

ZIENTZILARIAK FRANTZIAKO IRAULTZAN

A. Sagarna

Aurten 200 urte beteko dira Frantziako Iraultza hasi zenetik. Gertakizun hark izan zituen ondorio politiko, sozial, ekonomiko eta kulturei buruz asko hitz egingo da datozen hilabeteetan, zalantzarik gabe. Nik beste alde batetik jorratu nahi nuke ordea XVIII. mendearen hondarrean mundua asaldatu zuen gertakari hura. Izan ere, 1789. urtea zientzia modernoaren jaiotza ezagutu zuen 1775. urtetik 1805era bitarteko denboraldi garrantzitsuaren erdi-erdian egoteak jakinmin berezia sortu bait dit. Nola bizi izan zituzten beren garaiko gorabehera zalapartatsuak aldi hartako zientzilariek, bereziki zientzilaria frantsesek? Hauxe da, hain zuzen ere, aztertu nahi nukeen gaia.

Frantziako Iraultza 1789tik 1799ra bitartean Frantziako Antzinako Erregimena suntsi erazi zuen mugimendua izan zen. Gertakari-sail honen zioa, Europa-mailan gauzatzen ari zen iraultza zabalago batean bilatu behar da zalantzarik gabe. Merkatalgoaren bidez aberastuta zegoen burgesiak agintearen kontrola irrikatzen zuen eta hori lortzeko, ordurarte boterea monopolizatu zuen aristokraziaren aurka altxa zen. Gainera, merkatalgoaren gorakadarekin 1770etik aurrera indartzen hasi zen industri iraultzari etekin handiena atera ziona burgesia horixe bera izan zen eta aberaspide berri horrek botere-irrika areagotu egin zion. Absolutismoaren aurkako burruka bizkortuz joan zen eta 1789ko uztailaren 14ean masa paristarrek matxinatu eta Bastille hartu zuten; absolutismoaren sinbolo gorena hain zuzen. Giro honetan bizi izan ziren zientzilaria frantsesen zerrenda egiten ahalegintzen bagara, izen ugari aurkituko dugu: *Monge* (1746-1818), *Coulomb* (1736-1806), *Lavoisier* (1743-1794), *Condorcet* (1743-1794), *Laplace* (1749-1827), *Guyton de Morveau* (1737-1816), *Berthollet* (1748-1822), *Cuvier* (1769-1832), *Bichat* (1771-1802).

Entziklopediaren eragina

Perspektiba zabalxeagoa hartzen badugu, ordea, beste bi gizon aipatu behar ditugu, 1789rako biak hilak izan arren: *Diderot* (1713-1784) eta *D'Alembert* (1717-1783). Izen biok aipatzen baditugu *Encyclopédie des Arts, Sciences et Métiers* obra erraldoian izan zuten partaidetzagatik eta lan horrek iraultzarekin zuen lotura hertsia gatik da noski. Giza ezagutza guztiak ordena alfabetikoan bilduko zituen hiztegi entziklopediko bat Frantziako argitaratzeko asmoa *Le Breton* argitaratzaileari bururatu zitzaion. *Chambersek* 1728an Britainia Handian argitaratua zen *Cyclopaedia* itzultzea eta egokitzea erabaki zuen 1745ean editore honek eta itzulpenaren ardura *Diderot* eman zion. *Diderot* ordura arte artikuluxkak, nobelak, itzul-

penak eta hainbat eratako idazlanak eginez nola hala bizi izana zen. *Le Breton* eskaintza egin zionean *Diderot* hiru hilabete gartzelan egon eta irten berria zen. Badirudi itzalera joan beharra izateko arrazoia eboluzioa hautespen naturalen baten ondorio izan daitekeela azalduz argitaratu zuen saiakera bat izan zela.

*Diderot*ek gogoz onartu zuen *Le Breton*en eskaintza non-bait, eta lan hark ez zuela itzulpen hutsa izan behar pentsatu zuen. Frantziako jakintsu handienei zientzi gaiei buruzko artikulua eskatzen hasi zen eta *D'Alembert* matematikaria hartu zuen hauek gainbegira zitzan.

Obrak guztiz gainditu zuen hasierako asmoa; itzulpen

egokitua izan ordez erabat originala izan zelako batetik eta informazio hutsa ematearekin konformatu beharrean agintearen eta tradizioaren aurkako manifestu eskandalagarri eta jansenisten, jesuiten, aristokraten eta jauntxoaren gorrotagai bihurtu zelako bestetik. *Madame de Pompadour* eta *Malessherbes* Liburutegiko zuzendaria, h.d. Frantziako egiten ziren argitarapenen ardura nagusia zuena,

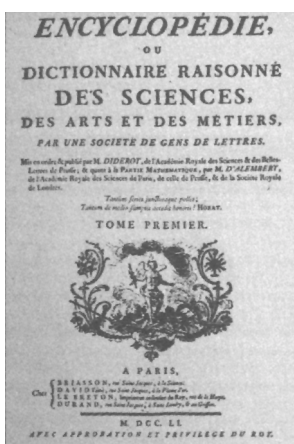


Diderot

bezalako pertsonaia ahaltsu batzuen babesa izan arren, 1752an eta 1759an *Encyclopedie* debekatua izan zen. Haatik, erdi ezkutuan bazen ere, aurrera joan ziren lanak eta 1765ean



D'Alembert entziklopedia irakurri, Madame Geoffin-enean



Entziklopediaren lehenengo argitarapenaren (1751) azala

testuak kaleratu ondoren 1772an irudiak argitaratu ziren.

