

# MUGARRI BAT: GALILEO GALILEI

L. Bandres Unanue

**G**ALILEO Galilei (1564-1642), zientzia modernoaren sorrerako gatazka-  
ren ikur handienetakoa, Pisan (Italian) jaio zen 1564ean; Shakespeare jaio zen urtean eta Michael Angelo hil zenean, alegia. Bere aita Florentziako noblea zen, baina diru gutxikoa. Beregandik poesia, musika nahiz klasi-  
koenganako joera hartu zuen Galileok. Mekanikarako zaletasuna oso goiz piztu zitzaion. Pisako unibertsitateko medikuntz ikasle zenean, pultsazioak zehatz neurtzeko tresna bat asmatu zuen. Dirudie-  
nez, garai hartako handiki edo jakintsuen eritzi aldaezinen aurkako jarrera bortitza hartu ohi zuen Galileok.

Euklides eta Arkimedesen lanak irakurrita, medikuntzatik fisikara iragan zen eta arlo honetan bere dohai handiak laster nabarmendu zitzaizkion. Nahiz eta unibertsitate-  
tik ikasketak bukatu gabe alde egin, 26 urterekin matematika-irakasle izendatu zuten Pisako unibertsitate berean. Lehen aipatutako jarrerarekin segitu zuen aurrera. Fakultateko ohizko janzkeraren aurka altxatu zen, olerki satiriko bat idatziz; *Toga erabiltzearen aurka* izenekoa, hain zuzen. Bere lan-  
kide gehienek eritziari eraso zien; haietako gehienak Aristotelesen jarraitzaileak, dogmatikoak eta itxiak bait ziren, hots, *egia osoaren* jabeak.

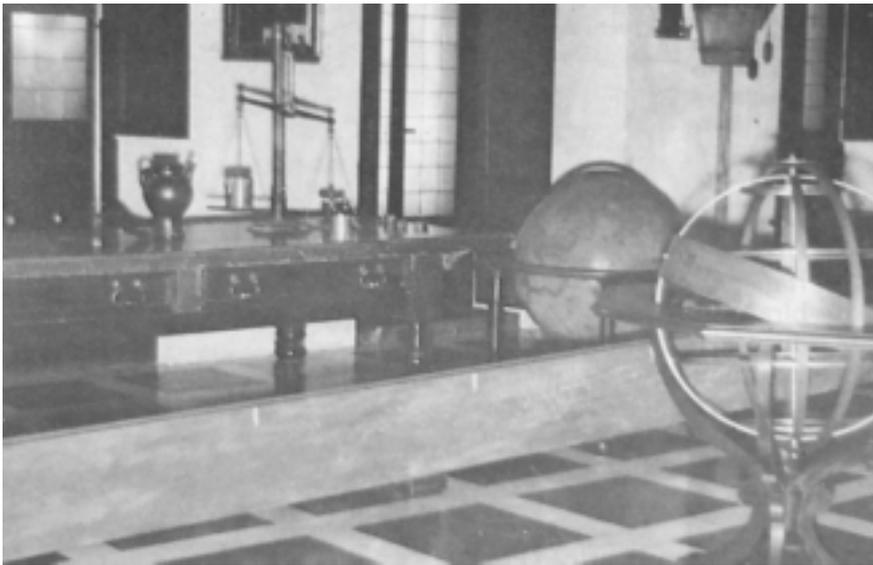
1590.aren inguruan Galileok, Pisan zegoelarik, pisu desberdinen abiadurak ikusteko saiakuntza publikoa egin omen zuen. Horretarako Pisako kanpandorrera igo eta

**Galileo Galilei (1564-1642), zientzia modernoaren sorrerako gatazkan ikur handienetakoa.**



pisu batzuk erortzen utzi omen zituen. Ez dakigu benetakoa ala kondaira den, baina hain zabaldua dagoenez eta Fisikaren mugarri bezala onartzen denez gero, ez da alferrikakoa izango bere azkenetako ikaslemin baten (Vincenzo Vivianiren) lerro batzuk hona ekartzea: *Berari (Galileori) efektu naturalen ikerketarako higiduraren izaera erreala ezagutzea beharrezkoa zela iruditu zitzaionez gero, higidura aztertzeari ekin zion erabat. Eta orduan, filosofo guztiak nahastuz,*

