

# ZIENTZIA

ALFONTSO MARTINEZ LIZARDUIKOA

HIL ZORIAN DAUDEN ORDENADOREEN JOKAMOLDEAK

Zer egiten du hil zorian dagoen ordenadore batek? «2001: Espazioaren Odisea» filmean HAL-9000 konputagailuak, hiltzeko unea heltzen zaionean, bere lehenengo egunetan ikasitako haur-kanta bat kantatzen hasten da. Posible ote litzateke, errealtatean, horrela gertatzea ordenadore baten memoria husten hasten garenean; alegia, «hiltzen» dugunean?

Azken urte hauetan injineruak «sare neuronalekin» gero eta saiakera gehiago burutzen ari dira. «Sare neuronal» deritzon sistema programa berezi bat da eta programa horren oinarritzko elementuak dira neuronak eta beraien artean dauden konexioak (axoiak eta dendritak). Era honetan antolatutako sare batek, garunak bezala, ikasteko gaitasuna du. Hori lortzeko loturen indarra eta unitateen arteko konexioen «pisua» birmoldatzen dute etengabe.

Orain dela urtebete programa berezi bat antolatu zen eta egindako ikerketen artean oso manipulazio txundigarria burutu da. Gure garunaren antza duen «sare neuronal» bati emeki-emeki unitateen arteko konexioak hasi zaizkio hausten. Eta esperimendu honetan ikusitakoak, benetan, harritu ditu zientzilariak.

Sare neuronalaren %10 eta %60 tarteko konexioak askatu ahala ordenadoreak zentzugabeko informazioa ematen hasten da. Baina konexioen askatasuna %90era heltzen denean, orduan, informazioa orekatzen hasten da, azkenean, koherentea izan arte.

Informazio hori koherentea bada ere, ez da nolana hikorikoko informazioa, hasiera batean hezitako ordenadoreari emandako informazio zaharra baizik. Hezetako sare neuronalek badute oso jokabide berezia, beraz, hezita izan ez den sare batekin konparatzen bada, azkeneko hauetan konexioak askatu ahala sortzen den informazioa koherentzia gabekoa baita.

Sare neuronalekin, edo nahi badugu adimen artifizialarekin, ikasitakoa estrapolablea ote da gizakumearen garunak dituen funtzioetara? Aspaldidanik ezagunak dira hil zorian egon den jendeak kontaturiko esperientziak. Baita, nola fase horretara helduta garunaren aurretik norberaren bizitzaren historia une batean pasatzen dela ere. Sare neuronaletan, ematen duenez, heriotza heldu ahala, lehenaldi urrunean ikasitako informazioa hasten da siliziozko garunetik igarotzen, garun biologiko baten aurrean egongo bagina bezala.

Nonbait, oraingoz, gehiegi izango da sare neuronalekin egingako esperientziak gizakiak duen garunaren funtzionamenduarekin konparatzea. Gure garuna askoz konplexuagoa da sare neuronalak baino. Gainera, ez dakigu ondo nola hiltzen diren garunaren neuronak ordua heltzen zaienean eta, beraz, oso zaila da jakitea hil zorian dagoen garun baten jokabidea nolakoa izango den.

Dena den, esperientzia matematiko hauetatik atera daitekeen ondorioa da, hil zorian ibili den jendeak jasandako esperientziak ez direla, nonbait, garunaren biokimikak sortutako fikzioak, garunaren funtzionamendu logiko-matematikoak sortutako esperientziak baizik.

Asko daukagu oraindik jakiteko garunaren funtzionamenduz eta, noski, heriotzaren aurrean aurkitzen den garunak sorturiko esperientziaz. Baina, sare neuronalek eta adimen artifizialak sortutako horizonteak oso erangingarriak dira. Posible ote da geroaldi hurbilean garunaren funtzioak beteko dituen sare neuronal bat asmatzea? Egunean, oso sare neuronal konplexuak eratzen ari dira, eta horietako bat da bere funtzionamendua bisualizatzeko ahalmena duen sistema bat. Thaler irakasleak dioenez, sistema horren bitartez sare neuronalen heriotza bisualizatzea posible izango da epe laburrean eta ez lan egin zenbakiekin bakarrik, orain arte gertatu den bezala. Hori gertatuko denean apostu bat egin du: seguruenik, gizakumeari gertatzen omen zaion bezala, sare neuronala hil zorian egongo denean, oso luzea den tunel baten bukaeran distiratsua den argia bat ikusteko gai izango da.

