

# NEWTON

# ETA BERE GARAIA

L. M. Bandres Unanue

**G**ALILEOREN heriotza-  
ren eta Isaac Newton-  
en *Principia* izeneko  
lanaren argitalpenaren  
artean, berrogeitalau  
urte baino ez dago. Hala ere, hain  
epe labur horretan zientziaren  
giroan aldaketa ikaragarria eragin  
zen. Alde batetik, zientzia esperi-  
mentalaren *filosofia berria*, iker-  
tzaile sendoen eskuetan lanabes  
errespetagarri izatera heldu zen,  
eta bestetik, jarrera berri honek as-  
makuntza, lorpen eta teoria eman-  
kor asko sorterazi zuen. Torricelli,  
Pascal, Guericke, Boyle eta Mariot-  
ttek egindako lanek adibidez,  
pneumatika eta hutsari buruz, ba-  
tez ere; Descartesek geometria ana-  
litiko eta optikari buruzkoak; Huy-  
gens-ek astronomiari eta indar  
zentripetuari buruz (bere pendulu-  
erlojua asmatu eta argiari buruz-  
ko idazlanak ere egin zituen); tal-  
kari buruzko legeak ezarri ziren  
John Wallis, Christopher Wren eta  
Christian Huygensen lanen bitartez,  
Hookeri lan osoak (elastikotasunari  
buruzkoak barne), etab. Guzti hori  
medio XVII. mendeari *jeinuen men-  
de* deitu izan zaio.

Zientzizigizonak ez zeuden isola-  
turik. Zientzilari guztiak bapatean  
*filosofia berriaren* jarraitzaile bihur-  
tu ziren ezin esan bada ere, urte-  
tik urtera gero eta gehiago hasi  
ziren ildo honetatik abiatzen. In-  
galaterran, Frantzian eta Italian  
zientzi elkarteak osatu ziren. Ho-  
rietakoa da, orain baino lehen esan  
dugunez, 1662.ean Londresen sor-  
tutako *Royal Society*. Sozietate  
hauetako bazkideek bilerak maiz  
zituzten, lan egiten zen, eztabai-



Isaac Newton

datu egiten zen, idatzi egiten zen...  
Talde bezala beren lanentzat la-  
guntza eskatzen zuten, arerioen  
erasoen aurka borrokatzen zuten  
eta argitalpen zientifikoak irakur-  
tzea ikaragarri hedatu zen. Zientzia

ongi bereizitako iharduera izatera  
iritsi eta izugarri garatu zen.

Garapen handi horren oinarrian  
aldaketa sozialak, politikoak eta  
ekonomikoak bazeuden ere, ondo-  
ko hiru faktore hauek garrantzi

handiagoa izan zuten: zientziaren-ganako jakingura handiko gizon trebeak egoteak, problema ondo mugatu eta formulatzeak eta lanabes esperimental eta matematikoak eskuratzeko.

Gizon trebe eta jakingura handikoak nonnahi agertzen ziren. Bartzuk, Newton adibidez, heziketa onekoak ziren eta unibertsitate ospetsuetan aritzen ziren. Beste bartzuek, Wren edo Hookek esaterako, beren ohizko ogibidetik at denbora atera behar izaten zuten ikerkuntza zientifikoaz arduratzeko. Bestetik, bat edo beste (Boyle adibidez) bazen etxean nahikoa dirua zuelako nahi zuena egin zezakeena.

