

GARUN-HAMARKADA DELA ETA

Joseba Jauregi

Osasungoa Euskalduntzeko Erakundeko partaidea

90.eko hamarkada hau *garun-hamarkada* izendatzeko erabakia hartu du Estatu Batuetako Kongresuak. Honakoa adierazi nahi da: Zientziaren bilakaerak giza ezaguera zabalduz jorratu duen ildotan, egun agertzen den hutsune kezkarrietako bat gure buruan ezkututzen den kilo t'erdi eskaseko *guruintxo* horren funtzionamendua dela. Gainera, *garun-hamarkada* izendapenak itxaropen bat agertzen du: orain arte eginiko bide eta teknika berrien garapenaz, posible izango dela datozen urteotan orain arteko ahalegin guztiak eskas suertatutako misterioan argi egitea. Azkenik, mota honetako aitorten instituzionalak izango du ondorioz ikerlan hauek bultzatzeko behar den dirutza eskuratzeko eta gaiari buruzko kongresu, bilera eta argitalpenak ugaltzen ikusi ahal izango dugu aurki.

Egoera honen aurrean bidezkoa iruditzen zaigu, esan bezala pilpilan dagoen jakintza-eremu honi gainbegirada bat bederen luzatzea: garunari eta bere funtzioari, alegia.

Perspektiba historikoa

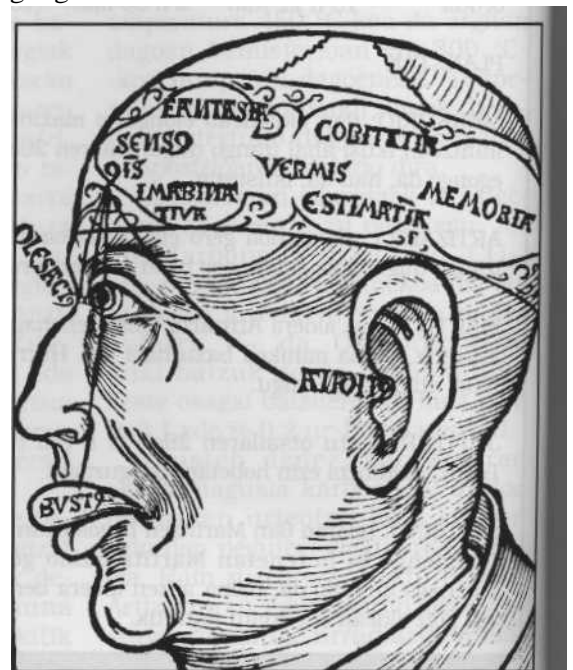
izakiak bere buruaren kontzientzia izatera iritsi zenetik garunak bere izakeran zuen garrantzi apartaz konturatuko zela pentsa liteke. Historia aurreko garaietan zeramaten bizimoduak traumatismo kranialak eragingo zituen eta ondorioak ezin ziren ezkutatu, ikusteko eta bere buruari galderak egiteko ahalmena zuen hari. Are gehiago, aztarnategietan