*garai hartararte ongi eta zalantzagabekotzat kontsideratzen ziren higiduraren izaerari buruzko Aristotelesen eritzi asko oker zeudela frogatu zuen. Besteak beste, izaera berdineko baina pisu desberdineko gorputz higikorren abiadurak inguru berean higitzean pisuen proportzioarekin ez daukala zerikusirik (Aristotelesek baietz zioen); denak abiadura berdinez higitzen direla baizik. Eta hori beste irakasleen, filosofoen eta bere ikasle guztien aurrean Pisako kanpandorretik*



**Galileok bere lanetan erabili zuen zenbait tresna.**

*behin eta berriz egindako esperimentuen bidez frogatu zuen.*

1591.ean Galileoren aita, seme-alaba asko utziz, hil egin zen. Pisako Galileoren soldata ez zen oso oparoa eta bere irakasle-postua, eskuarki, hiru urteko epea bukatu ondoren ez zioten berari emango; Aristotelesen aurkako erasoak zirela eta, etsai asko bait zuen. Zorionez, beste kontratu bat lortu zuen Paduan eta bertan soldata hobeaz eta giro erosoagoan hamazortzi urte iragan zituen. Bere emazteak, Marina Gambak, hiru

seme-alaba eman zizkion, baina 1610.ean Galileo bere sorterrira (Florentziara) itzuli zenean, emaztea utzi egin zuen.

Paduan, Veneziako errepublikan, Galileo astronomiari buruzko lanak egiten hasi zen. Kopernikeren sistema onartzen zuenaren froga 1597an idatzitako bi eskutitzetan daukagu. Horietako batean, Keplerri idatzitakoan, Galileok urtean zehar Kopernikeren aldekoa izan zela aitortzen zuen eta Lurraren higiduraren alde argudio fisiko batzuk aurkitu zituela ere bai. Dena dela,

Keplerren lanari arreta gutxi eskaini zion eta ohizko zirkunferentzien ordez Keplerren elipseak ez zituen onartu.

1609an Galileok Holandan baten batek urrutiko objektuen irudia akoplatutako bi lenteen bitartez handiago eta hobeto ikustea lortu zuela jakin zuen. Horretan oinarriturik, bere teleskopioa eraiki zuen eta ortzera zuzendu. Veneziako agintariei hirira hurbiltzen ziren untziei begi hutsez ikusi aurretik bere tresnaz nola antzeman erakutsi zien. Aurrerapen hura zela eta, Galileori irakasle-postua betirako eta askoz soldata hobeia eman zioten.

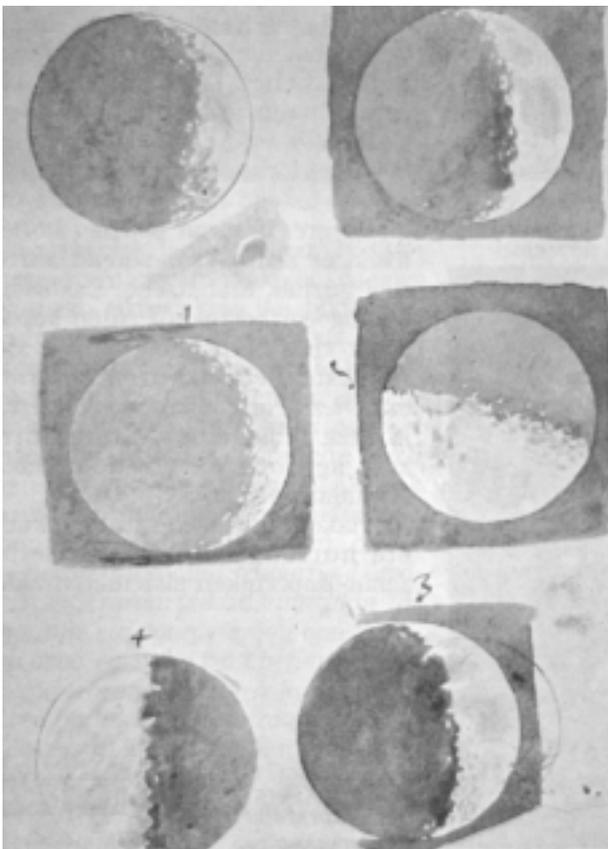
Hala ere, Galileok herrimina zeukan. Bere *Sidereus Nuncius* izeneko liburua (*zerutar mezularia* gutxi gorabehera, teleskopioaz egindako lehen aurkikuntzen historia) Toskanako Duke Nagusiari, Cosimo Medici-ri, eskaini zion eta Jupiterren aurkitutako sateliteei *medicitar izar* deitu zien. Horrela dukearen laguntza lortu nahi zuen bere ikerkuntza beste inongo konpromezurik gabe finantzatzeko.