Galileok problemak behar bezala formulatzeko markatutako bidea ezaguna zen. Bere lanari esker, ekintzen munduko behaketek eta esperimenduek beren uzta ematen zuten. Gehienek behaketak eta indukzioa onartzen zituzten. Galileok, hipotesi ausartak dedukzio matematikoarekin uztartuz eman zezaketen frutua argi utzita zeukan. Introspekzio antzuak eta dogmen itxurarekiko morrontzaz jarrera mesprezagarriak, zientziaren alor guztietan izan zuen bere oihartzuna. Platonen antzinako galderak (*planeten itxurazko higidurak adierazteko higidura uniforme eta ordenatutako zein hipotesia egin behar da?* zioenak, alegia) zientzia berriaren ez zuen tokirik. Aldiz, XVII. mendean fisikarien artean zeuden kezka handienak beste bi hauek ziren: *Ikusten diren planeten ibilbideak adierazteko zein indarrek eragiten die?* eta *Aristotelesen grabitazioari buruzko teoriaren porrota ikusi ondoren, nola adieraz dezakegu Lurraren grabitazioa?*

**Isaac Newtonek lanerako erabiltzen zuen gelako xehetasuna. Bertan Newtonek sortu zuen teleskopioa ikusten da.**



Lanabesak, matematiko nahiz esperimentalak, heldutasunera iritsi ziren. Matematika fisikaren munduan asko erabili zen eta bi alor hauek elkar ongarrituz uzta ederrak eman zituzten. Gizon bereberek (Descartes, Leibniz edo Newtonek) bi alorretan egiten zituzten beren aurkikuntzak. XVII. mendean ezarritako geometria analitikoak eta kalkuluak gaur egun ere beren bidetik doaz. Teleskopioak, mikroskopioak edo huts-ponpak bi atal berri eta zabal ireki zizkiten zientziari: ikusitako fenomenoak zehatz neurtzeko premiak tresna berriak asmatzea ekarri zuen. Baita zientzilarien eta lanabesegileen artean gaur egun ere irauten duen zubi emankorra ezartzea ere.

Newton giro honen erdian etorri zen mundura. 1643.eko Eguberri egunean Ingalaterrako Woolsthorpe izeneko herrixkan ikusi zuen argia lehen aldiz. Mutil lasaia zen eta aparatu mekanikoak konpontzea eta egitea gustatzen zitzaion. Matematikarako ere dohai berezia zuen.

Cambridge-ko Trinity College-ra joan zen estudiantzera eta ikasle

eta langile azkarra zela frogatu zuen bertan. Hogeitalau urte zituenarako matematikaren arloan garrantzi handiko lorpenak eginak zituen: binomioaren teorema eta kalkulu diferentziala. Optikan kolorearen teoria eta mekanika ere landu zituen. Aldi honi buruz, Newtonek geroago honakoa idatziko zuen:

*Eta urte berean Ilargiaren orbitaraino hedatzen zen grabitateari buruz hasi nintzen pentsatzen eta... Keplerren erregelari oinarriturik, planetak beren orbitetan mantentzen dituzten indarrek biratzen duten zentrurainoko distantzien karratuarekiko alderantziz proportzional izan behar zutela ondorioztatu nuen. Horregatik, Ilargia bere orbitan mantentzeko behar den indarra Lurraren gaineko grabitate-indarrarekin alderatu nuen eta berarentzat nahikoa emaitza zehatza aurkitu nuen. Guzti hau izurritea izandako 1665 eta 1666. urteetan egin nuen, zeren egun haietan asmakuntzarako sasoirik onenean bait nengoen eta matematikari nahiz filosofiari (zientzia fisikoari) buruz (geroago hain ongi egingo ez banuen ere) hausnartzen nuen.*

Dirudienez urte haietan Newton Cambridge-ko unibertsitatea utzi eta bere Woolsthorpeko etxean aritzen zen bere kabuz lanean. Bertan higiduraren lehen bi legeen ideia argi garatu zuen; baita azele-



**Londres. Isaac Newtonen garaiko grabatua.**

**Zientzi Akademiaren fundazioa erakusten duen pintura.**

razio zentripetuaren formula ere, baina azken honi buruz Huygensek formulazio baliokidea agertu ondoko urte batzuk iragan arte ez zuen ezer esan.