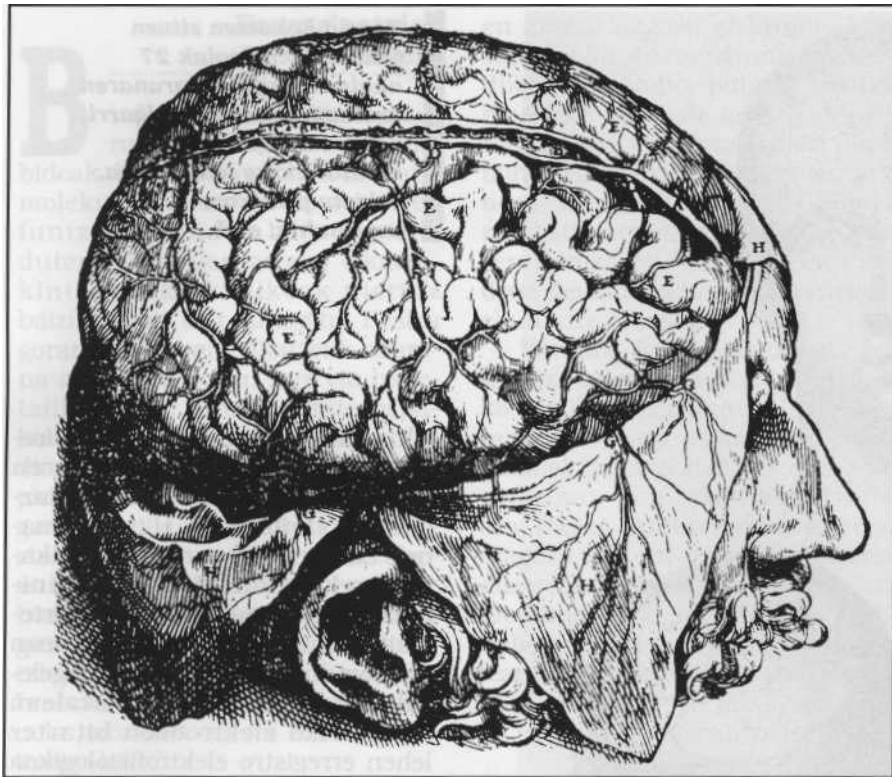
aurkitu den hainbat garezurrek trepanazio-teknika oso antzinatik menderatzen zutela erakusten du. Honi buruzko lehen idazti ezaguna egiptiarra da eta K.a. 3000. urte inguruan egin zuten. Bertan, buruan egindako hainbat zauriren deskribapena eta beren sintomak adierazten dira, zango eta besoetako parlesiak, konbultsioak edota nor-tasuna-aldaketak agertzen direlarik. Hala eta guztiz ere, ez dirudi egiptiarrek garunak duen garrantzia ondo ulertu zutenik. Beraientzat, mesopotamiar, hebraitar eta lehen grekoentzat bezala, bihotza zen biziaren iturria, adimen eta sentimenduen kokagunea.

Presokratikoak, munduari buruz egin zuten gogoeta zabal eta sakonean inguratu ziren gaur egungo

planteamenduetara. Alde batetik arlo fisiko eta psikikoak substantzia berean lotu zituzten: lehenik lur, aire, ur eta suan, eta gero Leuzipo eta Demokritoren atomoetan. Bestetik, afektu- eta adimen-funtzio desberdinak bereiziz eta hauetako bakoitza gorputz-atal jakin batean kokatuz. Demokritorentzat adibidez *garuna da pentsamendu eta adimenaren zaindaria eta berak ditu arimaren lokarri nagusiak*, nahiz eta *koleraren erregin eta inudea* bihotza eta *desioaren etxea* gibela izan. Tesi hauek garatu egin ziren Platonekin. Honentzat garunean aurkitzen den adimena zen funtzio nagusia; hilezkorra zen eta beste biek in loturik zegoen bizkar-muinaren bidez. Tesi zefalozentrista oinarritua geratu zen.

XVI. mendeko grabatu honetan, Elizako filosofoek egin zuten "arimaren" zatiketa agertzen da, garuneko bentrikuluetan kokaturik. Aurrekoan Fantasia, Senso communis, Imaginativa irakur liteke; erdikoan, Cogitativa, Estimativa; atzekoan, Memoria.





*Errenazimentuan
gogor ekin zioten
ikerketa
anatomikoari. Bere
"De corporis humani
fabrica" liburuan,
Vesalius-ek hau
bezelako irudi zehatz
eta errealistak
aurkezten ditu.*

