

# IRAULTZA KOPERNIKARRA

*L. M. Bandres Unanue*

**A**rabiarren bitartez Europako mendebalderaino Greziatik iritsitako tradizio kosmologiko-astromonikoa bi izenetan oinarritzen zen bereziki. Alde batetik, Aristoteles zegoen: azken kosmologo klasiko handia eta Erdi Aroko, eta maila batean Errenazimentuko, pentsakeran eragin zabal eta sakonena izan zuen filosofoa. Bere garaiko jakinduriaren eraketa osoa eta

sistematikoa egiteagatik eta gizakiaren eta unibertsoaren arteko oinarrizko batasuna plazaratzeagatik geroagoko zientzilari eta filosofo guztien lanetan izan duen isladapenak frogatzen du bere garrantzia. Bestalde, eta bost mendeko tarte batez Aristotelesengandik bereiztuta, Ptolomeoren izena daukagu; ez-pairik gabe astronomia klasikoaren gailurra da bera. Ptolomeo, zeinak fisika aristoteliarra onartzen bait zuen, problema astro-

nomikoen egitura matematikoaz (alderdi mekanikoak, hots, fisikak alde batera utzita) arduratzen zen. Ptolomeoren lanetan ortzeko gorputzen higiduraren kausaz ez da inolako aipamenik egiten eta ezta unibertsoaren naturaz edo bere parteak gidatzen dituzten legeez ere. Beraz, Ptolomeoren helburua zera zen: higidura zirkular eta uniforme batzuen konbinaketan bitartez ortzeko gorputzen higidurak adieraztea eta auresatea.

Zer esanik ez, teoria ptolomeotarrak bere etsaiak izan zituen mundu klasikoan ere eta berak erabili zituen lanabesak (epizikloak eta exzentrikoak —K.a. III eta II. mendeetan Apoloniok eta Hiparkus-ek sortutako tresna geometrikoak— eta ekuanteak —Ptolomeok berak asmatutakoa) garai hartan oso zabaldua zegoen beste bide geometrikoarekin egiten zuen talka, hots, esfera homozentrikoen bidearekin. Dena dela, azkenik astronomia ptolomeotarrak beste guztien gainetik jarri eta XVI. mendera arte tinko iraun zuen.

Beraz, Errenazimentuko iraultzaren egusentian arlo honetako jakinduriaren erreferentzi sistema

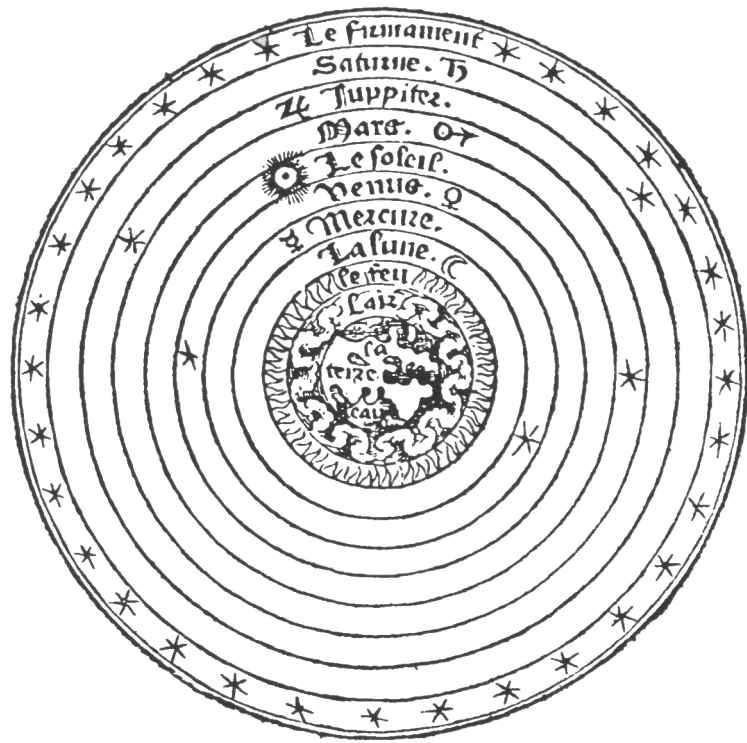


Aristotelesen araberako mundua (O. Finé, *Théorie des ciels*, 1528)

bezala, Aristotelesen kosmologia, (bere "Fisika" eta "De coelo" lanean adierazita bereziki) eta Ptolomeoren astronomia (bere "Almagesto"n bilduta) zeuzkaten.