Dideroten lan setatsuari esker burutu zen obra eskerga hura, zeren eta bere lankide askok, *D'Alembertek* berauen artean, gartzelara joateko bel-durrez lana bertan behera utzi zuten. Agintariengandik debekuak ezezik editorearengandik zentsura ere nozitu zuen azkenerako entziklopediak.

Entziklopedian lankide izan zirenen eta hauen jarraitzaileen ideologiari, entziklopedismo deritzo. Administariak, teknikariak, artistak, industriariak eta

merkatariak ziren mugimendu honen alde zeudenak. Aristokrazia ez bezala produkzio-prozesuarekin erlazionatutako jendea zen.

Gizartean inposatuta zegoen dogmatismoarekiko jarrera kritikoa hartuz, zalantza metodikoari leioa zabaldurik, iharduera intelektualak eta praktika uztartuta, jokabide berri bati ekin zioten entziklopedistek. Arimaren eta gorputzaren, fenomeno psikiko, fisiko, kimiko eta biologikoen arteko funtsezko batasunaren alde azaldu ziren. Gizakien arteko berdintasun naturala aldarrikatu zuten eta liberalismo ekonomikoaren alde egon ziren. Entziklopedia izan zen hain zuzen honela penstuzen zutenen biblia.

Lavoisier: kimikaren oinarri

Garai honetan bizi izan ziren zientzilari batzuk burubelarri sartuta ibili ziren jokabide berri honetan. *Lavoisier* kimikaria, esate baterako, gogor ahalegindu zen ordenu berriaren erai-kuntzan. Herriaren bizimodua hobetzeko hainbat ekintzatan hartu zuen parte. 1760an hirien argikuntza hobetzeko metodo-tan lan egin zuen eta 1770ean bolboraren fabrikaziorako kresala lortzeko metodo berriak asmatu zituen. Azken hauen inportantzia soziala argitzeak merezi du, zeren zientzilari hura

bultzatzen zuen asmoa erakusten bait du. Garai hartan ez zen ezagutzen kresala produzitzeko metodorik eta horregatik bolbora egiteko behar zena funtzionari ofizialek nekazarien sotoetako hormetan sortzen zena biltzen zuten landetxetan mila desmasia eginez. Nekazariak nozitzen zituzten kalteak gutxitzea zen *Lavoisier* ikerketa haiek egitera bultzatu zuen asmoa. 1778an landetxe eredugarri bat jarri zuen eta 1780an laborantza modernizatzeko lanetan ibili zen.

Arrazoi asko daude *Lavoisier* kimika modernoaren aita izan zela esateko. Adibidez XVIII. mendeko kimikari askok zera uste zuten: ura lur bihur zitekeela luzaro irakin eraziz gero, egun



Lavoisier eta bere emaztea

askotan zehar berotzen zen urak hondakin solido bat uzten zuelako. Baina *Lavoisier*ek ura irkain eta kondentsarazi zuen behin eta berriro eta arretaz pisatu zituen ura eta ontzia saiakuntza aurretik eta bukatu ondoren. Hondakinak agertu ziren, baina uraren pisua ez zen aldatu; ontziarena aldiz bai. Argi zegoen hondakina urak ontzia jan zuelako agertu zela eta ez ura lur bihurtu zelako.

Garai hartan onartzen zen beste teoria bat *Stahl*ek (1660-1734) proposatutako flogistoarena zen. Erragaiak flogisto deitu zuten substantzia batean aberatsak zirela zioen mediku aleman honek eta errekontzaren bidez hau galdu egiten zela. Horregatik ezin omen ziren erre errekontzaren hondakinak; flogistoa falta zitzaielako. Errekuntzan aireak betetzen zuen funtzio bakarra flogistoa garraiatzea zela uste zuten. *Lavoisier*, hirietako argikuntza aztertzen ari zela, substantziak airetan berotzen hasi zen 1772an. Behin, beste kimikari batzuekin batera, diamante bat erosi zuen. Ontzi itxi baten barnean eta lupa batek kontzentratzen zituen eguzki-izpien eraginaren pean ipini zuen. Diamantea desagertu egin zen eta ontzia karbono(IV) oxidoz bete zen. Diamantea ez zen erretzen. Fosforoa eta sufrea ere erre zituen eta lortutako produktuek jatorrizkoek baino gehiago pisatzen zutela ikusi zuen. Beraz airean zegoen substantziaren bat erantsi zitzaieela pentsatu zuen. Metalaren, oxidoaren eta airearen multzoak berdin pisatzen zuen ordea berotuta gero. Oxidoak pisua irabazi bazuen, aireak galdua behar zuen eta orduan ontzian hutsa sortuko zen. Ontzia ireki zuenean airea sartzen hasi zen bertan eta multzoa astunago bihurtu zen. Oxidazioa eta errekontza ez ziren flogisto-galerarenak; airearen parte baten irabazia baizik. Materiaren kontserbazioaren legeari oinarriak jarri zizkioten saiakuntza haiek.

Airea bi gasen nahastea zela erakutsi zuen horrekin *Lavoisier*ek. Errekuntza mententzen zuenari oxigeno deitu zion eta bigarrenari *Chaptal*ek 1790ean gaur ezagutzen dugun nitrogeno izenaz bataiatu zuenari berriz "azote" (bizirik gabeko). 1787an *Berthollet*, *Fourcroy* eta beste kimikari batzuekin lankidetzan *Nomenklatura kimikoko metodoak* izenburua izan zuen liburu bat egin zuen. Gaur erabiltzen dugun nomenklatura kimikoa printzipio haietan oinarritzen da oraindik ere.