Hainbat gauzatan maisu izan zen Aristotelesek honetan ez zuen asmatu eta tesi kardiozentristik bultzatu zituen. Garunari egozten zion eginkizuna bitxia da: lurrez eta urez osatua zegoen, eta gorputza hozteko izango litzateke. Bere filosofia izandako indarragatik, oker honek luze iraun zuen pentsamendu ofizialean. Baina mediku grekoek, Hipokratesen ildotik eta kardiozentrismoari jaramon handirik egin gabe, garunaren garrantzi nagusiaz jabetuz aztertzeari ekin zioten eta Atenasen erreleboa hartutako Alexandrian ordurarte debekaturik ziren disezioak egiten hasi ziren. Garuna, garuntxo eta muina eta garun barruko bentrakuluak bereizi zituzten. Geroago, Galenok animalien nerbio-sistemearekin esperimintatuz ondo frogatu zuen gorputzaren kontrola eta gogoaren alderdi oro garunean aurkitzen direla eta bere jatorria garuneko substantzia berean bilatu behar dela. Argibide hauek kardiozentrismoari betirako muga jarri beharko lioketela badirudi ere, ez zen horrela gertatu eta Erdi Aroko eskolastikaren eskutik XVIII. menderaino iraun zuten, nola edo hala, Aristotelesen ideiek.

Galenok baditu beste bi ekarpen garrantzitsu ere. Alde batetik arima edo gogo funtzio desberdinetan zatitzea. Mugikortasuna, sentikortasuna eta arrazoia, eta

arrazoizko arima honetan, irudipena, arrazoia eta oroimena ziren funtzioak. Bestetik funtzio hauen substantziaz mintzo zaigu. Berak *neuma psikiko* deritzo eta nerbioetan zehar zirkulatuz, garuna, mugimendua eta sentazioen erraiak elkartzen zituen.

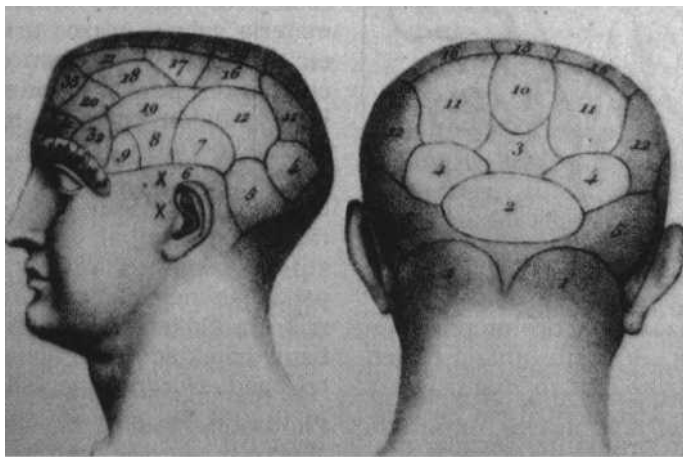
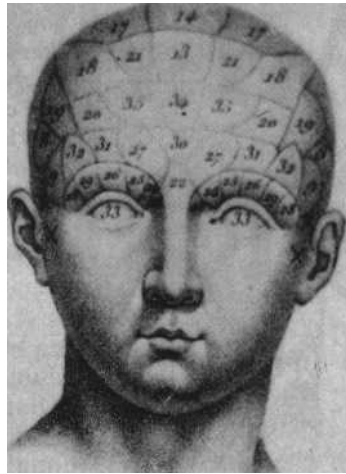
Erdi Aroan ez zen aurrerapen handirik egin, Elizako filosofoek, Nemesio eta Agustinek batez ere, arrazoiaren hiru ahalmenak garuneko hiru bentrakuluetan kokatzea ez bada. Errenazimentuan, animali eta gorpu-disezioak ugaldtu egin ziren, eta egitura makroskopikoari dogokionean bederen, garuna anatomikoki erabat ezagutzera iritsi ziren. Leonardo berak egin zituen lamina ederrek ez dute lotsarik egun egin litezkeenekin konparatuz. Ezagutzen zen, beraz, garuna nolakoa zen, baina ezer gutxi bere ahalmenak gauzatzeko prozesuez. Garai hartan nerbio-egiturak zeharkatzen zituzten indarrei *izpiritu animal* deitzen zitzairen eta gaur arte iraun duen polemika piztu zen: Ba al da garunaz aparte gure gogo gidatzen duen beste ezer (arima, materiaren ezaugarri fisikoen gain dagoena) edota gure funtzio psikiko garaienak ere garunaren funtzio soilaz argibide metafisikorik bilatzen aritu gabe uler al litezke? Lehen ideiarekin jarraitzaileak (dualistak) eta bigarrenarenak (monistak) lehia ideologiko bizian aritu

izan dira eta bere ausardia larrutik ordaindutakorik ere izan zen.