Baina, iturri hauek ez zeuden maila berebean. Nahiz biak erreferentzi puntu izan, astronomia ptolomeotarrak ez zuen funtsezko aldaketarik ezagutu, hau da, bere kontzeptu-eskema ez zen zalan-tzan jartzen. Aristotelesen kosmologiaz ez dago beste horrenbeste esaterik. Ptolomeoren ondotik eta Kopernik iritsi arte, ez zen benetako beste tratatu astronomiko garrantzitsurik agertu. Beraz, Errenazimentuko astronomoen eskuetara Ptolomeoren lana bere osotasunean eta agintaritza osoz iritsi zen bitartean, Aristotelesen kosmologia nola edo hala eztabai-datua heldu zen. Eztabaida honetan bere elementuei buruzko teoria, bere fisikaren oinarri kualitati-boak, bere higidurei buruzko ideiak eta bere ortze-munduaren eta mundu azpilargitarraren arteko bereizketa sartzen ziren bereziki.

Zientzia modernoa etorri aurretik astronomiaren eta kosmologiaren artean dagoen lotura azpimarratu arren, bigarren eremu hau ardura filosofikoa garatzeko egoikiagoa zen bestea baino. Kosmoa bere osotasunean, bera osatzen duten elementuak eta beren arteko erlazioak adierazten dituen sistema eraikitzea, oso ekarpen handiko lehia izan zen giza adimenerako. Aro hartan, eta pentsakera zientifikoaren maila gogoan hartuta, zenbait pentsalarik landu zuen eredu kosmologikoen eragina oinarritzotzat hartu behar da. Ildo honetan Cusa-ko Nikolaren lanak astronomiaren garapenerako izan duen garrantzia kontutan eduki behar dugu.



Ptolomeoren unibertsoa (o. Finé, *Théorique des ciels*, 1528)

Cusa-ko Nikola kardinala (1401-1464) Errenazimentuko garai hartan indarrean zegoen korrante neoplatoniko eta neopitagorikokoa zen. Bere eritziz Unibertsoak ez du mugarik. Besteak beste, mugak Jainkoaren guztialhemenaren aurka joango bait lirateke. Eritzi honek hierarkizazio kosmikoa bertan behera uzten du. Beraz, honen arabera "zentrua toki guztietan dago eta zirkulua inon ez". Cusatarraren arrazoibidea mistikoa zen eta bere pentsakera "De docta ignorantia" izeneko lanean aurkitzen da bereziki. Berarentzat Jainkoaren infinitutasunak inplikatzeko ez dituen itxurak nahiz akademikoki ezarritako ezaguerek ez dute inongo garrantzirik izaten. Eta nahiz eta honek zientifikotasunaren izpirik izan ez, bere garrantzia ukazina da; garai hartan onartuta zegoen kosmologia aristoteliar-ptolomeotarra hankaz gora jartzen bait zuen.

Muga gabeko unibertso batek ez du zentrurik, eskubide berdinez

edozein izan daiteke zentru eta. Beraz, fisika aristoteliarrean funtsezkoak diren goikoa edo behekoak, eskuin eta ezkerak, atzera nahiz aurrerako ideiek beren esangura galtzen dute erabat. Lurrak ez du beste astroekiko beheko partean egon behar izaten, Kosmoan dauden gorputz guztiak maila berekoak direlako. Ustelgaitz eta perfektua den ortze-munduaren eta mundu lurtarraren arteko bereiztasuna desagertu egiten da. Cusatarraren pentsakerak suposa zezakeen iraultza hain handia zen, non Vinci-ko Leonardo izan ezik, bere garaikideen gaitzespena baino ez bait zuen lortu.

## KOPERNIK

Askotan Ptolomeoren "teoria" astronomikoaz mintzatu bada ere, Ptolomeok ortze-gorputzen higidurak adierazteko sistema oso bat egin izan balu bezala, berez ez zen horrelakorik gertatu, hau da, ez dago Ptolomeok egindako inongo

teoria sistematiko osorik. Honek egin zuena zera izan zen: ortze-gorputz bakoitzaren higidura nola edo hala adierazteko tresneria matematikoa erabili, baina askotan tresneria horrek gorputz baten kasuan edo bestean desberdina izan behar zuen datuekin bat etortzeko. Horregatik, zenbait kasutan arazo baten aurrean aurkitzen zuen ebazpena bestean hartu behar zuenaren aurka zegoen. Ptolomeoren lanaren eta beragandik datorren eskolaren arabera, helburua “fenomenoak aurrera ateratzea” baino ez zen, hau da, ikusten ziren ortze-gorputzen posizioak eraikitako teoriaren bitartez espero zitezkeenak izatea, nahiz teoria koherentea izan ez eta inongo oinarritan funtsatu ez.