Bere Toskanara itzulita, 1610.ean Duke Nagusiak egindako eskaintza oparo baten ondoren Gorteko matematikari eta filosofo izan zen. Bertan bere heriotza arte (1642. urterarte hain zuzen, 78 urte zituela) Galileoren bizitza etengabeko lanaren historia izan zen: ikerketak, irakaskuntza, idazketa, etab., nahiz osasunaren nahiz familiaren aldetik zailtasunak eta bere arerioen aldetik gatazkak jasane behar izan.

### Galileo eta astronomia

1610.ean Galileok lehen esandako *Sidereus Nuncius* liburuska argitaratu zuen. Bertan teleskopioaz egindako aurkikuntzen berri ematen digu:

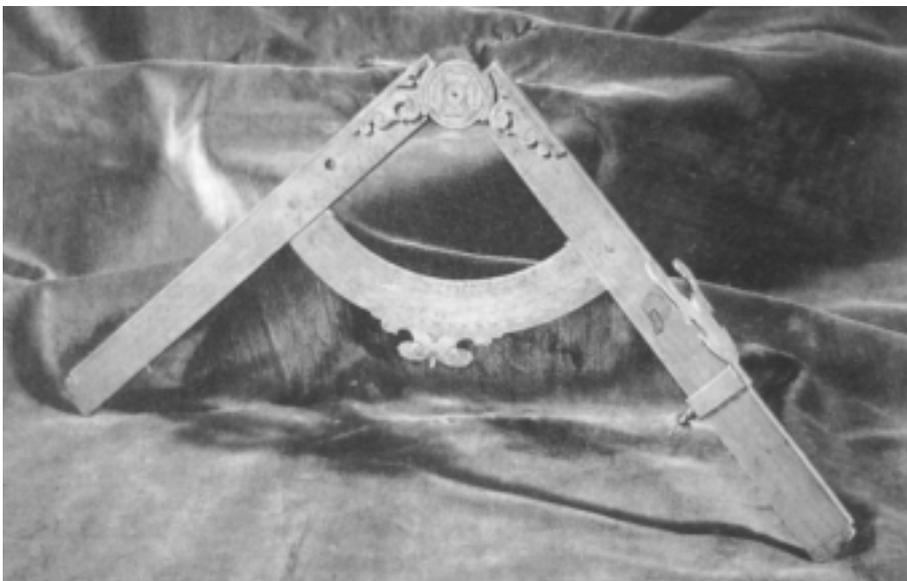
1. Jupiter planetak bere inguruan jira-biraka beste lau planeta txikiago dauzka. Geroago Keple-



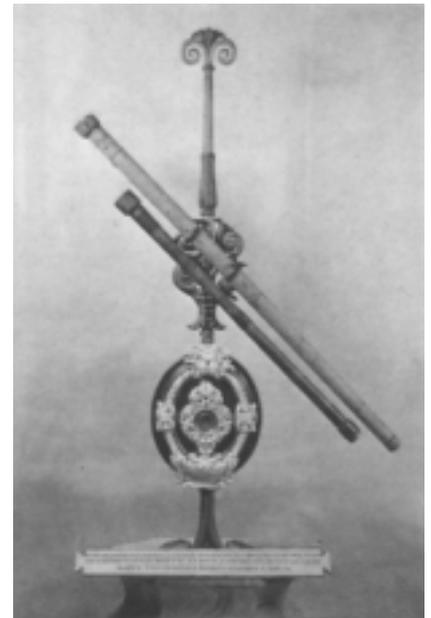
**Galileok idatzitako Sidereus Nuncius izeneko liburuko irudiak.**

rrek eta bere astronomoek *satelite* izena eman zieten. (Gaur dakigunez ordea, Jupiterrek guxtienez hamabi *satelite* dauzka). Hala ere, *satelite* horietako bat bera egotea ere ohizko *sinentuntzat* eraso gogorra zen bi arrazoigatik:

a) Filosofo askoren ustez, izarrak alde batera utzita, zazpi zerutar gorputz baino ez zeuden. Beraz, beste bakar bat aurkitzea metafisikoki ezinezkoa zen (1611.ean Florentziako Francesco Sizzi astronomoak Jupiterrek *sateliteak* edukitzea ezinezkoa zela honela frogatzen zuen: *Buruan zazpi leiho baino ez daude: sudurrean bi zulo, bi begi, bi belarri eta aho bat. Ortzean ere hauek bakarrik daude: aldeko bi izarrak, kontrako bi izarrak, bi argiemaileak eta Merkurio barkartia, ezbaian, antsigabe. Hemendik eta orain esatea aspergarri izango litzatekeen Naturaren beste fenomeno xehe askoren bidez, hala nola zazpi metalak, etab., planeta-kopurua nahi eta ez zazpi dela ondorioztatzen dugu... Gainera juduek eta antzinako beste nazioek, eta gaur egungo europarrek astea zazpi egunetan banatu dute eta zazpi planeten arabera izendatu dituzte. Kopuru hau handiagotzen badugu, sistema bertan behera erortzen da... Beraz, ez dira existitzen).*



**Galileok asmatu eta sortu zuen teleskopioa.**



osatuta agertzen da eta izar horiek ez dira begi hutsez ikusten. Hori unibertsoa gizakiaren zerbitzura egindako zerbaite zela pentsatzen zutenentzat oztopo handia zen: Jainkoak zertarako ipini zituen zeruan nabaritzen ez diren gauzak?

Galileoren garaikide askok, teleskopioaz egindako aurkikuntzak arbuia egiten zituzten; lenteekin mila iruzur egin zitekeela gauza jakina bait zen. Bere garaian zientzilarien artean berarekin ados zegoen bakarra Kepler dugu. Honek lantxo bat idatzi zuen, non aurkikuntza horiek eta bere teoria bat zetozela esan bait zuen. Galileo, Europako astronomo handienaren laguntza lortu ondoren, ez zen alde batera uzteko modukoa. Hala eta guztiz ere, bi gizon ospetsu horien itzala ez zen aski bapatean aurreiritzi guztiak ezabatzeke. Eskolastikoe gogor borrokatu zuten kopernikar ideia berri hauen aurka. Beren ustez, eta ekintzen indarren eraginez, teoria heliozentrikoa errakuntza teologikoaz gain gezurra zen; sen onaren eta behaketen aurkakoa, alegia.

Hala ere, Galileo ez zen kokildu eta hurrengo bi hamarkadetan zehar Kopernikaren sistemaren alde-

**Galileok bere lanetan erabili zuen eskuaira.**

- b) Ortzeko gorputz guztiak *dirudienez* Lurraren inguruan biratzen ari ziren bitartean, Jupiterren *sateliteak* bere inguruan biratzen zuten. Beraz, Lurra ez zen unibertsoko gorputz guztien zentru izango eta hori ezin zen onartu.
2. Teleskopioaren bitartez egindako behaketak zirela eta: *Ilargiaren gainazala ez zen leuna, uniformea eta guztiz esferikoa filosofo askok pentsatzen zuten bezala; zimurra nahiz zuloz eta gailurrez betea baizik. Lurraren gainazala bezala, mendiz eta haran sakonez zeharkatua zen. Sistema egozentrikoaren arabera, ortzeko gorputz guztiak perfektuak izan behar zuten, hots, esferiko hutsak eta desberdintasunik gabeak. Galileok aldiz, Ilargian mendiak ikusten zituen eta Eguzkian makulak ere bai.*
  3. Izar finkoak teleskopioarekin ez dira askoz handiagoak ikusten, hots, argi-puntu bezala agertzen dira. Beraz, oso urruti daudela pentsa daiteke.
  4. Esne-Bidea, begi hutsez argi-zona jarrai bezala agertzen dena, teleskopioz milaka izar bakunez