Dualista izan zen Descartes. Beretzat gorputza makina da, baina animaliek ez bezala, gizakiak arima du, bakarra, hilezkorra, eta materia gabea. Arazoa arima hori eta gorputz-makina non eta nola elkartu da. Bere irtenbidea lotura hori epifisian kokatzea izan zen, garuneko egitura bakun bakarra dela argudiatuz (arima ere bakuna den bezalaxe). Beste batzuek garuneko beste zenbait toki bereiziko zuten. Azkenik monistek, funtzio psikikoak ulertzeko arimaren beharrik eza aldarrikatu zuten eta Cabanis batek adibidez, honakoa idatzi zuen: *Garunak pentsamendua jariatzen du, gibelak behazuna bezalaxe.*

XIX. mende-hasieran, Frantziako iraultzaren ondoren zabaldu zen pentsamendu-askatasun eta zientziaren laikitzearekin, ospe handia izan zuen gogo-teoria berria etorri zen: Gall-en frenologia. Anatomista honek garuneko azal edo kortexaren garrantzia azpimarratu zuen. Gai grisa eta zuria bereiziz, azaleko gai grisaren batasun anatomikoaz eta bere goren mailako kategoriaz ohartu zen. Gall monista zen, materialista, eta azal horretan kokatu nahi izan zituen gizakiaren ahalmen moral eta intelektualak. Hautatik 27 bereizi zituen eta bakoi-tzari kortexean leku bat bilatzen saiatu. Metodo bezala, jakintsu, gaizkile eta maniaz jotako erien garezurrak neurtuz, edukitzailearen (garezurraren) eta edukiaren (kortexaren) arteko erlazioa proposatu zuen. Kraneoskopia zabaldu zen mendebalde osoan, fenomeno sozial bihurtuz eta gehiegikeria dextente eraginez. Alderdi txar honek gerorako Gall-en intuizio zuzenak ezkutatu ditu, funtzioak kortexean kokatzeko izan zituenak alegia.

Lokalizazio-gorabeherak, 1861. urtean bukatu ziren Broca-ri esker.



Honela kokatzen zituen Gall-en Frenologiak 27 ahalmen psikiko garunaren azalean. Batzuk harrigarri xamarrak ere bai: agintariekiko leialtasuna, talentu poetikoa, ospe-nahia, etab.

Urte hartan, neurologo frantses honen argi frogatu zuen autopsian aurkitutakoaren bitartez afasia edo hizkuntza galtzea lobulu frontaleko lesio baten ondorio zela, eta beraz, goi-mailako funtzio hori, hizkuntza, garuneko azaleko leku batean kokatzen zela. Hortik aurrera baliabide klinikoak erabiliz beste hainbat lokalizazio eman zen aditzera eta azkenik, 1908.ean, Brodmann-ek gaur egun onartzen den kortexeko mapa egin zuen.

Mapa hori egiteko, Brodmann-ek kortexeko egitura mikroskopikoa hartu zuen kontutan. Izan ere, urte batzuk lehenago, nerbio-ehunaren azterketa eragozten zuten arazo teknikoek konponbide bat aurkitu zuten Golgi-ren tindaketamoduei esker. Bere morfologia makroskopikoa aspalditik deskribatuta bazegoen ere, garunaren barne-egitura ezezaguna zen, alde batetik mikroskopiaren garapen eskasagatik eta bestalde ehuna gogortu eta tindatzeko teknikak menderatzen ez zirelako. XIX. mendean azken aldera, oztopo horiek gaindituz, nerbio-ehuna, besteak

bezalaxe, zelulez osatuta zegoela jakin zen. Garuneko anatomia mikroskopikoari hasiera eman zitzaion eta hemen Ramon y Cajal aipatu beharra dago. Berak eginiko lanek garuneko ehunean zelula-mota desberdinak zeudela erakutsi zuten eta hauen artean nagusi, neuronak ziren; bakunak eta elkarrekin harremanetan zeudenak. Ez zen zelulak identifikatzen lehena izan, hori Deiters-ek egin zuen 1865.ean, baina bere deskribapenetan joriena bai eta Golgirekin batera Nobel saria jaso zuen 1906.ean lan horiei esker.