Ptolomeok inoiz egin behar izan zituen etenak, Aristotelesek bere fisikan onartutako Platonen oinarritzko printzipioaren aurka zeuden. Printzipio honen arabera ortze-gorputzen higidurak nahiz eta zailak iruditu, azkenik higidura zirkular uniforme batzuen konbinaketan bitartez adierazi behar ziren. Almagestoko bere hirugarren liburuan Ptolomeok printzipio honen onarpena agertu arren, planeten ibilbideak zehazki garatu behar zituenean higiduren uniformetasuna itxurakoa baino ez zen izango, eta exzentrikoen zentruak nahi zuen bezala egokitu zituen. Gainera behar zenean beste tresna konpentsatzailerik asmatu zuen; ekuanteak, alegia. Uniformetasunaren eta sistematutasunaren ez hau nola edo hala zurrizteko zera esango digu: “astronomoak saiatu behar du ... bere hipotesiak ... eta ortze-gorputzen higidurak bat etor daitezten ... baina, lortzen ez badu, behar dituen hipotesiak onartuko ditu”.

Guzti honek alde batetik, eta

teoriaren eta behaketen arteko ezadostasunak adierazteko onartu behar ziren tresneriaren desegokitasunak edo astronomoen trebezi faltak bestetik, inoiz teoria bera zalantzan jartzea ondorioztatu behar zuen. Errenazimentuko astronomoek lehia hori aurrean zeukaten. Kopernikek onartu zuen eta erantzuna “De revolutionibus orbium coelestium” zen.

Mikolaj Kopernik (1473-1543) matematikari eta astronomo poloniarrek bere izena latindu zuen “Copernicus” itxura hartuz. Bere bizian zehar oso behaketa



Kopernik, autorretrato baten kopia

gutxi egin zuen, ehun gehienez, eta bere “De revolutionibus” lana egiteko ez zituen denak erabili. Bere lan hau matematiko hutsaren lana da. Kopernik Krakoviako unibertsitateko literatur fakultatean ikasi ondoren Boloniarra joan zen legeak ikastera. Baina baitatean nahiz bestean bertako astronomoekin jarri zen harremanetan.

Bere sistema astronomikoaren ildo nagusiak, dirudienek, “De revolutionibus” idatzi baino askoz lehenagotik datoz; hogeitamabost urte lehenago edo. Italiatik itzuli ondoren (bertan 1500 eta

1504. urte bitartean egon zen) Kopernikek liburuxka bat idatzi eta zabaldu zuen; “Commentariolus” izenez ezagutzen dena hain zuzen. Liburu honetan bere sistemaren printzipioen eskema labur eta argi bat dator. Bere garai-ko teoriaren kritika bat egin ondoren, Ptolomeoren sistemaren ezlogikotasuna abiapuntu bezala hartuz eta hori ezabatzeko, zazpi oinarri ipini zituen:

1. Ortze-esfera edo zirkulu guztientzat ez da zentru bakar bat izaten.
2. Lurraren zentrua ez da Unibertsoarena; grabitatearen eta ilargiaren orbitarena bakarrik baizik.
3. Esfera guztiak Eguzkiaren inguruan biratzen dira, hau beren zentrua da eta beraz, Eguzkia Unibertsoaren zentrua da.
4. Lurretik Eguzkiraino dagoen distantziaren eta Lurretik unibertsoaren mugaraino dagoenaren arteko erlazioa guztiz txiki da. Hau dela eta, lehenengo ortzearen altueraren aurrean ez da nabaritzen.
5. Ortzeak adierazten digun higidura ez dator bertatik; Lurraren higiduratik baizik. Lurrak, bere inguruan dauden elementuekin batera, bere buruarekiko bira oso bat egiten du egun bakoitzean, eta bitartean ortzeak nahiz goiko zeruak aldatu gabe geldirik irauten dute.
6. Eguzkiaren higidura bezala ikusten ditugunak, itxurak baino ez dira eta Lurraren eta Eguzkiaren inguruan beste edozein planeta bezala, biratzen den gure esferaren higidurari dagozkie. Lurrak, beraz, higidura bat baino gehiago dauka.
7. Planeten higidura zuzena eta

atzerakorra itxurazkoak baino ez dira; Lurraren translazio-higiduraren ondorioak. Beraz, Lurraren higidura aski da zeruen itxurazko desberdintasunak adierazteko.

Oinarri hauek jarri ondoren, higiduren uniformetasuna era sistematikoan nola salba daitekeen laburki demostratzen saiatuko naiz. Hala ere, labur beharrez, lan honetan demostrazio matematikoak ez ditut jarri eta hauek nire lan nagusirako gorde ditut.”