Aurrerapen guzti hauen sortzaileari ordea, pekatu barkaezin bat egozten zioten antimonarkiko erradikalek. Milioi erdi bat libera inbertitu zituen behin *Ferme generale* deiturikoan bere ikerketetarako diru pixka bat irabaztearren. *Ferme generale* hori Gobernu frantsesarekin hitzarmena zuen baltzu bat zen. Gobernuak salneurri jakin bat jartzen zion honi zergak biltzeko asmoz. Salneurri hori ordainduta gero geratzen zen dirua,

baltzuaren irabazia zen. Frantzian gorroto handia zieten laborari hauei; azkeneko sosa ere zurgatzen ahalegintzen bait ziren. *Lavoisier*ek ez zuen poltsikurako gorde irabazitako dirua, baina urtebetean mila libera irabazi zituen eta hori ez zioten barkatu. Gainera 1771n baltzuko buruzagi baten alaba gazte, eder eta bizkorrekin ezkondu zen eta hori ere ez zen nonbait barkagarri.

Bestetik, *Lavoisier* Zientzi Akademiaren partaide zen 1768. urteaz geroztik eta 1780an *Paul Marat* kazetari eta sasizientzilaria erakunde horretan sartu nahi izan zuenean, *Lavoisier*ek ahalegin guztiak egin zituen *Marati* ateak ixteko, honek Akademiari eskaintzen zizkion lanak ergelkeria hutsak zirelako.

1792an antimonarkiko erradikalak boterearen jabe egin eta Frantzian Errepublika ezarri zutenean *Ferme generale*ko aurka ekin zieten. *Lavoisier* laborategia kendu zioten eta gero atxilotu ere egin zuten. Ordurako *Marat* agintari berrien artera bildua zen eta *Lavoisier* egin zioten epai lotsagarrian gezurrezko salakuntzak eginez hil zezaten eskatu zuen mendekuz.

Marat hil egin zuten 1793ko uztailan, baina kaltea eginda zegoen eta *Lavoisier* gillotinatua egin zuten bere aitagarrebarekin batera 1794eko maiatzaren 8an. Buru argi hark ez zuen merezi horrelako bukaera tamalgarria.

Iraultza pil-pilean

*Lavoisier*ez zen izan iraultza-garaiko basakeriak jasandako bakarra. Beste batzuek ere antzeko zorigaiztoa ezagutu zuten. Hauetako bat *Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat* Condorcet-eko markesa izan zen. Egia esan zientzi arazoez, matematikaz eta fisikaz, gaztaroan soilik interesatu zen; gero ekonomia politikoa, politika eta filosofia gehiago landu bait zituen. Nolanahi ere, Entziklopedian lankide izan zen.

Iraultzaren garaipenaren ondoren burges moderatuek erradikalen eragina moteldu nahi izan zuten. Erreakzio honen gidariak *Mirabeau* kontea eta batez ere *La Fayette*, amerikar iraultzan parte hartu zuena, izan ziren. *La Fayette*, *Sieyes* eta *Bailly*rekin batera *Condorcet*ek "1789ko Elkartea" fundatu zuen. Elkarte honetan aristokrazia liberaleko eta goi-burgesiako ordezkariak gailenenak bildu ziren. Moderatu hauek izan ziren Estatuaren berregituraketa burgesa gauzatu zutenak. 1791.eko urriaren 1ean bildu zen legebiltzarrean, eskuin muturrekoak eta monarkiko hutsak baztertu geratu ziren. Egin ziren hauteskundeetan gehiengo zentruko indarrek lortu zuten. Ezkerreko blokean aurkitzen ziren gazte bihozberoen buruzagietako bat izan zen *Condorcet*. Paristarren ordezkari honen talde berekoak ziren Gironde-ko departamentuko diputatuak. Horregatik girondino zeritzen ezkertiar jakobino hauei. Pariseko herriaren ideologia berdintasunzalearen aurka zeuden eta departamentuetako administrazioetan boterea zutenen eta burges negozianteen interesak defenditzen zituzten. Burgesia ilustratuaren garaipena lortu nahi zuten eta 1792tik aurrera iraultza gelditu erazten saiatu ziren. Louis XVI.ak deituta 1792an haletako batzuek ministrari izan ziren, baina gauzak ez ziren ongi joan eta erregeak kendu egin zituen, nahiz eta geroago berriz haletara hurbiltzen ahalegindu.

1792ko abuztuaren 10ean monarkia suntsierazi zuen erreboltan ez zuten parte hartu girondinoek. Monarkia eratxi bezain laster legebiltzara desegin zen eta konbentzio nazionala deitu zitzaion Biltzar berri baterako hauteskundeak egin ziren konstituzio berri bat egiteko asmoz. Abstentzioa izugarri handia, ia %90ekoa, izan zen eta iraultzaile suharrez osatutako gutxiengo batek inposatu zituen hautetsiak. Hauek monarkia abolitu ondoren errepublika sortu zuten. Biltzar horretan itzalik handienerako taldea girondinoena zen; burges ilustratuen ordezkariena, hain zuzen ere. *Montagnards* deiturikoak berriz Pariseko herri-tar soilen ordezkari ziren batipat. Bi mutur hauen artean ez batera ez bestera jotzen zuen talde bat zegoen; bere etsaiek



Marat 1793.ean

Estatu Nagusiak



peioratiboki "ur geldia" deitzen zutena.