Garunaren eta nerbio-ehun osoaren barne-egitura agerian jarriarik, beste errailetan gertatu den bezala, bere funtzionamendua ulertzetik hurbil zeudela pentsa zitezkeen. Hainbat arrazoiengatik ez da horrela gertatu. Galenoren neuma hark, fisika eta honen barruan elektrizitatea garatu arte itxarongo zuen. Galvani izango zen, 1786. urtean, indar elektrikoa igelaren muskulu-uzkurpenarekin lehen aldiz erlazionatuko zuena. Bere proposamena hau da: izpiritu anima-

lak azken batean elektrizitate direla. Eztabaida ugariren ondoren identifikazio hau 1870.ean egiaztatzen, Fritsch eta Hitzig alemanek txakurraren garunean aplikatutako korrante elektrikoek animaliarengan mugimenduak sortezten zituztela erakutsi zutenean eta bost urte geroago Caton ingelesak untxiaren garuneko azalean kokaturiko elektrodoen bitartez lehen erregistro elektrofisiologikoa egin zuenean. Garuna osatzen duten zelulek beraz, elektrizitatea sortzen dute eta honen bidez komunikatzen dira atal desberdinak. Eredu honek erantzunik gabe uzten zuen hainbat galdera. Hala nola nerbioak bukatzen zirenean muskuluen gain eragiteko, adibidez, gertatzen zena. Laster ohartu ziren leku horietan nerbio-bukaerak substantzia kimikoak jariatzen zituela eta gure mendean ondo sarturik, substantzia kimiko berezi hauek, neurotransmisoreek, indar elektrikoari zubi eginez neuronen arteko komunikazioa osatzen dutela ikusi dugu.

Bide luze eta gorabeheraz beterikoaren ondoren, alde batetik garunaren barne-egitura osatzen duen unitate morfologikoa eta funtzionala (nerbio-zelula edo neurona) ezagutu ahal izan da, eta bestetik, garunaren dinamika fisiologikoaren sustrai den energi mota: elektrokimikoa. Honetara iristeko jakintza-alor desberdinek garatu behar izan dute: neuroanatomia, elektrofisiologia, klinika neurologikoa eta psikiatrikoa, neurokimika, psikologia experimental, eta abarrek. Adar hauen elkarlanaren beharraz oharturik gaur egun izen berria erabiltzen da guztien batasuna adierazteko: neurozientzia. Eta hauek gero eta harreman handiago dute beste jakintza-motekin, hala nola filosofia, hizkuntzalaritza edota adimen artifizialarekin.

Neurozientzien bilakaera

Bi dira aurrera egiteko neurozientziek hartu beharreko bideak. Bata beherantz, neuronatik molekuletarantz; nerbio-zelularen funtzionamendua bera osatzen duten molekulen arteko elkarrekintza fisiko-kimikoak ulertuz baizik ezingo bait da argitu. Bestea gorantz, neurona bakarretik neurona-multzo, zirkuitu, sare eta haue-tatik sortzen diren entitate psiki-koetarantz. Ondoko hauek bait dira azken finean gure jakinmina pizten dutenak: zer dira eta nola gauzatzen ditu garunak sentsazioak, mugimenduak, oroitzape-nak, ametsak, pentsamenduak, hizkuntza, borondotea, maitasuna, gorrotoa edota norberaren kontzientzia? Eta azkenik, hauetako funtzioen bat gaixotzen denean, nola gaixotzen da eta zein osabide izango luke?