MISTERIO KARTOGRAFIKO BAT: PIRI REIS-EN MAPA

Antarktida kontinentea guretzat oso gutxi ezaguna den lurraldea da. Mapamundietan bazter batean kokatzen da eta beharbada horregatik kontinente horretaz dugun ez jakintza edo arduragabetasuna. Baina jakin dezagun hain zabala den kontinente honek Europa eta Estatu Batuak elkarrekin muga ditzakeela. Bestaldetik ere gure planetan dagoen edateko urare n %90 jela bihurtuta, kontinente honen izotzak berean du.

Itxuraz, beste gauza dirudien arren, Antarktidan oso elur gutxi egiten du, hango atmosferan ur-lurrina eskasa baita. Urte batean zehar erortzen den elur osoa (12 cm. inguru) jela bihurtzen da. Baina gauzak ez dira beti gaur ikusten dugun bezala gertatu.

Antarktidatik oso hurbil dagoen herri batean «Yamana» deritzon tribua bizi da. Herri honen kondairak iraganaldian lurralde haiek oihanez eta hegaztiez beteta zeudela eta haien arbasoak ehiztariak zirela adierazten du. Kondaira berdinetan, oso ugaria eta estimatua omen zen gaurko Hego Amerikako «llarna», itxura zuen animali bat bizi zela lurralde haietan ere, esaten da.

«Egun batean jainkoek, gizakiek irainduta edo, hasi ziren elurra jaurtikitzen. Elurteak luzaroan jarraitu zuen lurralde hura izotz-geruza lodi batez estali arte. Denbora luzea pasa eta izotz-geruza hasi zen urtzen eta isuritako ura hain oparoa izan non Lur osoa urpetan murgilduta gelditu bait zen.»

Yamanarrek kontatutako ipuin honetan, azkeneko izotzaroaren oroipena garbi asmatzen da. Baina nor izan zitekeen honelako ikuskari baten lekuko? Antarktidako lurraldeetan «Yamana» herriaren ipuinak kontatzen duen uholde baten ondorioak imaginatuz, nor egon zitekeen han lekuko, gero gertatutakoa kontatu ahal izateko?

Gauzak honela zirela eta, aurkikuntza txundigarri batek asaldatu zuen geografo eta kartografoen mundua. Eta hau gertatu zen, Piri Reis-ek 1513an egindako mapa batzuk aurkitu zirenean. Baina, azter ditzagun gertakariak emeki. Historia, 1929ko azaroaren 9an Estambul-eko Topkapi museoan hasten da. Museo horretan materialen inbentarioa egiten ari zen

bitartean, bi mapa zahar aurkitu ziren; geroago Piri Reis-en mapa famatua osatuko zutenak hain zuzen.

Piri Reis kortsari turkiarrak, Mediterranion barrena egindako ibileretan ospe handia lortu zuen. Baina pirata ankerra izateaz gain, zorionez, kartografo trebea ere izan omen zen. Eta trebetasun horretaz baliatuz bere garaian existitzen ziren mapa guztietan oinarrituta, bi mapa garrantzitsu marraztu zituen. Bi mapa horiek 1513-1518. urteen artean prestatuak izan ziren, beraietan Atlantiar ozeanoa mugatzen duten kostaldeak agertzen direlarik: Amerika, Europa, Afrika, Artiko eta Antarktidakoa, alegia.

Mapa guzti hauen azterketa, antzinako kartografiaz munduan zegoen espezialista hoberenari eman zitzaion: Arlington H. Mallery zientzi gizonari. Honek mapa zaharrak konputagailu baten bidez aztertzeko erabakia hartu zuen. Horretarako, kolaboratzaile-talde bat antolatu eta lanean buru belarri jarri zen.

Egindako lana latza eta gogorra izan arren, emaitzak ere eman zituen. Honela, Piri Reisen mapan agertzen den lurrazalaren adierazpena elkarren ondoan jarritako planuen bidez egina dagoela ematen du. Gertakari honek Mallery taldeari pentsarazi zion, mapa honen egileak bere aurrean trigonometria esferikoan oinarritutako mapa bat eduki zuela baina egoki interpretatzeko gauza ezin zela izan. Uste hau egia izanez gero, mapa hura moldatzeko erabili ziren oinarritzko planoak Antzinate greziar aldikoak izango lirakeke. Eta gauzak honela badira, aldi hartan nor izango litzateke gai Amerikako eta Antarktidako kostaldeak hain zehatz adierazteko?

