurren. Eskola plato- nikoak eskema horri jarraitu zion, baina ez aristotelikoak. Aristoteles kardiozentrista izan zen, uste zuen garunak gor- putzaren tenperatura taxutzeko funtzioa zuela eta bihotzean aurkitzen zirela arima eta bizi-printzipioak. Batzuk zein besteak espekulazio filosofikoen bidetik iritsi ziren bere konklusioetara; garai hartan ez zen gorputzaren azterketa enpirikorik egiten, besteak beste gorpuen disezioak tabu zirelako. Bi tradizio horiek hurrengo mendeetara hedatuko dira eta haiei erantsiko zaie beste ikuspegi bat, mediku hi- pokratikoena. Horiek, bere esperientzia klinikoen bitartez, garunaren eta funtzionamendu mentalaren arteko loturaz

jabetuz joango ziren. Erdi Aroan zehar, filosofia eskolastikoak alde batetik kardiozentrismo aristotelikoari eutsiko zion doktrinalki, eta bestetik arima razionalaren baitan atal desberdinak definitu zituen, oroimena, irudimena eta arrazoimena esate baterako, horiek garuneko hiru bentrikuluetan kokatuz. Bestalde, biziaren energia neuma kontzeptuarekin identifikatu zuten: airearen metafora gorputzaren mugimenduak eta erreakzioak azaltzeko, zuhaitzen adarrak haizeak astintzen dituen eran.

Errenazimenduko giro berritzailean gauzak aldatzen hasiko dira. Alde batetik, anatomia eskolak antolatzen dira unibertsitate sorberrietan eta gorputzaren behaketa sistematiko bati ekingo zaio. Garunaren deskribapen eta marrazkiek, Leonardo eta Vesalio buru, maila gorena lortzen dute. Bestalde, gizakiari buruzko irudikapena eraldatu egingo da, makinaren metafora nagusituz joango delarik: gorputza makina bat bezalakoa da, eta indar mugitzaileak, animalia espirituak, bihotzean sortuak. René Descartes izango da garai horietako pentsalari nagusia. Filosofian, fisikan eta anatomian aditua, berak finkatu zuen gizakiaren eredu moderno. Razionalista erradikala, sentsazio eta mugimenduen mekanismoak deskribatu zituen, baina arimaren arazoari heltzeko orduan zuhur jokatu zuen. Agian, garai berean Erroman, dogma kosmologikoak kolokan jartzeagatik Galileok bizi zituen larritasunak zer pentsa ere emango zioten. Kontua da eredu cartesiarrek bi atal bereizten dituela gizakiaren izaeran. Atal material bat, gorputza, eta atal inmateria bat, arima, harekin nolabait elkartua. Dualismoa proposatzen zuen beraz, eta ikuspegi dualista guztien arazoarekin topo egin zuen: nola argitu fisikoa ez den zerbaitek garuneko materian eragiteko duen modua. Descartesek proposatu zuen arima eta gorputzaren arteko lotura hori garuneko guruin txiki batean ematen zela, guruin pineal edo epifisian, zera arrazoituz: hori izanik garuneko egituretatik bikoitza ez den bakarra, eta arima edonola ere bakarra denez, han beste inon ezin zitekeen gertatu konexio bitxi ho-

ri. Descartesen teoriak eragin handia izan zuten ondorengo pentsamoldeetan, eta gaur egun arte iraun dute ikuspegi dikotomiko horiek, arima eta gorputzarena bezala, pentsamenduaren eta emozioen arteko zatiketa.

Ilustrazioarekin, XVIII. mende aldera, ideiak askeago erabiltzeko aukera etorriko da, eta, gizakiaren izaeraren eredia osatzeko, arima inmaterial eta transzendente horren beharrik ez zegoela pentsatzera ausartu zirenak agertu ziren. Arimarekin identifikatzen ziren funtzioak, irudi mentalak, emozioak eta oroitzapenak, organo baten —garunaren— aktibitate naturaletik sor zitezkeela aldarrikatu zuten. Haien garuneko material gertatzen diren prozesuen ondorio dira, eta ez dago beste ezein substantzia metafisikoren inolako ez froga eta ez beharrik. Cabanis filosofo eta mediku frantsesak honela idatziko du: «Gibelak behazuna bezalaxe jariatzen du garunak pentsamendua», eta ondoren erbestera jo beharko du bere larrua babesteko. Tankera honetako ikuspegiari monista deritze. Monismoak ere badu bere arazoa: esplikatzen du behar du nola «jariatzen» den gogoaren materialaren interakzio fisiko-kimiko batetik. Hipotesi dualista eta monistak, forma desberdinetan, gaur egun arte mantendu dira eta mantendu egingo dira inoiz gogoaren misterioa argitzen den arte.

Pentsalariek bere eztabaidetan jarraitzen duten bitartean, ezagutzarako metodo berriak, zientziak, bere bidean aurrera egingo du, besteak beste, giza gorputza eta nerbio sistemaren alorrean. Horrela, Galvanik nerbioetako inpulsoen izaera elektrikoa agerian jartzen duenean, neumak eta espirituak betiko desagertuko dira eta neurofisiologia jaioko da, baina laster eztabaida berriak sortuko dira. Horien artean Franz Gall mediku austriarrak pizten duena: bere teoriak Frenologia izena hartzen du. Horren arabera, areak bereizi behar dira garunaren azalean, bakoitzak funtzio baten ardura duen aririk. Hainbat area eta funtzio definitu zituen, batzuk nahiko zentzuzkoak eta beste batzuk gaurko ikuspegitik bitxiak egiten zaizkigunak, hala nola monarkarekiko atxikimendua

gauzatzen zutenak. Edonola ere Gallen frenologiak asmatu egiten zuen garuneko atalik nagusia haren cortex edo azalean kokatzerakoan. Teoria horien itzalean, kraneoskopiaren praktikak arrakasta handia izan zuen XIX. mendeak ondo aurrera egin arte. Kraneoskopistek eta fisiognomistek uste zuten buruaren formaren azterketaren bitartez norbanakoen ezaugarri psikikoak ezagutu zitezkeela, eta horretan jardun zuten buru-belarri, aurpegia arimaren ispilua dela dioen esaera azken muturrera eramateraino.

Frenologiaren hipotesien aurrean, beste ikerlari batzuen ustetan, garunean ez zitekeen egin inolako zatiketarik, bere gaitasunak organo osoaren aktibitatean oinarritu behar ziren. Lokalizazio zehatzen aldeko eta kontrakoen arteko liskarrak bortitzak izan ziren, baina lehenengoan alde egin zuten 1861. urtean Broca neurologo paristarrak berak egindako autopsia baten konklusioak agertu zituenen. Urte batzuk lehenago ezagutu zuen gaixo batena zen autopsia hori. Gizon horrek mintzaira galdu egin zuen bat-batean, eta ulertzeko gauza zela bazirudien ere, erantzuterakoan zentzurik gabeko hitz bat errepikatzen zuen behin eta berriro: tan-tan. Mr Tantan deitzen zioten, eta ustez burua guztiz galdua zuelakoan sartu zuten eroetxean. Autopsian agertu zenez, bere garuneko area zehatz batean lesio mugatu bat zuen, tronbosi baten ondorioz, ezkerreko hemisferioko lobulu frontaleko behe aldean preseski. Eta Brocak egin zuen interpretazioa izan zen lesio lokal horrek esplikatzen zuela mintzairaren galera gaixo harengan. Geroztik area horri Brocaren area deritzo, eta gaur ondo ezagutzen dugu bere garrantzia mintzairaren fisiologian. Aurkikuntza horren atzetik lokalizazioen bilaketa areagotu egin zen, bai kasu klinikoen autopsiak eginez, bai animaliekin egindako esperimentuen medioz. Horrela finkatu ahal izan ziren zentzumenekin zerikusia zuten areak edota motrizitatearenak. Goi mailako funtzioak deiturikoak, ordea, pentsamendua eta sentimenduak adibidez, ezin izan ziren area zehatz batekin erlazionatu. Horien oinarrian garunaren azaleko eta garu-

naren barnealdeko guneen arteko zirkuitu konplexuak zeudelako ideia zabalduz joan zen. Eta garunaren aurreko alde, alderdi frontala, hasiko da agertzen gizatasunarekin beziki lotutako egitura moduan. 1848. urtean, kasu kliniko ospetsu batek zerikusi handia izango du horretan.

Phineas Gage trenbideko langilea zen, eta leherketak presatzen zituen burdinazko barra batez leherkaria harriaren barruan itsatsiz. Istripu bat gertatu zen eta burdinak bere garezurra zeharkatu zion garuneko lobulu frontalak suntsituz. Guztien harridurarako ez zuen sikiera konortea galdu eta zaurietatik nahiko azkar sendatu zen. Ez zuen gaitasunik galdu, itxuraz lehengo bera zen; baina bere ingurukoek ondo atzeman zuten zerbait aldatua zela pertsona harengan: bere izaera ozpindu egin zen, tokiz kanpoko haserrealdiak izaten zituen, hartzen zituen erabakiak maiz porrotera eramaten zuten eta bere bizitza kalapitaz kalapita joan zen handik aurrera. Kasua aztertu zutenek bere nortasunean aldaketa bat izan zela baieztatu zuten, eta aldaketa hori lobulu frontaletan izandako kalteen ondorioa zela. Geroztik milaka kasu ezagutzen ditugu sindrome frontala izenpean, agerian jartzen dutenak garuneko lesio batek, pertsona baten izaera, bere arima, eralda dezaketela, zintzoa zen hura zitala bihurtuz askotan. Alderantziz ere gerta liteke. Lhermitte neurologoak aztertu zuen kasu batean, 18 urteko mutil kopetilun, bakarti eta goibel batek depresioaldi batean bere buruari tiro egin zion pistola batez. Nerbio optikoak eta garuneko lobulu frontalak suntsituta gelditu ziren, baina ez zuen bizia galdu. Biharamunetik, gaztea bat-batean alaitsu, jostalari eta txantxa zale bihurtu zen, itsua geratuagatik inolako nahigaberik agertu gabe.

Gure nortasunaren eta lobulu frontalaren arteko harremanek zalantza gutxi uzten bazuten, Lehen Mundu Gerra ondoren guztiz ezabatu ziren. Milaka soldadu izan zen bala eta metrailaz zauritua garunean eta haien azterketa neuropsikologiko zehatzak egin ahal izan ziren ebaluazio tresna berriekin. Ikusi ahal izan zen gaitasun intelektualak gehienetan

kaltetu gabe zeudela, baina izaeran eta portaeran nahaste dramatikoak izaten zirela: joera instintiboen kontrol galera, desinhibizioa, umekeriak, euforia eta abar edo, bestela, le-targia, apatia, emozioen apaltzea. Agerian geratu zen bi for-ma kliniko horien zergatia lesioek lobulu frontalean zuten kokapena zela. Urte batzuk beranduago, egitura frontalen suntsidura kirurgikoa gaixo mentalen tratamendu moduan erabiliko da. Tximinoengan egindako saiakeretan oinarrituz, Edgar Moniz portugaldarrak gaixo psikiatrikoen psikokirur-gia hasiko du lobulu frontaletako gai zurian leukotomo dei-turiko tresna batekin ebaketak eginez. 1940. urtetik aurrera teknika horrekin edo antzekoekin egindako operazioak uga-ritu egin ziren —AEBetan 50.000tik gora izan zirela uste da—, eta 60ko hamarkada arte indarrean iraun zuten, psiko-farmakoen agerpenak hain traumatikoak ez ziren sendabide-ak ekarri zituen arte. Lobotomizatuak izan ziren pazienteak ondorio txar larriak jasan zituzten gehienetan; portaera «ego-kiagoa», lasaiagoa agertzen bazuten ere, horren truke bere izaera, borondatea, bizi-grina sakonki ahuldua geratu zitzaien handik aurrerako. Bere arima murriztua.

XIX. mendera itzuliz, arrakasta azkarra izango duen zien-tzia baten jaiotza azpimarratu behar dugu, biziaren proze-suen ezagutza zientifikoaren oinarriak jartzen hasiko den Biologia. Laster agerian geratuko dira materia bizidunaren unitateak, zelulak, ugalketaren mekanismoak, Mendelen he-rentziaren legeak, sistema fisiologiko desberdinak, e.a. Dar-win eta bere Eboluzioaren teoriak gizakia eta animaliak be-reizten zituen hutsartea ezabatzea ekarriko du eta izaki bi-zion gaitasunak bere balio adaptatiboen ikuspegitik aztertze-ko joera. Gogoari dagokionez, bere jatorria espezieen bila-kaera ebolutiboan kokatuko da, eta bere funtzioa ingurumen jakin batean bizirauteko ahalbideak indartzea izango da. Ho-rren inguruan bi galdekizun sortzen dira: eskala ebolutiboa-ren baitan non agertzen da gogoa edo kontzientzia?, eta, no-latan zaie biziraupenerako baliagarri gogoa duten izakiei? Lehen galderak bat egiten du animalien arimari buruzko ez-

tabaidekin. Horren inguruan bada kontakizun bat filosofoak bitan banatzen direla dioena, txakurra dutenak eta ez dutenak. Lehenek joera izango lukete animaliek kontzientzia dutela pentsatzera eta bigarrenek eszeptikoagoak izatera. Animaliak jokaera konplexuak izateko gauza dira dudarik gabe, baina orain dela gutxi arte uste genuen ez zutela autokontzientziarik. Bizi dira baina ez dakite bizi direnik, orainean erreakzionatzen dute iraganean gertatu zaienaren eskarmen-tuaz baliatuz baina ezinezkoa zaie etorkizunean proiektatzea. Azken ikerketek, ordea, agerian jarri dute txinpantzeak badiela nolabaiteko bere buruaren irudi mental bat, eta beste tximino antropeideek ere bai. Izurdeak eta elefanteak ere ikertu izan dira alor horretan, eta bere garunak uste baino gauza konplexuagoak egiteko gauza direla dirudi. Gogoia, beraz, ez da beharbada kategoria absolutu bat, ba dago ala ez dago, baizik eta dimentsio bat, espezie bakoitzean garapen desberdina duena haien behar adaptatiboaren arabera. Alderdi dimentsional hori ikus liteke ere norbanakoaren bizi-zikloan: gaitasun mentalak jaioberriaren oso mugatuak dira, inguruarekin harremanetan garatu egingo dira urte luzetan urratsez urrats, eta zahartzaroan galduz joango dira, batzuetan guztiz desagertu arte. Gogoaren prozesuak ez dira batere egonkorrak, era desberdinetan agertzen dira espeziearen arabera, adinaren arabera, gaixotasun eta lesioen arabera. Eta beti garunaren arabera. Konparatzen baditugu animalien garunak edota haur bat eta agure batenak, bere gogamenen arteko desberdintasunaren arrazoia ulertzeko moduan izango gara. Garuna, tximinoa arboletatik jaitsi eta bi oinez ibiltzen hasten denean, tamainaz hazi egiten da, eta nolabait kontzeptu sinbolikoak maneiatzeko gauza bihurtzen da. Mintzaira da gaitasun lortu berri horren adierazle nagusia, eta bere medioz posible izango zaio Homo espezie berriari geroa bezalako dimentsio abstraktuez baliatzea; tresnak egiten hasiko da eta heriotza-errituak antolatzen.

Lehen egiten genuen bigarren galderari erantzunez, funtzio berri hori mesedegarri gertatuko zaio giza espezieari,

bereziki aurreikuspenak egiteko eta antolamendu sozial konplexua eraikitzeo aukera emango diolako. Oraingoz horrela izan da behintzat eta homo sapiensaren arrakasta ebolutiboa ukaezina da, ekosistema guztietara egokitu ahal izan du eta bertan ugaltu. Beste kontua da noraino irits litekeen bide horretatik. Dakigun bezala pronostiko guztiak ez dira alaiak puntu horretan.

Gogoaren zientzia bat egiteko asmoa ere XIX. mendean sustatzen da. Zientzia naturalen ereduari begira, Filosofia-ren enborretik nortasun propioa izan nahian Psikologia sortzen da. Prozesu mentalak taxutzen dituzten legeak aurkitu nahi ditu horretarako zientziaren metodoa erabiliz eta espekulazio filosofikoetatik urrunduz. Psikologia jaio berria garunaren fisiologiari begira jarriko da metafisikarekin kateak behin betiko apurtu asmoz. Baina laster egingo du talka arazo handi batekin: garai hartan garunari buruz zegoen ezagutzaren oso eskasa zen eta ez zuen inola ere gaitasunik fenomeno mentalak esplikatzeo. Horren ondorioz, ordutik hona Psikologia noraezean ibiliko da, batzuetan garunaren aldera begiraturik, bestetan teoria espekulatiboak sortuz, askotan metafisikara eta mistizismora ere itzuliz. Horregatik daude gaur ere hainbeste korrante psikologian eta hain urrunduak.

Horietako batek izugarritzko eragina izango du XX. mendeko kulturari: Psikoanalisiak. Oso adierazgarria da Freudek azaldu zuen jarrera. Medikari eta neurologoari izanik, garunaren ikerketa anatomiko eta fisiologikoak izan ziren bere lehen interesak. Bizitzaren gorabeherak, kontsulta pribatua jarri zuen Vienan eta han ikusten zituen paziente gehienek ondoeza «animikoak» zituzten, neurosiak, garuneko patologia objektibo batekin lotura zuzenik gabeak. Bere ezaguera anatomofisiologikoek ez zioten ezer askotarako balio egotera haiek ulertu eta sendatzen ahalegintzeo. Horregatik eraikei zuen bere intuizio klinikoan oinarrituz gogoaren eta patologia mentalen eredu berria, berak meta-psikologia deitu zuena. Dударik gabe bere hainbat intuizio zuzenak dira, eta inkontzienteak gure bizitzan duen eragina agerian jartzea-

gatik besterik ez bada ere, Freuden tokia jenio handien artean bermatua dago. Baina bere idatzietan garbi utzi zuen ere sortua zuen teoriaren behin-behinekotasuna. Idatzita utzi zuen, garunaren ezaguerak aurrera egitearekin espero zitekeena zela berak eraikitako kontzeptuak aldatu, baliogabetu edo, agian, baieztatzea.

Ikustekoa izango litzateke gaur egun bizi izan balitz nolakoa izan zitekeen Vienako jakintsuaren jarrera. Izan ere, azken ehun urtetan iraultza bat gertatu da garunari buruzko ezagueran. Ramón y Cajalen lan eskergak garunaren intimitatea agerian jarri du mikroskopiaren laguntzaz, eta nerbio ehunaren konplexitate miresgarrian sartzeko ateak ireki dizkigu; zelula horien funtzionamendu elektrokimikoa ezagutzen dugu; animaliekin egindako esperimentazioak egitura zerebral desberdinen eginkizuna ulertzen lagundu digu; psikofarmako berriak aurkitu dira eta bere ekintza modua deskribatua izan da; neuropsikologiak, garuneko lesioek gure gogoaren atal desberdinetan izan ditzaketan ondorioak erakusten dituzten kasu ugari aztertu eta publikatu ditu, horien artean hain ezagunak egin diren Oliver Sacks-en liburuak. Eta ororen gainera bi ekarpen nagusi XX. mendearen bigarren aldian: zibernetika eta neuroirudi teknikak.

Zibernetika informazioa aztertzen duen zientzia da, eta gure bizimoldeak eraldatzeko gaitasuna izan du informazioa prozesatzen duten tresnen bitartez. Ordenagailuak gure bizitzaren zirrikitu guztietan sartuak ditugu eta hasieratik nabarmenak izan dira makina horiek eta garunaren arteko analogiak. Informazio sarrera-irteera, prozesamendua, integrazioa eta konputazioa, zibernetikak ekarritako kontzeptuak izanik garunaren jarduera azaltzeko ohizkoak bihurtu zaizkigu. Funtsezko desberdintasunak daude garun artifizial horien eta garun fisiologikoaren artean; baina konputazio gaitasuna indartuz doan neurrian, makinak gero eta jokaera konplexuagoak egiteko gauza dira eta tartea murriztuz doa. Hor daude adibidez xake programak, Deep Blue eta antzekoak, txapeldun handienei irabazteko gauza dire-

nak (baina ez bere garaipenaz pozteko, kontziente izatetik urrun). Adimen Artifiziala da makina adimentsuak, bere kasa erabakiak hartzeko gauza direnak, diseinatzen helburua duen alorra. Adimen Artifiziala garunaren funtzionamenduaz interesatzen da bere garapenerako eredu bila ari denean eta, alderantziz, neurozientziak haren ekarpen teorikoak bereganatzen ditu garunaren funtzionamendua ulertzeko. Azken urteotan, garunaren zientziek eta Adimen Artifizialak elkarlanean dihardute, Kognizioaren Psikologia, Antropologia, Linguistika eta Logikarekin batera, Zientzia Kognitiboak deritzan alor berri bat osatuz. Gogoaren misterioak argitzea da horientzat helburu nagusia.

Neuroirudiak eta oro har garuna esploratzeko baliabideen garapena dira zalantzarik gabe azken urteotako beste ekarpen nagusia. Magnetismoa eta partikulen fisika bezalako printzipioetan oinarrituz eta tresna informatiko ahaltsuen laguntzaz, kalitate handiko garunaren irudiak lortzeko moduan gara. Horien bitartez, xehetasun anatomikoak *in vivo* aztertzeaz gain, une bakoitzean aktiboago dauden egiturak ikus genitzake, gogoaren jardura desberdinen korrelatu zerebrala agerian jarritz. Leiho bat dugu emozio eta kognizio kontziente nahiz inkontzienteak begiratu eta aztertzeko, subjektibitatea objektibo bihurtzeko; normaltasunean eta egoera patologikoetan dauden diferentziak alderatzeko. Teknika horiek egun dituzten diskriminazio ahalmenak mugatuak dira gure gogoaren oparotasun osoaz jabetzeko, baina espero liteke hobetuz joatea, noraino irits litezkeen esaterik ez badago ere. Edonola ere, ibilbide luze baten ondoren, aurre-rapen teknologikoek bat egiten dute ideien garapenarekin, gogoaren eta garunaren misterioa argitze aldera abagune apropos bat sortzeko.

Gogoaren ezaguera gaur

Gogoaren azterketan diharduten neurozientzialari eta kognitibista ia guztiek eredu monista materialista bat onartzen

dute gaur egunean. Badira hala ere salbuespen ospetsuak: Nobel saridun Eccles neurofisiologoak, adibidez, jarrera dualista bat defendatzen du. Monismo materialista horren uste-tan, garuneko maila zelular eta molekularrean izaten diren interakzio fisiko-kimikoetatik sortzen da nolabait gogoia. As- kok emergentismoaren kontzeptua erabiltzen dute hori azal- tzeko. Ikuspegi horren arabera, osotasuna ez bada ere bere zatien batuketara ximple bat, bere izaera ulertu liteke baldin eta zati horien ezaugarri eta portaera eta zatien arteko interak- zioen legeak ezagutzen baditugu. Neurona bakarra, berez, ez da ezer askotarako gai izango; gauza miresgarriak ekoitz di- tzakeena, haietako askoren aktibazio koordinatua izango da. Garunaren eboluzio filogenetikoan ez da aldaketa kualitatibo substantzialik gertatu; gizakiaren neuronak eta zizare bate- nak funtsean berdinak dira. Gertatu dena hazkuntza kuan- titatibo bat izan da: neurona ugariago eta haien arteko konexio gehiago eta horrekin batera portaera konplexuagoak antola- tzeko gaitasuna. Une batez, masa kritiko batera heltzearekin batera, gogoia agertuko litzateke, fenomeno emergente bat. Ikuspegi orokor hori da, beraz, hedatuena; baina adostasuna hor amaitzen da, agerpen horren mekanismoak zein diren eta nola azaldu litezkeen eztabaida bizien arloa da.