Konbentzioaren historian hirualdi bereizi ohi dira: girondinoak nagusi izan zirenekoa, 1793ko ekainaren 2a arte, montagnard-ena handik hasi eta 1794eko uztailaren 27ra arte eta termidordarra erdiko taldeak nagusigoa izan zueneko.

Girondinoen eta montagnard-en arteko liskarrak gogorrak izan ziren Louis XVI.a gillotinararen eraman zuten prozesuan zehar. Handik aurrera girondinoen buruzagiek montagnarden eraso bortitzat jasan behar izan zituzten. *Condorcet*, girondinoen aldeko zela eta, gartzelara sartu zuten eta han pozoituta hil zen.

Esan bezala, 1789ko Elkartearen beste fundatzailetako bat *Jean Sylvain Bailly* izan zen. Astronomiaren historia landu zuen honek zientzi alorrean. *Antzinako astronomiaren historia* (1775), *Astronomia modernoaren historia* (1778-1783) eta *Astronomia indiar eta orientalaren historia* (1787) argitaratu zituen. Politikan, berriz, 1789ko maiatzaren 12an hirugarren estatuaren ordezkari bezala Pariseko lehen diputatu aukeratu izan zen, hirugarren estatuaren lehendakari izatera iritsi zen, gero Biltzar Nazionala eta baita Pariseko alkate ere, baina *Condorcet* bezala 1793an atxilotu egin zuten eta gainera heriotz zigorra aplikatu zioten.



Bukaera txarra izan zuen beste zientzilari bat, *Nicolas Leblanc* izan zen. Berez medikuntza ikasia zen, baina 1775ean Frantziako Zientzi Akademiak sodio hidroxidoa eta sodio karbonatoa sodio klorurotik abiatuz prestatzeko metodo praktikoa asmatzen zuenarentzat sari bat eskaini zuenean, lan horri ekin zion eta saria irabazi zuen, sekula jasotzera iritsi ez bazen ere. Iraultza-denboran gobernuak sodio hidroxidoa behar zuen industria kimikoak lan egin ahal izan zezan eta *Leblanc* bere metodoa ezagutzera eman erazi zion musutruk, miseria gorrian utziz. Gero 1800ean itzuli zioten fabrika, baina ez zuen dirudik hura lanean jartzeko eta etsiturik 1806an bere buruaz beste egin zuen.

Gertakari politikoek eragindako basakerien eztena bihotzaren erdiraino sartu zitzaizen zientzilarien artean, *Ampère* aipatu beharra dago. *André Mari Ampère* fisikari handia izango zenari, 18 urteko gaztea zela, 1793an Lyon-en izan zen errepresio bortitzean aita gillotinatuta zioten. Depresio sakonean sartu zen *Ampère* eta asko kostatu zitzaion zama larri hura eramatea.

Ihesa salbaidetako

Beste zientzilari batzuek ez zuten horren gaizki pasatu Iraultzaren denboraldi hura. *Coulomb*, esate baterako, gaztaroan injeneru militar izan zena, Iraultza hasi zenean Blois-eko herrira erretiratu zen bake bila eta han egin zuen lan.

Ordurako ospetsua zen bihurdurazko balantza bat asmatu zuelako. Tresna honek zuntz mehe eta zurrun batek jasaten zuten bihurduraren bitartez neurtzen zuten grabitatearen indarra. Elektrizitateko esperimenduak egiteko erabili zuen *Coulomb* balantza hau. Elektrizitatez kargatutako bi esferatxoren arteko erakarpen- eta aldarapen-indarrak neurtu zituen balantzan eragiten zuten bihurduraren bidez. Horrela, 1785ean zera frogatu zuen:



Coulomb

erakarpen edo aldarapen elektrokoaren indarra, esferen kargen biderkadurarekiko zuzenki proportzionala zela, eta beraz erakarpen elektrokoaren indarrek *Newton*ek aurkitutako grabitazio-indarren legearen antzeko lege bat betetzen zutela erakutsi zuen.

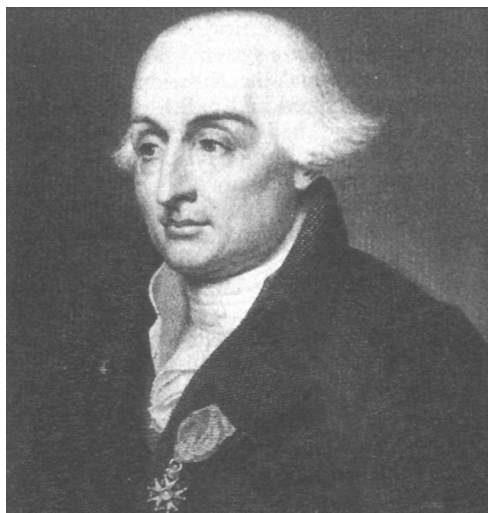
*Coulomb*i ongi irten zitzaion bada bere lanetan jarraitu ahal izateko Iraultzaren istiluetatik aldegitua. *Coulomb*en antzera, *Vauguelin* kimikaria ere ihesak salbatu zuen. 1793an eta 1794ean Izua nagusitu zenean Frantziatik alde egin zuen eta horrek gillotinarenean sorbatz zorrotzari itzuri egitea ahalbidetu ziola pentsa daiteke; liskar baten ondoren, soldadu bat ezkatutu izana egotziko bait zioten bestela.