*Observationes Iovis*  
1610

20. Jan. Mart. H. 12	○ ● ●
30. Mart.	● ● ○ *
2. Apr.	○ ● ● *
3. Mart.	○ ● ●
3. Apr.	* ○ *
7. Mart.	* ○ ● ●
6. Mart.	● ● ○ *
8. Mart. H. 17.	* * * ○
10. Mart.	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. 4. Sept.	* ○ *
17. Mart.	* ● ● *
14. Apr.	* * ● ○ *
15.	* * ○
16. Apr. H. 11?	* ○ ● ● *
17. Apr. H. 11?	* ○ ● *
18.	* ○ ● * *
21. Mart.	* * ○ * *
24.	* * ○ *
25.	* * ○ *
29. Sept.	* * ○
30. Mart.	* * ○ *
Januari 4. Mart.	* * ○ *
4. Sept.	* * ○ *
5.	* * ● ○ *
6.	* ○ ● ●
7. Sept.	* ○ ● * * <small>... in ...</small>
7. Sept.	* ○ ● *

**Galileok Jupiterren aurkitutako lau sateliteen behaketen ondorioz hartu zituen apunteen kopia.**

esandako *Elkarrizketan*; zinematikari eta erorketa askeari buruz bereziki. Bertan, gaiak bi solaskideren artean garatzen dira. Batak, Salviati-k, behatzaile neutroaren papera jokatzeko duen bitartean, bestea, Simplicio, bere garaiko sen oneko pertsona da. Hala ere Salviatik berak nahi dituen ondorioetara eramaten du. Ikus dezagun adibide batean (garai hartan Aristotelesengan oinarrituta higidura jarraia edukitzeko indar batek aritu behar zuela pentsatzen zuten, geroago Newtonek jarri zuen inertzia printzipioaren aurka) printzipio hori Galileok nola aurrikusi zuen:

*Salviatik: ... altzairua bezain gogorra eta ispilua bezain leun eta labaina den gainazala izango bazenu (baina ez horizontal; pixka bat inklinatuta baizik) eta bere gainean brontzezko bola guztiz esferikoa jarriko bazenu, libre utzita zer uste duzu gertatuko litzatekeela?*

Simpliciok zera onartzen du: bola planoan etengabe azeleratuz joango litzatekeela; geldirik edukitzeko indar bat beharko litzatekeela; eta airearen nahiz beste oztoporen baten eragozpenak kenduko bagenu, beti higituz segituko lukeela. Geroago, bola aldapan gora eramateko zer egin beharko litzatekeen galdeztzen dio eta Simplicio *indar egin eta higidura desazeleratua eta Naturaren kontrakoa izango litzatekeela.*

*Salviatik: Beraz, esan gorputz horri (gainazalak inongo inklinaziorik, ez gora eta ez behera izango ez balu) zer gertatuko litzaiokeen.*

*Simpliciok: Hasieran gorputza planoaren gainean geldirik egongo*

ko arrazoiak landu zituen, 1632an argitaratutako *Munduko bi sistemei buruzko elkarrizketa* lan bikainean plazaratuz. Galileoren eritziz behaketek berez ez dute erabakitzen teoria heliozentrikoaren ala geozentrikoaren arteko eztabaida: *edozein hipotesi onartuz fenomeno bera izango genuke*. Baina Galileok Lurraren higidura benetakoa zela pentsatzen zuen: *hasteko, ortze-esferaren tamaina izugarria Lurraren esferaren txikitasunarekin alderatuz eta egun eta gau batean bira osoa emateko izan beharko duen higiduraren abiadura kontsideratzen badugu, ezin dezaket pentsatu globoa geldirik dagoen bitartean ortze-esfera biraka ari dela arrazoi-tsuago eta sinesgarriagozat inork jo dezakeenik.*

Bigarren puntu bezala, Galileok honakoa gogorarazten digu: eredu geozentrikoan planetei ortze-esferaren eguneko higidurarekiko alderantzizkoa den higidura egokitu behar zaiela. Zergatik? Hipotesi hau ez da oso arrazoizkoa edo harmonikoa. Hirugarrenez, Jupiterren lau sateliteen periodoa orbita handiagoa izan ahala handiagoa zela aurkitu zuen eta hori teoria geozentrikora ez zen ondo egokitzen. Guzti hau eta beste mila zehaztasun gai desberdinei buruz aurki daitezke



**Galileoren astrolabioa.**



**Johannes  
Kepler**



**Galileo  
Galilei**

balitz, ez litzateke higituko, baina bultzada bat emango balitzaio, ez litzateke inongo arrazoirik egongo ez azeleratzeko ez desazeleratzeko.

**Salviatik:** Ongi, ez dago desazeleratzeko kausarik eta are gutxiago gelditzeko. Beraz, zenbateko distantzia beteko du gorputzak bere higiduran?