Kontzientzia da, lehen esan bezala, gogoaren prozesuetatik ikerketa eta gogoeta gehien bultzatu duena. Bere azter- keta egiterakoan ohizkoa izan da berarekin zerikusia duten prozesuak ikertzea, arreta, oroimena eta pertzepzioa batez ere, garuneko esplorazio teknikak eta neurologia klinikoaren emaitzak baliatuz. Baina prozesu horien izaera ondo ezagutzera iritsita ere, posible da kontzientziaz ezer asko ez jakitea baldin eta ez bada argitzen nola eta zein neurritan eragiten duten haietako bakoitzak horren gain. Kritika ho- rien kariatara, David Chalmers-ek kontzientziaren azterke- tan «arazo errazak» eta «arazo zailak» bereiztea proposatu du. Lehenak aurrerago aipatutako prozesu psikikoak bildu- ko lituzke (informazio sensoriala, arreta eta oroimenaren prozesamendua), eta neurozientziak hori aztertzeke mo-

duan egongo lirateke. «Arazo zailak», berriz, azaldu behar-ko luke nola prozesu fisikoek, neuronen jarduerak edota neurotransmisore isurketak, esperientzia subjektiboa ekoizten duten. Semaforo bateko argi gorria ikusi, prozesatu, haren esanahiaz gogoratu, jaramon egin ala ez egin erabaki eta patroi motor batzuk aukeratu eta aktibatzea, garuneko egituretan ematen diren konputazioen lanak dira. Inoiz robot batek berdin egiteko gaitasuna izan dezakeenik ez dirudi zentzugabekeria. Baina izango al luke «gorritasunaren» esperientzia subjektiboa guk dugun eran? Filosofoek qualia deitzen diote gorriaren «gorritasuna» edo gozoaren «gozotasuna» bezalako kontzeptuei. Bere izaera eta funtzioen inguruan legoke, azken batean, kontzientziaren gakoa, eta hor kokatzen da jauzi epistemologiko bihurri bat. Qualien izaera ez da konputazionala; baina orduan, zer da? Batzuen ustez, arazo hori konponezina da berez; beste batzuek bere garrantzia gutxiesten dute arazoaz desegin nahian epifenomeno bat bezala kontsideratuz; eta bada fenomeno kuantikoen mailan erantzuna bilatzen duenik ere (Penrose). Azken horrek neuronen egitura mantentzen duten mikrotubulu- en molekula eta atomoetan, mekanika kuantikoaren ziurgabetasunaren printzipioan oinarrituz azaldu nahi du askatasuna bezalako kontzientziaren ezaugarri bat.

Hipotesi desberdinak, zentzuzkoenetatik bitxienetara, garatu dira azken urteotan. Luzeegi joko luke bere azalpena hemen egiteak, baina egile nagusien zerrenda bederen aurkeztuko dugu, osoa izateko asmorik ez badu ere: Crick, Edelman, Searle, Dennett, Chalmers, Varela, Penrose, Churchland, Eccles, Damasio... Bakoitzak bere ekarpenak egin ditu norberaren ikuspegi desberdinetik abiatuta: filosofia, neurofisiologia, neurologia, biologia, zientzia kognitiboak eta abar.

Esan liteke, azken finean, gogoaren teoriari dagokionez, gaur, bi joera nagusi dabiltzala lehian: batetik, gogoaren sare neuronalen bitartez azaltzen dutenak eta neurologiaren eza- gutza enpirikoetan oinarritzen direnak; bestetik, gogoaren eza- gutzen ditugun bezalako ordenagailuen programa soil baten

moduan azaltzen dutenak: garuna hardwarea izango litzateke eta operazio mentalak softwarea. Edonola ere, eztabaida irekia dago eta furi-furian jakituriaren maila gorenetan.

Etorkizunari begira

Badirudi, beraz, gogoaren edo arimaren sekretuak ezagutzeko bidean egon gaitezkeela. Duela mende eta erdi Psikologia jaio berri hari ezinezkoa egin zitzaiona orain posible izan litekeela, garuna hobeki ezagutzeko bitartekoak lortu ditugulako eta pentsamendua libreago sentitzen delako helburu horretarantz bideratzeko. Izan ere, gogoaren organoaren ezagutzak atzerapen historikoa darama beste funtzio fisiologikoekin konparatuz. Horren arrazoiak anitzak dira.

Alde batetik, garunaren egituraren konplexitatea beste edozein organorena baino handiagoa da, zelulen funtzionamendua ezagutzeaz gain beraien arteko konektibitateak sortzen duen arkitektura trinkoa definitu behar delako, gainera hori plastikoa dela kontuan izanik, aldakorra.

Bestetik, azterketa fisiologikoentzat bide oparoa izan den animalia-esperimentazioak bide motza du goi mailako funtzio mentalei dagokienean, horiek hein handi batean giza-kiarengan bakarrik agertzen direlako.

Azkenik, aurreko arrazoiak indartsuak badira ere, ezin da ulertu atzerapen hori ez badugu kontuan hartzen nolabaiteko balazta ideologiko bat, aurreiritzi eta beldurrez eraikitako murrutik bat, gogoaren misterioa argitzearen kontra jokatzen duena. Izan ere, gure barne-gune kuttunenean sentitzen dugun niaren esperientzia hori fisika eta kimikara murriztua ikusteak halako ezerosotasun bat sor lebiguke, kontrol sententzioa galarazi, materialismo hotzean murgildu. Pentsa dezagun zientziaren bidetik lehenago ere etorri direla gizadiaren estatusa ahulduz joan diren erasoak eta gure nartzisismoa nahiko iraindua dagoela alde horretatik. Lehenik, Kopernikoren aurkikuntzak, unibertsoko zentroa izatetik, beste milioika gorpuzekin batera kosmosean galdutako plane-

ta txiki bat ginela jakinarazi zigun. Darwinek, ondoren, animalia forma bat besterik ez garela esan zigun, ilegabeko tximinoak, besteak bezala inguruari egokitzeko baliabideak garatu behar izan ditugunak. Hirugarrenik, Freudek gure buruaren jabe ere uste genuen baino askoz gutxiago garela erakutsi digu; gure portaeran, kontrolatzen ez dugun mundu inkontziente batek agintzen duela gehienbat. Berri horiek guztiak ez dira erraz onartuak izan, erresistentzia handiak probokatu dituzte, aurretiko ideiak eta mitoak aldatzea ez zaigu batere eroso egiten. Orain, neurozientzia kognitibo izeneko eremu batetik beste albiste kezkarri horietako bat datorkigu: gure arima preziatua, agian, garuna deitzen den organo baten zelulen arteko joko prosaiko baten produktu bat dela. Ez gehiagorik, ezta ere gutxiagorik.

Zaila da jakitea garunaren eta gogoaren ezaguerak zein abiadura eta noranzko bidea hartuko duen etorkizunean. Antonio Damasio neurologo ospetsuak iragarria du 2050. urterako lortuko dela fenomeno biologikoen jakintza maila nahikoa garunaren eta gogoaren arteko dualismo tradizionala behin betiko gainditu ahal izateko. Horretarako gaur abian diren ikerketa ildoek bere emaitzak eman beharko dituzte eta teknikek bere ahalmenak indartu, neuroirudia eta prozesagailuak batez ere, orain artean etenik gabe egin duten eran. Bitartean, gogoak misterio bat izaten jarraituko du. Badira, izan ere, ezagutzen ez ditugun gauzak, eta misterioak. Lehenak ezezagunak zaizkigu, baina badugu jakiteko egin beharko litzatekeenaren ideia bat; adibidez, ez daki-gu itsaso sakon abisaletan bizi diren izaki asko nolakoak diren, baina badakigu zer egin beharko genukeen jakin nahi izanez gero: han behera jaitsi eta begiratu. Misterioek, berriz, ezjakintasunaz gain, azalpen posible baten bidea ere ezezaguna dute. Tximistak misterio bat ziren elektrizitatea ezagutu aurretik, eta horrexegatik pentsamendu magikoan oinarritutako azalpen asko zituzten kultura desberdinetan, gaur arimak bezala. Gerora, lehen urratsa gogoaren misterioa gogoaren arazo bihurtzea izan beharko luke.

Gogoaren azalpen materialista bat egitera iritsiko bagina, pentsa liteke ondorioren bat izan lezakeela bai gutaz dugun errepresentazioan bai besteekiko harremanetan eta antolakuntza sozialean. Norberaren existentziaren autokontzeptua sakonki eraldatua gerta liteke, determinismoaren enbatak astindua, askatasunaren sentimendua ahuldua. Horrek arduraren etika beste modu berri batean planteatzera behartuko gintuzke. Dimentsio berriak irekiko lirateke giza-kion izaeraren aldagarritasun aukeretan, eta horiei buruz bioetikak erabakiak hartu beharko ditu zilegi direnak eta onartezinak bereiziz. Gogoan eragiten duten prozedura fisiko-kimikoak ez dira jada zientzia-fikzioaren ekoizpenak, baizik eta eguneroko errealitate bat. Psikofarmakoen erabilera hedatuaz gain, bidean dira saiakera klinikoak garuneko estimulazio elektriko sakonaren efektuak probatzeko gure emozio eta kognizioetan, ordenagailu eta sistema sentorrialen lotura zuzenen bitartez pertzepzioak hobetzeko edota ingeniarietza genetikoaren bitartez gaitasunak hobetzeko. Jarduera horien guztien inguruko eztabaida soziala oraingoz hedatu ez bada, bere emaitzak oraindik erdipurdikoak direlako izango da seguru aski, gogoaren funtzioen teoria baliagarri baten ezean, bere ahaleginek ez dutelako eraginkortasun zehatzik. Ikusteko dago noraino joango diren eta zein tankera hartuko duten kontu horiek guztiek datozen urteetan, baina gure bizitzetan eragin sakona izan dezakeen zerbait garatzen ari dela jakin behar dugu, ustekabeen harrapa ez gaitzan.

«Zein egintza miresgarria gizakia!», idatzi zuen Shakespearek. Gure artean bizi izango balitz, aurkikuntza harrigarri horiek guztiak ospatzeko hain beharrezkoa dugun poesia eskain diezagukeen agian.¶

Geneak eta genomak: XXI. mendean esploratzeko dauzkagun mundu berriak

ANA ZUBIAGA

EHUko Genetika Saileko irakaslea

Estreinatu dugun mende berria modu txundigarrian hasi da genetistentzat. Izan ere, 2000. urteko ekainaren 26an, hedabideek gizakiaren mapa genetikoaren (sekuentziaren) lehen zirriborroa jadanik zientzialarien esku zegoela iragarri zuten. Zientziaren lorpen nagusienetakotzat jo izan da lan hori, medikuntzaren etorkizuna aldatuko zuen aurrerapausoa. Datozen orrialdeetan saiatuko naiz modu erraz batean lorpen horri buruzko zehaztasun batzuk ematen, aurkikuntza horren zenbait ezarpen interesgarri aipatuz.

Hasteko eta behin, zenbait definizio eman behar ditugu. Informazio genetikoa eta herentziaren oinarri molekularra gordetzen dituen molekulari *DNA* deritzo, eta espezie baten DNA molekulen bildumari *genoma* deitzen diogu. DNA molekularen egitura helikoidala James Watson-ek eta Francis Crick-ek 1953an aurkitu zuten, eta nahiko ezaguna da, askotan agertu delako prentsan eta hedabideetan oro har. Jirabiran dauden bi katez osaturik dago, kateen «begi» bakoitza nukleotido izeneko unitatez osaturik dagoelarik. DNA kateak lau nukleotido erabiltzen ditu informazio genetikoa

kodezko: adenina (A), guanina (G), zitosina (C) eta timina (T), eta nukleotido horien segidak osatzen du DNA molekula. Nukleotido horiek milioika aldiz daude errepikaturik genomak. Giza genomak, esate baterako, 3.000 milioi nukleotido daude. Espezie bateko genomaren A, G, C eta Tren ordena jakin bat mantentzea oso garrantzitsua da, ordena horrek definitzen baitu bizidun guztien aniztasuna.

DNA zelularen nukleoan dago gordeta, eta polimero luzea izanik, asko konprimitu behar da, bere buruaren inguruan kiribilduta eta X-itxura duten egiturak osatuz: kromosomak dira egitura horiek. Kromosoma kopurua ezberdina da espezieetan, baina ez dago erlazio zuzenik espeziearen konplexutasunaren eta kromosoma kopuruaren artean. Bakterioak, adibidez, izaki bizidun sinpleenak dira eta informazio genetiko osoa 'kromosoma' bakar batean dute antolatuta. Ozpineko euliak 8 kromosoma ditu, eta gizakia osatzeko behar den DNA 46 kromosomatan antolatuta dago. Baina astoak kromosoma gehiago ditu (62), eta izkirak, berriz, oraindik gehiago (254).

Kromosometako zati askok proteinak osatzeko kodea gordetzen dute. Proteina bat kodetzen duen kromosoma zatia-ri *gene* deritzo. «Biologiaren dogma zentrala» delakoaren arabera, informazio genetiko geneetan gordeta dago, eta funtzio biologiko bat bete behar denean, gene horren informazioa itzuli egin behar da proteinara, proteina baita hain zuzen ere funtzio biologiko hori beteko duena. Prozesu horri *gene-adierazpena* deritzo, eta bitartekari baten bidez egiten da, RNA molekularen bidez hain zuzen ere. Dogmaren arabera, DNA molekula RNA molekulara transkribatzen da eta hori proteina-molekulara itzultzen da; fluxua zentzu horretan joaten da, ez alderantziz.

Horrenbestez, herentziaren materiala DNA dela frogatu zen geroztik, mota honetako galderak formulatu izan dira: nolakoa da gizakiaren genoma? Eta beste espezie batzuenak? Zer nolako desberdintasunak eta antzekotasunak dituzte gure material genetikoek? Zenbateraino gaude genetikoki

determinaturik? Jakina den moduan, zientziaren galderei erantzunak emateko teknologiaren garapena behar da, zientziaren aurrerapenak teknologiaren garapenari estuki lotuta baitaude. Teknologiaren garapena, kasu honetan, gure genomaren sekuentzia zein zen jakitea ahalbidetuko zuena (*DNAREN sekuentziazioa*), 70eko hamarkadan hasi eta batez ere 80ko hamarkadan gauzatu zen.

Genomak sekuentziazteko proiektuak

DNAREN sekuentziazioa honetan datza: DNAREN letra edo nukleotidoen segida zein den jakitea, alegia. Hori, 80ko hamarkadaren azken zatira arte, oso modu apalean ezagutzen zen, astiro-astiro eta gainera ahalegin ekonomiko handiarekin. Baina sasoi hartan sekuentziazio prozesua automatizatzea lortu zen, eta horrek ahalbidetu zuen DNAREN irakurketa askoz azkarrago joatea. Aldi berean, baita ere, zientzia konputazionala ere izugarri garatu zen, eta aurrerapen horren bitartez lortu zen automatikoki irakurtzen ziren DNA sekuentzia guztiak ordena batean jartzea eta horri jarraipen bat ematea, alegia, espezie baten genomaren sekuentzia osoa zein zen jakitea.

Osorik sekuentziatu zen lehenengo genoma bakterio batea izan zen, otitisa eragiten duen *Haemophilus influenzae* bakterioarena, hain zuzen ere. 1995. urtean argitaratu zen bakterio horren genoma, Craig Venter ikerlariaren gidaritzapean, eta harrez geroztik makinak ez dira gelditu. Genoma osoak sekuentziaztea posible bihurtu denez, hainbat eta hainbat zientzialarik halako lasterketa moduko bati ekin diote munduko hainbat laborategitan espezie askoren genomak irakurtzeko. Horren guztiaren adierazgarri izan liteke *Science* aldizkariak 2000. urte amaieran ateratako zenbakia, «Sequenced Genomes» izenburupean. Abenduko zenbakietan, *Science* aldizkariak *Breakthrough of the Year* delakoa aukeratzen du, hau da, urte horretan zehar garrantzitsuena izan den ikerketa; eta 2000. urte horretan genomaren se-

kuentziaren inguruko aurkikuntzak kontsideratu ziren interesgarrienak.

Espezie desberdinetako genomak sekuentziatzeak ez dauka beti zailtasun gradu berdina. Izan ere, errazagoa da bakterioen genoma ezagutzea gainerako bizidun gehienena baino. Horren arrazoia argiago ikusteko honako konparaketa erabiliko dugu: zenbat orrialde bete ahal izango lirartekeen sekuentzia bakoitzarekin. Desberdintasun nabariak daude: esate baterako, fago batek (hau da, bakterio baten birusak) bi orrialde besterik ez lituzke beteko bere sekuentziarekin. Bakterio batek, aldiz (kasu, *Escherichia coli* bakterioak, laborategian erabiltzen den bakterio tipikoetako batek), 200 orrialde inguruko liburu bat beteko luke. Ogiaren legamia batek 500 orrialdeko liburu potoloagoa beharko luke. Eta organismo multizelularretara joaten bagara (zizarea, landarea edo ozpineko eulia, esate baterako), dagoeneko hiru liburu dauzkagu. Baina, azkenik, konpara dezagun gizakiaren genomarekin: 1.500 orrialdeko 80 liburu beteko lirarteke! Beraz, luzeran behintzat gizakiarenak aurrekoenak baino konplexutasun handiagoa dauka, eta horregatik zailagoa da sekuentziazio automatikoarekin lortutako giza genomaren sekuentzia guztiak ordena batean jartzea.

Giza genomari dagokionez, 1989. urtea hartzen da abiapuntu moduan beraren sekuentzia modu antolatatu batean irakurtzen hasteko, urte horretan HUGO (Human Genome Organization) erakunde publikoa sortu baitzen helburu horrekin, Francis Collins doktorearen zuzendaritzapean. Sekuentziatzen hasi zirenean, kalkulatzen zen nukleotido bakoitza sekuentziatzea dolar bat kostatuko zela gutxi gorabehera. Gure genomak hiru mila milioi nukleotido daukanez, horrek esan nahi du giza genomaren sekuentziazioaren aurrekontua hiru mila milioi dolarretakoa izan dela.

1998an, Craig Venter doktoreak iragarri zuen Celera izeneko enpresa berria sortu zuela giza genoma sekuentziatze-ko asmoarekin, eta aurrekontu askoz baxuagoarekin. Iragarpen horrek lehia bizia sortu zuen egitasmo publikoko eta pri-

batuko ikerlarien artean, eta horrek bere eragina izan zuen lanaren abiaduran. Ondorioz, sekuentziazio guztia amaitzea lortu zuten aurrean baino 5 urte lehenago! 2000. urtean, Bill Clinton AEBetako presidenteak haxe iragarri zion munduari prentsaurreko ospetsu batean: giza genomaren %90aren irakurketa egina zegoela. Bertan iragarri zenez, ordutik aurrera fase berri bati ekingo zioten: genoma horren barnean zer zegoen aztertzen hasiko ziren. Sei hilabete geroago, sekuentzia horietan aurkitutakoa argitaratu egin zen. Egitasmo publikoak *Nature* aldizkarian, eta egitasmo pribatuak *Science* aldizkarian argitaratu zituzten beren aurkikuntzak. Bi egitasmoek egindako aurkikuntzak konparatzea zaila den arren, hainbat emaitza garrantzitsu antzekoak direla ikusi da.

Dagoeneko 200etik gora espezieren mapa genetikoak (genomak) lortu ditugu. Gehienak, egia esan, bakterioen sekuentziak dira. Baina egia da, baita ere, bakterioez gain badauzkagula dagoeneko protozooen genomak ere (malariaren protozooarena, esate baterako), edo baita *Caenorhabditis elegans* zizarearena, *Drosophila melanogaster* euliarena, arratoiarena, saguarena, hainbat landararena eta, jakina, gizakiarena berarena ere. Oraindik ere, dozenaka espezie sekuentziatzen ari dira. Azken urteotan lehia ikaragarria sortu da zenbait enpresen artean sekuentziazioaren prezioak jaisteko. Hain zuzen ere, eta adibide gisa, 2007an Watsonen urtebetetzea zela-eta, DVD bat oparitu zioten zen, bertan bere genoma osoaren sekuentzia zegoela. Genoma horren irakurketaren prezioa 300.000 dolarretakoa dela estimatu da. Beraz, orain hamar urte baino 10.000 aldiz merkeagoa! Badirudi datozen urteetan kostu hori nabarmen jaitsiko dela eta pertsona bakoitzaren genoma mila dolarretan lortu ahal izango dela. Beraz, eskuragarri egongo da gure munduko ia edonorentzat.

Eta zer aurkitu da, bada, gure genomak? Zenbait gauza harrigarri. Esate baterako, gizakiok oso gene gutxi ditugula, pentsatzen zena baino dezente gutxiago: 100.000 gene inguru egongo zirela susmatzen zen, baina sekuentziatu on-

doren ikusi da 25.000 gene inguru baino ez ditugula. Eta gainera, gene horiek zer funtzio betetzen dituzten aztertu denean, ikusi da geneen ia erdiek ez daukatela oraindik funtzio ezagunik. Beraz, erdiaren funtzioa gutxi gorabehera ezagutzen dugu, baina beste erdiaz oraindik ez dakigu ia ezer. Itxuraz, oraindik nahikoa lan geratzen zaigu biologoii.

Beste zenbait espezieren gene kopuruarekin konpara genezake giza genoma. Horrela, ikus dezakegu *Escherichia coli* bakterioak 3.000 gene dauzkala gutxi gorabehera. Gizakiok zortzi aldiz gehiago dauzkagu, baina genomen tamainak (sekuentzien luzerak) konparatzen baditugu, gure genoma mila aldiz handiagoa da. Ikuspuntu horretatik alderatuta, beraz, bakterioak gizakiak baino askoz ere gene gehiago dauka. Zizareak ia guk adina gene dauka (19.000 inguru), *Arabidopsis* landareak guk baino apur batzuk gehiago (26.000 inguru) eta artoak gure doblea (55.000 inguru). Datu horiek guztiek apaldu egiten gaituzte, lehenengo begirada batean behintzat, ez baitaukagu uste genuen beste gene. Hala ere, horrek ez du esan nahi 25.000 proteina soilik ditugunik, 25.000 funtzio soilik. Aldiz, proteinen kopurua askoz handiagoa dela estimatzen da; izan ere, gizakiengan, eta seguru asko ugaztun guztiengan, gene batek proteina-mota bat baino gehiago egin ditzakeela ikusi da. Kalkuluen arabera, 100.000 proteina desberdinetik gora ditugu gizakiok.

Izan ere, gure genomaren gene dentsitatea beste animalia batzuen baino askoz ere txikiagoa da. Konpara ditzagun gizakiaren, euliaren eta bakterioaren genomak. Bakterioaren kasuan, bere genoma ia osoa geneek osatzen dute, hau da, gene ez den oso tarte gutxi daude. Euliaren genomatik tarte horiek nabariagoak dira, eta gizakiaren genomatik geneen arteko tartek dira nagusi. Izan ere, giza genoma osoaren %1 inguru baino ez da genea (proteina kodetzen duen sekuentzia, alegia). Proteinarik kodetzen ez duen %99 horri buruz ezer gutxi dakigu oraindik. Genomaren zati horri «DNA inerte» edo «DNA zaborra» deitu izan bazaio ere, oraintsu argitaratu diren zenbait lanen arabera, genomaren

integritatea mantentzeko, geneen erregulaziorako eta espeziearen eboluzioa ahalbidetzeko ezinbestekotzat hartzen da genomaren zati nagusi hori.

Horrenbestez, gure genoma sekuentziatu dugu, beste genoma andana ere sekuentziatu dira eta sekuentziatzen ari dira... Galderak bakar-bakarrik datoz: zerk egiten du, orduan, gizakia desberdin? Egia esan, bi galdera dira. Alde batetik, zer desberdintasun dago pertsonen artean? Bestetik, zer desberdintasun dago espezieen artean?