Laplace matematikaria

Beste batzuek ihesbide bat bilatu ordez jarrera politikotan moldakor izatean oinarritu zuten bakean lan egiteko asmoa. *Laplace*rena dateke jokabide honen adibiderik aipagarriena. *Laplace* familia pobre batean jaioa zen, baina modua zuten auzo batzuek lagundu zioten gazte argi hari ikasketak egiten. Hamazortzi urte zituenean Parisera bidali zuten *D'Alembert*entzako gutun batekin, baina honek ez zuen hartu ere egin. *Laplace* ez zuen etsi, ordea, eta mekanikazko txosten bat bidali zion maisuari. Hau hain txunditua geratu zen lanarekin, non laguntza eskaini eta matematikako katedra bat eskuratzeko modua egin bait zion.

Lanean hasi eta laster *Laplace*ek *Lavoisier*ekin lan egin zuen substantzia askoren bero espezifikoak neurtzen. Substantzia bat deskonposatzeko behar den bero-kantitatea, osagaietatik abiatuz hura eraterakoan askatzen denaren berdina dela frogatu zuten bien artean 1780. an. Termokimikaren abiapuntutzat har dezakegu aurkikuntza hau.

Gero *Laplace* eguzki-sistemako gorputzen mekanika eta sistema honen egonkortasun orokorra estudiatzen hasi zen. *Laplace*ek, 1787an, ilargia lehen antzemana zeukan baino gehiago azeleratzen ari zela frogatu ahal izan zuen. Azelerazio hau lurraren orbitaren eszentrikotasuna beste planeten grabitaziozko eraginaren ondorioz txikiagotzen ari zelako agertzen zela frogatu ahal izan zuen. Azelerazio hau lurraren orbitaren eszentrikotasuna beste planeten grabitaziozko eraginaren ondorioz txikiagotzen ari zelako agertzen zela uste izan zuen. Honen ondorioz Lurrak ilargiari eragiten zion grabitaziozko erakarpena pixka bat aldatzen ari zela onartzen zen, ordurarte ez bezala, eta gainera horrek eragiten zuela ilargiaren azelerazioaren gehikuntza txiki hori. Jupiter eta Saturnoren higiduren anomalia batzuk ere estudiatu zituen, eta *Lagrange*ren zenbait



Lagrange

lanetan oinarrituz, atera zuen ondorioa bi planeten arteko grabitaziozko erakarpenak sortuak zirela izan zen.

*Lagrange*ek eta *Laplace*ek, nor bere aldetik lan eginez, bien arteko lankidetzarik izan zen arren, zenbait egitate orokortzera heldu ziren eta, adibidez, eguzki-sistemako planeten eszentrikotasun orokorra konstante mantentzen zela frogatu zuten. Horrek honako hau esan nahi zuen: planeta baten orbitaren eszentrikotasuna handituz gero besteak txikiagotu beharra zeukala oreka mantentzeko. Beste hainbeste gertatzen da edozien planetaren orbitaren ekliptikaren planoarekiko inklinazioarekin ere. Eguzki-sistemako planeten inklinazio edo eszentrikotasun guztien batura hain txikia da, non ezin planetari ez bait litzaizkioke aldatuko orbitaren ezaugarriak batura hori planeta horretan bakarrik metatuko balitz ere.

Eguzki-sistema isolatuta mantentzen zen bitartean, eguzkiaren izaera erabat aldatzen ez zen bitartean sistema horrek orain bezalaxe iraungo zuela mugagabeki etorkizunean frogatu zuten horrek.

Honela, *Laplace*ek *Newton*en astronomi lana biribildu egin zuen planetei zegokienez eta horregatik berari *Newton* frantsesa deitu izan zaio batzuetan.

*Laplace*ek 1799tik 1825era bitartean argitaratu zen bost tomoko obra handi batean bildu zuen grabitazioari buruzko teoria. Lan horrek ez zuen ia etendurarik izan, Frantzia asaldatu zuten aldaketa politikoak egonagatik eta *Laplace* batzuetan politikagintzan murgilduta ibili bazen ere.

Bere itzalak eta, dena esan beharra dago, gertakizunen arabera jarrerak aldatzeko erakutsi zuen moldakortasun ez beti hain jatorrak babestu zuten. *Napoleon*ek gobernazio-ministrari eta geroago senatore egin zuen. Gainera, Louis XVIII.a erregeztara iritsi zenean *Napoleon* jausi eta gero, *Laplace* ez zuen ondorio txarrik izan *Napoleon*-en laguntzaile izateagatik. *Haüy*ri eta *Chaptal* gertatu zitzaizkion bezala, baizik eta markes izatera heldu zen. Beste ohore batzuk ere jaso zituen, hala nola, 1785ean Zientzi Akademiko kide izendatua izatea. 1816an Akademia Frantseseko kide izendatu zuten eta 1817an bertako zuzendari.

Matematika hutsean ere lan egin zuen eta 1812tik 1820ra bitartean probabilitateen teoriari tratatu bat idatzi zuen.

Kimikariak iraultzan

Nomenklatura kimikoaren fundatzaileen artean aipatu duan *Fourcroy* kimikaria ere politikari izan zen konbentzioan, ordezko kide bezala, joera oso moderatuko artean. Honekin batera nomenklaturaren prestakuntzan lankide izan zen.

Guyton de Morveau abokatu nagusi izan zen Dijon-eko parlamentuan 1755ean, legebiltzarreko diputatu eta konbentzioaren garaian osasun publikoko Batzordearen kide.