Garai hartan, dirudienez, oinarritu zen sagarra erortzearen ipuina. Newtonen lagunak, Stukely-k, hari buruz idatzi zuen biografian dioenez, behin batean Newtonekin lorategian kikara bat te sagarrondo batzuen azpian hartzen ari zirelarik honek hauxe esan omen zion: *Hau bezalako egoeran lehen aldiz bururatu zitzaidan grabitazioari buruzko kontzeptua, eserita pentsatzen ari nintzela sagar bat erori zenean.*

Cambridgera itzuli ondoren, Newtonek izugarrizko ospea lortu zuen eta han izandako matematika-irakaslea jubilatu ondoren, bere postua eman zioten. Egindako lanak Royal Society-n argitaratu zituen; optikari buruzkoak batez ere. Baina, bere *Argiari eta koloreei buruzko teoria* izenekoa 1672.ean argitaratu zenean, arerioekin eztabaida mingarria eta zakarra izan zuen eta, bestalde, bere nortasuna hain herabeti eta umila zenez, gehiago ezer ez argitaratzea erabaki zuen. Bertrand Russell-ek honakoa esaten zuen: *Newtonek Galileok adinako zailtasunak izan balitu, segurua asko berak idatzitako lerrorik ez genukeen ezagutuko.* Newton, orduan, bere hasierako ortze-mekanikaren lanetan murgildu zen batez ere. Planeten higidura fisikaren atal bat bezala ere aztertu zuen. 1684.ean, bere lagun Edmond Halley-k Wren eta Hookerekin zeukan eztabaida bat zela eta, la-



guntza eskatu zion Newtoni. Eztabaida hartako gaia ondokoa zen: Gorputz batek Keplerren legeen arabera orbita eliptikoan higitzeko jasan behar duen indarrak nolakoa izan behar zuen. Newtonek bai arazo hau eta bai beste asko aspalditik zehatz ebatzita zeuzkala esan zion. Orduan Halleyk bere laguna zeuzkan lan guzti haiek ordenatzen eta argitaratzen bultzatu zuen. Bi urte geroago eta lan ikaragarria egin ondoren, bere *Principia* izeneko obra itzela argitaratzailearen esku zegoen. 1687.ean argitaratu zen eta argitalpen hark Newtoni inoiz izan den zientzilari handienetakoaren ospea eman zion.

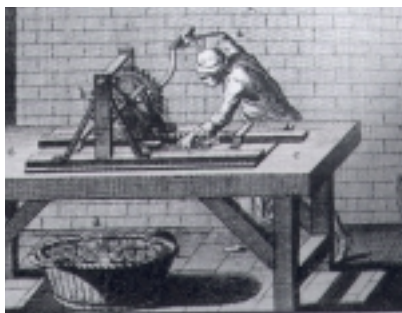
Urte gutxi batzuk geroago, Newtonek, bere osasuna beti kaxkarra zela eta, depresio bat izan zuen. Sendatu ondoren eta hogeitama-bost urte geroago bere heriotza heldu arte, ez zuen garrantzi handiko beste aurkikuntzarik egin, eta bere hasierako ikerketari buruz (beroari eta optikari buruz) arduratu zen. Egunetik egunera gero eta gehiago murgildu zen teologian. Urte haietan ohore franko izan

zuen: 1699an Moneta-Etxeko Zaintzaile izendatu zuten (metalen kimitikan trebea zelako). Gero, bertako arduradun nagusi, eta Ingalaterrako moneta-zirkulazioaren berrantolaketa lagundu zuen. 1698 eta 1701.ean Parlamentuan bere unibertsitateko ordezkari izan zen. 1705ean Zaldun izendatu zuten. 1703.etik bere heriotza arte, 1727. urterarte, Royal Society-ko lehendakari izan zen. Westminsterreko abatetxean dago hilobiratuta.