Gizakien arteko aldakortasun edota antzekotasun genetikoak

Pertsonen arteko desberdintasun genetiko nagusia, gutxi gorabehera 1.000 nukleotidotik behin nukleotido bakar baten aldakuntzan dago (bariantea edo polimorfismoa deitzen dena). Genoma osoa kontuan hartuta, %0,2 da pertsonen arteko desberdintasuna. Jakina, gure genoma oso luzea denez, horrek esan nahi du bizpahiru milioi nukleotido direla desberdinak pertsona batetik bestera. Desberdintasunak ez dira, beraz, zati handien arabera izaten, baizik eta leku jakin batzuetan nukleotido bakan batzuk aldatu egiten direlako.

Bariante gehienak gizakien arbaso komunetan existitzen ziren berberak dira. Ebidentzia desberdinek diote gizaki guztiok 10.000 bat indibiduoren ondorengoak garela, Afrikan bizi zirenak orain dela 100.000 urte. Eta behatutako bariazio genetikoaren gehiengoa 10.000 indibiduo horietan presente zegoen. Beraz, gizakiak munduan zehar sakabana-tu zirenean, bariazio genetikoak beraiekin eraman zuten. Horrexegatik, Asian, Europako Iparraldean, Afrikan edo beste edozein giza taldeetan bariante berberak aurki daitezke, talde fundatzaileetan presente baitzeuden ordurako. Beraz, aldakortasun genetiko gehiena giza talde guztien artean partekatzen da, arraza kontzeptuaren esanahi biologikoa kolokan jarritz. Dena den, ez ditugu maiztasun berdinez aurkituko bariante genetikoak populazio desberdinetan. Bariante

jakin batek %40ko maiztasuna izan dezake Asiako ekialdean, %10ekoa Europan eta %1ekoa hego Afrikan.

Nukleotido desberdintzaile askok ez dute berez inolako eraginik pertsona bakoitzaren biologian edo fisiologian. Aldiz, euretako bariante batzuk gaixotasun arrunten oinarria izan daitezkeela iradoki dute berriki argitaratu diren hainbat ikerketek. Adibide bat dakarkizuet hona. 19. kromosoman E Apolipoproteina izeneko gene bat dago, eta horren bariante bat baino gehiago ezagutzen dira gizakiengan. Pertsona batzuk E2 motakoak dira: gene horren sekuentziako leku jakin batean timina (T) daukate. Beste pertsona batzuk, aldiz, E4 bariantekoak dira: leku horretan citosina (C) daukate. Bada, E4 motako pertsonak 15 aldiz emendatuta daukate Alzheimer gaixotasuna pairatzeko arriskua E2 motakoekin konparatuz. Ikus daitekeenez, beraz, bariazio batzuek, txikiak izan arren, eragina izan dezakete gaixotasunen agerpenean.

Ildo horretatik, bada, gaixotasun arrunten arriskuarekin erlazonaturik dauden zenbait gene ezagutzen ari gara. Zenbait adibide aipatuko ditut jarraian: Factor V Leiden genea eta tronbosia, ApoE4 genea eta Alzheimerra, PPAR genea eta diabetesa... Izan ere, gaixotasun guztiek (traumatismoek salbu, jakina) oinarri genetikoak dutela kontsideratzen da.

Puntu horretan, dena den, bereizketa bat egin behar dugu: gaixotasun batzuk gaixotasun genetiko klasikotzat jotzen dira (esate baterako, feniltzetonuria). Horietan, geneek dute zeresanik handiena, eta inguruneak eragin txikia du. Hau da, gene batean mutazio jakin bat agertzen baldin bada, seguru asko pertsona horrek dagokion gaixotasuna pairatuko du. Beste muturrean, badaude beste gaixotasun batzuk (infekziosoak, esate baterako HIESa), zeinetan inguruneak baitauka zeresanik handiena eta geneek eragin txikia baitute, nahiz eta nolabaitekoa eduki.

Baina bi mutur horien erdian badago beste gaixotasun mota bat, beharbada gehien interesatzen zaiguna; izan ere, gaixotasun arruntak tarte honetan sartzen dira (diabetesa

edo Alzheimerra, adibidez). Horietan geneek badaukate zeresana, eta, jakina, inguruneak ere bai. Pentsatzen da azken batean bien arteko elkarrekintza konplexua dela, hain zuzen ere, erabakiko duena pertsona batek gaixotasuna pairatuko duen, noiz, zer larritasunekin...

Eta gaixotasunekin horrela gertatzen baldin bada, pentsatzekoa da beste giza ezaugarri batzuk ere beharbada geneen esku egon daitezkeela: nortasuna, izaera, gogoa... Baina esparru horretan sartuz gero, sarritan zientzia bera baino aurrerago doaz hedabideak eta gizartean zabaltzen diren pentsamolde eta modak.

Determinismo genetikoa

Izan ere, nahiz eta eremu hori (nortasunaren oinarri genetikoa, adimenaren oinarri genetikoa...) oraindik oso gutxi aztertuta egon eta horretaz oso ezagupen zientifiko urria izan, dagoeneko hainbat aldizkari eta hedabide agertu dira auzi horiek jorratuz eta hainbat ondorio frogatutzat jotz. Adibide klasikoa da 1998an *Life* aldizkariak atera zuen artikulua. Azalak honelaxe zioen: «Horrela jaio al zinen?», honako azpituarekin: «Nortasuna, izaera, bizitzako aukearak. Geneetan daude gehienbat, ikerketa berrien arabera». Badago, beraz, halako joera bat determinismo genetiko antzu eta arriskutsuan erortzeko.

Joera hori testuinguru historiko jakin batean kokatu beharko litzateke, ez baita berria. XX. mendearen hasieratik erdira arte halako beste korrante bat ere hedatu zen, bai Estatu Batuetan bai Europan. Pentsamolde horren arabera, gizakien hainbat eta hainbat ezaugarri geneen esku zeuden, eta beraz ahaleginak egin behar ziren gene ez desiratuen eramaileak baztertzeko eta gene desiratuen eramaileak laguntzeko (*Eugenesia*). Pentsamolde horren jarraitzaile suitsua Charles Davenport genetikari estatubatuarra izan zen. Bere pedigree famatuen bidez, ustez frogatutzat eman zuen erudizioa, edo abilezia mekanikoa edo joera artistikoa, he-

redatzen diren ezaugarriak direla. Gaur egun inork ez luke halakorik baieztatuko, baina sasoi hartan zenbaitek frogatuztat jotzen zuen. Pentsaera eugenesikoak azkar hedatu ziren, eta ondorioak oso latzak izan ziren: esterilizazio masiboak, deportazioak, eta, nola ez, naziek bultzatutako holo-kaustoa. Ekimen horiek guztiek ustezko oinarri genetikoak zuten.

Baina determinismo genetikoaren ideia horiek (geneek dena esplikatzen dute) gaur egun ere aurkitu daitezke hedabideetan. «Homosexualitatearen genea», «alkoholismoaren genea», «dibortzioaren genea»... prentsan agertutako kontzeptuen adibideak besterik ez dira. Eta ez soilik atzerriko hedabideetan, hemen bertan ere lantzean behin aurkitzen dira halakoak. Gehien gustatzen zaidana, honako hauxe: *El Correo*-n Carlos Garaikoetxeari buruz agertutako berri batean, hala esaten zen: «su gen político se reavivó entonces como un volcán». Alegia, Garaikoetxeak gene politiko bat dauka, gainera induzitu daitekeena: batzuetan isilik dago eta beste batzuetan adierazi egiten da. Ulertzekoa da, ikuspuntu horretatik, Garaikoetxea politikaria izatea. Horra determinismoaren azken muturra. Egun berean Telefonicaren buru izandako Juan Villalongari buruzko beste berri bat zegoen egunkari berean, beste kazetari batek idatzia gainera. Horrek ez zuen gene bat bakarra aurkitu Villalongaren genoman, asko baizik, ekonomiarekin, diru kontuekin erlazionaturik guztiak. Beraz, Villalonga ekonomialari izatea ere genetikoki determinatuta zegoen.

Hori guztia testuinguru batean jarri behar da beti. Sarritan pentsatzen da geneek asko esan diezaguketela, eta egia nabaria da alde zuzeneko joera heredatuak badaudela bizidunengan. Ez dakiguna zera da, joera bakoitza zenbateraino den heredatua: herentzia genetikoaz gain, ingurunea eta ohi-turak ere beti hartu behar ditugu aintzat. Azken batean, esan genezake gutxienez hiru faktore horien elkarrekintzak definitzen duela gene batek nola funtzionatuko duen, gaixotasun bat edo izaera bat nola agertuko den...

Espezieen arteko erlazio genetikoak

Lehen egindako bigarren galderari helduko diogu ondoren: zein dira espezieen arteko desberdintasun genetikoak? Zerk egiten gaitu desberdin beste espezieengandik? Hori galdetuz gero, jende askok honakoa erantzungo luke: gene desberdinak ditugulako gara desberdin, beste espezieek ez dauzkaten gene batzuk ditugulako. Hori, hein batean, ez da egia. Izan ere, gizakiok gainontzeko espezie guztiakin partekatzen ditugu gure geneak, proportzio desberdinetan, hori bai. Hain zuzen ere, gizakiaren gene guztiak tximinoaren geneekin konparatzen baditugu, gehien jota geneen %1 bakarrik ez dugu espezie horrekin partekatzen. Saguaren geneekin konparatuz, desberdintasun hori pixka bat igotzen da, eta gizakia ornogabe batekin konparatzen badugu (euliarekin, adibidez), partekatutako geneen kopurua %80 ingurura jaisten da.

Antzekotasun hori geneen sekuentzia analizatzerakoan ere argi ikusten da. Har dezagun gene bat adibide gisa: C zitrokromoa. Eta konpara ditzagun proteina horren sekuentziak hainbat izakitan (legamia, zizarea, eulia, sagua eta gizakia), euren arteko antzekotasun eta desberdintasunak aztertuz. Berehala ohartuko gara espezie horietako sekuentzia guztiak oso antzekoak direla. Esate baterako, legamiaren eta gizakiaren artean %60ko antzekotasuna dago sekuentzia osoan zehar, eta saguaren eta gizakiaren artean antzekotasun hori %95era igotzen da.

Antzekotasun hori ez da sekuentzian soilik amaitzen. Sekuentzien arteko homologia horrek mutazioak ere homologoak izatea ekartzen du. Adibide pare bat jarriko ditugu. Ozpineko euliaren begiaren garapena gene baten menpe dago (hain zuzen ere, *eyeless* genea). Gene horretan mutazioen bat gertatzen denean, euli horri ez zaio begia garatzen (edo garatzekotan, oso atrofiatuta). Saguengan, gene horren homologoak (izen desberdina du, *Pax6*, baina sekuentzia homologoa du) ere mutazioen bat duenean, sagu horri ez

zaio begirik garatzen. Eta gizakiengan ere oso antzera gertatzen da: begia sortu sortzen da, baina kasu horretan mutazioak zertxobait desberdinak dira, eta aniridia deitzen den gaixotasuna ekartzen du (pertsone horiek ninia erabat atrofiatuta daukate eta itsuak izaten dira). Baditugu, beraz, antzekoak diren eta antzeko funtzioa betetzen duten gene batzuk. Beste adibide tipiko bat: badira pertsona batzuk bekokian zuriune bat izaten dutenak, eta baita buruko ilean ere. Gene baten mutazio batengatik da. Baina saguei ere, mutazio berdina edukiz gero, leku berean orban zuri berdin-berdina agertzen zaie.

Mutazioez gain, funtzio genikoak ere homologoak dira espezieen artean. Bi adibide aipatuko ditugu ondoren. Lehenengoan, belaki espezie batek daukan proteina fluoreszentea dugu; belaki horren genea hartu eta sagu batzuegan txertatu da: horren ondoren sagu horiek ere fluoreszenteak direla ikus daiteke, belakiak bezalaxe. Bigarren adibidean, begia sortzen duen gizakien genea hartu eta euliari txertatu zaio, antenaren muturrean eta toraxean; horrenbestez, gene horrek begia sortzen du euliarengan. Adibide horietatik ondoriozta daitekeenez, antzekotasun handia dago espezieen artean.

Jakina, antzekotasunik handiena gizakiaren eta txinpanzearen artean dago. Gene askoren antzekotasuna erabatekoa da: %100 berdin-berdinak dira, alegia. Antzekotasun horrek hurrengo galderara eramaten gaitu: non dago, orduan, tximinoaren eta gizakiaren arteko desberdintasuna? Zerk egiten gaitu gizaki? Bada, oraintsu argitaratu den lan batek zera esaten digu: proteinak kodetzen dituzten geneak antzekoak izanik, desberdintasuna seguru asko geneen artean tartekaturik dauden beste sekuentzietan egongo da (gogoratu geneen arteko tarte horiek genomaren %99 osatzen dutela). Lehen aipatu bezala, sekuentzia horien esku dago kromatinaren integritatea eta geneen erregulazioa, eta hori tximinoek eta gizakiek modu desberdin batean egiten dutela hasiak gara ohartzen.

Genomaren ezagutzaren aplikazioak

Zertarako egin dugu bide hau guztia? Zertarako jakin nahi dugu genomen sekuentziak nolakoak diren? Alde bate-tik, oinarrizko ezagutza bat edukitzeko. Hori beti baita inter-resgarria, jakiteko nondik gatozen, zer erlazio daukagun beste espezieekin, eta norantz eboluzionatzen ari garen (eboluzionatzen ari bagara). Baina beste aplikazio praktiko batzuk ere badauzkagu, batez ere gaixotasunekin erlaziona-turik daudenak:

- Sekuentzia jakiteak ahalbidetu digu gaixotasun arrunten gene erantzuleak zein diren ezagutzea; eta ildo horretatik hainbat eta hainbat ikerlari ari dira bariante horiek aurkitzen, horiek esango baitigute gaixotasun arruntak zergatik sortzen diren.
- Beste alde batetik, metodo diagnostiko eta pronostiko zehatzagoak ere garatu daitezke egindako aurkikuntza horiekin.
- Baita ere, jakina, farmako berrien bilaketa. Ikus dezagun adibide bat. Orain arte, eta oraindik ere, haur jaioberriari ospitalean ziztadatxo bat oinpean egin ondoren, odola aztertzen zaio haurra feniltzetonurikoa izango den jakiteko. Zergatik? Gaixotasun hori duen haur jaioberriari ez zaio ezer nabaritzen, besterik gabe ezin da jakin feniltzetonurikoa izango dela, eta ez bada ezer egiten, handik denbora gutxira gaixotasun hori pairatzen hasiko da. Haurrari ez bazaio dieta berezi bat ematen, gaixotasunak ez du atzerantz egingo, atzerapen mentala gartzten hasiko da eta handik denbora batera haurra hil egingo da. Aldiz, haurra feniltzetonurikoa dela jakinez gero, nahikoa da dieta jakin bat ezartzea normal-normal bizi ahal izan dadin, nahiz eta gaixotasun hori eduki. Horrela, bada, gene bat bakarra aztertzea nahikoa izan da gaixotasun horri erantzuteko.

Jakina, egun posible da ziztada soil horretatik ateratzen den odoretik gene guztiak aldi berean aztertzea, DNAREN

mikrotxip izeneko gailu berri batzuen bidez. Mikrotxip horiek pertsona baten 25.000 geneen informazioa bil dezakete. Hori guztia, noski, teknologiaren garapenarekin etorri da berriro ere.

Mikrotxip horiek hainbat eta hainbat erabilera izan ditzakete. Aplikazio arruntena tumoreak aztertzea izan ohi da, informazio horren bidez posible baita tumorearen adierazpen genikoa ezagutzea, hau da, 25.000 geneena aldi berean, eta tumore horren adierazpen genikoa zelula normal baten adierazpen genikotik nola aldentzen den aurkitzea.

Halako ikerketa baten inguruan argitaratutako lehen artikuluan (2001. urtean), bularreko minbizia zeukaten 78 emakumeren tumoreak aztertu ziren. Emakume horien guztien 25.000 geneen adierazpenak konparatu ziren, eta tumoreetan eta zelula normaletan zuten adierazpen maila desberdinaren arabera sailkatu ahal izan ziren. Hau da, bularreko tumoreen sailkapen bat egin ahal izan zen. Zertarako? Horrek, batez ere, pronostikoak egiteko balio du. Sailkapen horretan, talde batzuek pronostiko hobea zeukatela ikusi zen (Luminal A eta Luminal B taldekoek, adibidez) beste batzuek baino (Basal-Like taldekoek). Eta bereizketa eta pronostiko horretara irits gaitezke genearen adierazpen patroiak desberdinak direlako.

Baina sailkapen horrek ez du soilik pronostikorako balio. Horrez gain, tratamendu egokia zehaztu ahal izateko ere balio dezake. Izan ere, badakigunez zer nolako geneak adierazten diren, orduan tratamendu egokiagoak lortu ahal izango ditugu. Sailkapen horretako talde bakoitzari bere tratamendu mota aplikatu dakioke. Aipatutako sailkapenaren jarraituz, Luminal A eta Luminal B taldeetakoak (pronostiko hoberena daukatena) estrogenoaren hartzailearekiko positiboak dira, beraz terapia hormonalak aplikatu dakieke. Aldiz, Basal-Like taldekoek (pronostiko okerrenekoek) estrogenoaren hartzailearik ez dutenez, ez du merezi tratamendu hormonal bat ematen denbora galtzea, eta hobe da pertsona horiekin hasiera-hasieratik beste tratamendu batzuk erabil-

tzea. Talde horretako gaixoek bestelako zer gene adierazten dituzten badakigunez, horren arabera tratamendua eman-
go diegu: *C-kit* genea adierazten dutenei Imatinic et Gleevec
tratamenduak; edo BRCA1 genea ez badute adierazten, ki-
mioterapia emango zaie zuzenean.

Beraz, ikusi dugunez, geneei buruzko informazio horreta-
tik abiatuta, tratamendua bera ere egokitu daiteke. Argi ge-
ratu da, beraz, aurrerapauso handia dela honelako analisiak
egitea: analisi globalak deitzen direnak, diagnostikorako ez
ezik pronostikorako eta tratamendurako ere balio dutenak.

Artikulu honi amaiera emateko, azkenik, T.S. Eliot-en go-
goeta bat ekarri nahi nuke hemen gogora: «Guk ez diogu
esploratzeari utziko. Eta gure esplorazioen amaiera abia-
puntura iristea izango da, eta puntu hau lehenengo aldiz
ezagutzea».¶

Zertarako matematika?

JAVIER DUOANDIKOETXEA

EHUko Matematika Saileko irakaslea

ZIOfestan parte hartzera gonbidatu nindutenean baietz esan nuen. Gero, handik aste batzuetara festaren programa hartzean ikusi nuen neure hitzaldiaren izenburua: *Zertarako matematika?* Neuk hartu nuen lehen sorpresa, inork ez baitzidan izenbururik eskatu. Gero ere, inork ez zekien nork asmatu zuen izenburua. Matematika zertarako den galdetzeak zalantzaren bat erakusten du? Matematikariek beren jardueraren zergatia justifikatzeko beharra dute? Egia da jarduera batzuei ez zaiela normalean halako galderarik egiten, zerbaitetarako balioko dutela onartzen delako-edo. Balio izatea zer den, hor egon daiteke onarpenaren gakoa. Edozein modutan, matematika zein beste edozein jakintza-arlo zertarako den hausnartzea ona iruditzen zait, ofiziokoentzat eta kanpokoentzat. Eta itzuri ibili barik, azken urteotan galderari erantzuteko moduko hausnarketak behin baino gehiagotan egin behar izan ditudanez, nahiago izan nuen ZIOfesta hartan neure iritzia plazaratzea. Horixe da orain paperera dardana.

Matematikaren Nazioarteko Elkarteak eskatuta, Matematikaren mundu-urtea izendatu zuen Unescok 2000. urtea. Babesa agertzeko adierazpen bat plazaratu zuen eta askoz gehiago etorri ziren urte hartan, Parlamentu, Ministerio eta beste hainbat erakunde eta elkartetatik. Dena alde, denak alde. Benetan sortzen du matematikak zalantzarik? Behar du justifikaziorik? Adierazpenetako hitz hanpatuen sinatzaileetako batek baino gehiagok lasai asko botako zuen gero «nik matematikaz ez dakit ezer», Espainiako unibertsitate bateko errektoreak kongresu baten hasieran bota zuen moduan. Oso garrantzitsua omen da matematika, bai, baina gero jende kultuak lotsa handirik gabe aitor dezake ezer ez dakiela hartaz. Seguru nago beste ezjakintasun batzuek lotsak isilaraziko zizkiotela errektore jaunari.

Honek bi kulturen eztabaidara eramán gaitzake eta ez da hori nire helburua. Besteak beste, matematikak alderdi asko dituelako eta kritika guztiak ez datozelako «letretako» jendearen artetik.

Laguntza eske

Gaian sakon sartu aurretik egin dezagun irribarre bat. Matematikaren erabilera bitxi bat irakur dezakegu hurrengo pasartean:

Geometria testuak ikustean, irakurtzea benetan merezi zuenentz galdetzen zion bere buruari, eta liburu horietatik umore txarreko uneetan bota ohi zuen esaldi luze bat gorde zuen: 'Hipotenusa angelu zuzenaren aurreko aldea da triangelu errektangeluarrean'. Geroago esaldiak harridura sortarazten zien El Idilioko biztanleei eta ahokorapilo ergela edo ernegu erantzunezina bailitza hartzen zuten.¹

Luis Sepúlveda idazlearen *Un viejo que leía novelas de amor* eleberriko pertsonaiak erabilera bitxia aurkitu zion «hipotenusari». Eta egia da matematikarien esaldiek aho-korapilo itxura har dezaketela askotan, baina ez da zaila ekonomian edo biologian, esaterako, El Idilioko biztanleak harrituta uzteko moduko esaldiak aurkitzea.

Hurrengo testu zaharrak egiten duen matematikaren aldeko aldarrikapena hurbilago dago aipatu nahi ditugun arrazoietatik:

De los errores en las Matemáticas

En las matemáticas no ha podido haber depravación por ser doctrinas que consisten en verdadera demostración, hecha al sentido y experiencia, y no capaces de diversidad de opiniones y de pareceres. Pero ha caído otra desventura tan grande como ésta, si ya no es mayor, que por ser doctrinas que no son para ganar dinero, sino para ennoblecer el entendimiento, como los que estudian tienen más ojo al interés que a la verdadera doctrina, púsanse sin tocar en ellas. De donde viene gran daño a la república y particularmente al servicio de V. M., pues de no aprenderse matemáticas viene a haber gran falta de ingenieros para las cosas de la guerra, de pilotos para las navegaciones y de arquitectos para los edificios y fortificaciones, lo cual es en gran perjuicio de la república y deservicio de la majestad real y afrenta de toda la nación, pues en materia de ingenios ha de ir siempre a buscarlos a las extrañas naciones, con daño grave del bien público.

Aunque las Matemáticas no tuvieren en sí, como los tienen, tantos y tan grandes bienes y provechos, no hicieran otro bien sino habitar los entendimientos de los hombres en buscar en las cosas la verdad firme y segura y no dejarse bambolear de la inconstancia de las opiniones, que es lo que más destruye las doctrinas, sólo por este bien no se les había de permitir a los hombres pasar a ningún género de ciencia sin que aprendiesen primero las doctrinas matemáticas, que así lo sintió Platón cuando puso un rótulo en la puerta de su academia diciendo que no entrase allí el que no supiese matemáticas. Y así también lo sintió Aristóteles, pues en las demás ciencias trae ejemplos de las matemáticas, lo cual él no hiciera sino presuponiendo que los mancebos deben aprender ante todas las cosas las disciplinas matemáticas.