Lehentxeago aipatu duan *Haüy* mineralogilaria, apaiza zen. Kaltzita-puska bat erori zitzaion 1781ean eta hautsi zenean zatiak laun zuzenen arabera ebakita zeudela eta plano hauek angelu konstanteen arabera elkartzen zirela ikusi zuen. Kaltzita-puska gehiago hautsi zituen eta puskek zuen jatorrizko forma alde batera utzita, zatiek beti erronboedro-forma zutela egiazatu zuen. Kristal bakoitza gaur egun zelula unitario bezala ezagutzen ditugunen ondoz ondoko gehikuntzaz osatua zela (angelu konstanteko eta alde proportzionatuko irudi geometriko konstante batzuk sortzeko) planteatu zuen. Kristalen forman agertzen ziren berdintasun eta desberdintasunak konposizio kimikoaren berdintasun edo desberdintasunei zegozkela baieztatu zuen gainera. Kristalografiaren oinarria jartzea izan zen hori.

Haüy arriskutan egon zen Frantziako Iraultzakoan apaiza zelako, baina Gobernuaren aurrean bera baino egoera hobea-



Iraultza-Batzordeko "Kapela gorria" taldeko kideak

goan zeuden adiskide batzuek salbatu zuten eta onez irten zen, *Napoleon*en garaian Historia Naturaleko museoa katedratiko izatera helduz. *Napoleon* jausi zenean bere postua galdu egin zuen. *Chaptal* medikua zen, baina kimikaz arduratu zen eta jakintzagai horretako katedratiko izan zen Montpellier-eko unibertsitatean. Kimika industriari aplikatzen ahalegindu zen bereziki eta azido sulfurikoa fabrikatzeko Frantziako lehen lantegia jarri zuen Montpellier-en. Arrakasta izugarria lortu zuen eta horren ondorioz Espainia eta Estatu Batuak saiatu ziren bere zerbitzuez baliatzeko, baina ez zuten lortu. Frantziako Iraultza hasi eta gero atxilotu egin zuten, baina gero askatu egin zuten bolbora-fabrika bateko zuzendari izan zedin. Errepublikak zientzilarien beharra izan zuen; metodo kimiko berrien garapenik gabe Frantziak ez bait zuen inguruko beste herrialdeekin zituen gerretan behar zuen bolbora guztia prestatu ahal izango. *Napoleon*en agintepean hezkuntz ministrari izan zen. Sistema metrikoa inposatzeaz arduratu zen eta gero konde egin zuten. *Napoleon* jausi zenean eta Louis XVIII. arekin monarkia zaharra berrezarri zenean *Chaptal*ek bere titulua galdu zuen, baina ez zuen beste kalterik izan.

Fourier matematikari ospetsu

Iraultza, *Napoleon*en agintaldia eta monarkia berrezarria okerrik gabe ezezik ohoreak jasoz ere pasa zuen zientzilaria bat aipatzekotan, *Fourier*en izena etortzen zait gogora. *Fourier* gaztetan, bere borondatearen kontra bazen ere, apaizgorako prestatu zen. Bere benetako asmoa armadan sartzea zen, baina joskin soil baten seme zenez ez zuen gudaritza xumea baino askoz gorago igotzeko aukerarik. Iraultzak artilleriako

ofizialeterako ikasketak egiteko parada eman zion. Matematikarako zuen erraztasunak apur bat desbideratu egin zuen ordea bere karrera militarra. Akademia Militarrean ikasketak amaitutakoan bertan matematika-irakasle izatea proposatu ziotenean, onartu egin zuen eskaintza. *Napoleon*en denboran honek Egyptora eraman zuen berarekin eta han eskualde bateko gobernadore izan zen frantsesen okupaziokoan. Matematika-alorrean aurkikuntza garrantzitsuak egin ondoren 1808an *Napoleon*ek baroi izendatu zuen. *Napoleon* jausita gero ohore gehiago jaso zituen berriz agintera heldu ziren borbondarrendandik. 1822an Zientzi Akademiako idazkari egin zuten *Cuvier*ekin batera.

1801ean Egyptotik itzuli zenean ekin zion burubelarri zientzi lanari, han gauzak oso ongi irten ez zitzaizkiolako edo, armadan jarraitzeko asmoa baztertzuz.



Joseph Fourier

Gorputz batean puntu batetik bestera beroa nola komunikatzen zen jakiteak kilikatzen zuten. Arazo aski korapilotsua zen, zeren bi puntuen arteko tenperatur diferentzia, gorputzaren bero-eroankortasuna, gorputzaren forma, etab. kontutan hartu behar bait ziren.

*Fourier*ek bere ezagutza matematiko guztien bilduma gaur egun *Fourier*en teorema deritzogunean egin zuten. Teorema honen arabera, edozein oszilazio periodiko, konplikatuena delarik ere, uhin-higidura simple eta erregularreko serietan deskonposa daiteke eta hauen baturak jatorrizko aldaketa periodiko konplexua emango du. Teorema honen bitartez *Fourier*ek ospe handia bereganatu zuen eta baita baroi titulua ere esan den bezala.

1822. urtearen inguruan *Fourier*ek bere teorema aplikatuz beroaren fluxuari buruzko ikerketa osatu zuen eta *Beroaren teoria analitiko*a izenburutzat zuen liburu batean argitaratu zuen. Hemen azaldutako teoriak iradoki zioten *Ohmi* fluxu elektrikoaz landu zuen teoria. Liburu horretan *Fourier*ek alde aurretik erabakitako unitate-sistema bat erabiltzeko premia aldarrikatu zuen eta horrekin dimentsioen analisiari hasiera eman zion.

Cuvier zoologoa

*Fourier*ekin batera Zientzi Akademiako idazkari izendatu zuten *Cuvier* ere ospe handiko zientzilari izan zen eta kargu inportanteak eman zizkioten garai desberdinetan.