Baina aurkikuntza bitxi hauek hasi baino ez zuten egin. Zientzi gizonak, mapak zuen interesgarritasunaz jabeturik, hasi ziren sakonki eta sistematikoki aztertzen. Azterketa honetarako 18 urte erabili izan ziren. Gero, munduan harridura eta sinesgogortasuna sortu zen, ondorioak plazaratu zirenean.

Amazona ibaiaren bokalean «*Marajo*» ugartea zehatz-mehatz adierazia azaltzen zen. Baina irla hori kokatzearen zehaztasunez gain, harrigarriena da, 1543. urtean ugarte hura aurkitua izan zela jakitea da. Nola da posible orduan, 1513. urtean egindako mapa batean agertzea?

Mapa berean urte horretan bertan oraindik esploratu gabe zegoen Andeen mendikatea ere agertzen da. Are gehiago, mendikate horretan «llama» deritzon animalia marraztuta azaltzen da. Animalia hori, Mendebaldean, fetxa horretan zeharo ezegaguna zen, eta urte asko igaro behar izan zuten Europako jendeak ezagut zezan.

Zer esanik ez, lehenengo momentutik maparen agerpena faltsifikazio izugarritzat hartua izan zen. Baina geroztik egingako azterketa eta ikerketa guztiek ez dute maparen fidagarritasuna baieztatu baino egin.

Dena den, oraindik mapa honekiko aurkikuntza handiena falta zen: Piri Reis-en mapa mundu osoan ezagutuaraziko zuen aurkikuntza, hain zuzen.

Piri Reis-en mapan elementu bitxi bat agertzen da: Antarktidaren adierazpen kartografikoa. Mapak, Atlantiar ozeanoaren kostaldeak oso zehatz adierazi arren, Antarktidakoetan ez da hori gertatzen, eta azaltzen diren kostaldeen ez dute bat egiten gaur ezagutzen ditugunekin. Gainera lurraldearen hedadura urriagoa da, eta bere ingurua ugarte misteriozuz hornituta dago. Beste kontinenteak hain zehatz agertuz, zergatik zehaztasun falta hori Antarktida kontinentearen deskribapenean?

Enigma horri erantzun jator bat emateko 1954. urterarte itxaron behar izan zen. Urte horretan Antarktidaren jakinzailea zen Peterman profesoreak lurburuetara joandako espedizio guztiek bildutako datuez eta sismozko sondaketak jasotako datuen bidez, Antarktikoko izotz azpian dagoen lurraren mapa zehatz bat argitaratu zuen. Zer esanik ez, Antarktidaren zati kontinental hau 1954. urterarte, jakintsuentzat guztiz ezegaguna zen.

Peterman-en mapa ikusiz, H. Mallery-k ezin izan zuen bere begiek ikusten zutena sinetsi!! Piri Reis-en mapan adierazten zen Antarktida eta Peterman-en maparena bat zetozen!! Beste eran esana, Piri Reis-en mapak Antarktida zehazki deskribatzen zuen, baina izotzik gabe. Bi mapen egokitasuna osoa zen, puntu batean ezik. Kostaldearen leku batean, kartografo turkiarrak bi itzadar seinalatzen zituen eta Peterman-ek lurrenka homogenoa. Ondoko urteetan puntu hau argitzeko ikerketa egokiak egin ziren. Azkenean izotz azpian, ezkutatuta

zeuden bi itsasadar aurkitu ziren Piren Reis-en mapak aurre-saten zuen moduan .

Piri Reis-ek, beraz, Antarktidako izotz azpian datzan egi-tura kontinentala zehaztasunik handienarekin deskribatzen zuen. Antarktidarekiko aurkikuntza honek, jadanik famatua zen mapari ospe unibertsala eman zion. Azkeneko izotzaroa orain dela 10.000 urte gertatu zela kontuan hartuz, nor izan zen gauza Antarktidaren ertza halako zehaztasunez adierazteko? Zein bitartekoren bidez?

Piri Reis-en mapan azaltzen den Antarktida Cro-magnon gizakiak ikus zezakeena da. Baina dakigun bezala, gizaki honek ez metal, ez nekazaritza, ezta abeltzaintza ere, ez zuen ezagu-tu. Beraz, ezin izan zen gai honelako mapa egiteko. Gainera, mapa horren deskribatzaileek Antarktidaren ezagutza eduki-tzeko, lurralde haietan bizi behar izan zuten, batere probable ez den gauza bestaldetik. Basoz eta hegatziz beteta zegoen Antarktida horretako («Yamana» herriaren kondairak esan duen bezala) biztanleak, nortzuk izan ziren?