Este daño tan grave remediará fácilmente Vuestra Majestad mandando que las matemáticas se enseñen en lengua vulgar, como ya lo tiene dispuesto en la escuela que en su corte tiene hecha para ello y haciendo decreto que en las universidades y escuelas públicas ninguno sea admitido a ningún género de grado sin hacer primero demostración de cómo ha estudiado muy bien las disciplinas matemáticas.²

Pedro Simón Abril humanistak ikasketak berritzeko proposamena egin zion 1589an errege Felipe II.ari (*Apunta-*

mientos de cómo se deben reformar las doctrinas y la manera de enseñarlas...) eta matematikaz ari den zatia da hor doana. Alde bi ikusten dizkio interesgarri Simón Abrilek matematikari: balio praktikoa (gerran, nabigazioan, arkitekturan) eta burua erabiltzen erakustea. Ez dira arrazoi txikiak.

Unescoren adierazpenak matematikaren aldeko aldarrikapena egiteko aipatzen zituen lau puntuak ere ondo etorriko zaizkigu:

- Matematikak eta haren aplikazioek funtsezko garrantzia dute gaur egungo munduan zientzian, teknologian, komunikazioetan, ekonomian eta beste hainbat arlotan.
- Matematikak sustrai sakonak ditu kultura askotan eta milaka urtez pentsalari bikainen garrantzi handiko ekarpenek garatu dute.
- Matematikaren hizkuntza eta balioak unibertsalak dira, ezin egokiagoak nazioarteko elkarlana bultzatzeko.
- Prestakuntza matematikoa funtsezkoa da, batez ere lehen eta bigarren mailako hezkuntzan, bai matematikaren oinarrizko kontzeptuen ulermenerako, bai pentsaera razionalaren garapenerako.

Matematika bakoitzaren beharretarako

Gaur egun ez dugu geure inguruan inor aurkituko irakurtzen eta idazten ez dakienik. Baina ezagutu ditugu gure aita-amamen garaikoak, beste batek idatzitakoaren azpian hatz-marka jartzen zutenak sinadura modura. Eta entzun ditugu eskutitza idazteko lagun batengana jo behar zuen soldaduarena eta abadeari eskutitza irakurtzeko eskatu behar zion amarena. Batari idazten eta besteari irakurtzen laguntzen ziotenek beren esku zuten hitzak hartu zituzten bezala ematea edo nahi zuten eran aldatzea. Norberak irakurtzen eta idazten ez jakiteak besteenganako menpetasuna sortzen zuen.

Aspaldi ulertu zuen hori gizarteak mundu aurreratuan, eta aspaldiko helburua da ume guztiak eskolatik pasatu eta

alfabetatzea. Eta eskolak bertatik pasatzen denari utzi behar dion ondare minimoan matematikaren oinarriak datoz letrekin batera, eta hori, Unescoren adierazpenak zioen moduan, «bai matematikaren oinarrizko kontzeptuen ulermererako, bai pentsaera razionalaren garapenerako». Ez da lan makala eskolari eskatzen zaiona.

Irakurtzen jakitea ez da letrak elkarrekin josten ikasi eta hitzak ondo ematea bakarrik. Hori baino gehiago ere bada: irakurritakoa ulertu egin behar da. Azken aldian, PISA txostenaren haritik, kezka hori zabaldu da: ikasle askok ez dute ulertzen irakurritakoa. Zenbakiak ezagutu eta gero, eskolako matematikaren lehen lana «lau erregelak» irakastea izan da. Letrekin bezala, zenbakiekin ere, horien arteko eragiketak egiten jakiteaz gain, noiz zer egin eta zertarako jakin behar da. Hau da, ulertu egin behar da. Jesus Altunak bere ume garaiko Berastegiko eskolaz haxe kontatzen digu:

Hartaz arduratzen zen maisua kanpora bidali zuten eta kanpotik euskararik batere ez zekien beste bat iritsi zitzaigun. Lau erregelak, orduan ohi zenez, kantatzen ikasi genituen, baina matematikako problemetan sartzean hasi ziren arazoak.

Ulertzen ez genuen testu batean, bi zenbaki ikusten genituen. Lehenbizi batu egiten genituen. Maisuaren mahaira hurbildu eta hark «bien» edo «mal» esaten zigun. Bietariko lehena bazen, kontent itzultzen ginen, ongi egin bagenu bezala, hura asmatze hutsa besterik ez zelarik. «Mal» esaten bazigun, negarrez itzultzen ginen, gure artean esaten genuela: «Erresta in beharko yu». Zenbaki handiari txikia kentzen genion, eta berriro zoria aldekoa ote genuen probatzera. «Mal» hura, hala bazegokion, gogorragoa zen. «Multiplicar izango dek», eta oroitzen naiz «multiplicar» hitza astiro esaten genuela, berria baitzen guretzat, eta hura ahoskatzeko kontuz ibili beharra zegoen. Horrela ere ez izatera, haserre itzultzen ginen esaten genuela: «Maixu bizar aundi onekin etzeok asmatzeik. Dibidir dek». Batzuetan aurrenekoan asmatzen genuen, bestetan bigarreanean edo are laugarrenean ere.³

Berastegiko eskolako ume euskaldunek testua ulertu ez eta bi zenbaki ikusita eragiketak egiten hasten ziren maisuaren onspena izan arte. «Lau erregelak» jakin arren, zenbat ikasle ez da orain ere gelditzen zer egin ez dakiela pro-

blema baten aurrean? Ulertzeko arazoak ez baitatoz hizkuntza aldetik bakarrik... Baten batek uste izango du eskola denborara mugatzen den arazoa dela, irakasleak eskatzen dituen ariketa horiek nola edo hala gainditu eta gero, bizitzak ez diola berriro halakorik eskatuko.

Desagertu dira gure kaleetatik kontuak eskuz eta paper muturretan egiten zituzten dendariak. Tabernariak ere gutxitan esaten digute zenbat ordaindu behar dugun makinari kontua egiteko eskatu gabe. Eta makinak zintzo erantzuten die, bueltarako zenbat eman behar diguten ere. Gainera, denok sinesten omen dugu makinak dioena; ikusi duzue norbait supermerkatuko kontua berregiten eta egiaztatzen? Baten batek lau erregelen beharra bera ere zalantzan jarriko du agian.

Bai, makina batek egin ditzake kalkuluak gure ordeztu, okertu barik eta arinago, baina esan behar diogu zer nahi dugun egin dezan. Bizitzan baditugu kalkuluak eskatzen dituzten egoerak, onerako edo txarrerako diruari lotuta gehienbat. Telefonoaren, uraren eta argiaren fakturak, prezio bati BEZa gehitzea edo kentzea, komisioen kalkulua, eta abar, izan daitezke errazenetakoak. Errenta-aitorpena egitea apur bat zailagoa da. Beste kasu batzuetan hainbat faktore kontuan hartuz konparazioak egin behar dira. Adibidez, telefono-konpainiek eskaintzen dituzten produktuen artean edo bankuek hipoteketarako jartzen dituzten baldintzen artean. Guztiz ezjakinak bagara eta beste bati laguntza eskatu behar badiogu, hor dago menpetasuna berriro, oharkabean pasatzen bazaigu ere. Ez dut esaten aholkua eskatzea txarra denik, baizik eta aholkuaren zergatia ulertzeko eta eztabaidatzeko gauza izan beharko genukeela, eta horretarako zenbaki artean moldatzen jakin beharko dugula.

Bestalde, garai modernoek informazio-gizartera sartu gaituzte. Zenbakiak inguratzen gaituzte, behar denean eta behar ez denean. Kirola, politika, zer esanik ez ekonomia, zenbakien bidez ematen digute dena. Egunkaria zabaldu eta erraz topatuko ditugu zenbakiak dakartzaten berriak, noi-

zean behin taulak eta grafikoak lagun dituztela. Ez dirudi pertsona eskolatuari asko eskatzea denik prestatuta egotea egunkaria irakurtzen duenean deseroso ez sentitzeko. Lau erregela soiletik harantzago, informazioan estatistika eta probabilitatea sar daitezke datuen tratamendurako. Gehienetan horien erabilera arruntak oztopo matematiko gutxi du eta eskarmentua eta sen ona aski izan daitezke.

Hauteskunde batzuk joan berri dira eta ez da asko faltako beste batzuk etortzeko. Politikariek beren mezuetan, txostenetan, kanpainetan, zenbakiak dantzan jartzen dituzte, haiek dena argitzen dutelakoan. Edo iluntzen, batek daki. Hauteskunde aurretik iritzi-azterketak, ondoren emaitzen interpretazioa, galdu duena irabazle, irabazi duena galtzaile agerrarazi nahi, zenbakien dantza interesatuak ezin dira besterik gabe sinetsi, interpretatu egin behar ditugu, baina geuk, ez beste batek.

«Zenbakiak eta estatistikek interpretazioa eskatzen dute beti» da, hain zuzen ere, John Allen Paulos-ek dioena ZIO bildumak euskaraz argitaratu duen *Zenbakirik gabe bizi* liburuan⁴. Haren moduan beste batzuk ere saiatu dira mezu bera ailegarazten, hau da, analfabetismo matematikoa oztopoa dela informazioaren munduan eroso sentitzeko. Matematikaren erabilera okerretik ondorio faltsuak atera daitezke, edo informazio okerra helarazi hartzaileari. Batzuetan intentzio txarrik gabe, beste batzuetan engainatzeko asmoz.

Kirola ezin hobea da zenbakiak dantzan jartzeko. Adibidez, futbol-liga amaitzean denean behin eta berriro agertzen da «matematikoki» hitza kirol-informazioan. Halako taldea «matematikoki bigarren mailara jaitsi da», beste hura «ez da oraindik txapeldun matematikoki». Matematika da epaile eta berak erabakitzen du talde bat bigarren mailara doan edo ez (nahiko lukete askok matematikari errua bota eta ez taldeko jokalariei!). Matematika gutxi —batuketak eta kenketak gehienez ere— daude «matematikoki» horren atzean eta terminoa halabeharrekina lotzen da: gertatzen dena gertatzen dela ere, taldea jaistearena edo txapeldun izateare-

na erabakita dagoela. Beste kontu larriago bat da —matematikatik ikusita— partida gutxiren faltan egunkariek aurkeztu ohi dituzten probabilitate-kalkuluak: A taldeak bigarren mailara jaisteko edo B taldeak txapeldun izateko dituzten probabilitateak ematen dizkigute, itxura matematikoz eta zenbaki ugarien ondotik. Kalkulu horiek jatorrizko bekatu bat dute: partida bakoitzerako hiru gertaera onartu (irabazi-berdinu-galdu) eta bakoitzari $1/3$ probabilitatea esleitzen zaio. Ez da asko pentsatu behar ulertzeko hiru gertaera horiek ez direla probabilitate berekoak⁵, baina kazetariari orrialdea betetzeko balio dion bitartean...

Azken probabilitate-kalkulu horren antzera, komunikabideetan erabiltzen den matematika aipatzean akatsak erakusten ditugu askotan adibide gisa. Eman dezake kazetariak txarto ezkontzen direla matematikarekin eta zenbakien munduan sartzean beti oker dabiltzala. Egia da begi kritikoa rentzat notizia ez dagoela ondo emandako informazioan, txarto emandakoan baino (ez zen horren antzekoa kazetaritzaren lege bat?), baina okerrak nahi baino gehiagotan ageri dira. Eta ez da seinale ona, izan ere, Joxerra Garziak bere ikasleei buruz kontatzen duena⁶, kontuan izanda ikasle horiek EHUko Gizarte eta Komunikazio Zientzien Fakultatekoak direla:

Aiton-amona gehienak ordenagailuarekin nola, halatsu moldatzen dira unibertsitateko nire ikasleak zenbaki eta eragiketa matematikoekin.

Egia esan, ehunekoak ateratzera mugatzen da nik ematen dudana ikasgaian erabili beharreko matematika, baina hala ere. Beren burua zurrizteko, honako aitzakia hau erabiltzen dute:

— Letrazkoak gara gu.

Behin, bi kopuru elkarrekin alderatzen ari ginela, bata bestearen %300a zela jakinarazi nien. Barrez hasi zitzaizkidan ikasleak:

— Hori ez da posible. Ehunekoak ezin du ehun baino handiago izan.

«Letrazkoa» izatea ehunekoekin okerrak egiteko aitzakia bada, alferrik etorkizuneko berri-emaelek zenbakiekin zortzoko jokatu dutelako esperantza.

Joan den abenduan Espainiako ekonomia-egunkari batek burtsako zenbait balorek urtean zehar izandako galerak aztertu zituen. Ez dakit Joxerraren ikasle ohia izango zen kazetaria baina bistan da ondo ikasi zuela ehunekoa 100 baino handiago izan daitekeela: galerarik handiena %1315ekoa zen, bigarren galerarik handiena %639koa, eta beste hamairu baloreren galerak ziren %100etik gorakoak. Irakurleak egin dezala bere kontua: 75 euroko maximotik hasita %1315 galdu omen zuen balore hura, zenbatean gelditu zen? Kazetariak ez omen zekien 20tik 100era igotzea %400 irabaztea dela, baina 100etik 20ra jaistean %80 galtzen dela eta ez %400. Galeran bai, ehunekoa ezin da 100 baino handiago izan!

Adibideekin luzatzen ibili gabe, beste bat bakarrik ekarriko dut hona, duela gutxi egunkarian irakurria. Titularrak honela zioen: «Katalan gehienek bozkatuko lukete Espainiatik bereiztearen alde». Inkesta baten emaitzatik ateratako ondorioa zen eta testua irakurrita jakingo genuen galdetutakoen %36,5 egongo lirakeela independentziarekin ados. Aurka gutxiago ziren, egia da, baina ez du horrek katalanen heren bat «katalan gehienak» bihurtzen.

Simón Abrilen iritziz, matematikak dakartzan onuren artean «habituar los entendimientos de los hombres en buscar en las cosas la verdad firme y segura» dago. Honela itzul dezakegu gaurko egoerara: zorroztasunez jokatzeko jakin eta, Allen Paulosen aholkuari jarraituz, zenbakiak interpretatu eta norberaren ondorioak ateratzeko gauza izan. Bide batez, jarrera hori jendearen artean zabalduko balitz, ez lukete saszientziek arrakasta handirik izango.

Matematika denon onerako

Baliteke irakurleak ez behar izatea horren azalpen luzea oinarritzeko matematikaren probetxua onartzeko. Jakingo du ziur aski matematikak hori baino askoz eremu zabalagoa hartzen duela eta gogoratuko ditu, haietatik pasatu bada,

polinomio, deribatu, integral, eta batek daki beste zenbat termino, matematikarien jostailu, ikasleen buruhauste, mundu errearekin zerikusirik ez dutenak. Edo bai?

Greziarrek matematika baliatu zuten zeruak eta Lurra deskribatzeko. Keopsen piramide handiaren garaiera ezagutzeko edo planeten ibilbideak emateko, matematika izan zuten lagun. Lehen problemak arazo gutxi du, baina bigarreneko oso sistema sofistikatua landu zuen Ptolomeok bere unibertso geozentrikoak behartuta. Matematikaren erabile-ra praktikoaren adibide bi baino ez dira, askoren artean.

Hamalau mende geroago, zientzia modernoaren sortzaile izan zen Galileo Galileik matematika ezinbestekoa ikusi zuen unibertsoa ulertzeko:

Filosofia gure begien aurrean beti zabalik dagoen liburu horretan dago idatzita —unibertsoan, alegia—; ezin da ulertu, ordea, aurretik haren hizkuntza ikasi eta idatzita dagoen alfabetoa ezagutzen ez bada. Eta matematikaren hizkeran dago idatzita, karaktereak triangeluak, zirkuluak eta beste irudi geometrikoak izanik, horiek barik berba bat bera ere ulertzea ezinezkoa gertatzen da; horiek barik labirinto ilun batek noraezean ibiltzea baino ez da lortzen.⁷

Galileo hil zen urte berean (1642) jaio zen Isaac Newton, eta Galileok amestu ere ezin zezakeen zentzua eman zien Newtonek haren hitzei. Galileok matematika unibertsoa deskribatzeko behar bazuen, Newtonek unibertsoa azaltzeko eginkizuna eman zion. Ez da alde txikia. Hori ahalbidetzeko mekanikaren eta grabitazio unibertsalaren legeak eman zituen eta ekuazio diferentzial bihurtu zituen higiduren deskripzioak. Ekuazioak eta horiek ebazteko metodoak ez zeuden artean matematikaren eskura eta hor ere Newtonen ekarpena dugu: kalkulu infinitesimala sortu zuen, Leibnizekin konpartitu behar duen ohorea. Hazia jarrita, hurrengo mendeetan etengabeko garapena etorri zen eta gaur egun nekez uler daitezke fisika eta beste zientzia esperimentalak eredu matematikorik gabe.

Horra non mundu errearen estudioa ez izan arren matematikaren helburua, ezinbesteko laguntza suertatu zen har-

taz ari diren zientzietarako. Eugene Wigner fisikariak azaldu zuenez,

matematikak naturaren zientzietan duen izugarriko erabilgarritasuna misterioaren muga dago eta ez du azalpen razionalik. [...] Matematikaren hizkera fisikaren legeen formulazioetara egokitzearen miraria opari liluragarria da, ez dugu ulertzen eta ez dugu merezi.⁸

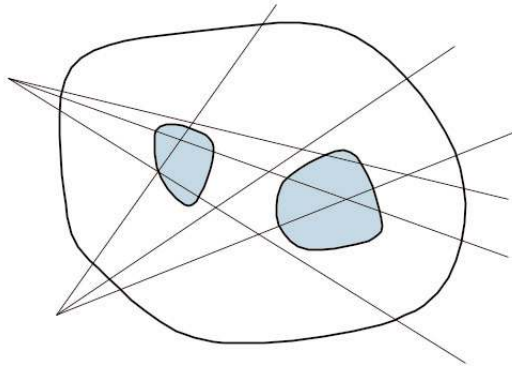
Matematika fenomenoak deskribatzetik auresatera pasatu zen. Gertaera baten eboluzioaren eredu matematikoa da ekuazioa eta hura ebatztean dakigu zer gertatuko den. Horrela erabaki zezaketen adituek, esate baterako, zein bide egin behar zuen Galileo zundak Lurretik irten eta handik sei urtera Jupiterrera ailegatzeko. Eta ez ziren okertu, esandako egunean han zegoen, Jupiterren alboan.

Ikuspegi berri hark unibertsoa eta natura ulertzeko aldaketa sakona ekarri zuen. Fenomenoa gobernatzen duen ekuazioa edo ekuazio-sistema aurkitu eta matematikaren bidez aztertzeak ez zuen eztabaida filosofikoarekin zerikusirik. Elektrizitateari eta magnetismoari buruzko berba merkeak alferrekoak ziren Maxwellen ekuazioen alboan. Metodo aldaketa horretan kokatzen dute batzuek «bi kulturen» arteko aldentzea, filosofoek arlo teknikoan sartzeari uko egin baitzioten.

Zientzia esperimentalen arloan analisi matematikoaren beharra ukaezina da apur bat arakaturaz gero. Baina gaur egungo mundu teknologikoan matematikaren beste zenbait ataletara hedatu da erabilgarritasuna, ez dira bakarrik ekuazio diferentzialak agertzen. Adibide asko ekar daitezkeen arren, bereziki gustukoa dudana bat aipatuko dut hemen.

1917an Johann Radon-ek, Vienan lan egiten zuen matematikari bohemiarrek, teorema hau frogatu zuen: planoan definituriko funtzio bat erabat berreskuratzen da lerro zuzen guttien gainean egindako integralen bitartez. Eta berreskuratze-ko formula (bat) eman zuen. Iluna izango da Radonen baieztapen hori kontzeptuak ulertzen ez dituen irakurlearentzat. Adibide batekin saiaturiko naiz azaltzen zer esan nahi duen.

Eman dezagun multzo bat dugula planoan eta zenbait zulo dituela barrualdean, irudian ikusten den bezala. Guk paperari kanpotik begiratzen diogunez, zuloak non dauden eta zelakoak diren ikusten ditugu. Paperetik irten ezin den inurri batek, kanpoko muga zeharkatu ezean, zelan jakin dezake zuloak daudela? Zelan haien forma eta kokalekua? Egin dezagun lerro zuzen bat eta neurtu dezagun multzoa ebakitzean ematen duen luzera (ez ahaztu zuloetan ebakitakoa ez dela kontuan hartzen); gero gauza bera egingo dugu beste zuzen guztiekin. Radonen teoremaren arabera, luzera horien guztien zerrenda ezagutuz gero, barruko zuloen forma eta kokalekua erabat zehaztuta daude. Radonen emaitza teorikoa da eta ez zion berak aplikazio praktikorik ikusi —ez dirudi inurriek arazo horiekin kezkatuta egon behar dutenik behintzat—.



Berrogei urte geroago Allan Cormack fisikari hegoafrikarra Lurmutur Hiriko ospitale batean ari zen lanean, erradiologia sailean. Han konturatu zen X izpiek ibilbide bat egiterakoan zeharkatutako materialaren dentsitatearen arabera galtzen dutela intentsitatea eta ibilbideko puntu biren arteko intentsitate-galerak dentsitatearen integrala ematen duela formula erraz baten bidez. Izan zezakeen horrek aplikaziorik erradiologian? Cormackek bide bat ikusi zuen.

Eman dezagun pertsona baten bekokitik pasatzen den plano birtual batek burua ebakitzen diola. Burua benetan ebaki ezean —eta ahal dela hobe ez egin—, guk sekzioaren muga ikusten dugu, inguruan duen lerroa, lehenago aipatu dugun inurri haren moduan. Eta medikuari barrukoa interesatzen zaio. Cormacken ideia ederra hau izan zen: X izpiak norabide askotatik pasarazi, sarreran eta irteeran intentsitatea neurtu, datu horiekin dentsitatearen integralak lortu hainbat lerro zuzenen gainean eta integralekin dentsitatea ematen duen funtzioa berreskuratu. Radonen teorema bermatzen zuen bidea baina Cormackek askoz beranduago ezagutu zuen teorema hori eta bere kabuz aritu zen problema matematikoa ebazten. Radonen teorema mundu errealean aplikatzeko bide bat amestu zuen Cormackek baina artean teoria besterik ez zen.

Godfrey Hounsfield ingeniari ingelesak EMI (Electrical and Musical Instruments) etxean egiten zuen lan. Cormacken lana ezagutu gabe, berari ere bururatu zitzaion antzeko aplikazio bat eta, teoriatik harantzago joanez, 1968an ordenadore bidezko tomografia (*eskanerra*) burutzeko gauza izanago zen lehen makinaren patentea aurkeztu zuen. Tresna horrek posible egin zuen Cormackek amestutako aplikazioa. Lehen makina EMI enpresan eraiki zuten 1971n eta asko etorri dira haren ondotik. Orain, halako batean sartu eta barrutik «ikusten» gaituzte. Zuzenago esateko, gure barrualdearen irudi bat eraikitzen dute⁹. Medikuntza eta Fisiologiako Nobel saria irabazi zuten Cormackek eta Hounsfieldek 1979an.

Matematika, fisika eta teknologia, denak behar dira horrelako tresna bat asmatzeko. Ipuina horrela kontatuta ematen du matematikariak ideia abstraktu bat duela, mundutik hurbilago bizi den fisikariak aplikazioa asmatzen diola eta benetako munduan bizi den ingeniariak horrekin guztiarekin makina bat sortzen duela. Hori izan daiteke gertaeren ordena, edo beste bat. Batzuetan aplikazioak inori bururatu ez zaion problema batekin egiten du topo eta horren ondo-

rioz sortzen da azterketa matematikoa. Hau da, ikerketa elikatzen duen bideetako bat aplikazioa da.