Hugonote-familiakoa izaki, Louis XIV.ak tolerantzia bertan behera utzi zuenean Suitza-ra alde egin beharrean aurkitu zen sendikoekin batera. Bere bizitza osoan protestante ekintzaile izan zen, baina ohore handiak jaso zituen Frantzia katolikoan eta era desberdinetako gobernuak agintean egonik. European inork itzalik bazuen, zientzian eta bereziki biologian, hori *Cuvier* zen.

Gaztetan apaizgora bideratu zuten, baina aristokrazia frantseseko familia batean tutoretza-lanetan ari zela zientziak interesatzen hasi zen.

1795ean ikertzaile-postu bat lortu zuen Pariseko Historia Naturaleko Museoan. Arrakasta handia izan zuenez, Institutu Nazionaleko zientzia fisiko eta naturaletako idazkari iraunkor bihurtu zen.

Museoan ziharduela anatomiaz eta batipat bizidunen anatomia konparatuaz interesatu zen eta baita jakintzagai honetan goimailako leku bateraino igo ere. Gorputzaren atal desberdinen arteko erlazioak hain garbi ulertzen zituen, non zenbait hezur ezagutze hutsarekin, esate baterako, gai bait zen

besteen forma igartzeko eta are animalia osoa ezari-ezarian birrosatzeko ere.

Dohain hau zenbateraino zeukan barneratua erakusten duen pasadizo bat kontatzen dute *Cuvier*ez. Behin batean bere ikasletako batek izutu egin nahi izan omen zuen eta horretarako beste lagun batzuekin joan omen zen *Cuvier*en logelara gau beltz batean deabru jantzita. Esnatu omen zuen eta esan omen zion: *Cuvier, Cuvier, zu jatera etorri naiz Cuvier*ek begi bat zabalduz lasai asko erantzun omen zion: *Adarrak eta apoak dituzten izaki guztiak belarjaleak direnez, nekez jango nauketa berriro lo hartu omen zuen.*

Taxonomi arazoez arduratu zen *Linne*oren sistema hedatuz eta hobetuz, *Cuvier*ek lau tipotan banatu zituen animaliak. Ornodunak, moluskuak, artikulatuak eta erradiatuak ziren lau tipo hauek. Saillkapen hau egiteko, animaliaen gorputzaren barne-egitura izan zuen batipat kontutan eta ez kanpoko itxura. Gaur egun erabiltzen den saillkapena konplikatuagoa bada ere, *Cuvier*enean funtsatua da. *Candolle* zeritzon bere lankide gazteago batek landareen saillkapenean aplikatu zituen printzipio haiek eta *Jussieu*ren lana osatu zuen.

Cuvier izan zen saillkapen-sistema fosiletara hedatu zuena. 1796an elefante-tipokoa zirudien fosil bat estudiatzen hasi zen. 1812an narrasti hegodun baten fosila erakutsi zuen. *Pterodactylus* deitu zion (hego-hatza) haren hegaletako mintza hatz handi batean zehar hedatzen zelako. Aurkikuntza hauengatik *Cuvier* paleontologiaren aitagoitzat hartzen da. *Cuvier*en akatsik handiena Genesi-ko hitzak literalki interpretatzeko zale-tasuna izan zen. Begien bistan zeuzkan fosilak oso zaharrak behar zutela izan oso harri-geruza sakonetan lurperatuta aurkitzen zirenez. Garbi zegoen, bestalde, fosila zenbat eta sakonago egon eta harria zenbat eta zaharrago izan, orduan eta alde handiagoa zuela fosilaren egiturak gaur egun ezagutzen diren bizidunekiko. Guri nabaria iduri dakiguke horren ondorioa teoria eboluzionista bat formulatzea zela eta. *Lamarck* batek horixe egin zuen, baina *Cuvier* antieboluzionista porrokatua zen. Fosilei eta hauek erakusten zuten denboran zeharreko gradazioari esplikazio bat bilatzeko *Bonnet*en katastrofismoan oinarritu zen. Lurbira osoa aldizka uholdepean geratua zela eta uholde hauetako bakoitzaren ondoan bizi-forma berriak sortuak zirela zioen. Azkeneko hondamendia Genesian deskribatzen den uholde handia izango litzateke bere ustetan eta horrela espezie batzuek Jainkoak babestu zituelako iraungo zuketan. Honela, harri-geruzen azterketaren bidez frogatua zen Lurraren zahartasun handia ez legoke Genesiarekin kontraesanean; Biblia azken hondamendiaz geroztiko aroaz (hots, gizakiari bere salbamenerako axola zitzaion aroaz) besterik ez bait litzateke arduratuko. *Napoleonek* 1808an Frantzian hezkuntzak zuen maila aztertzeke mandatua eman zion. Garai honetan agintetik horren hurbil ibili arren, zuen itzalari esker, borbondarren dinastia berrezarri zutenean inortxok ez zuen txintik ere atera *Cuvier*en aurka eta aitzitik haren jakintzaz baliatu ziren. Unibertsitate Inperiala izana zeneko errektore izendatu zuten eta Louis XVIII.aren gobernuko kide ere izan zen.

1824ean Charles X.a (Louis XVIII.aren anaia erreakzionario hutsa) erregetzara heldu zenean, *Cuvier* baztertuta geratu zen. 1831an, ostera, Charles X.a erbesteratu eta Louis Philippe errege jarri zenean, honek baroi egin zuen *Cuvier* eta hurrengo urtean Barne-ministrari izateko hautatu zuen, baina ez zen postu horretan hasiera ere iritsi; lehenago hil bait zen.