Neuronatik molekulara

Bide honetan bi izango dira aurrera egitea posible egiten duten faktoreak: alde batetik teknika fisiko-kimikoen garapena eta bestetik eredu biologiko egokiak aurkitu edo sortzea. Bide honek ez du arazo epistemologikorik aurkeztzen. Zaila da, maila molekularrean aritzeko baliabideek sofistikazio tekniko handia eskatzen dutelako, baina azken urteotan asko aurreratatu da eta etorkizunaz baikor izateko arrazoiak sendoak dira.

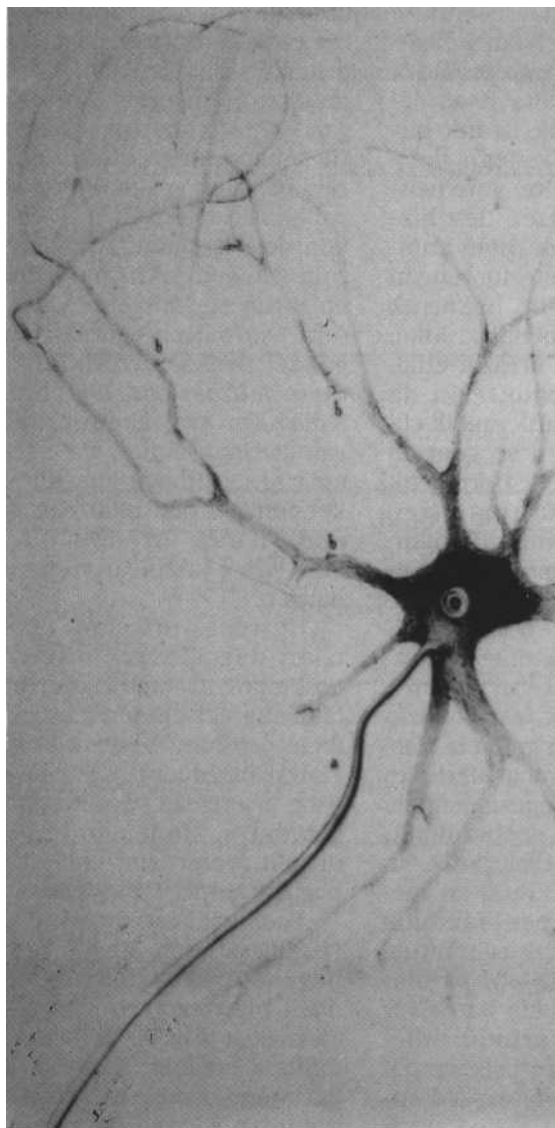
Eredu biologikoak aipatu ditugu eta hauen artean organo elektrikoa duten arrainak, txipiroiaren neurona erraldoia edo aplysia deituriko itsas erbi bat agertzea bidezkoa da. Naturak eskaini dizkigun eredu hauengan gure teknikak erabiliz, gauza asko jakin ahal izan dugu. Adibidez, neuronon elektrizitatea zelularen barne eta kanpoko alde-

en artean dagoen elektrolito-kon-tzentrazio desberdinak sortzen duela, eta sodio, potasio, kaltzio magnesio eta beste ioi batzuk neuronan sartu eta atera aritzen direla mintzean kanalak irekitzearen araber. Elektrofisiologia, Latonen erregistro arrunt hartatik neuronaren mintzaren barruan gertatzen dena neurtu eta aztertzea iritsi da ehun urte eskasean.