Aurreko mendeko 70eko hamarkadan lehen eskanerra egin eta gero, bidea amaitu ordez hasi egin zen. Ordutik hona izugarri hedatu da irudi medikoak lortzeko ahalegina, eskanerrak aldatu egin dira eta metodo berriak sortu¹⁰. Eta ahalegin horretan berriro behar da matematikaren ekarpena. Oso argi adierazten du ideia hori hurrengo testuak:

Matematikari puru batzuen uste okerra da Radonen inbertsio-formula dela erantzun osoa berreraiketa tomografikoaren problemarako, eta ezer gutxi gelditzen dela egiteko. Aitzitik, lana hasi baino ez dela egin esaten badugu ez da ezustekorik izango matematikari aplikatu gehienentzat.¹¹

Besteak beste, matematika abstraktuak mundu errealerara jaisteko egokitze bat behar duelako. Radonen teorema infinitu datu behar ditu eta mundu errealak datu kopuru finitu bat eman diezaioke. Matematikak asmatu beharko du datu finituekin lan egiten, emaitza hurbilduak lortzen eta bizitza errealerako balio duen informazioa ematen. Wigner fisika-riaren hitzak parafaseatuz, miraria da zer ondo egokitu den.

Newtonekin iraultza bat etorri bazen matematika aplikatura, beste iraultza bat ordenadoreak ekarri zuen, duela berrogeita hamar urte inguru. Mundu errealeko matematikak behar dituen kalkulu hurbilduak izugarri handiak izan daitezke eta ezin daiteke pentsatu ere hori guztia eskuz burutzea. Eskanerra egiteko makina ezinezkoa izango zen ordenadorerik gabe. Arazoa ez da bakarrik milioika kalkulu egitearena, horretarako behar den denbora ere funtsezkoa gerta daiteke. Esate baterako, eguraldia iragartzeko erabiltzen den datu-kopurua itzel handia da eta eboluzioa aztertzeke erabiltzen diren eredu matematikoeke lan ikaragarria eskatzen dute. Garrantzitsua da ordenadoreek lan hori oso arin egitea, alferrik izango baitzen biharko eguraldiaren pronostikoa etzi etorriko balitz.

Gaurko mundu teknologikoak oinarri matematikoeke ditu. Eskuko telefonoa, CDen erroreak zuzentzeko kodeak, GPSa,

MP4a, interneten bidezko erosketa segurua, Googleren bilaketa, denek dute matematika atzean. Produktu teknologikoa ingeniariekin lotzen badugu ere, hura asmatzeko, diseinatze-ko, hobetzeko, oinarri zientifiko batzuk behar dira, matematika barne.

Guztion onurarako, batzuek prestakuntza matematiko sakona behar dute, zientzia eta teknologiaren eremuetan aritzeko. Simón Abrilek Felipe II.ari esaten zizkionak gogoratu, hemen ez badugu matematika (zientzia) dakien jendea presatzen, behar dugunean kanpora joan beharko dugu bila.

Matematika espirituaren ohorerako

Greziarrek sortu zuten matematika etengabe handituz joan da, astiroago garai batzuetan, askoz arinago azken hiru mendeetan. Jende askoren ustearen aurka, matematika ez da egin da dagoen zerbait, egiten ari den zerbait baizik. Egia da, hala ere, baduela «betikotasun» bat eta zirkuluaren koadratura ezinezkoa bazen duela ehun urte, ezinezkoa izango dela beti. Baina kontzeptuak sortu egiten dira, erlazioak asmatu, egiturak egokitu, eta arrazoibide berriak ekarri. Horrek guztiak kultur ondare handia utzi du, egunetik egunera handituz doana.

Asko da aplikazioetan erabiltzen den matematika, baina askoz gehiago oraindik matematikaren baitan mantentzen dena, inolako aplikazio praktikorik gabe. 1830ean Jacobi matematikari alemaniarrek hau idatzi zion Legendre frantsesari:

Egia da Fourier jaunak uste zuela matematikaren helburu nagusia erabilera publikoa eta naturaren fenomenoen azalpena dela, baina haren moduko filosofo batek jakin beharko zuen zientziaren helburu bakarra giza espirituaren ohorea dela eta, horren izenean, zenbakiei buruzko gai batek munduaren sistemari buruzko beste batek adina balio duela.

Giza espirituaren ohore horrek laburbildu du matematika puruaren helburua. Zientziaren aurrerapena galderak egitetik eta erantzutetik dator. Aplikazioen beharrak galderak

ekartzen dizkio matematikari, aipatu dugunez, baina askotan galderak bere baitatik sortzen ditu matematikak eta erantzunek ez dute inolako helburu praktikorik. Galdetu matematikari askori zergatik ebatzi nahi duten esku artean darabilten problema eta «hor dagoelako» erantzungo dute, George Mallory mendizaleak erantzun omen zuen moduan 1920ko hamarkadan Everest mendiaren igoerarekin zergatik tematu zen galdetu ziotenean.

Matematikaren objektuak abstraktuak direnez, kanpotik ikusten duenarentzat ulertezina da askotan ahalegin hori. Ez dut uste beste ikerlari batzuen motibaziotik asko aldentzen den jarrera denik, egia esateko. Jakin-mina dago galdera zientifiko askoren atzean, matematikakoak izan zein beste zientzietakoak, eta zientzialariak ez du beste arrazoi baten beharrik buruan bueltaka darabilkion galderari erantzuna bilatu nahi hori justifikatzeko. Beste gauza bat da kaleko jendeari, artikuluko honen irakurleari, kasurako, hori nahikoa iruditzen zaion.

Mendeetan zehar matematikak kulturari atal handi bat gehitu dio. Eta kultura deitu ohi dugun beste edozein arlok adina balio du. Egia da matematikaren irakaskuntzak berak ahazten duela askotan matematikaren izaera dinamiko hori, eta betidanik hor dagoen eta betiko hor egongo den altxor modura aurkezten dela. Horregatik agian Arkimedes, Fermat, Newton, Euler, Gauss, Cauchy, Riemann, Poincaré edo Hilbert, izen ezezagunak dira askorentzat, nahiz eta Brahmssek, Bachek, Mozartek eta Beethovenek bezainbeste-ko ekarpena egin dioten gizateriari. Horiek eta beste asko agertzen dira ZIO bildumako *Loroaren teorema* eleberrian. Bertan Denis Guedj matematikari frantsesak istorio bat asmatu du, matematikaren kultur ibilbidea —emaitzak eta pertsonaiak— agertarazteko.

Zaila zaio gaurko matematika puruari komunikabideen arreta bereganatzea. Gailurra Fermaten azken teoremaren frogapenak lortu zuen, 1994an. Egunkarien lehen orrialdeetan agertu zen eta irrati eta telebistetan ere egin zioten le-

kua. Gero liburuak agertu ziren, dokumental bat telebistarako, bai eta musikal bat ere (*Fermat's last tango*). Enuntziatua erraza da azaltzen, baina hortik aurrerakoa oso teknikoa da. Alderdi tekniko guztia adituentzat utzi eta teorema osoa frogatzeraino heldu zen 350 urteko ibilbidea azaldu zen gehienbat. Ez da gutxi, hor ikusten baita hainbat pertsonen borroka, giza espirituaren ohorearen alde. Hori bakarrik dugu, beraz? Ez du gehiagorako balio? Aplikazio praktikoez ari bagara, ez, eta baliteke inoiz ez erabiltzea matematikatik kanpo, baina artelan ederra da, zinez.

Etengabe sortzen dira emaitzak matematikan, eta geroz eta orrialde gehiago betetzen dituzte aldizkari espezializatu-tuetan. Horietatik gutxi izango dira «historiarako» geldituko direnak, Fermaten teoremaren froga hori geldituko den moduan. Egon badaude, hala ere.

Gustatuko litzaidake emaitza moderno garrantzitsu bat aurkeztea. Zaila da, ur sakonetan sartu gabe, eta zenbaki lehenen laguntzarekin saiatuko naiz, oinarrizko kontzeptua delakoan. Gogora ekarriko dut zenbaki bat lehen dela txikiagoen biderkadura modura lortu ezin bada (adibidez, 13 lehen da, baina ez 28, hau 4 bider 7 eginez lortzen baita). Duela hogeita lau mendetik hona ezagutzen da zenbaki lehenen zerrenda infinitua dela. Euklidesen *Elementuak* liburuak dakar hori, zenbaki lehenen beste hainbat propietate-rekin batera, baina gaur arte aurreratu den guztiarekin ere urrun gaude zerrendaren propietate guztiak ulertzetik. Paul Erdős matematikari hungariarrak honela adierazi zuen: «Milioi bat urte joango dira, gutxienez, zenbaki lehenak ulertu baino lehen».

Joko bat dirudien galdera egingo diot irakurleari: aurkitu zenbaki lehenen progresio aritmetikoak. (Zenbaki segida bat progresio aritmetikoa da bakoitzetik hurrengora dagoen aldea beti berdina bada.) Hiru gaiko progresioak erraz aurkitzen dira: 3, 5 eta 7, adibidez; bost gaiko bat ere badago zenbaki txikien artean: 5, 11, 17, 23 eta 29. Pazientzia behar da, eta agian zerbait gehiago, seiko bat aurkitzeko. Matema-

tikariarentzat galdera konturatu gabe dator: nahi bezain luzeak izan daitezke zenbaki lehenen progresio aritmetikoak? Hots, aukeratu zenbaki bat, 65, adibidez; egon daitezke 65 zenbaki lehen progresio aritmetikoan?

Zenbaki lehenen taula, pazientzia asko eta ordenadore bat hartuta beharbada, halako zerrenda bat aurkituko duzula uste izango duzu agian. Bada, gal dezakezu esperantza, inork ez baitu horren progresio luzerik ezagutzen. Badakigu, hala ere, egon badaudela. Ordenadoreen nahitaezko laguntzaz hogeita lau gaiko progresioak lortu dira zenbaki lehenen artean, hamasei zifrako zenbaki batean hasita! Luzeagoak ere egon badaudela esan dut, zergatik? Duela lau urte bi matematikari gaztek, Ben Green britainiarra eta Terry Tao australiarra, hala dela erakutsi zutelako: zenbaki lehenen artean nahi ditugun besteko luzera duten progresio aritmetikoak daude. Haien frogak existentzia ematen du baina ez eraikibiderik. Badakigu beraz 65 gaiko progresioak daudela zenbaki lehenen zerrendan, baina ez dugu bat ere ezagutzen. Oso teorema ederra iruditzen zait neuri. Baliteke irakurlearengan ez sortzea aparteko zirrarak, noski.

Zertarako balio du Green eta Taoren teoremak? Berriro ere «giza espirituaren ohorerako» esan beharko dugu, Jacobirekin batera. Etorkizunak ekar diezaioke aplikazioen bat? Teoremak duen alderik ederrenari ez dut uste. Orain imajinatu ezin dugun zirrikituren batetik zenbaki lehenen progresioei aplikazioak aurkitzen bazaizkie ere, progresio zehatzei emango lieke eta ez existentziazko teorema bati. Aplikazio faltak ez dio artelanari inongo baliorik kentzen, jakina.

Matematikak ez du denetarako balio

Zenbait zientzian matematikak izan zuen arrakasta kontuan izanik, beste batzuek ere hara jo zuten. Orain edozein produkturen onurak edo merituak aldarrikatzeko erabiltzen den «zientifikoki frogatua» leloaren antzera, «matematikoki bermatua» labela nahi izaten dute batzuek beren lanetarako,

horrek automatikoki onespina dakarrelakoan. Baina bistan da ezin daitekeela gauza bera izan eguraldiaren pronostikoa egitea edo burtsarena. Euria egingo duela esateak ez du atmosferan eraginik; burtsa jaitsiko dela esateak bai eragin liezaioke bilakaerari, inbertsoerek horren arabera estrategia berriak planteatuko lituzketelako. Pertsonak hartu behar dituzten erabakiak tarteko izanik, gizarte zientzietan matematika erabiltzen bada, «interpretazioa behar du beti», Allen Paulosen abisua errepikatuz.

Aspaldi hasi zen matematika ekonomian agertzen. XIX. mendeko Stanley Jevons ekonomilariak hau idatzi zuen: «argi dago ekonomiak, benetan zientzia izango bada, zientzia matematikoa izan behar duela». Eta XX. mendearen bigarren zatiko garapenaren ondoren, gaur egun asko erabiltzen da matematika ekonomian, goi-mailako matematika barne. (Esan dezadan, bidenabar, ez dagoela Matematikako Nobel saririk, baina badaudela zenbait matematikari Nobel saridunen artean, Ekonomiako saria irabazita gehienak.) Tentuz ibili behar bada ez da eredu matematikoak emaitza okerrak eman ditzakeelako, ereduari esanarazi nahi zaiona oker egon daitekeelako baizik. Esate baterako, estatistika erabiltzen badugu bizi-kalitatea neurtzeko, horretarako diseinatzen dugun estudioaren arabera izango dira emaitzak esanguratsuak edo ez, matematikaren ardura kalkuluak ondo egitera mugatzen da. Ekonomialarien artean ere aurki dezakegu zuhurtasun eske dabilenik:

Fama handiko ekonomialari eta nazioarteko analista Paul Krugman estatubatuarrak dioen bezala, ekonomiari buruzko aldizkarietan gehiegizko matematika saioa dago, izan ere elaborazio matematikoa «ideia hutsal bat mozzorrotzeko modu tradizional bat da»; are gehiago, «izen oneko ekonomialaria izanik, erabat gai naiz inork uler ez ditzakeen gauzak idazteko», dio bere ohiko ironiaz.¹²

Ez dezala inork ulertu giza- eta gizarte-zientzietan matematika ezin erabil daitekeenik. Askok erabiltzen da, geroz eta gehiago, bai eta ondo erabili ere sarritan. Ez beti, ordea, eta hori da Krugmanekin salatzen duguna.

Egia da matematika-mozorroz janzten direla zenbait lan? Bai, noski. Ez matematikaz bakarrik, beste zientzia batzuetako kontzeptuak ere erabiltzen dira zientifikoa ez den zerbaiti itxura emateko. Oso ezaguna egin zen *Sokal afera* eta merezi du haren ondotik etorri zen *Impostures intellectuelles* liburua irakurtzea, Paul Krugmanen mehatxua («gai naiz inork uler ez ditzakeen gauzak idazteko») praktikatu duten zenbait filosofo agerian uzten baititu. Ez dute horregatik horiek aitortuko zientziaren ukitua mozorro hutsa denik, noski.

Adibide bat *Berria* egunkarian agertu zen duela urte batzuk. Danièle Moatti-Gornet filosofo frantsesak *Qu'est-ce qu'une femme?* (L'Harmattan, 1999) liburuan hau egin omen zuen:

teoria ontologikoa garatu du matematikaren laguntzaz, baina Lacanen kategorien matematikari kontrajarriz, Cantor-en teoria conjuntista erabili du [...].

Emakumearen numerizitateaz mintzatu zaigu (1 edo desiratu, ∞ edo erabaki eta $-\infty$ jakitea erabaki) [...] liburu honean plazera infinitu destotalizatua da (Dedekind-en definizioaren arabera) [...] $-\infty$ sinboloa, azkenik, jakituriaren eta arriskuaren sinboloa da [...].¹³

Zailena ez da hori idaztea —gogoratu Krugmanen mehatxua berriro—, hor zentzuzko zerbait atzematea da benetan zaila, Cantorren multzo-teoria eta Dedekinden infinituaren inguruko lanak ezagutu zein ez.

Azken hitza

Matematika zertarako den galderari erantzuten saiatu naiz. Askotarikoa da eta batzuetan beharrak, beste batzuetan jakin-minak ematen diote zentzua matematikari. Aipaturiko arrazoiak laburbilduz lau puntu hauek azpimarratuko nituzke:

1. Gaurko gizartean bizitzeko oinarrizko matematika nahitaezkoa da. Esaldiari buelta emanaz, oinarrizko mate-

matika da gaurko gizartean bizitzeko behar dena. Derri-
gorrezko hezkuntza amaitzean ikasle guztiei eskatu be-
harko litzaieken maila minimoa da.

2. Maila minimoa izateak ez du esan nahi hortik gorako prestakuntza eskaini behar ez denik. Ikasle multzo batek aise gainditu beharko luke maila minimo hori eta pres-
takuntza sakonagoa hartu, geroz eta arlo gehiagotan era-
biltzen baita matematika, zientzia eta teknologian batez
ere. Gazteen aukeretan beheranzko joera duten karrerak
izan arren, beharrezkoak dira gizartearen aurrerapene-
rako, eta eskolatik hasten da hori bideratzen.
3. Batzuk ofizioz eta beste batzuk afizioz atseginez arituko
dira matematikak eraiki duen mundu abstraktuan, hel-
buru praktikoaren ardurarik gabe.
4. Matematika baliatzean zintzotasunez jokatu, ez erabili al-
ferrik, eta are gutxiago «ideia hutsal bat mozarrotzeko».¶

1. Euskarazko edizioa: Luis Sepúlveda, *Maitasun elaberriak irakurtzen zituena agurea*, Txalaparta, 1997; itzultzailea: Ane Santos Elorza. Edizio horretatik dago hartuta testuko itzulpena.
2. P. Simón Abril, *Apuntamientos de cómo se deben reformar las doctrinas y la manera de enseñarlas para reducir las a su antigua entereza y perfección; de que con la malicia del tiempo y con el demasiado deseo de llegar los hombres presto a tomar las insignias de ellas han caído, hechos al Rey Nuestro Señor por el doctor Pedro Simón Abril*, 1589. Argitalpen berri baterako, ikus P. Simón Abril, *Textos de Humanismo y Didáctica*, Clásicos Albacetenses, 6, Diputación de Albacete, 1988. Beste aldaketa batzuen artean, eskolak gaztelaniaz («en lengua vulgar») ematearen alde zegoen; haren ustez, irakaskuntza latinez ematea, ikasleek latina ondo jakin gabe, kaltegarria zen.
3. Jesus Altuna, «Historiaurrea», in *Euskal Curriculum. Adituen Ekarpena*, Ikastolen Konfederazioa, 2004, 540. or.
4. Jatorrizko izenburua *Innumeracy* du, analfabetismorako ingelesez erabiltzen den «illiteracy»-ren erara moldaturiko berba. Horrek letra-gabezia adierazten badu, hark zenbaki-gabezia adierazi nahi du.
5. Pilota-partidetako apustuetan ondo ulertzen da hori. Bi emaitza daude, irabazi edo galdu, baina ez dira probabilitate berekotzat hartzen. Apustuak onartu egiten du (eta nolabait baloratu) pilotari batek irabazteko probabilitate gehiago duela.
6. Joserra Garzia, «Kurrin-kurrin vitae», Alberdania, 2004, 151. or.
7. Galileo Galilei, *Il Saggiatore*, Erroma, 1623.
8. E. Wigner, «The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences», *Comm. Pure Appl. Math.* 13 (1960), 1-14.
9. Erradiografia arruntak argazki baten moduan funtzionatzen du, X izpiek egiten dute argiaren lana. Argazkien arazo batzuk ditu, ostean dagoena ez dela agertzen, adibidez. Eskanerrak aldiz, datuak bildu eta horiekin dentsitatearen funtzioa eraikitzen du. Ez dago X izpien bidezko argazkirik.
10. Ikus X. Artaetxebarria, «Ordenagailu bidezko diagnostia: ordenagailuak mediku?», *Elhuyar. Zientzia eta Teknika* 241 (2008), dossierra, 26-31.
11. L. A. Shepp eta J. B. Kruskal, «Computerized Tomography: The New Medical X-Ray Technology», *Amer. Math. Monthly* 85 (1978), 420-439.
12. Iñaki Heras, *Txanponaren bi aldeak*, Alberdania, 2003.
13. L. Mintegi, «Ustez sinplea den galdera», *Berria*, 2003-08-21.



ARTEA 79

Eguneroko menua: errealitatea patatekin

XABIER GANTZARAIN

TEKNOZIENTZIA 85

Jeremy Rifkin • *Fenix* • Malaria

INAKI IRAZABALBEITIA

LITERATURA 91

«Mundu guztia idazle» • Literatuta zaila

Txokolate pixka bat • *Ornitorinkus*

UXUE ALBERDI

SOZIOLINGUISTIKA 96

Udako giro soziolinguistikoa

Hizkuntz aldaketa • Gizalektoak

Estilo aldaketa • Beste aldagaiak

LIONEL JOLY

TELEPOLIS 103

Euskal kooperatibak eta software librea

Españolitos somos • Etxeko wifia, irekia

Su-mihiaren dardara

JOXE ARANZABAL

GLOKALIA 109

Jana garesti • Brecht akordura (berriro)

Urrutiko intxaurreak • 110

AITOR ZUBEROGOITIA

Eguneroko menua: errealitatea papatekin

Batzuetan ez dut izaten ohetik jaikitze gogorik, leihotik begiratuta itsaso zikin bat ikusten dut zeruaren ordeztan, atoian doazen hodeiak, milaka urtetan isuritako malkoz beteak, han eta hemen etsipen zaparrada bat botatzeko gertu, eta nekatuta ekiten diot eguneroko egunari, zigarro bat gosaltzen dut, eta bebarruko atea ireki orduko, Michael Haneke zinemagilearen esaldia datorkit akordura: ez dago asmatzerik errealitatea baino ezer okerragorik.

Ehun metro egiten ditut oinez lehendabiziko tabernaraino, eta ezagutzen ez dudana jendea gurutzatzen dut kalean, ikusi orduko ahaztuko ditudan bisaiak, eta pentsatzen jartzen naiz, hauetako inor joaten ote da erakusketak ikustera, hauetako inork ba ote daki nor den Andres Nagel, eta poztu egiten naiz ezagutzen ez ditudalako, ez daukadalako erantzunik, ezin jakin dudalako zenbaterainokoa den artearekiko ezaxola. Ebaki bat eskatzen dut, eta beti libre egoten den euskarazko egunkaria hartzen dut, eta bost minututan irakurria daukat interesatzen zaidan guztia, horoskopoa barne, zer egingo nuke eguneroko aholku horiek gabe, aurrezteko esaten dit, badauki antza diruak erre egiten didala patrikan, baina hori zuei ez zaizue axola, arteaz idazteko ordaintzen didate hemen, eta egia esan, arteaz ere etortzen dira orri batzuk noizean behin, batere arterik gabekoak izan arren.

Beste zigarro bat piztu eta kalera egiten dut gero, eta zin egiten diot neure buruari, egunen batean lortuko dudala arteaz hitz egitea, artea hitza aipatu gabe, baina derrepentean konturatzen naiz, berriro ere jan dudala neure buruari emandako hitza, eta kezkatzen hasia nago, gizentzen ari naiz neure hitza hainbestetan janda.

Eta orduan pentsatzen dut zeinen erraza den horrenbeste gauza eta mezu eta forma eta zeinu eta kolore eta izenburu eta sentsazio eta emozio eta pentsamendu eta ideia eta irudi eta soinu eta gauza hartu eta hitz bakar baten azpian lurperatzea: artea. Eta orduan pentsatzen dut zeinen erraza den horrenbeste gauza hartu eta lurperatu ostean, eskuak otoitz egiteko bezala jarri, begiak itsaso zikinari emanda, eta esatea: hor lurperatu dugun hori da artea, beste guztia ez da artea, beste zerbait da.

Eta noski, nola bestela, arteaz hitz egin nahi bada beste guztiaz hitz egin behar da lehendabizi. Gauza bera baitira artea eta beste guztia.

Beste guztia, esate baterako, udaletxe baten urbanismo plana da, demagun, esate baterako, Zornotzakoarena. Garai batean Andres Nagel eskultoreari enkargua egin zioten, egiteko eskultura bat kalean jartzeko. Eta baita egin ere honek. Herritarrek ez dute oso gustuko, antza: «patata» deitzen diote. Ez da harritzekoa, patata bat ematen du, ernamuin eta guzti. Baina Andres Nagelen borroka ez da herritarren kontrakoa, inondik ere. Auzitara eraman zituenak politikariak dira, bere oniritzirik gabe lekuz aldatzea erabaki baitzuten. Artistaren eskubide moralen aldeko borroka Andres Nagelena. Epaitegiak arrazoia eman zion, eskultura lekuz ezin aldatu dela ebatzi baitzuen, baina ez arrazoi osoa, ez baitzuten horretarako artistaren eskubide moralak hartu kontuan, bestelako kontuak baizik, teknikoak, udala eta artista gustura uzteko moduko erabaki bat hartuta eskuak garbituz. Andres Nagelek helegitea jarri du hala ere, artistaren eskubide moralak nahi ditu aldarrikatu, patata nirea da esanez bezala, neuk erabakiko dut non jarri, politikari ezjakin eta larderiatsu agurgarriok.