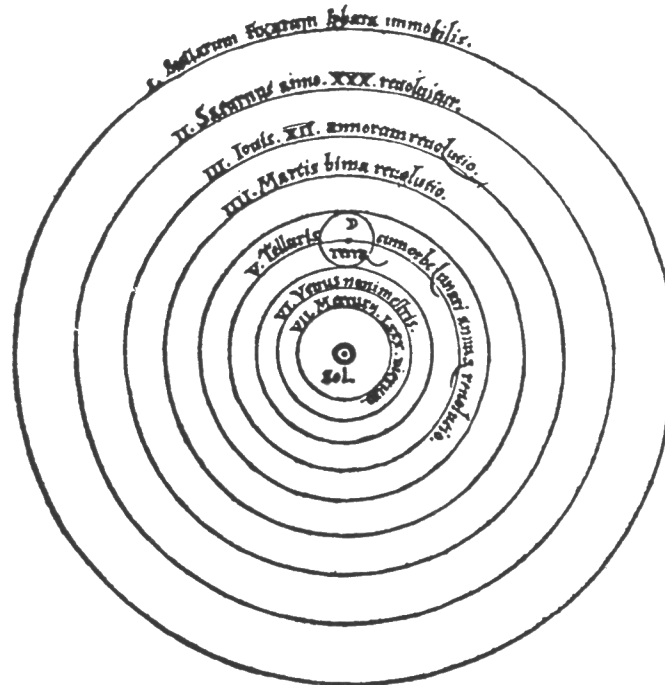
Beraz, Kopernikek lerro hauen bitartez bere lan nagusia, hots, “De revolutionibus” iragartzen digu. “Commentariolus” izeneko lan honetan bere sistema heliozentrikoaren adierazpen kualitatiboa baino ez digu emango. Honen arabera 34 zirkulu aski dira planeta guztien eta bakoitzaren higidurak azaltzeko.

“De revolutionibus orbium coelestium”ek bere egilearen heriotza (1543ko maiatzaren 24ean) baino egun gutxi aurretik ikusi zuen argia eta kondairak dioenez, inprimatutako lehenengoa Kopernikek bere ohean eskuratu zuen. Liburu hau idazteko patroiz eta gidari gisa “Almagesto” hartu zuen Kopernikek. Biak liburu matematikoak dira eta beren garaiko astronomoei zuzendutakoak, hau da, alde aurretik oinarri sendoa duten pertsonentzakoak. “De revolutionibus” liburuan ez dugu eskema kualitatiboa aurkitzen; kuantitatiboa baizik.

Kopernik ez da historian Lurraren higidura edo higidurak onartu zituen lehenengoa izan. Berak hori bazekien. Baina, bere emaitza handiena hauxe izan da: Lurraren higiduratik datozen ondorio astronomikoek era matematiko zehatz batez azaldu zituen

lehenengoa izatearena, hau da, hipotesi gisa Lurrak higidura dela onartu ondoren, ortze-gorputzen higidurak adierazteko sistema matematiko osoa eta koheren-

matematikoa gutxienez Ptolemeorena bezain zehatza zen, baina, egia esan, ez askoz zehatza. Horregatik, bidea pixkanaka-pixkanaka ireki zen. Matematika-



Kopernikeren unibertsoa  
De revolutionibus)

tea eraiki izatearena. Bere liburu hau benetan irakurgaitza dela esan behar dugu, guztiz matematikoa, eta ez dauka ia inongo ondorio fisikorik. Lurraren higidura alde batera uzten badugu, gero iraultza kopernikarraren fruitu bezala ezagutu diren ondorioak (beira-esferen desagerpena, unibertsoaren infiniturainoko zabalpena, epizikloen eta exzentrikoen ezabapena, Eguzkia beste edozein izartzat hartzea, etab.) ez dira “De revolutionibus” lanean aipatzen. Beraz, esandako iraultza hori ez da liburu honen bitartez burutzen; hasten baizik. Eztanda-idea Lurraren higidura da, baina liburuaren egitura matematikoak astronomiaren munduari eta pentsakeraren historiari aro berri bat ireki zien. Astronomia era berri batez zegoen plazaratuta eta antzinako sistema betirako gaindituta eta zokoratuta gelditu zen.

Kopernikek eraikitako sistema

ri gutxi batzuek onartu zuten: John Field, John Dee, Frisius eta abarrek. Baina, Kopernikek zera erakutsi zuen: mundua beste argi batez ikusteak. Honela, Lurra unibertsoaren zentrua izatetik beste edozein planetaren mailara jaitsi zen eta aldaketa hau garai hartako zenbait sinesmenen aurka zegoen. Beraz, teoria berriak etsaiak izatea gauza normala da. Bestalde sistema zientifiko “ofiziala” aurka zegoen. Horregatik, Europako ongizate izpiritual nahiz intelektuala- ren arduradunek ez zuten sistema arriskutsu hura onartu. Horregatik, zenbait urte geroago Galileo pozaren pozez bere teoria adieraztera Erromara joan zenean, talka ikaragarria izan zuen eta isil erazi egin zuten. Bide batez, Elizak Kopernikeren teoria “gezurrezkoa eta Eskritura Santuaren guztiz kontrako” bezala definitu ondoren, bere lana kondemnatu egin zuen. ■■■■■