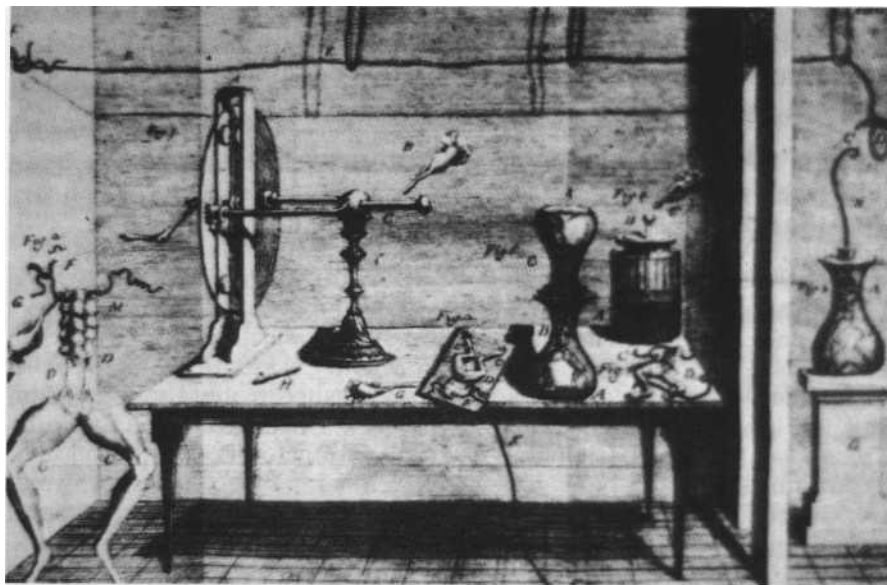
Naturak, landare-munduak batez ere, eskaintzen dizkigu garuneko kimikan eragiten duten substantziak (droga psikotropoak) eta gizakiak laborategian beste hainbat sintetizatu ditu azken hamarkade-tan. Hauen ekintza-modua aztertuz ezagutu dira garuneko neurotransmisoreak, bere sintesi bideak, bere metabolismoa, hartzailak, etab. Substantzia hauek bi neuronen artean informazioa pasatzen dute eta hau gertatzen den lekua sinapsia da. Mende hasieran isolatu zen

azetilkolina-tik hasi eta azken urteotan aurkitu diren peptidueta-raino, neurotransmisore-mordoska bat ezagutzen dugu eta hurrengo urteetan seguruenik gehiago ager-tuko dira. Guztien funtzionamen-dua hobeto ulertuko da. Honen garrantziaz jabetzeko, aski da egun ditugun ia psikofarmako guztiek, neurotransmisore bat edo besteri ekinez eragiten dutela pentsatzea.

Baina bai mintzeko fenomeno elektrikoen kasuan, bai neurotransmisoreen metabolismoaren azterketan, begiradak sakonduz doaz gaur egun. Biologia molekularren garapen izugarriari proteina diren kanal ionikoak, neurotransmisoreen sintesirako entzimak edota bere hartzailak, forma aurreko errealitate den kode ge-netikoan iker daitezke. Gauzak ulertzeko eta eritasunak sendatze-ko itxaropen handiak daude maila honetan.



Deiters-ek argitara emandako neurona baten lehen irudietakoa (1865). Hor agertzen dira gorputza eta bere luzapenak, dendritak (b) eta axoia (a).



Galvani-ren
laborategiaren irudia.
Bertan egin zituen
elektrizitatea ezgutzeko
saioak, igelaren
hankak eredu erabiliz.

Neuronatik psikismora

Bide honek oztopo lamak eta arazo bereziak ditu. Lehenik, eta gizakiak bakarrik dituen goi-mailako funtzio psikikoei dagokionez bederen, eredu falta. Gure garuneko neuronak eta itsas erbiarenak berdintsuak izanik barenak propietateak bestean ikeritzeko modua badago ere, gure neuronon multzotik sortzen den hizkuntza, pentsamendua edota auto-konzientzia ez da beste inorengan aurkitzen eta eredu on bakarrak gizakiak berak izan beharko luke. Honen ondorioz, eta arrazoi etiko nabariak direla medio, ezin da inokuo ez den teknika erabili eta orain dela gutxi arte ez genuen horrelakorik ezagutzen. Horregatik jakintza-iturriak mugatuak izan dira. Alde batetik animalien ikasten zenetik estrapolazioak egitea zegoen, eta bestetik, klinikan, halabeharrez sortzen ziren garuneko lesio eta eritasunetatik ondorioak ateratzea. Bi iturri hauek idor samarrak izanik, espekulazio teorikoari tokia eman zaio eta hortik sortu dira psikismoa ulertzeko aurkitzen ditugun proposamen edo eskola ugari bezain desberdinak. Hasi Pavlov-en erreflexologiatik eta konduktismo edota Freud-en metapsikologiaraino, pentsamolde hauek beren ekarpenak egin dituzte psikismo normala eta patologikoa ulertzeko eta bide batez sufrimendu asko ere arindu dute. Baina ez dute aparatu psikikoaren funtzionamenduari teoria kontrastagarririk osatu.