Eta holaxe joaten zait goiza, patata kontuekin, eta hainbeste patatarekin gosea sartzen zait azkenerako, eta tabernara joaten naiz, mokadu bat egitera. Telebista piztuta egoten da beti. Ezin libratu albisteak entzun gabe. Komuneko buelta

erraztu egiten dutela, alegia. Konbentzituta nago: albisteak politikariek asmatzen dituzte. Inaugurazio bat han, prentsaurreko bat hemen, bilera goizean, komunikatua eguerdian. Kazetariak dena bildu eta elkarren segidan botatzea beste lanik ez dute hartzen. Beste erremediorik ere ez, seguru asko. Hori garrantzitsua dela sinestera iritsi gara denok. Erakusketa baten albistea beti izango da albistegiko azkena, edergarri hutsa, agurreko irudi gozoen bilduma. Sinestezina egingo litzaiguke, arraroa, lekuz kanpoko, albistegia erakusketa baten irudiekin irekitzea. Astoa makilara bezala gaude ohituta.

Beharbada horregatik egin zitzaidan pozgarria, nire bazterrik gordeenean bizi den frantximant ilustratua behintzat pozak zoratzen zegoen, *Le Monde* egunkariak zekarren albistea: hurrengo urtetik aurrera Lehen Hezkuntzatik hasiko dira artearen historia ematen Frantzian. Berehalakoa izan zen zaputza, ordea: kultur ondarea ezagutzera eman eta errespetatzen irakastea da xedea, agidanez. Denok ulertzeko moduko hitzetara ekarrita: balio handiko ezeri surik ez ematea dute helburu. Bestelako helburuak nahi nituen nik, artearen bidez garai bakoitzeko boterea aztertzea, adibidez, eta zailantzan jartzea, batere lotsarik gabe eta naturaltasun osoz, artea zer den eta zer ez den erabakitzen dutenen irizpidea. Erratuta nenbilen noski. Makina bat patata jan beharko dute oraindik ere Frantzian.

Eta burua horretan neukala, han iritsi zen patata tortilla ogi tartean, justu telebistako sabeliztunak kulturako albisteak botatzeari ekin zionean. Neure indar guztiekin egin nion ausiki, aurrean neukana Josune Ariztondoren izterra balitz bezala. Uste dut konortea galdu nuela une batez, harrezkerokoak oso modu nahasian baitatokit. Oso oker ez banago, albisteak esaten zuen aurtengo Ertibil erakusketatik bideo bat kendu zuela Kultura Diputatuak, edo Kultura Sailak, edo dena delakoak. Josune Ariztondok, alegia.

Patata tortilla korrika eta presaka irentsi osteko lehendabiziko lana Interneten sartzea izan nuen, albisteari buruzko

printza eta ertz gehiago topatzeko asmotan. Baita topatu ere. Batean albistea bere horretan zetorren, lehor-lehor, Diputaziotik pasatako komunikatua oinarri hartuta. Bestean epaimahaikide batek idatzitako gutuna zetorren, bere kexua adieraziz, euren erabakia hankapetik pasa zutelako, aurrez langintza horretan jarri zituzten politikariek beraiek. Hurrengoan artistaren adierazpenak zetozen, Diputazioaren jokabidea salatuz, diskrezioa agindu ostean albistea eta lanaren argazkia hedabideetara filtratu zutela salatuz, bere bideoa kentzea bidegabekeria zela esanez, eta abar, eta abar.

Eta pentsatu nuen, patata tortillaren digestio astunak irauñ zidan bitartean, zer izango ote zen, zer erakutsiko ote zuen bideo horrek, hainbesteko zalaparta sortzeko. Eta artistaren izena jarri nuen Googlen: Khuruts Begoña. Berehala iritsi nintzen bere webgunera, eta han zegoen, edonork ikusteko moduan, artistikoak ez ziren arrazoiengatik famatu egin zen bideoa: *5 minutos de objetividad ante una escultura verde de Bilbao*.

Bideoa hasten denean, irudi berde bat ikusten dugu, berdetasun pixelizatu bat, eta poliki-poliki doituz, enfokaturaz joaten da irudia. Eta azkenean, garbi samar ikusten da Vicente Larrearen eskultura bat, Gobernu Zibilaren atzean dagoena, eta haren alboan Guardia Zibilaren *patrol* bat. Iru-diak berdea jarraitzen du izaten bere osotasunean, brontzezko eskultura bezalaxe, Guardia Zibilaren *patrola* bezalaxe. Baina aldaketa txiki batekin: orain diana bat dago irudiaren erdian, argazki kamerek eta suzko arma batzuek eduki ohi dutenaren antzekoa. Diana edo objektiboaren erdian ez dago Guardia Zibilaren *patrola*, baina berdina da, Kultura Diputatuari ez zitzaion erakusteko modukoa iruditu bideoa, eta bitan pentsatu gabe erabaki zuen kentzea. Arrazoa? Sentsibilitate asko hunki zitzakeela.

Kontu honetan guztian ertz ugari dago, eta denak eztabai-darako egokiak: artistaren askatasuna, epaimahaiaren erabakia, politikarien kontrola eta zentsura lotsagabea, eta norberak gehitu nahi dizkionak. Artea gauza bat da. Artea bes-

te guztia da. Eta inor ez da ausartu sakoneko gaiarekin: zer egingo dugu ETArekin?

Batentzat borroka armatua dena, terrorismoa da bestea-
rentzat. Batentzat nazio askapen mugimendua dena, gaizki-
leen faktoria da bestea-entzat. Baina hona berriro, Galdera:
zer egingo dugu ETArekin?

Asko jakin gabe, lana ez baita beste mundukoa, Khuruts Begoñak galdera guztien artean galderena jarri digu mahai gainean: zer egingo dugu ETArekin? Onenean laster utziko dituzte armak, eta konponbide duin samar bat bilatuko diote urtetako biolentzia, heriotza, tortura, erbeste, gatibutza eta milaka lagunen sufrimenduari, baina gero zer? Zer kontatuko dugu, zer irakatsiko da eskoletan, zer izango da ETA? Hiltzaile koadrila soila? Euskal Herriaren bizi nahiaren sinboloa? Eurek bezala pentsatzen ez zutenei bizia kendu die-na, ala euren ideien alde bizia eman dutenen erakundea? Zer izango da ETA?

Hori da kontua, inork ahotan hartu nahi ez duena, hori da arazoa. Eta norbaitek heldzekotan, arteak helduko dio galde-
ra horri, eta erantzunik emateko gai ez bada ere, galdera beste inork baino gordinago planteatzeko modua berak ba-
karririk dauka. Arteak edozer baliatzen du, soinua, irudia, testua, edozer. Arteak kodeak baliatzen ditu, ikonoak, sin-
boloak, metaforak, irudikapenak eskain dezakeen edozein eremu hartzen du beretzat, eta bere egiten inor konturatu baino lehenago.

Horregatik zentsuratu dute Khuruts Begoñaren bideoa, ezin jasan dutelako, ezin jasan dugulako atzean dagoen gal-
dera. Ez gaudelako galdera hori geure buruari egiteko prest. Zer izango da ETA?

Horixe da artearen lehengaia: beste guztia. Eta beste guz-
tia gure eguneroko eguna da, itsaso zikin hori, atoian doa-
zen hodeiak, etsipen zaparrada botatzeko gertu. Itsaso zikin hori hildakoen izenak dira, izan Mikel Zabalza, izan Miguel Angel Blanco. Itsaso zikin hori gure iragana da, hodeietatik zarra-zarra gure buruen gainera erortzen ilaunki. Eta horri

fikziotik heldu beste erremediorik ez daukagu, bihotzak mila puskatan hautsiko ez bazaizkigu, infernua diren besteak ulertzen saiatuko bagara.

Artearen munduko eztabaida eta kontuen errepassoa egiteagatik ordaintzen didate, baina artea ez da museoetan zintzilik jartzen den hori, artea ez da subasta garestietan saldu eta erosten, artea beste guztia da, itsaso zikin bat, atoian doazen hodeiak, eguneroko egunari ekin beharra morralean hildakoen eta torturatuen memoria bizia daramazula. Artea hori da. Badago zentsuratu eta ezkutatzea, baina hor agertuko da berriro, zure lasaitasuna haustera. Eta zure izate osoa hartuko duen galdera erraldoi baten forma hartuko du: zer izango da ETA?¶

Jeremy Rifkin

Jeremy Rifkin izan dugu maiatzaren atzen astean gure artean. Tolosako Naturaldia izeneko jardunaldien epilogoa jarri zuen Hernaniko Txillida-Lekun emaniko hitzaldian. Hirugarren iraultza industrialia izan zuen hizpide. Hitzaldi ederra eta mamitsua, Zabalagako behe-solairuko burdinazko eskulturaren besoen jira-bueltan diktatu zuena. *Hirugarren Industria Iraultza* zuen izenburutzat.

Duela hogeitatu urte deskubritu nuen Jeremy. *Entropy* izeneko bere liburua erosi nuen; aliritzira gogoan dudanez. Ez nintzen obra hura erostera joan. Eskuetara etorri zitzaidan. Azpigituluak erakarri ninduen, apika, berotegi efektua gizaratean ezaguna egiten hasten ari zen garaiak ziren: *into the Greenhouse World*. Ez zen izan, beraz, termodinamikaren bigarren printzipioa erakarri ninduen, alajaina! Hala ere, liburuan entropiari buruz botatako ideia bat edo beste usatu nuen urte batzuk geroago *Uda guztiak ez dituk berdinak, Isi!* nire eleberrian.

Jeremy bere betiko gaiak jorratu zituen, hots, aldaketa klimatikoa eta energia-krisia. Duela hogeitatu urteko ideia bisionario berak jaulki zituen urteen joanak eta datuek emaniko arrazoiak sendotuta. Berak aurreikusitako gertaera asko jazotzen ari dira. Energia-paradigma baten ilunabarrean gaude, gasarenak, ikatzarenak eta petroliorenak egin du. Lau krisi handiren aurrean gaude: aldaketa klimatikoa, ekonomikoa (inflazioa gora), ez-egonkortasun politikoa baliabide energetikoak dituzten herrietan eta *oil peak* globala (kontsumitzen dugun hiru upel petrolioko bakar bat berri aurkitzen da). Oso ironikoki adierazi zuen ez ziola inporta *oil peaka* gertatu den jada, bi urte barru gertatuko den hala

hamabost urte barru, energia fosilen ilunabarrean baikaude jada.

Jeremy Rifkinen hitzetan, aldaketa iraultzaileak beti lotuta joan ei dira energia-iturrien eta komunikazio-moldeen aldaketarekin. Lurrin-makinak eta tipo mugikorreko moldiztegiak lehen industria-iraultza ekarri zuten, barne-errekuntzako motorrak eta komunikabide elektronikoen lehen belaunaldiak (telegrafoak, telefonoak eta abarrek) bigarre-na, eta orain hirugarrenaren atarian gaudeke. Zer ezaugarri ditu gaur egungo iraultza industrial horrek? Lau aipatu zituen:

- IKTek ekarri duten sare sakabanatuaren kontzeptua. *Wikipedia*, *Youtube* eta enparauak aipatu zituen.
- Energia-erregimen berria. Energia-sorkuntza sakabanatuaren alde egin zuen, etxeko 'jardinean sortzen dena' bere esaldia baliatuz. Energia toki guztietan sakabanatuta dago eta horren zati txiki bat baino ez dugu baliatzen. Eguzkiaren, haizearen, olatuen, biomasaren, uraren eta gainerako iturri berriztagarrien energia posible den toki guztietan bildu behar da. Eraikinak energia-kolektore bihurtu behar dira. Kontsumitzen duten energia beraiek sortu behar dute eta sobera dutena gorde edo sarean dauden beharrak asetzeko usatu.
- Nola gorde energia? Jakina da, energia berriztagarrien arazoetako bat jarraitasunik eza da. Eguzkiak ez du gauzez argitzen edota haizea bare egoten da batzuetan. Une horietan dagoen behar energetikoei aurre egiteko, ekoizpena ona denean sobera dagoen energia metatzeko moduak behar dira. Ura hidrogeno bihurtzea eta ura punpatzea aipatu zituen berak. Hidrogeno-ekonomiaren aldekoa da Jeremy eta horixe azpimarratu zuen.
- Komunikazio ona. Egungo sare energetiko zentralizatua gainditu eta sare sakabanatu inteligenteak eraikitzea. Alegia, nire etxeko ikuzgailuak jakitea sarean dauden gainerako tresnen energia-beharrak eta sarean dagoen energia eskuragarria eta horren arabera lan egitea. Nola-

bait ere, web 2.0ren kontzeptuak eta filosofia energia elektrikoaren banaketari aplikatzea.

Bere proposamenen ordezko egokirik ez dagoela aldarrikatu zuen. «*What's plan B?*» galdetu zuen. Jeremyk argi eta garbi du energia nuklearra eta ikatza ez direla alternatiba. Bioerregaien kontra ere hitz egin zuen. Oso grafikoki adierazi zuen: ezin dira aldi berean lurra baliatu elikagaiak hazteko, animalientzako jatena produzitzeko eta bioerregaiak ekoizteko. Baten bati uko egin behar diozu eta, berak, garbi du. Landare-hondarretatik eta uztondoetatik ekoiztitzeko bioerregaiak ei dira zentzuzko bakarrak.

Europa iraultza horren farotzat jo zuen. Liderrak omen gara aldaketa klimatikoa borrokatzen eta mundua so dugu ea zein politika aplikatzen dugun.

Jeremy Rifkinen ideiak iraultzaileak dira, berak iraultzaile-itxurarik izan ez eta iraultzaile arketipikotzat ezin jo arren; izan ere, iraultzailetzat jo al daiteke Europa mendebaldeko estatuburu askoren aholkulari pertsonala? Ideiok ez gaituzte epel uzten. Zer hausnartua ematen digute. Irakurleari biziki gomendatzen diot bere lanetakoren bat irakur dezan, *La economía del Hidrógeno* esaterako.

Ados nator Rifkinen ideiekin, oro har. Pentsa liteke, gertaeren xehetasunetan ez duela guztietan asmatu, baina joertan erdi-erdian jo duela uste dut.

Bestalde, bera entzuten ari nintzenean eta entzule zituengana erreparatuta, desertuan predikatzen ez ote zen ari pentsatu nuen. Berak aldarrikatzen dituen politikak aplikatzeko eta aplikarazteko gaitasuna duten pertsonak ere bazituen entzuleen artean, Gipuzkoako Diputatu Nagusi Markel Olano edo Donostiako Ingurugiro zinegotzi Denis Itsaso esaterako. Ez dakit zein adostasun-maila duten horiek eta han zeuden bestelako arduradun politikoek Rifkinen botatakoekin. Ados egonik ere adorerik edo aukerarik izango al dute energia-paradigma aldarazteko urrats erabakigarriak egiten? Rifkinen botatakoa, energia-sorrera sakabanatuaren ideia adibidez, egungo energia sortzeko ereduaren kontra-

koa da guztiz. Ados al daude merkatu elektrikoa kontrolatzen duten oligopolista handi horiek arrasto berri horretan sartzeko? Ez zait iruditzen oso gogotsu egongo direnik. Gogoan ditut Iberdrolaren kontrako OPA posible baten inguruan, urtearen hasieran, gure arduradun politikoek konpainia horren 'herrigintzari' buruz esandakoa. San Tomasen bidea hartzeari deritzot zuhurrena.

Dena dela, hidrogenoaren ekonomiaren etorkizuna ikus-tear dago. Ez da pagotxa izango, komunikabideak irakurri-ta aditu daitekeen moduan. «Erretzean ura sortzen duten autoak» eta antzekoak irakurtzen edo entzuten dira. Ar-zoa, berriz, hidrogenoa sortzean datza. Energia asko inber-titu behar da ura osagaietan banatzeko, hots, hidrogenotan eta oxigenotan. Orain baliatzen den hidrogeno gehiena hi-drokarburoetatik lortzen da, petrolio edo gas naturaletik alegia. Beraz,... Nuklearra usatzea planteatu izan da. Zarta-ginetik sutara! Halaber, hidrogenoaren ekonomiaren aitzin-dari izatekoa zen Islandian asmoak izoztu egin direla badi-rudi, eginiko aurreikuspenak ez baitira betetzen ari.

Fenix

Rifkinek Hernanin bere hitzaldia eman zuen egun berean, *Fenix* zunda Martera ailegatu zen. Beste pauso bat Marteren esplorazioan eta, espero dezagun, beste urrats bat planeta go-rriarene oraina eta iragana ezagutzeko bidean. Ohitzen ari ga-rra Marteko paisaia elkorren irudi ederrekin (www.nasa.gov/mission_pages/phoenix/main/index.html). Ohiko bihur-tzen ari zaizkigu eta, ondorioz, liluraren zati bat galtzen ari gara. Berrogeita hamar urte baino ez dira pasa *Sputnik* espa-zioratu zenetik; berrogei urte gizakia Ilargira iritsi zenetik; hogeita hamar urte *Voyager* zundek kanpo-planeten bidea hartu zutenetik; hogeit hamar urte *Mir* estazio espazialaren aroaren hasieratik eta hamarkada bat *Mars Pathfinder*rek planeta gorriaren gainazalean *Sojourner* lurrorotarako robota jarri zuenetik. Berrogeita hamar urteotan zunda eta ibilgailu es-

pazialek eguzki-sistemaren eta unibertsoaren izaeraz genuen jakintza irauli egin dute. Horizonte berriak zabaldu dituzte.

Fenixen ekarpenak ikuskizun dira. Misioaren helburuetako bat biziak inoiz Marte urratu zuen ikertzea da. Horregatik pausatu da ipar poloan, hor ur-izotz baitako gainazaleko hautsezko geruzaren azpian. Zundaren besoak hautsezko geruza zulatuko du; azpiko izotzaren laginak hartuko ditu eta zundara eramango ditu bertan analizatuak izan daitezzen. Biziaren misterioa argituko al da? Martek biziari eutsi al dio inoiz? Sobra ere, iragan urrunean hori gertatzeko baldintza egokiak egon ei ziren. *Fenixek* hori argituko duen edo inoiz zeharo argituko ote den ere ez dakit. Misioaren arrakastaren neurria ez datza auzi horretan soilik; biziaren bilaketa helburuetako bat da, besterik ez, gizakiontzat bereziki zirraragarri bada ere.

Obsesio bat da hori gizakiontzat. Bakarrik ote gaude unibertsoan?, galdetzen diogu etengabe gure buruari. Ez gara eroso sentitzen bakartasun horrekin. Ni neroni behintzat ez. Oso zaila gertatzen zaigu onartzea litekeena dela bizia Lurrean bakarrik sortu izana. Gutxiengo dira bizia Lurrean bakarrik garatu dela aldarrikatzen dutenak eta sarritan, ikuspegi zientifiko batetik ez eta ikuspegi erlijioso batetik egiten da aldarria. Unibertsoan bizia ohizko fenomeno delakoan nago. Ez dut laket antropozentrismoa eta harrokeria galanta iruditzen zait pentsatzea Lurrean bakarrik garatu izan dela bizia. Azken beltzean, gure planeta unibertsoko beste hamaikaren parekoa baita, planeta-sistemen sorrerari buruzko teoria zuzena bada behintzat. Daturik ez dugu hori esateko, jakina. Alabaina, duela hamabost urte baino gehiago baditugu, orain esan baitezakegu eguzki-sistemaz haratago planetarik badela izarrak orbitatzen, nahiz eta, orain arte Lurraren modukorik detektatzeko gaitasunik ez dugun izan.

Beste kontu bat da, bizia unibertsoan ohizkoa bada ere, gizakiok horren arrastorik topatu ahal izango dugun.

Malaria

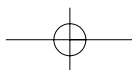
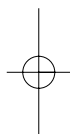
Malaria da Afrikako gaitzik handienetako bat osasunaren zein ekonomiaren ikuspegitik. 1.000.000 lagun baino gehiago hiltzen ditu urtero. 1950eko eta 1960ko hamarkadetan DDT intsektizidaren eta klorokina botikaren erabilerari esker malariaren gerra irabaziko zela uste izan zen. Munduko hainbat tokitan lortu zen, Europan esaterako. Afrikan, aitzitik, ez zen lortu eta gauzak okerrera joan dira. Munduko malaria-hobi bihurtu da.

Malaria borrokatzeko estrategia aldatzen ari da. Txertoa izango litzateke borroka irabazteko arma behin betikoa. Ez dago horrelakorik oraindik. Bien bitartean anofeles eltxoak pertsonak kutsa ditzan saihestea da estrategia nagusia. Eta horri eranstean zaio artemisininaren familiako botikak ematea. Horretarako intsektizidaz blaitutako ohe-sareak banatzen dira herritarren artean. Orain arte, herritarrek ordaindu behar izaten zituzten. Horrek, jakina, behartsuenak banaketatik kanpo uzten zituen. Hemendik aurrera doan banatuko dira ohe-sareak eta arriskuan egon daitezkeen herritar guztiengana ailegatzeko modua egingo da. Gauza bera egingo da botikekin.

Bestalde, orain arteko ohe-sareetako intsektizidak hilabete batzuen eraginkortasuna baino ez zuen. Ohe-sare berriak banatzen hasi dira eta horien eraginkortasuna bost urtekoa da. Hainbat tokitan egin diren saio piloetok emaitza positiboak izan dituzte.

Batek pentsa lezake, kostu handiegi izan daitekeela doako banaketa bati ekitea. Alde batera utzita pertsonen biziaz ari garenean kostuez hitz egiteak etikoki zilegitasunik ote duen, kalkulatu da kanpaina horren kostua 1.500 milioi euro/urteko izango dela. Asko al da hori? Euskal Yaren Gipuzkoako zatia eraikitzea baino gutxiago, beti ere.

Interesatuak www.malarianomore.org webgunean informazio interesgarri asko aurki dezake.¶



«Mundu guztia idazle»

Renon egin diren *Writers in between languages: Minority literatures in global scene* izeneko jardunaldietan, Mari Jose Olaziregik zera zioen euskal literaturari buruz: gurean, arazoa ez dela irakurle eskasia, mundu guztia idazle izatea baizik. Zalantza dut: idazle gehiegi dagoela esan nahi ote zuen? Edo idazle titulua merezi ez duen asko dabilela titulu hori besapean hartuta? Adierazi nahi zuena bietarik edozein izanda ere, izan kantitate soberakinagatik edo izan kalitate faltagatik, mezuak segidakoa dirudi: gehiegi argitaratzen da.

Eta Olaziregi ez da halako zerbait iradoki duen bakarra. Zarauzko Azken Portuko gazteek Literatura Astea antolatu zuten orain gutxi, egitarau interesgarri askoarekin, dena esateko. Hitzaldietara bildu zen jende kopurua ere alaitzekoa bezain harritzekoa, literaturak jendea erakartzeko gaitasuna galdu duela diogun garaiotan. Antolaturiko jardueren artean Hasier Etxeberriak Anjel Lertxundiri egindako elkarrizketa zegoen: aulkiak, zapatak eta belaunak *Sautrela*-ko posturak imitatuz, solasaldi epela flexo batzuen argipean. Hitzaldia ixteko, euskal literaturaren gaur egungo panoramaz galde egin zion Etxeberriak Lertxundiri, eta honi ez zitzaion aurpegia ilundu. Nork bere estiloa lantzearen garrantzia aipatu zuen, euskara maila eta idazketa teknikak homogeneoagoak diren garaiotan. Ikastetxeetan egindako lanaren ondorioz, ondo idazten duen jende asko dagoela aipatu zuen, eta ezinbestekoa dela idazle bakoitzak hizkuntzarekin jolastea, nork bere bidea jorratzea eta hizkuntzaren moldeak apurtzea, birmoldatzea, esperimentatzea.