Enigma horri soluziobide zuzena emateko diren hipotesiak, ugariak bezain harrigarriak dira: oso trebeak ziren itsasgizo-nezko herrietatik hasi, Lur kanpotik etorritako zibilizazio aurre-ratu batetaraino helduz. Guztiak noski ez dira espekulazio hutsak baino, errealitatean deus frogatu ez baita. Gaurko zien-tzi munduak duen ziurtasun bakarra, zera da: Piri Reis-en mapan deskribatzen den Antarktida azkeneko izotzaroaren aurretik bizi izan ziren gizakiek ikus zezaketena da.

## BIRUS ASASINOA

HIES izurrite modernoaren ikerkuntzaren inguruko gora-beherak gaurko zientziak beregan biltzen dituen alde on eta txar guztiak jarri ditu agerian. 1982 eta 1985. urteetan, zientzila-riek identifikatu ahal izan zituzten, azkenean, HIV-1 (Human Immunodeficiency Virus-1) eta HIV-2 izenez bataiatu zituzten HIESaren birus hiltzaileak. Identifikazio hau hiru kontinen-tetan eginiko biologi ikerlan apartaren ondorioz burutu ahal izan zen; izan ere, ez baitzen lan erraza izan. Baina, zoritxarez,

aurkikuntza honen historian badira, ezkutuan, «orbain» batzuk: zientzilarien harrokeria, haien arteko mesfidantzak eta lehia-kidetasunak onespena zientifikoa norbereganatu nahian, berez gainditurik omen dauden paradigmei «fideltasuna», erreklamazio eta froga faltsuak, dirutza eskergeen eskaera zekenak, gobernuen interferentziak emaitzak politikoki aprobetxatu asmoz... Gaurko zientziak berekin dituen akats guzti hauek di relata, atzeratu egin zen, dexente gainera, aipaturiko birusen aurkikuntza. Edonola ere, immunodefizientziako giza birus ñimiño, konplikatu eta hilkor honen forma eta funtzionamendua nola eriden eta deszifratu zen biriologia modernoaren mirarietako bat da.

Baina nolakoa da HIV delako hau? Beste edozein birus bezala, koipe eta proteinazko hainbat geruzaz inguraturiko material genetiko (bi gene-ilada) egin da, birusaren hilkortasuna bi gene-ilada horietan eta «transcriptase» izeneko enzima batean datzalarik. Baina, birus «arruntekin» alderatuz ezberdina da informazio genetiko transkribatzeko eran eta horregatik esaten zaio «retrovirus». Ikus dezagun. 60. hamarkadara arte, genetistek uste zuten informazio genetiko hori DNAREN helize bikoitz famatuan gorderik zegoela, RNA izeneko bitarteko forma batek garraiatzen zuelarik zelularen molekula proteinikoetara. Baina orduan konturatu ziren beste birus batzuk RNA delako bitarteko forma baino ez dutela material genetiko gisa eta RNA hori, enzima bati esker, bere burua kopiatzeko gauza dela, DNAREN bide bakarreko gisa, bigarren bidea gero fabrikatuz, «helize bikoitza» ezaguna egin ahal izateko. Birus hauetan, beraz, informazio genetiko ez doa DNATIK RNARA, alderantziz baizik. Eta horregatik eman zitzaien «retrovirus» izena.

Behin gure odol-sisteman sartuz gero, HIV retrovirus honek egiten duen «lana» errausgarria da, erabat. Izan ere, bereziki «prestaturik» dago (ez dugu hemen adieraziko nola) izugarri konplexua den giza sistema immunologikoan ditugun zelula ezberdin batzuk deuseztatzeko. Edozein infekzio-motaren aurrean gorputzak erantzun bat eman dezan «bultzatzaile» diren zelula berezi batzuei itsatsiz gero, desegiten ditu. Hori batetik. Bestetik, infekzioak «jan» eta suntsitzeko oinarri-oinarizkoak diren beste bi zelula-mota (monozito eta makrofago ize-

nekoak) ez ditu bakarrik desegiten: zelula hauetan behin sartuz gero izugarri kaltegarria gertatzen den lana burutzen du. Zelula hauek, izan ere, ez dira erraz txikitzen eta luzaroan garraia dezakete HIVak, birsortzen utziz eta edozein immunologi erantzunetik babestuz. Horregatik ematen zaio HIVri «lentivirus» izena, alegia, hasieran zeluletara min gehiegi egin gabe sartu eta, azken leherketari ekin baino lehen, bertan luzaroan irauteko duen gaitasunagatik, hain zuzen. Horrela, denbora aurrera joan ahala, gorputzaren erantzuna, infekzioen aurrean, geroz eta murriztagoa da. Lehen batere arruntak ez ziren neumonia eta minbizi batzuk, Hepatitis B delakoa eta herpesaren birus berezi zenbait ugaltu egin dira eta IHESaren gaitxoak ezagutzeko balio dute.

