

# ZERUAREN ILUNTASUNA: OLBERS-EN PARADOXA

Jesus Arregi

Oraingo honetan aztertzeraz goazen arazoak, ez dirudi (lehenengo irakurketaren ondoren) gerora gertatzen den bezain sakona. Ikusiko dugunez, ebazpena lortzeko Unibertsoaren big-bang-a aipatu beharrean izango gara. Ikus dezagun, bada, arazoa zertan datzan.

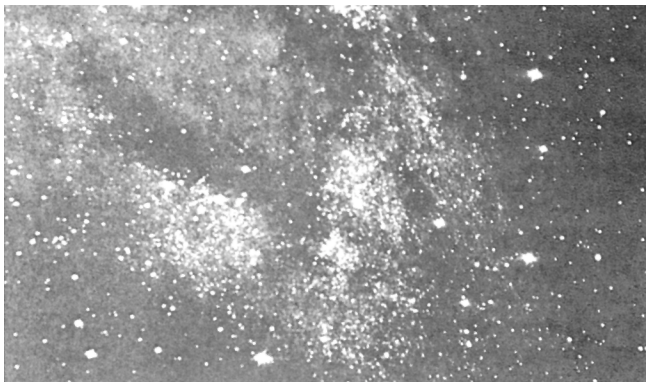
Zeruaren iluntasunaz mintzatzean, ez dugu gauaren iluntasuna bakarrik aipatu nahi. Askoz ere urrunago goaz. Argudioa Kepler-ek planteatu zuen lehenengo aldiz, Unibertsoak ezin zuela infinitua eta homogenoa izan frogatu asmoz. Astronomo germaniarren arabera Unibertsoa infinitua eta homogenoa balitz, edozein tokitara begiratuta ere, izarren bat aurkituko genuke. Izarrak arruntenak Eguzkiaren antzekoak direnez, zeruko puntu guztietatik Eguzkitik jasotzen dugunaren antzeko irradiazioa jasoko genuke. Honek gaua desagertzea lekarke, betirako egun osoa argitsua ezarritz.

Objektu bat ipin diezaiokegu esandakoari, jasotzen den argiaren intentsitatea ( $I$ ) fokurainoko distantziaren karratuarekiko proportzionala dela gogoratuz ( $I \propto 1/r^2$ ). Baina distantziak dakarren izar-kopuruaren gehikuntzak, efektu horren aurkakoa sortzen du, argitasuna txikiagotzen ez delarik. Pentsa dezagun Unibertsoa Lurrean zentratutako geruza esferiko mehetan zatitzen dugula. Esfera hauen gainazalak erradioaren karratuarekiko proportzionalak dira ( $A = 4 \pi r^2$ ). Beraz, izar-kopurua eta ondorioz argitasuna, modu berean handiagotuko dira. Hauxe dugu, bada, alde guztietatik jasoko genukeen argitasuna berdina izatearen arrazoia. Izenburuaren beharrezko azalpen hauen ondoren, goazen paradoxaren azalpenera.

Olbers izan zen Unibertsoaren finitutasunera jo gabe galderari erantzuna ematen saiatu zen lehenengoa. Olbers-ek Kepler-en argudioa onartzen zuen, baina bere ustez argia, izarrarteko gas

eta hautsak bidean zurgatzen zuelako ez zen guregana iristen. Dena den, arrazoiketa ez da guztiz zuzena. Herschel-ek geroago zehaztu zuenez, gasak eta hautsak laster berotuko lirateke eta oreka termikoa lortu ondoren aurrerantzean jaso adina argi berrigorriko lukete, zeruari lehen aipatutako argitasuna emanetz.

Eztabaida hauek aurreko mendeko bigarren laurdenean gertatu ziren. Izan ere, garai hartan azalpena aurkitzea ez zen erraza, arrazanamenduak bi gauza hauek kontuan izan behar dituelako: argiaren abiadura finitua eta Unibertsoaren hedapena. Lehenengoa, aurreko



Ortzea izarrez josita egonik, zergatik da beltza?

mendearen bigarren erdian Fizeau eta Foucault-en esperimenduak argitaratu ondoren hasi ziren kontutan hartzen, Roemer-ek 1675.ean argiaren abiadura neurtu bazuen ere. Unibertsoaren hedapena berriz, 1920.ean aurkitu zen eta dudarik gabe ausardia handiegia izango litzateke Olbers-ek paradoxa eztabaidatu zuen garaian hipotesizat hartzea. Baina ikus dezagun arazoa bi puntu hauek kontutan hartuz nola azal daitekeen.

Unibertsoaren hedapenak bi eragin ditu arduratzen gaituen arazo honetan. Unibertsoa hedatzen ari denez, galaxiak eta izarrak elkarrengandik urruntzen ari dira, irregulartasun lokalak salbu. Beraz, Doppler efektua dela eta, jasotzen ditugun igorpenek gorriranzko lerrakuntza agertzen dute, hau da, energia gutxiagokoak dira. Zenbat eta urruntze-

abiadura haundiagoa izan (hau distantziarekin handiagotu egiten da), energi galera ere haundiagoa da, baina hala ere galera ez da paradoxa desegituko adinakoa.

Bigarren efektua berriz, erabatekoa da. Unibertsoan ikusten den izar-banaketa kontutan hartuz, zerua hasieran deskribatu dugun moduan argituta ikus-teko  $10^{23}$  argi-urteko erradioko esferan leudekeen izarren argia beharko genuke. Jakina denez, hedapena Unibertsoa sortu zuen big-bang leherketaren ondorio dugu. Dagoeneko leherketaren data ere mugatua dago: duela 15 mila milioi urte ( $15 \cdot 10^9$  urte) gutxi gorabehera. Atera

daitekeen ondorioa begi-bistakoa da:  $10^9$  argi-urte baino gehiagora dauden izarren argiak ez du oraindik iristeko astirik izan. Beraz, gaur egun jasotzen dugun argia, denbora horretan iritsi ahal izan duena ( $10^9$  argi-urteko erradioko esfera batean dauden izarrena) besterik ez da. Esfera honen bolumena  $4/3 \pi 10^{27}$  da. Baina behar dugun argia  $10^{23}$  argi-urteko erradiodun esferako izarrek emango liguketena da. Bigarren esfera honen bolumena  $4/3 \pi 10^{69}$  da. Beste faktore batzuk kontuan hartu behar direlako konparazioa guztiz zuzena ez bada ere, bolumen hauek parekatuz behar den argiaren zein proportzio txikia iristen zaigun ikus dezakegu. Hau dugu, bada, zeruaren *iluntasunaren* arrazoi sakona. ●