Zioen ez zela sanoa *literaturaren elefanteek* noiz argitaratu-ko zain dagoen irakurlegoa sustatzea, eta azken urteotan argitaraturiko zenbait libururekin plazer handia hartu duela berak.

Benetan hala uste duzu?, esan zion amaitu orduko Hasier Etxeberriak, eta gero aitortu zuen berak gristasun orokorra ikusten duela azken urteotako literaturan. Ez zaiola iruditzen ahots indartsurik plazaratu denik.

Eta niri, masa. Masa hitza etorri zitzaidan bigarrenkoz burura. Gaiztoa izango naiz, baina aipatutako moldeko esaldiak entzunda badirudi Olaziregik eta Etxeberriak masa ikusten dutela azken urteotako liburuetan. Elkarren gainean jarritako orri eta tinta multzoa-edo.

Ez dakit zer gertatzen ari zaigun, baina uste dut nostalgia haizea dabilela bazterretan. Halakoak ez baitira literaturari buruz bakarrik esaten. Azken aldiko kontzertu-agendarri begiratu besterik ez dago: zakur zaharrak bueltan. Egungo hamabost urteko gazteek Sociedad Alcoholicamata kamisetetan, edo The Clash, edo Ramones. Eta guztiei ez dizkiete kamisetak anai-arreba zaharragoek pasa, distirra susmagarria dute. Ondo dago, eta beharrezkoa da aurrekoek egindako lanari benetan duen balioa ematea, jakina, baina zergatik dugu haiek ikono bihurtzeko eta ikonoetan kateatuta geratzeko beharra? Ezin da kasualitatea izan.

Gero eta idazle eta musikari gehiago dago, eta gero eta liburu eta disko gutxiago saltzen da. Tituluko, jakina. Era berean, gero eta garrantzi handiagoa du autoreari *a posteriori* eskatzen zaion lanak. Hau da, musikariak kontzertuak egin beharko ditu jendearengana iritsi nahi badu, baina idazlea ere ez dago salbu: elkarriketak, solasaldiak eta, oro har, bere lanaren gaineko gogoeta egin beharko du irakurleengana iritsiko bada. Idaztea ez da nahikoa.

Baina ez ekibokatu: literatura eta musika ez daude krisian. Krisian, egotekotan, jardun horien inguruan antolatu diren egitura zaharrak daude.

Literatura zaila

Literaturaren barruan egiten diren sailkapen bitxi horien arteko beste bat dirudi honek: fikziozko literatura, literatura historikoa, bidai-liburuak, euskal literatura eta literatura zaila.

Sarri xamar entzuten den etiketa da. Azkena, Iñigo Aranbarriren *Zulo bat uretan* eleberriaren harira. Beñat Sarasolak *Berria*-n egindako kritikak ere halako zerbait ulertzeko bidea ematen zuen:

liburu honek irakurleari esfortzua eskatzen dio, irakurketa adi eta estua. Baliteke, batez ere hasieran, irakurleak galdu antzean sumatzea bere burua, neronek ere zalantza egin dut behin baino gehiagotan mekanismo narratibo batzuen gainean, baina uste dut Aranberriren prosa berezira ohitu ahalazkenean aurrera egitea merezi duela.

Eta liburua irakurtzeko zail bihurtzearen «errudun» izan zitezkeen hainbat ezaugarri zerrendatzen zituen: «hamaika istorio gurutzatzen baitira, zeinak sarritan elkarren artean lotura agerikorik ez baitute». Eta jarraitzen zuen, «gehiagizko esplikazioak baztertzea (ikus, esaterako, pertsonaiak ez dituela ia sekula aurkezten), elipsi famatuaren erabilera etab. Idazkera etena, zuloduna, bada».

Ulertzen dut Sarasolak esan nahi duena, eta egia da *Zulo bat uretan* eleberriak osagarri horiek dituela. Harritzekoa gertatzen zaidana da testu bat zailtzen duten ezaugarriak horiek izatea bost urteko hurrek bideo-jolasetan hiperestekak, *flashback*-ak eta mota guztietako jauziak ulertzeko inolako arazorik ez duten garaiotan. Gehiago esango nuke, *zailtasun* horiek gabe aspertu egiten dira gaur eguneko haurrak. Zineko butaketan erdi etzanda ere onartzen ditugu kode horiek, *no problem*. Zergatik ez literaturan?

Gainera, arriskutsu xamarra iruditzen zait liburuak erraz/zail terminoetan bereiztea. Zaila baldin badago, erraza ere badagoelako. Eta zailak ematen duelako ulergaitza dela eta errazak sinplista. Eta ezta hurrik eman ere. Kontua idazleak proposaturiko jolasean konplize izatea bada, zein

da arazoa? Jolasa gustatzen bazaigu, aurrera. Ez badugu gustuko, harrapaketak utzi eta kaniketara goazen. Badira erabat linealak eta jarraiak diren istorio konplikatu askoak. Zer da, bestela, bizitza?

Txokolate pixka bat

Txokolate beroa edan ondoren ikusi nuen Aitzol Aramaiok zuzenduriko *Un poco de chocolate*. Zineko butakan erdi etzanda goxo joaten da filma, baina txokolate beltz-beltzak duen garratz puntua ere uzten du mihi puntan. Niri bai behintzat. *SPrako tranbia* irakurri nuenean hamazazpi urte nituen, eta irentsi egin nuen. Erabat sinesgarria egin zitzaidan Unai Elorriagaren idazkera: Lucasen sitsa, Marcosekin zuen harremana, tranbia bat Sisha Pagman. Dena. Filma etxekoa dugula sinesten dugu: Algortako portu zaharra, Barbara Goenaga, beste zenbait aktore euskaldun... Baina euskaldunontzat erabat zaila da *Un poco de chocolate*-ren fikzioa sinestea. Krak egiten du filmak behin eta berriro. Izan ere, alde batetik, hedabideetan esaten zaigu Algortako portu zaharrean egin dela grabaketa (aurkezpenetako bat ere bai, ez dezagun ahaztu filma «geurea» dela, labelduna), baina, egia esan, filmean ez du asko inporta. Pertsonaia hunkigarri batzuk proposatzen zaizkigu, ados. Baina emozioa sinestear gaudela... Hara! *Goenkale*-ko ertzaina! (betiko tonu euskaldun-bilbainoan esanaz: «¿queeeeé salió bien la fotooo?»); Kontxo! Ainere Tolosa! (betiko ile orrazkerarekin, *Noaoa!*-ko grabaketa amaitu berri balu bezala); Ene! Gorka Otxoa! (*Vaya semanita*-ko esketx bat antzezten ari balitz bezala); Zera! Mikel Laskurain! (nola ez, taxi-gidari paperean).

Maiz esaten dugu hitzak ez datozela hutsik, kargatuta datozela lehendik. Ba, irudiak berdin. Eta euskaldunoi behin eta berriro eskatzen zaigu karga hori ahazteko, burutik kentzeko.

Eta badakit erraza dela Xabier Silveira kritikatzea *A las ocho en el Bule* gazteleraz idatzi zuelako (eta bat nator kriti-

ka gehienekin). Baina zailagoa da jator giroan, lagun artean egindako lan hau kritikatzeko.

SPrako tranbia oso gurea sentitzen nuen nik, baina urrunduz doala iruditzen zait, tranbia horia Lucasengandik nola, hala. Polita da filma, eta liburua ezin ederragoa, baina, nola esan, guk ere nahi dugu mihi punta goxatuko digun txokolate pixka bat.

Ornitorrinkus

Gozatua, *Ornitorrinkus* ikuskizunarekin hartu genuena. Sailkaezina bezain ederra, ornitorrinkoa bezala. Maialen Lujanbio bertsolariak (poetatik hurbilago ikusi genuen, baina), Judith Montero saxo-joleak eta Xabier Erkiziak osatutako hirukoak barrua mugitzen duen emaitza lortzen dute zinez.

Lesakako kasinoan, mahaiak bueltan-bueltan, protagonistak beltzez jantzita eta ikusleak oilo-larrutan. Ez baitute lan experimental hau edozein bazterretan egiten. Ondo aukeraturako txokoetan beti, giro bilduan eta aho txikiarekin saltzen dute, eta ez dakit aspaldi ezerk sortu didan halako emoziorik. Badirudi etxeko salara gonbidatu zaituztela, eta te bero baten ketan eskaintzen dizutela hitzaren eta soinuaren artea, eta amaieran besarkatu egiten zaituztela eta esaten dizutela «eskerrik asko». Dena argia, dena zarata eta dena abiadura den garaiotan piroteknariak batere gabe osatutako lana, emeki eta ahots sendoz. Hunkigarria. ¶



Udako giro soziolinguistikoa

Udaberria, laster uda, egunak luzeagoak eta umore atseginagoa... Soziolinguistikarekin lotura handiegirik ez esango didazue, bai eta ez... Udan Udako Euskal Unibertsitatearen eta Euskal Herriko Unibertsitatearen udako ikastaroak antolatzen dira eta bertan soziolinguistika eta hizkuntzalaritza jorratuko dira. Gainera, udan herrien hizkuntz paisaia nabarmen aldatzen da. Esate baterako, Lekeitio, neguko herri euskaldun petoa izatetik udako Bilboko auzune erdi erdal-duna bihurtuko da. Garrantzi gabeko fenomenoak, aldi baterakoa baita, pentsa daiteke; dena den, soziolinguistikaren ikuspegi historiko batetik merezi du gaia apur bat aztertzea.

Bretoieraren kasuan adibidez, 19. mendean Parisko bizilagunak hasi ziren udan Britainiako hondartzak betetzen, berreziki langileak opor pagatuak edukitzen hasi zirenean. Aldaketa linguistikoa nabarmena zen eta bretoien eguneroko bizitza aldatzen hasi zen udan. Dagoeneko abian zegoen ordezkatzeko prozesua indartuz joan zen udan, eta udako fenomeno horrek urte osoko hizkuntz giroari eragin zion. Hizkuntzen biziraupenaren ikuspegitik planteatzen den galdera argia zera da: zergatik emango ote zizkioten opor pagatu horiek Parisko langileei? Ez al ziren hobeto beti bezala lanean haien Parisko lantegietan?

Txantxak alde batera utzita, udako migrazioen fenomenoaren eragina irudikatzen, Elizaren adibidea jar genezake. Hasiera batean meza latinez eta bretoienez egiten zen bakarrik, gero udan bi meza hasi ziren egiten, bat latinez eta bretoienez eta bestea latinez eta frantsesez. Ordezkatzeko prozesu historiko honetan, gero meza bakarra hasi zen egiten nagusiki frantsesez eta latinez, leku txiki bat utziz bretoiari.

Noski Britainiaren 19. mendeko egoera sozio-politikoa eta Bizkaiko gaurko egoera ezin dira alderatu; dena den, gertae-ra txiki horiek badute garrantzia hizkuntza baten etorkizunari begira. Gure kasuan, optimista izanik, amets bat izan dezakegu, eta beharbada gauzatzen dena partez behintzat: udan Lekeitiora joaten diren bilbotar erdaldunek euskaraz egiteko aprobetxatzen dute eta haien ezagutza mugatua osatzen dute. Gaur egungo egoera soziolinguistikoa asko aldatu da eta euskararen aldeko jarrerak eta beharrak horrelako gertakariak bultzatzen ditu, seguruenik gehiago haurren kasuan. Bilbon euskara ikasi eta udan Lekeitio erabili.

Lurralde zehatz baten barneko migrazioak ikuspegi soziolinguistikoa alda dezake, eta aldaketa udako fenomeno bat baino ez denean ere gerta liteke, bretoiaren kasuan ikusi dugunez, baina ez da bretoiaren kasua soilik, noski. Migrazioak eta immigrazioak bereziki garrantzi handia izan dute euskararen bilakaera soziolinguistikoa; ez naiz hasiko hemen historiaren laburpena egiten, baina tira, iruzkin batzuk egitea merezi du zalantzarik gabe.

Soziolinguistika Klusterreko jardunaldietan parte hartu zuen Xabier Vilak; immigrazioaren azken uholdearen (hitzak bereak dira) eragina Kataluniako errealitate soziolinguistikoa ezin uka daitekeela azpimarratzen zuen, eta Euskal Herriko kasuan berdina gertatzen eta gertatuko dela aurreikus daiteke. Immigrazioari aurre egitea ez da bide egokiena ikuspegi humanista, soziolinguistikoa eta praktikoa batetik, gainera hori politikaren auzia da. Ez, hizkuntzalaritzaren ikuspuntu batetik, hizkuntzen aniztasunaren kudeaketa da egin daitekeen gauza bakarra. Irtenbideak badaude eta horiek aurkitzea eta denon errespetu linguistikoa ziurtatzea edo behintzat aldarrikatzea da soziolinguistion betebeharra.

Bide honetatik, Unesco Etxeak maiatzaren 23an antolatu duen kongresua bereziki aipagarria da. Bertan, gainera, ikuspegi anitz eta oso batetik aztertzen da hizkuntza eta immigrazioaren arteko lotura. Alde batetik, azterketa egiten da lurraldeko hizkuntzen ikuspegitik (gure kasuan euskara eta

gaztelania) eta immigranteen hizkuntzen ikuspegitik (horiek askoz gehiago dira). Gainera, Europako beste herrialde batzuen esperientzia ezagutzeko aukera izan dugu kongresu honetan.

Ikusi dugunez, immigrazioak ondorioak izan ditzake lurralde baten bilakaera soziolinguistikoa; baina ez hori bakarrik, hizkuntzan bertan ere ondorioak ekar litzake: esate baterako, pidginen sorrera hizkuntzen ukipenaren ondorioa izan zen (kasu honetan immigranteak behartuak ziren noski, esklaboak baitziren). Hemen beste fenomeno bat aurkeztuko dut immigrazioari lotuta, eta adibidea baliatuko dut soziolinguistikaren ikuspegi orokorraren aurkezpenarekin, *Jakin*-en aurreko zenbakian hasi nuenarekin, jarraitzeko.

Hizkuntz aldaketa

Soziolinguistikaren historian Labov da seguruenik autore famatuenetarikoa, eta bere ikerketen bitartez soziolinguistikak gai bezala indarra hartu zuen hizkuntzalaritzaren alorrean. Labov aldaketa soziolinguistikoak aztertzen hasi zen eta sailkapen bat ere egin zuen. Bere ustez hiru bariazio soziolinguistiko nagusi daude: diatopikoa, diastratikoa eta diafasikoa.

Laboven ustez, hizkuntzaren gizarte erabileraren berezitasun nagusia aldaketa, bariazioa da. Horregatik, hizkuntz komunitate bat hizkuntzarekiko arau berdina duen taldea da autore horren aburuz, eta ez bakarrik egitura berdinak erabiltzen dituen taldea.

Lehenengo aldagaia geografikoa da, bariazio diatopikoa deitzen zaio. Orain aurkeztuko dugun adibidean immigrazioaren fenomenoak badu zerikusia aldaketan.

Ipar Amerikan, Martha's Vineyard irlatan 1961-62an Labovek egindako ikerketak, bariazio geografikoaren esanahia argi uzten du. Irla horietan gertatzen ari zen aldaketa /a/ ahoskeraren inguruan zen. /ay/ eta /aw/ diptongoetan, irlako pertsona batzuek /e/ ahoskatzeko joera zuten. Aldaketa-

ren azalpena aurkitzeko, bere azpian dauden gizarte presioak ezagutu eta ulertu behar dira.

Martha's Vineyard irlak Massachussettsen kokatuta daude; bertan jaiotako 6.000 vineyardarrak lau azpitaldetan banandu ahal dira: arbaso ingelesak dituztenak, Portugaleko immigrazioaren belaunekoak, indigenak eta talde misto bat (frantse-sak, alemaniarrek eta poloniarrek). Irlaren egoera ekonomikoa txarra zen: arrantzaren emankortasuna, ekonomiaren zutabe tradizionala izan zena, agortzen ari zen eta irlako jendea turismoaren mende aurkitzen ari zen, gero eta gehiago. Turisten etorrerak sentimendu nahasiak sortzen zituen irlako biztanleengan. Alde batetik, aiherkundera sortzen zuen, gainera kontinenteko dirudunak oporrak pasatzeko etxeak erosten ari ziren. Beste alde batetik, irlaren diru iturri bihurtzen ari zelako, biztanle batzuk turismoaren garapena bultzatzen ari ziren.

Ikerketa bat egin ondoren, aldaketa gizarte-estrukturari lotuta zegoela konturatu ziren ikerlariak. Irlaren iparraldean, arrantzaleen artean, nabarmenagoa zen hizkuntzaren aldaketa; pertsona horiek irlako biztanle talde antzinakoenetako osatzen zuten eta turisten etorreraren oso aurkakoak ziren. Aldaketa linguistikoa 30-45 urte artekoen artean zen nagusi, alegia, kontinentera bizimodua egitera eta irlara itzuli zirenen artean.

Irlakoen artean aldaketa bat gertatzen ari zela eta aldaketa linguistikoa horren isla zela argi adierazten dute azterketaren emaitzek. /ey/ eta /ew/ ahoskatzea /ay/ eta /aw/ behar denean, kontinenteko etorreraren aurkakoa izatearekin zerikusi garbia zeukan, Vineyardeko irlaren identitate errebindikazio inkontzientearekin, alegia.

Aurkeztu dugun adibidea fonetikoa da, baina aldaketa geografikoa (hemen ikusi dugun bezala identitateari lotzen zaio baina ez da beti horrela) lexikoan, gramatikan zein morfosintaxian aurki daiteke.

Lexikoari dagokionez, adibide asko aurki daitezke euskararen kasuan: Bizkaian batuaren «nahia» adierazteko «gura»

erabiltzen da; beste adibide garbia Hegoamerikako gaztelaniazko literatura da, non liburu askotan hiztegi berezi bat jartzen duten amerikanismoen esanahia argitzeko.

Gizalektoak

Aldaketa diatopikoa ikusi dugu, orain aldaketa diastratikoa ikusiko dugu. Hizkuntz komunitate batean regiolektoak izan ez ezik gizalektoak ere badira. Talde soziokulturalek osatzen dute gizarteak, eta hizkuntz komunitatea, edozein egitura bezala, talde soziokultural ezberdin batzuek osatzen dute.

Eskala sozial honetan goiko partean kokatuta daudenek prestigio gutzia beretzen dute, eta haiek finkatzen dute zer den prestigiosoa, zein diren ekintza markatuak eta zein ez diren.

Giza talde bakoitzak soziolekto bat dauka, talde horien nahiaren arabera aldatzen direnak (haien kokapena hobetzeko) eta normalean goiko presioen arabera. Gazteleraz /s/ /z/ moduan ahoskatzeko joera, «pijoen» ahoskera deitzen dena, adibide garbia da. Ahoskera berezi hori eginez, goiko parteko eskala sozialean ez diren batzuek haien burua gorago kokatzen dute. Beste era batera esanda: giza talde batek era berezi horretan ahoskatzen du eta bere burua talde horretan kokatu nahi dutenak ere berdin ahoskatzen saiatzen dira, atxikimendua adieraziz, nahiz eta benetan talde horretakoak ez izan.

Estilo aldaketa

Esanguratsuen arteko azken bariazioa estilo aldaketa da, bariazio diafasikoa deitzen dena. Momentuak, lekuak, komunikazioaren helburuek, gizarte estatusak e.a. eragina dute hizkuntz erabileran, eta bariazioa dakarte.

Normalean, egoera bati hizkuntz estilo bat lotzen zaio, eta hizkuntz merkatu honetako hizkuntz arauak gizarteak fin-

katzen ditu. Estiloaren eraginari (hori da, formal/informal binomioari), pertsonaren funtzioa egoera zehatz batean gehitu behar zaio, eta azken hori oso aldakorra da. Zentzu honetan, eta funtzioak argitzeko, pertsona bat abokatu izatetik, aita, seme, futbol zale... izatera pasa daitekeela gogoratu behar dugu. Eta hori ez bakarrik egunean zehar, baizik eta solasaldi bakar batean ere; eta funtzio bakoitzari erregistro bat lotzen zaio.

Hizkuntz merkatua (egoera bati zein hizkuntza eta zein bariazio datorkion finkatzen duen arauaren negoziazioa) aldakorra da eta gizarte tentsioak azalarazten ditu.

Labovek, bere ikerketan, argi uzten zuen inkestatuek ez dituztela hizkuntz molde berdinak erabiltzen elkarriketa formal batean edo kalean haien lagunekin. Haien hizkuntza zaintzen dute elkarriketa formaletan, eta beraz prestigiosoak diren molde gehiago erabiltzen dituzte. Egoera informaletan, aldiz, ez dute zaintzen eta prestigiorik ez duten egiturak baliatzen dituzte.

Beste aldagaiak

Beste aldagai batzuk aurki daitezke. Orain arte, nagusiak aurkeztu ditugu bariazio kontzeptua argi gera dadin; sakondu gabe, beste bariazio mota batzuk plazaratuko ditugu hemen:

Sexua: sexuaren arabera ere askotan bariazio bat izaten da. Emakumeak, normalean, egitura prestigiosoen zaleagoak dira gizonezkoak baino. Fenomeno hori argitzeko, bi arrazoi aipatzen dira nagusiki: alde batetik, emakumeek gizarte eskalan haien umeak ahalik eta hoberen kokatu nahi dituztelako (beraz, egitura prestigiosoak erabili behar dituzte haien umeek ikas ditzaten); eta, bestetik, talde gutxiengotua izanik, gizonezkoekiko haien egoera hobetzen saiatzen dira eta prestigioa duena erabili behar dute. Alde horretatik, Euskal Herriko emakumeek euskararen biziraupenean izan duten papera ezohikoa da Europa mailan. Beste Europako kasu

gehienetan emakumeak izan baitira aitzindari hizkuntz prestigiosoaren (gehiengotuaren) erabileran. Euskal Herrian, aldiz, emakumeek euskararen biziraupenean indar handia egin dute.

Gizonezkoek gehiago eusten diete ohitura zaharrei, molde berriei (edo hizkuntza berriei) andrazko/feminismo irudia lotzen zaielako, indar ezarena. Molde zaharrak, aldiz, maskulinitasunari, gizontasunari, indarrari lotuta daude.

Adina: hau ere oso aldagai garrantzitsua izaten da.

Erljioa, etnia, lana... ere bariazio mota bat izan daitezke; azken finean, identitateari lotuta dagoen edozein aldagaik ekar dezake bariazioa.

Soziolinguistikaren oinarrizko ideia batzuk plazaratzen saiatu naiz hemen, ea udaberri eta uda honetan gogoeta bultzatzeko balio duten...¶

Euskal kooperatibak eta software librea

Euskal kooperatibek eta software libreak ezaugarri bat baino gehiago dituzte komunak. Bietan elementu oinarrizkoak dira prestakuntza, parte-hartzea eta jakintza partekatzea. Hala eta guztiz ere, han eta hemen aurki daitezkeen salbuespen txiki batzuk kenduta, software librea oso gutxi erabiltzen da gure kooperatibetan. Ia dena dago Microsoften esku: sistema eragileak (Windows), nabigatzaileak (Internet Explorer), posta elektronikoa (OutlookXpress), datu baseak (Acces), kalkulu orriak (Excel), idazteko programak (Word)...

Harritzekoa da. Nazioartean erakunde garrantzitsu asko ari dira Microsoftekiko morrontza alde batera uzten, poliki-poliki software libreria pasatzeko, hala nola Massachussettsko gobernua AEBetan, Berlingo Udala, IBM bera, Extremadurako gobernua..., baina hemen ezta mugimendurik txikiena ere bide horretan.