*Cuvier*ek bezala *Linne*oren lanarekin zerikusia izan zuen garai hartako beste zientzilari frantses bat ere aipa dezakegu: *Philippe Pinel* medikua hain zuen ere. *Pinel*ek Tolosako Unibertsitatean medikuntz titulua lortu zuen 1772.an. *Linne*oren ideietan oinarrituz eritasunak saillkatu nahi izan zituen. Ez zuen



Cuvier



Eroetxea. Goiaren koadroa

deus garbirik atera, baina lan horri esker eritasun mentalez arduratu zen.

Ordundaino eroak deabruaren menpean zeudela uste zen eta ez zieten ezoin tratamendu aplikatzen. Gehienez ere bihurritzen baziren giltzapean sartzen zituzten. Eroetxeak bel-durgarriak ziren eta ez gaixoek behar zuten sendabidea emateko leku egokiak. *Pinelek* egoera hori aldatu egin nahi zuen eta burua galdutakoei gorputzeko eritasunak zituztenei bezala tratamendua jarri behar zitzaizela defenditzen zuen. Frantziako Iraultzak tradizioak hausteko jarrera berriarekin bere asmoa betetzeko aukera eman zion. 1793an eroetxe bateko zuzendari izendatu zuten. Berehala hasi zen historialak biltzen eta lan sistematikoa egiten. Kosta zen bere metodoak aintzakotzat hartzea, baina mende-erdi baten buruan medikuntzan sarbidea izan zuten eta *Freuden* lanekin heldutasunera iritsi ziren.

Lagrange matematikaria

Ez nuke lantxo hau frantsesa ez izanik ere Frantziako Iraultzaren garaian herrialde honetako gertakizunak bertatik ezagutu zituen *Lagrange* handia aipatu gabe amaitu nahi.

Lagrangeren arbasoak frantsesak ziren, baina Italiako Piemonte-n jaioa eta hazia zen. Oso gaztetandik matematikarako zaletasun handia agertu zuen. Hamazortzi urterekin geometri irakasle zen Torino-ko Erret Artileri Eskolan. Gero Torinoko Zientzi Akademia bihurtuko zen eztabaidarako mintegi bat sortu zuen hiri honetan. Garai hartan Berlin-eko Zientzi Akademiako zuzendari zen *Eulerek* balio handia aitortu zien *Lagrangeren* lanei.

1766an Euler San Petersburg-era joan zen Errusiako Katalina Haundiak deituta eta handik berak eta *D'Alembertek* eman zituzten gomendioak aintzakotzat hartuta, *Lagrange*, berrogei urterekin, Berlin-eko Zientzi Akademiako zuzendari izendatu zuten. *Lagrangek* Galileoren lanei segida eman zien mekanikaren sistematizazioari zegokionez. Aldakuntzen analisisiaz baliatuz, mekanikako problema guztiak ebazteko balio zuten ekuazio orokor batzuk asmatu zituen.

Astronomian, berriz, *Newtonek* planteatuta soilik utzi zuen problema orokorrari aurpegi eman zion. *Newtonek* unibertsoan bakarrik zeuden bi gorputzentzat planteatu zuen grabitazio unibertsalaren legea, baina, jakina, eguzki-sisteman bertan askoz gehiago daude. Egia da Eguzkiaren eragina beste guztiena baino handiagoa dela, baina beste gorputz txikiagoek ere baztertu ezin diren eragin txikiagoak ezartzen dituzte. Lurrak Ilargiak eta Eguzkiak edota Jupiterrek eta bere lau ilargiek osatzen dituzten bi gorputz baino gehiagoko sistematiko higidurei matematika apliartzeko prozedura bat asmatu zuen *Lagrangek*. Lan honegatik bost aldi desberdinetan jaso zituen sariak Frantziako Zientzi Akademiarengandik. Fredrich II.a Prusiakoa hil ostean Parisera joan zen 1787an. Han *Maria Antonietak* bere ingurura eraman zuen. Erret familiaren adiskide handia izan arren ez zioten eraso; errespetu handia ziotelako batetik eta atzerritarra zelako bestetik.

Iraultzak zientziari azken zerbitzu bat eskaintzeko parada eman zion. 1793an pisu- eta neurri-sistema berri bat estudiatuko zuen batzorde baten zuzendari egin zuten. Batzorde honen lanen ondorioz sistema metriko hamartarra jaio zen.

Antzinako neurriek bi alderdi txar zituzten: batetik, izen bereko unitateen balioa desberdina izaten zen lekutik lekura eta unitateen azpimultiploak ez ziren hamartarrak izaten bestetik.

1670ean *Nouton* abateak meridiano-gradu baten minutuaren luzera patroitzat hartzea proposatu zuen. Royal Society-ko kideek, berriz, luzera-unitatetzat segundo bateko periodoa duen penduluaren luzera hartzea pentsatu zuten.

Azkenik 1790ean *Talleyrandek* Biltzarrak bateratze-proiektu bat onar zezan lortu zuen.

Frantziako Zientzi Akademiak, esan bezala, *Lagrangeren* zuzendaritzapean *Bordak*, *Laplacek*, *Mongek* eta *Condorcetek* osatutako batzorde bat izendatu zuen asmo hura betetzeko. Honek metroa lurraren meridianoaren koadrante baten hamar milioiren bezala defini zedin proposatu zuen. Oinarri hau definitzeko Dunkerke eta Bartzelonaren arteko latitude-diferentzia neurtu behar izan zuten eta azkenik 1795ean Frantzian onartuta geratu zen sistema metriko hamartarra.