Bada eskola horien artean neurozientzietan egin nahi duten bidea zentzugabekeriatzat jotzen duenik ere; garunean gertatzen diren fenomeno elektrokimikoak eta gure borondatearen artean inolako zubirik ezin luza litekeela pentsatzen dutenak, hain zuzen. Zientziaz gizonak ez du sekulan arrazoiari mugak ipintzea onartuko, baina aitortu beharra dago neurozientzietan postura goi-mailako prozesu psikikoak aztertzen ari denean bixia dela benetan. Arrazoiak arrazoiak zer den jakin nahi duenean, objektua eta subjektua bat egiten dira. Norbaitek egoera hau, bere galtzei tiraka lurretik altza nahi duen inozoarekin konparatu du. Nolanahi ere, ezaguerak muga gaindiezinak dituen ala ez erabakitzeko arazo filosofikoa da. Arazoa konpontzen den bitartean, zientzia muga horiek urruntzen ari da eta bide batez jakintzaren eremua zabaltzen.

Hurrengo urteotan, neurozientzietan dagokionez, aurrerapauso erabakionak emango direla pentsatzeko eskubiderik badago. Eta itxaropen hau, besteak beste, gizakiaren iharduera psikikoa kalterik gabe aztertzeko tekniken prestaketan datza. Hauetako bi aipatuko ditugu; potentzial ebokatuak eta positroi kamera izenekoak.

Potentzial ebokatuak elektroentzefalografiaren oinarri bera dute: buruko azalean ipinitako elektrodoen bitartez garuneko aktibitate elektrikoa jaso. Ez du beraz inolako kalterik eragiten. Edozein kinadak garunera iritsitakoan aldaketa txikiak bat sortzen du, nahiz eta be-

rau ikustea EEG arrunt batean ezinezkoa den, hondo-zaratak seinale ahulak estaltzen dituelako. Potentzial ebokatuaren teknika, posible egiten du ordenadoreak informazioa trataturik, seinale txiki hauek agerteratzea eta kinadak sortu duen uhina erakusten du, gainerako guztiak egotziz. Uhin ebokatuak, guztiz adi dagoen pertsona batek edozein ekintza psikikotan diharduen bitartean non, noiz eta nola azaltzen den ikus daiteke.

Asmo berdina, hau da, prozesu mental batean garuneko egoera-aldaketak ezagutzeko, dago positroi-kameraren oinarria. Baina teknika oso bestelakoa da eta aktibitate elektrikoa neurtu beharrez, aldaketa metabolikoak nabaritzen ditu. Horretarako positroiak askatzen dituzten isotopoak behar dira. Hauek bizi laburra dutelarik, segurantz oso erabili litezke gizakien gainean. Isotopoekin (karbono-14, adibidez) marka litezke substantzia fisiologikoa, glukosa a.b., edo psikofarmakoak. Positroi-kamerak, markatutako gaiaren zinetika eta banaketa segitzen ditu eta ordenadore batek igarritako erradioaktibitate irudietan jartzen du. Horrela, oxigeno edo glukosaren garuneko atal jakin bateko kontsumoa neur liteke eta iharduera psikikoa desberdinetan dituen aldaketak ere bai. Garunaren irudi dinamiko bat lortzen da aktibitate-maila desberdinak agerian jarritz.

Aipatu ditugun bi teknika hauek ez dira bakarrak; bere hastapenetan egonik itxaropen gehien sortzen dituztenak baizik. Dauden bideak eta, zalantzarik gabe, hurrengo urteetan prestatuko direnak, orain arte hain ilun mantendu den prozesu psikikoen fisiologian eta garunaren funtzionamenduan arri egingo dute. Gauza hauetaz interesatzen garenok beraz, adi egon beharko dugu hamarkada honetan garun-hamarkadan hain zuzen. E