Gure kooperatibek eskuak lotuta dauzkate, Microsoftek lotzen baititu, kooperatibek eurek horrela erabakita. Arrazoiak hor daude: Microsoftek eskaintza onak egiten ditu eta segurtasuna eskaintzen die; zenbait kontutan Microsoft estandar bihurtu da, *de facto*; kooperatibek apenas duten software librearen berri; kooperatibek ia ez dute aditurik software librean; kooperatibek beldur diote software librerako trantsizioari.

Beldur horiek, berriz, aurreiritzietan oinarritzen dira, gaur egun software libreak eskaintza oparoa baitu: sistema eragiletan GNU-Linux bihurtu da software librearen ikurra sistema eragileen artean; zerbitzarien artean, Apache da na-

gusi, software librean oinarritua; eta ofimatikan, hortxe dau-
de KDE, GNOME eta OpenOffice. Interneti dagokionez,
bestalde, munduan gero eta gehiago erabiltzen dira Firefox,
Thunderbird, Zope, Plone, PHP, Perl eta MySQL, besteak
beste.

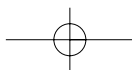
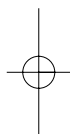
Horregatik, kooperatibek ahalegin handiagoa egin behar-
ko lukete software libreria hurbiltzeko: unibertsitatean leku
bat eskaini ikasketa programan software libreari; prestatu
teknikariak software librean; informatikariak kontratatze-
rakoan, kontuan izan adituak ote diren software librean;
hasi kooperatiba guztietan programarik erabilienak eta
errazena erabiltzen: Firefox, Thunderbird, OpenOffice...;
egitasmo bat prestatu software jareduna utzi eta trantsizioa
prestatzeko software librerantz; aztertu software librearen
inguruan sortzen ari diren modu berriak elkarlana bultzat-
zeko, eta erabaki zelan aplikatu kooperatibetan; erabili
software librea kooperatibagintza bultzatzeko herrialde po-
breetan; lan hitzarmenak egin software librea darabilten
enpresekin.

Jakintzak askeago egiten gaitu. Horixe pentsatzen dute bai
Euskal Herriko kooperatibek, bai software librean ari dire-
nek ere. Logikoa elkarren berri izatea eta batak besteagan-
dik ikastea.

Españolitos somos

Azken aldi honetan, Euskadi Irratia pizten baduzu, edo
berdin Euskal Telebista, sarri entzungo duzu halakok web
orri bat ireki duela, beste datu horiek erakunde jakin baten
web orrian kontsulta daitezkeela, web orriak boladan dau-
dela... Web orrien inflazioa bizi dugu, inondik ere.

Baina kontu hauetan denbora apur bat daramagunok ba-
dakigu esatariek web orri barik, benetan webgune esan nahi
dutela, ez baitira gauza bera webgunea eta web orria, libu-
rugintzan, adibidez, berdinak ez diren bezala liburua eta
orria. Bigarrena lehenaren parte bat da.



Anglofonoek —beraiek asmatu zuten Internet— oso garbi bereizten dituzte *website* eta *web page*, alegia, webgunea eta web orria, eta horrela erabili dituzte hasiera-hasieratik. Gaztelaniaz, berriz, jende pilo ari da nahasten *sitio web* eta *página web*, eta gaur egun hedabide gehienetan *sitio web* esan beharrean, asko eta asko, gehienak esango nuke, *página web* ari dira erabiltzen.

Euskal blogosferan, adibidez, orain arte jende gehienak ondo bereiztu ditu bi izen horiek, webgunea eta web orria, baina Internet zabaldu denean hedabide tradizioaletara eta ikasgeletara, hasi da nahasketa, kazetari eta irakasle askok gaztelaniazko hedabideetatik edaten baitugu, eta, oharkabean, geure egiten ditugu kazetari espainiarrek gaizki erabiltako moldeak.

Informazio kontsumitzaileok, eta ikasleak bereziki, zuzenean jasotzen ari dira nahaste horren ondorioak, eta gaur egun normala da ikustea kontzeptu horiek oker erabilia, baita euskal blogosferan ere.

Beraz, espainiarrek webgune-web orri bikotea gaizki erabiltzen dutelako, guk ere txarto erabili behar dugu? Ez da zuhurragoa nazioarteari begiratzea, eta haiek bezala jokatzea? Ala uste eta aitortu baino espainolagoak gara, eta ezin diogu ihes egin egia horri?

Etxeko wifia, irekia

Etxean wifi sare bat daukagu, eta hortik edaten dute etxeko bi ordenagailuek, azken batean horixe baita delako wifia, haririk bako sare bat (irradi bidez zabaltzen da), sarbidea ematen duena Internetera. Gure wifia irekia da, eta bertan sartzeko ez da pasahitzik behar.

Pare bat urtez-edo arazo barik ibili da etxeko wifi sarea, baina ikasturte honetan hainbat aldiz igarri dut askoz motelago zebilela, eta susmoa izan dut baten bat baliatzen ari zela gure sarea filmak edo musika jaisteko bere ordenagailura. Gure sarearen moteltasunak amorratuta, inoiz pentsatu izan

dut pasahitza bat jartzea sareari, kontrolatzeko kanpoko aprobetxategiak.

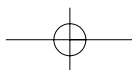
Horretan ari nintzela, neure artean hausnartzen zer egin etxeko wifi sarearekin, irakurri nuen Bruce Schneier segurtasun adituaren artikulu bat, *Steal this Wifi*, Lapurtu wifi hau, eta horrek arrazoiak eman zizkidan sareko ateari zabalik eusteko.

«Niretzat —dio Bruce Schneierrek— gizalege kontua da. Gonbidatuei sarbidea eskaintzea Internetera da berokuntza, argindarra edo kikara bat te bero eskaintzea bezala». Niretzat ere, horixe da arrazoirik printzipalena etxeko sarea irekita edukitzeko. Gurera datozenek etxean bezala senti daitezela bertan Internet erabili nahi badute.

Bestalde, bera aditua izanda segurtasun kontuetan, ez die garrantzirik ematen beste batzuen abisu apokaliptikoei: baten batek baliatzen badu zure sarea zaparrada bat spam zabaltzeko, eta Ertzaintza baldin badatorkizu kontu eske, zer defentsarik hobea zure sarea irekita dagoela frogatzea baino?

Horrekin batera —segitzen du— ez nau ikaritzen entzuteak arriskuan jar dezakedala nire informazio guztia, zenbait hackerrek etxe ondoan aparkatu, nire sarean sartu eta espia dezaketelako nire trafikoa edo sar daitezkeelako nire ordenagailuan. Hori egia da, baina nire ordenagailuek askoz ere arrisku handiagoa jasan dezakete erabiltzen ditudanean hariarik bako sareak aireportuetan, kafetegietan edo beste leku publikoetan. Konfiguratzen badut nire ordenagailua segurua izan dadin kontuan hartu barik zer saretan dagoen, orduan ez du inporta. Eta nire ordenagailua ez badago seguru sare publiko batean, nire sarea segurtatzeak ez du arriskua txikituko.

Koldo Mitxelena kulturunea etorri zait gogora, zenbat jende ikusten den hango eskaileretan ordenagailua irekita eta nabigatzen, bai eta kulturunea bera itxita dagoenean ere. Doan. Jende hori ez da filmak jaisten ari, baizik eta, gehienetan, posta elektronikoa erantzuten eta informazioa kontsultatzen. Primeran iruditzen zait erakunde publikoek zerbitzu hori eskaintzea. Baina gizabanakook ere beste horrenbeste egin dezakegu, gure etxeetako sareak irekita. Trukean



eskatuko genuke sentiberatasun apur bat erabiltzaile ezezagunaren partetik: erabil dezala gure sarea, baina utz diezagula banda zabalera nahikoa guretzat ere.

Su-mihiaren dardara

Orain bi urte sartu zenean lehen aldiz Flickr argazki zerbitzuan, Joxe Felix Diaz de Tuestak ez zekien Flickr horrek esan nahi duela su-mihiaren dardara, eta inporta ere ez zitzaion bat ere inportako. Urteak zeramatzan argazkiak ateratzen, eta behar zuen toki bat argazki horiek zintzilikatzeko. Baten batek esan zion Flickr egokia zela horretarako, eta horregatik sartu zen, eta kontu bat ireki zuen bertan Atauri izenarekin, bere aitaren jaioterria gogoan.

Harrezkero, argazki sorta eta album asko igo ditu Joxe Felixek Flickr-era, beti gai jakin baten inguruan: Santamasak, Inauteriak, Txerriboda, Aizkorriko mendi maratokia, Arrasate-Oñati lasterketa, Gasteiz, Irungo alardea...

Berehala konturatu zen, hala ere, hainbeste argazki erabiltita, ez zuela nahikoa 20 megarekin, garai hartan Flickr-ek doan eskaintzen zizkionak. Horregatik, ikusita Flickr ederto zetorkiola, *pro* kontu bat egin zuen, eta hasi zen ordaintzen urtean 25 dolar. Horri esker, nahi adina argazki igo zitzakeen, eta muga barik erabili argazki zerbitzua.

Denborarekin, bera ere hasi zen argitaratu aurretik argazkiak tratatzen Photoshop programarekin: batean zero errea iluntzeko, bestean aurpegi bat argitzeko, eta hurrengoan argazkiari kontraste handiagoa emateko. Kontua da gero eta jende gehiago hasi zela sartzen bere kontuan, eta horietako askok, gainera, mezuak uzten zizkieten, iradokizunak eginenez edo argazkiak goraiatzatzen. Bi urte hauetan 100.000tik gora bisita izan ditu, mundu osotik etorriak.

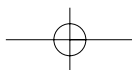
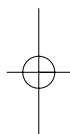
Berak ere ordu dezente ematen ditu Flickr-en, eta konturatu da sare izugarri zabal horretan jende asko ari dela argazki onen bila, ez hainbeste gai baten inguruko sortak harapatzen. Horregatik, azken aldi honetan hasi da argazkiak

banaka argitaratzen, aurretik Photoshopen tratatuta. Eta horrek areagotu egin du bisita kopurua bere kontuan, orain jende gehiago baitabil Atauriren argazkietan.

Oharkabean ia, Flickr bihurtu da ezinbesteko erreminta Joxe Felix Diaz de Tuestarentzat. Areagotu egin du, gainera, bere zaletasuna argazkiekiko. Orain denbora asko igarotzen du Flickr-en nabigatzen eta Flickr-erako lanean, bere lan guztiak hortxe erakusten ditu-eta.

Elkarrengandik urruti bizi arren, Joxe Felixek gogoan du Rebekka Guoleifsdottir neska islandiarra, adierazgarririk ezagunena gaur egun Flickr-en zabaldu den estiloarena, arte ikasleak maisuen pare lantzen baititu argazkiak, baina ez hori bakarrik, inork baino hobeto lantzen baititu Flickr-ek eskaintzen dizkion erremintak bere argazkiak partekatu eta beste argazki zaleekin batera eragiteko. Halakoa izan da bere arrakasta, ze Toyota autogile japoniarrak kontratatu egin du bere auto modelo bat Islandian promozionatzeko argazki bidez.

Joxe Felixek nahikoa du sentitzen duen pozarekin, argazki on bat sareratzen duen bakoitzean.¶



Jana garesti

NBEren Elikadurarako Mundu Programak eginiko premiazko deialdiaren berri emanaz amaitu genuen aurreko Glokalia. Gogoan izango duzue zelan programa hori 500 milioi dolar eskuratu guran zebilen, estatu aberatsei eskean, diru hori lortu ezik moztu egin beharko zuelako 73 milioi laguni emaniko ezinbesteko elikadura-laguntza.

Denbora igaro da ordudanik baina gauzek ez dute hobera egin, elikagaien prezioak batez beste %20 igo baitira. FAOk dio 2007an munduan oro har %40koa izan zela jakien garestitzea. Munduko Bankuaren arabera, berriz, 2005a erreferentzia-urtetzat hartuz gero igoera %83koa izan da. International Food Research Institute erakundearen iritziz, gainera, 2020a bitartean igoera %26tik %135era bitartekoa izango da.

Pasa den abendutik 37 herrialdek pairatu behar izan dituzte elikadura-krisiak eta 20k prezioen gaineko kontrola jarri behar izan dute indarrean: Mexikon, Indonesian, Yemenen, Filipinetan, Kanputxean, Marokon, Senegalen, Uzbekistanen, Ginean, Mauritanian, Egipton, Kamerunen, Bangladeshen, Burkina Fason, Boli Kostan, Perun, Bolivian eta Haitin kalera egin du jendeak, protestan.

Azkuek jasotako hura, satorraren tratua egitea, horixe izan dela, azken batean, bioerregaiena: asto bati buztana atera eta besteari sartu (Garatek jasotakoa da azken hori), gabezia bat estali... aldamenen tamaina bereko zuloa utzita. Bitxia da ikustea zelan garai batean elikadura kontuetan ia beregain ziren herrialdeak (Haiti bera, konparazio baterako) orain inportazioen mende dauden euren hornidura-premiak asetzeko.

Inportazioen mende egote horrek zerikusi zuzena dauka gaur egun nekazaritza- eta abeltzaintza-produktuen merkata kontrolpean duten bost erraldoiekin (Monsanto, DuPont, Dow Agrisciences, Sygenta eta Bayer CropScience AG): monolaborantza sustatu dute kostatuta ahala, hazien gaineko kontrola erdietsi, produkzio-prozesua goitik beheara menderatu... eta laborantza-lurak bioerregaien ekoizpen-planta bihurtu guran dabilta orain: aurreikuspenek diote datorren urtean munduan ekoiztiko artoaren heren bat etanola sortzera bideratuko dela, hortik atera kontuak (gurean, barbarako, hirugarren biodiesel planta egitea onartu berri dute Bilboko Portuan).

Nolanahi dela, jana ez ezik erregaiak eurak ere ederto garestitu dira.

Garestitze hori dela kausa, garraiolarien greba betean gaudete eta, lerrook idazten ari naizela, Volkswagenen Landabengo plantan, Oronan eta Irizarren produkzioa eten behar izan dute hornidura arazoaren ondorioz; Michelinen bertan ere gaur erabakiko dute zer egin, baina litekeena da lantegia ixtea. Erraldoiak buztinezko hankak dituela, berba batean.

Egunotan supermerkatuetan ikusi diren irudiek, bestalde, zer pentsatua ematen dute. Elikadura beregaintasunaz jardun dut apur bat gorago. Gaur egun Euskal Herria kontu horietan zenbateraino den beregain gogoan izanda, zer eragin izango luke garraio-krisi hipotetikoki luze batek?

Hemen eta orain zientzia-fikzioa da apika galdera hori planteatze hutsa, baina erregai fosil merkeen aroaren amaieran geroz eta gehiago barneratu ahala (15 urte? 20 urte?), orduan eta sendotasun gehiago har lezake hipotesi zoro-antzeko horrek.

Brecht akordura (berriro)

NBERen Elikadurarako Mundu Programaren auziak beste kontu bati heltzeko aitzakia ematen du: nazioarteko lankidetzaren aferari, hain zuzen. Teoria hutsean behinik behin,

NBERi berari legokioke krisi larrietan lankidetza hori bultzatzearen ardura nagusia. Haatik, honezkero sobera ezagun diren erakunde horren defizit demokratikoez gain (Batzar Nagusia eztabaida-foroa baino ez da, Segurtasun Kontseiluan hartzen direlako benetako erabakiak, eta hor, jakina denez, bost partaide iraunkorrek agintzen dute euren beto-eskubidea baliatuta, gainerako hamar kideak txandakatuz doazen bitartean), beronen beste defizit batzuk ere nabarmenegiak dira: ekonomikoak, adibidez.

Diru-arazo horiek konpontze aldera, 1998an akordioa sinatu zuen Kofi Annanek Nazioarteko Merkataritza Ganberarekin. Akordio horretan, multinazionalen presioei men eginez (haiek kitatu baitzuten NBEn zorraren zati bat), kapitalen zirkulazio askea eta mundu osoko merkataritza libre sustatzeko konpromisoa hartu zuten Nazio Batuek. Arestian aipatu ditugun abeltzaintza- eta nekazaritza-arloetan sortu diren monopolio handiek, argi dago, itzelean eskertzen dituzte tankera horretako erabakiak.

Badira krisi humanitario larriei aurre egiten saiatzen diren beste nazioarteko erakunde batzuk ere. MSF (Mugarik Gabeko Medikuek) da horien artean ezagunenetako bat. Aitor Zabalgogezkoa algortarra koordinatzaile lanetan dabil bertan. Izana da Txetxenian, izana da Kolonbian, izana Afrika beltzean, hamaika bazterretan, eta tsunamien eta gisako hondamendien ondorioak bertatik bertara ikusi izan ditu behin baino gehiagotan. Miel Anjel Elustondok egin dion elkarrizketa irakurtzen ari naiz:

[...] Munduan, berriz, berrehun proiektu inguru ditugu abian. Dena dela, *egoerak konpontzen laguntzeko* esan duzu zuk, eta uste horixe du iritzi publikoak, baina oker dago. Hori ez da horrela. Alegia, gure erakundeak ez du ezer konpontzen, ezta konpontzen laguntzen ere. Guk laguntza humanitarioa ematen dugu, zaurian benda jartzen dugu, ez besterik. [...]

Urtean bost milioi haur jotzen ditu goseak edota elikadura eskasak; izan ere, ez dute malnutrizio hori galaraziko lukeen jaki prestatuak [hona berriro elikadura beregaintasunaren kontua] eta heriotzara bidean dira. Batzuek galdetuko

dute nola litekeen, XXI. mendean, gosearen arazoak, malnutrizioa eta, konpondu gabe irautea. Horiei esan behar diet ekonomia kontua dela. Guk, azken finean, ez diegu sobera duguna besterik ematen, ez behar dutena, gure hondarrak baizik. Horrela jokatzan dugu, eta ez da nahikoa.

Bazegoen gordinago esaterik, ez ordea argiago: «[...] gure erakundeak ez du ezer konpontzen, ezta konpontzen laguntzen ere. Guk laguntza humanitarioa ematen dugu, zaurian benda jartzen dugu, ez besterik.» Eta, hala ere, zer egin giza-hondamendiak begi-bistan ikustean? Besoak antxumaturik gelditu?

Alabaina, Laboa eta Brechten berbak behin eta berriro datoz gogora:

[...] Mundua ez da era hortan aldatzen,
gizonen hartu-emanak ez dira hobekitzen,
zama-aroa ez da hola laburtzen...
baina gizon batzuek gau batez, ohea dute,
aterbean haize hotzik ez eta
bereri zijoakien elurra, karrikan ari da...

Bata (mementoko premiei erantzun beharra) zein bestea (salaketa eta informazio lana) premiazkoak dira, baina nago egungo GKE gehienek ez ote duten lehenengoa lehenesten bigarrenaren kaltetan, zama-aroa bere horretan dirauen bitartean...

Urrutiko intxaurrak

Lehen ere bazterretan eraikuntza gutxi zegoela-eta, basamortuak etxez jostea da orain azken moda. Nafarroatik gerutu samar, Monegrosen, Las Vegas inspirazio-iturri duen Gran Scala egitasmoa bultzatu guran dabil Aragoiko Gobernua (International Leisure Development enpresa-taldearekin batera): 2.025 hektareako azaleran sortuko dituzte 4 parke tematiko, 32 kasino, 72 hotel, 200 jatetxe, 32 museo, hipodromo, golf zelaia, kongresu jauregia eta merkataritza gunea. Noiz eta, uraren eta energia-iturrien krisiaz geroz eta gehiago hitz egiten den garaietan.

Horregatik hain zuzen, behin hazkundeari lotzekotan (Iruñea aldamenean eraiki beharreko hiriaz ere balegoke zer idatzirik), aukeran gurago Masdar eredia: Arabiar Emirerri Batuetan munduko hiri ekologikorik handiena izango bide dena eraikitzen hasi da Masdar enpresa; Masdar City deituko da hiria eta 50.000 lagun biziko dira bertan 2013tik aurrera. Helburua teknologia berdeen munduko erakuslehorik handiena eraikitzea ei da. Horretarako, ur eta energia kontsumoa ahalik eta txikiena izango da, birziklapenean oinarrituko omen dira prozesu guztiak, bidaia gehienak oinez edo bizikletaz egingo dituzte (autoa baztertuko duen garraio-sistema automatizatua edukiko dute) eta, eguratsera CO₂-rik ez igortzeaz gain, energia guztia iturri berriztagarrietatik lortuko omen dute.

Politegia egia izateko? Laster frogatu ahal izango dugu urrutiko intxaurrak benetan hamalau ote diren. Izan ere, Abu Dhabi-ko (zazpi emirerri arabiarretako bat) enpresak Getxoko Sener-ekin (gerra-hegazkinak eta misilak egiten dituen berbera) akordioa sinatu du, orain artean behinik behin lar ekologista izan ez den Bizkaiko Diputazioa aita-ponteko dela. Egoitza Getxon daukan Torresol Energy enpresa sortu da batuketa horretatik, eguzki-energia sustatu guran. Afrikan, Ekialde Hurbilean, AEBetan, Mediterraneo inguruko herrietan eta Australian eguzki-energia plantak sortzea ei dute xede.

Hazkundean oinarritutako eredia zalantzan jartzen ez duen kapitalismo berdea modan jarri zaigula, alegia. *Le signe des temps*, beharbada, baina, hala ere, ez liguke kalterik egingo Txalapartak atera berri duen *Consumir menos, vivir mejor* lanari erreparatzeak (helbide honetan doan jaits dezakezu gainera: www.nodo50.org/consumirmenosvivirmejor/).

110

Ikuspegik eta Unesco Etxeak ikerketa baten berri eman duete oraintsu; beronen emaitzek diote EAEn egun 110 ama-hiz-

kuntza ezagutzen direla. Zer eragin dauka horrek gure hezkuntza sisteman? Xabier Aierdik *Jakin*-en aurreko zenbakian zioenez, «[...] egun [Hego Euskal Herrian] 18.000 lagun inguruko atzerri ikasleria dago, itunpekoan %35 eta publikoan %65. Ereduka, %41 A ereduan matrikulatua, %29 B ereduan eta %30 D ereduan».

Mundu globalak denon eskemak hankaz gora jarri ditu, gutxi-asko. Konplexutasuna, holokonektibitatea eta ziurgabetasuna dira garai berrien ikur, eta hezkuntza sistemak gizarte aldakor horretarako prestatu behar ditu XXI. mendeko ikasleak. Aukerak eta mehatxuak, bistan denez, eskutik helduta datoz orain ere, eta norberari dagokio balantza alde batera edo bestera eroraraztea.

Miribillako eskola publikoa (San Frantzisko auzoan, Bilbon), jatorri ugaritako umeak biltzen dituen arragoa, mehatxu modura ikusi du jende dezentek, hainbestearaino non ez baitute euren umerik bertara bidali nahi; bada ordea eskola hori aukera modura ikusten duen gurasorik ere. Gurasook, irudimena hauspotuta, ekimen txalogarriak egiten ari dira, zenbait boluntario lagun dituztela. Nere azken horietakoa da; astero joaten da bertara beste boluntario birekin, 6 urteko 18 ume inguruko talde askotariko batengana: Nekane, Joel, Cristian eta Talia ijitoak, Derian eta Ionut hegoamerikarrak, Fabian Afrika beltzekoa, Kevin txinatarra, Issa sahararra...

Umeek pentsatzen dute boluntarioek soilik euskaraz dakitela, eta, horrenbestez, euskaraz egitera derrigortuta daude eurak ere. Taldean moldatzeko eta elkarlana jorratzeko estrategiak garatzen laguntzen dizkiete. Bizikidetzaz inoiz ez da erraza, baina Nerek dio berari gutxienez esperientziak balio izan diola aurreste batzuk hausteko eta beste ohitura eta logika batzuk ezagutzeko.

Nago horrelako askoz gune gehiago beharko ditugula 110 hizkuntzadun gizarte honetan, ezen pauso txiki bat baino ez baitago ezagutza ezetik mesfidantzara, eta beste bat baino ez hortik eta beldurrera (edo erdeinura, edo gorrotora...)...¶