### **Principia**

Liburu honen (beharbada fisikaren historiako liburu ospetsuenaren) sarreran, bere eskema laburra agertzen da:

*Antzinatik (Papus-ek zionez) fenomeno naturalak ikertzeko mekanika izeneko zientzia garrantzi handienetakotzat hartu da, eta modernoak, forma substantziala eta ezkutututako koaliteteak arbuiauz, Naturako fenomenoak lege matematikoei lotzen saiatu dira, baina nik lan honetan matematikak erabili ditut filosofiarekin (gaur zientzia fisikoa esango genukeenarekin) erlazionatzen diren heinean..., zeren filosofiaren helburuak hauxe izan behar bait du: higidura-fenomenoetan oinarriturik Naturaren indarrak ikertzea (indukzioz) eta hauetatik abiatuz, beste fenomenoak frogatzea (dedukzioz). Helburu honetara zuzenduta daude lehen eta bigarren liburuen proposamen orokorrak. Hirugarren liburuan, honen adibide bat ematen dut munduaren sistema*

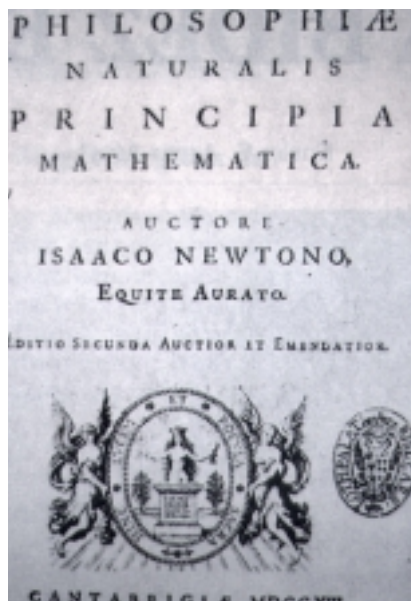


**1699an Moneta-Etxeko Zaintzaile izendatu zuten. Gero bertako arduradun nagusi. A makina txanpongilea. B akabera emateko makina.**

adieraziz; lehenengo liburuetan matematikoki frogatutako proposamenen bitartez, hirugarrenean (ortze-fenomenoetan oinarrituta) gorputzek Eguzkiarekiko eta beste planetekiko dauzkaten indar grabitatorioak ondorioztatzen ditut. Beraz, indar hauetan oinarriturik matematikoak diren beste proposamenen bitartez planeten, kometen, Ilargiaren eta itsasoen higidurak ondorioztatzen ditut.

Lanari hasiera emateko definizio-multzoko bat egiten du: masa, higidura-kantitate, inertzia, indar eta indar zentripetuarena. Gero espazio absolutuaz eta erlatiboaz eta denboraz eta higiduraz arduratzen da.

Berehala, eta oraindik bere *Principiaren* sarrerako atalean, Newtonek higidurari buruzko bere hiru lege ospetsuak ezartzen ditu; baita bektoreen osaketa-oinarriak ere. I. liburuan, *Gorputzen higidura* izena daukanean, lege hauek astronomia teorikoaren zenbait problematan erabiltzen ditu. Beste erabilpen bat argiaren izaera gorputzularra plazaratzea da: Newtonek gainazalek zatiki txikien gainean isladatzean eta errefraktatzean duten eragina aztertzen du. II. liburuan, *Gorputzen higidura bitarte erresistikorretan* izenekoan, helburua dirudienez honakoa da: Descartesen bortitze-eredua ez dela planetetan ikusten diren higidurak adierazteko gai, baina horrekin batera, fluidoen propietateei buruz teorema eta burutazio batzuk adierazten ditu. III. liburuan, *Munduaren sistemak* izenekoan, I. liburuan lortutako emaitzak erabiltzen ditu planeten higidurak eta beste zenbait grabitate-fenomeno (hala nola mareak) adierazteko. Liburu hau *Arrazonamenduaren erregelak filosofian* atalarekin hasten da. Bertan, zientziaren garapenean guztiz garrantzitsu izan diren lau erregela ematen dizkigu. Hauetan



**Newtonen Principia lanaren bigarren argitalpena.**

Newtonek Naturaren uniformetasunean zeukan fede sendoa ikus daiteke eta zientzilariek hipotesiak egiteko laguntza ematen diete. Lau erregelak hauexek dira:

I. erregela: *Gauza naturalentzat ez dugu beste kausarik onartu behar, beren itxura adierazteko erreal eta nahikoa (biak batera) dena baino.*

*Honi buruz filosofoek Naturak ez duela ezer alferrik egiten diote eta gauza bat are eta alferrikagoa da erabilpen txikia duen heinean. Natura, bada, sinpletasunean dago harro eta gehiegikeriazko kausen ponpak ez dio ezer egiten.*

II. erregela: *Beraz, efektu natural berdinei, ahal den neurrian, kausa berdinak leporatu behar dizkiegu.*

*Adibidez, gizon baten eta animalia baten arnasketa; Ameriketako eta Europan harrien erorketa; gure sukaldeko garraren argia eta Eguz-*

*kiarena; argiaren islada Lurrean eta planetetan, kausa berekoak dira.*

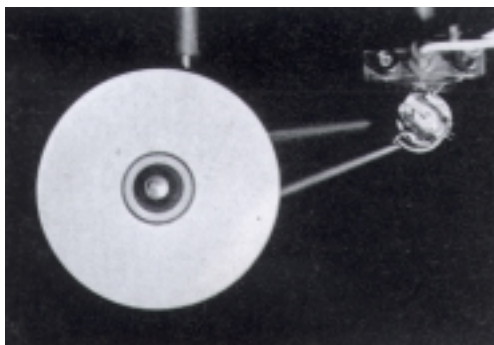
III. erregela: *Gure esperimentuen ikerketetan beren intentsitatea handiagotzea edo txikiagotzea onartzen ez duten gorputzen koaliteteak, edozein izanik, gorputz guztietan baldin badaude, gorputz guztien koalitete unibertsal gisa kontsideratu behar dira.*

*Gorputzen koalitete guztiak esperimentuaren bitartez bakarrik ezagutzen ditugu ... , ametsen truke ezin dezakegu esperimentuen nabaritasuna baztertu ... ; Natura sinple eta berarekiko beti ados egoten dago ohituta. Gorputzen hedadura jakiteko, gure zentzuak baino beste biderik ez daukagu, eta ez gara gorputz guztietara heltzen. Baina, atzematen dugun guztietan hedadura ikusten dugunez gero, gainerrako guztiei ere atxekitzen diegu ....*

IV. erregela: *Hipotesiak pentsatzerik izan arren, fenomenoetan oinarrituta indukzio orokorrez ondorioztatzen ditugun proposamenak (beraiekin bat ez datozen beste fenomeno batzuk gertatu arte) zehatzak edo ia egiazkoak direla kontsideratu behar ditugu.*

III. liburua bukaeran metodo zientifikoan oso garrantzi handia izan duen *General Scholium* izeneko atala dago. Bertan unibertsoko materia-puska guztien artean grabitazio-indar unibertsala badagoela onartuz munduaren sistema adieraz daitekeela ondorioztatu ondoren, Newtonek indar horren kausa non datzan ezin duela adierazi aitortzen du, eta argi eta garbi ikusten ez den inongo hipotesi artifizialik egin gabe, bere zintzotasunaren lekuko esaldi famatu hura esan zuen: *Hypothesi non fingo*, hau da *Nik ez dut hipotesirik asmatzen.*

XVIII. mendearen lehenengo erdian Newtonen *Principiaren* ondorioak beste zientzietara eta filosofiarara ere estrapolatu ziren. Munduaren ikuspegi mekanikoa zabaldu zen eta honen arabera gizakiaren adimena fenomeno guztiak adierazpen mekaniko batez ulerterazteko gai zen. Eritzi hau batez ere filosofoek garatu zuten eta ondorio izugarriak izan zituen ekonomian, erlijioan eta teoria politikoan. Newtonen arrakastak gerorago etorriko zen Arrazoi-Aroko ideia eta metodoetan eragin handia izan zuen.



**Newtonen kolorearen teoria lantzeko asmatu zuen diskoa.**