HIV-1 eta HIV-2 identifikatu ondoren, genetistek beren sorburua zein izan zitekeen bilatzeari ekin zioten eta, dirudienez, Afrikan aurkitu zuten, oraindik dudak badaude ere arazo honen inguruan. Baliteke HIV-2a Mendebaldeko Afrikako tximino batengan aurkituriko SIV baten (tximinoen immunodefizientzi birus baten) mutazioa izatea. HIV-2 eta SIV honen artean dagoen antzekotasun genetikoa ikusita, behintzat, tximinoengandik gizakiengana zeharkako transmisioa gertatu zela pentsatzeko nahikoa arrazoi badaudela dirudi. HIV-1 delakoari dagokiola, ordea, Erdi eta Ekialdeko Afrikan dagoen animala populazio hainbatetan aurki daitekeen tximino-birus baten mutazioa delakoan daude birologoak. Izan ere, retrovirusak zein azkar mututzen diren (gripearen birusa baino 3-5 aldiz azkarrago) kontuan hartzen badugu, bi birusak mapa genetikoan guregandik oso hurbil dauden animala populazioengandik zeharkako transmisioaz jaso ditugula onar daiteke, arazorik gabe.

Besterenganatze hori nola gertatu zen esatea espekulazio hutsa da. Animalia basatiak, tximinoak barne, elikadura-iturri inportantetzat dituzte bertakoek eta, horregatik, batzuen ustez, baliteke transmisioa haragia prestatzerakoan, zauri ireki batez, gertatzea. Antropologo batek beste esplikazioa ematen digu, Erdi eta Ekialdeko Afrikako Rift Bailaran bizirik omen dirauen ohitura batekin zerikusi daukana, hain zuzen. Estaltzearen sentrazioak areagotu asmoz, bertakoek tximinoen



odola inokulatzen bide dute pubisaren inguruetan, bizkarrean eta izterrean. Zainpeko drogazaleen bidez ikusi den bezala, kontaktu zuzen hau da HIVa besterenganatzeko erarik eraginkorra. Are gehiago, Afrikako populazioei gagozkielarik, zeinek azalean zauri eta ultzer ugari baitituzte.

Hasierako transmisioa nola gertatu zen ziur jakiterik ez daukagu, beraz. Baina transmisioa eragotzea, momentuz, HIESaren kontra daukagun modurik eraginkorra dela badakigu, ziurtasun osoz gainera eta, horregatik, transmisio-egituretan hausturak sortzea dugu, oraingoz, helbururik premiazkoena. Horretarako zelako neurriak hartu behar diren erabakitzea gobernuen eta eragina duten beste erakundeen esku dago. Erronka honi aurre egiteko gai izango al dira ala gaitasunari utziko al diote barrea dadin eta 2000. urterako, aditu batzuek kalkulatu duten bezala, 40 milioi gaixo egon daitezten baimenduko?

## EKONOMIA

JENARO GARATE

ESPAINIAKO POLITIKA EKONOMIKOAREN SINESGARRITASUNIK EZA

Egiaren kulturak, hitzaren kulturak, izugarrizko garrantzia dauka ekonomi ekintzen eraginean.

Egiazaletasuna, beste gauza askoren artean, nazioen efizientziaren termometro bikaina da. Mundu guztiko enpresekin jar denez gero —Hego Amerikatik Eskandinabiara eta Indiarra—, herri bakoitzaren bizi-mailaz jabetu nahi baduzu, hartu kontuan zelan betetzen duten emandako hitza, jakinean bazaude ere hitzaren eta astiaren kontzeptuak ez direla berberak bazter guztietan.

Batzuek ez dizute ezer zehatzik aginduko. Beste batzuek beti «datorren astean» esaten dihardute, sekulan zehaztu gabe noiz izango den datorren aste hori. Beste batzuek hitza bete-