**Simpliciok:** Ez goraka ez behe-  
ka dagoen gainazalaren distantzia bezain beste.

**Salviatik:** Beraz, gainazal hori infinitua izango balitz, bere gaineko higidurak ez luke bukaerarik izango, hau da, betirakoa izango litzateke.

**Simpliciok:** Nik hala uste dut...

Beraz, Aristotelesen hipotesi batean oinarrituta, hots, higidura ez-natural bat iraun erazteko indar bat behar izatean, Simpliciok hau onartu behar du: naturala ez zen higidura batek inongo indarririk gabe iraun dezakeela etengabe!

1638an Galileok bere azken liburua idatzi zuen; *Bi zientzia berri* izenekoa. Bertan inertziaren gaia agertzen da berriro, baina ez zuen erabili Lurraren higiduraren azterketa, behar bada liburua hori idatzi aurretik planeten higidurari buruz berriro ez hitz egitea zin solemnea egin behar izan zuelako.

1616.ean Inkisizioak Koperniken teoriak ez irakastea agindu zion, bere irakaspenak *Liburu Santuen kontrakoak* zirelako. Bestalde, Koperniken liburua *Index Expurga-*

*toriusen* ipini zuten eta zuzendu arte debekaturik zegoen hura irakurtzea. Baina, Galileok berak egia ezin zuen baztertu. Kopernikek bere teoria oinarritzeko nola edo hala Aristotelesen teoria erabili zuen. Aldiz, Galileok sistema heliozentrikoa proposatzean bere egokitasuna eta erabilgarritasuna baino ez zuen aipatzen, fede eta salbamena alde batera utzita. Hura izan zen haustura handia!

1632an eta eskatutako aldaketa batzuk egin ondoren, bere *Elkarrizketa* argitaratzeko baimena lortu zuen. Bertan Ptolomeoren eta Koperniken sistemen abantaila erlatiboak eztabaidatzen dira, baina Inkisizioak 1616.ean emandako aholkua ez zuela kontutan hartu kontsideratu zuen. Bestalde, Galileoren jarrera zakarrak ez zion batere lagundu.

Historia honen garapenean Galileoren elizkoitasunak garrantzi handia dauka. Oso gizon elizkoa izan arren, Inkisizioak susmagarritzat hartu zuen. Bere ustez: ... *Jainkoaren agerpideak ez du mirresgarritasun gutxiago Naturan, Liburu Santuetan baino.* Hori garai hartan panteismotzat har zitekeen eta, pentsa dezagun, bere garaikide zen Giordano Bruno zenbait urte lehenago (1600.ean alegia) heresia honegatik erre egin zutela.

Galileori, zahartuta eta gaixo zegoela, Erromara dei egiten zioten

eta bertan atxilotu egin zuten. Tortura-meatxua egin eta gero, epaitu egin zuten. Formalki Koperniken teoria arbuaiatu egiten zuela zin egin ondoren, betirako erbesteratu zuten. Italian zituen lagunetan inor ez zen ausartu bera defendatzera. Bere liburua *Index Expurgatorius* izeneko zerrendan ipini zuten (bertan Kopernikenekin eta Keplerren batekin 1835. urterarte iraungo zuen) eta bere *Abjuratioa* Italiako pulpito guztietan irakurri zen.

Galileoren bizitzan honako hau ikus dezakegu: obediencia izpiritual nahiz ideologikoaren eskakizunak obediencia intelektuala dakarrela, hots, kontzientzi askatasuna ez dagoen lekuan zientzia askerik ez dagoela. Zientziaren aurkako autoritarismoaren borrokak, hau da, jakinduriaren aurka ezjakintasunak egin duenak, gaur arte iraun du. Azkenik, denborak eta zientzilariek garbitzen dute arazoa. 1968an Vatikanok 1633an Galileoren teorien aurka egindako arbuiapea ezabatzea erabaki zuen. Zorionez, teoria hauek beren uzta emateko ez zuten horrenbeste itxaron behar izan. Bera hil eta berrogeitamar urte iragan aurretik, bere lanetan Kopernikenetan eta Keplerrenetan oinarriturik, Newton-en lanak plazaratu ziren eta harez gero bere ideiek zientziaren arloan eduki behar zuten tokia betetzea lortu zuten.