

Dysonen esferen bila

Bakarrik al gaude unibertsoan? Segur aski, hau da mendeetan zehar gizadiak izan duen kezkarik handienetako bat. Izatez, galdera horrek izugarrizko garrantzi filosofikoa eta zientifikoa du, eta galdera horrek ekarri dituen aurrerapen teknologikoak ere izugarriak dira. 70eko hamarkadatik, galaxiarteko komunikazioak bilatzen saiatu da SETI proiektu estatubatuarra, arrakastarik gabe. Orduan, beste galdera batzuk sortzen dira: ondo bilatzen ari gara? Ba al dakigu zer bilatu behar dugun? Zeren bila gabiltza?

Jakina da, unibertsoaren mugagabetasuna kontuan izanda, gutxienez planeta batean bizia egoteko probabilitatea oso altua dela. Frank Drake astronomoak ekuazio moduan jarri zuen gogoeta hori, non bizi estralurtarraren probabilitatea kalkulatu daitekeen zazpi parametro jakinez gero: izarren sortze-tasa, planetadun izarren frakzioa, bizia sortzeko probabilitatea, eta abar. Ekuazio horri Draken ekuazio deritzo, eta, astrobiologiaren arloan, eragin handiko kontzeptu bihurtu da, baita arazotsua ere ¹.

Hala ere, ziurtasun probabilistikoki hori kontraesanean dago estralurtar biziaren frogarik ezarekin. Kontraesan horri Fermiren paradoxa esaten zaio, eta hainbat irtenbide du. Bi pentsamendu-korronte nabarmentzen dira: batzuek diote erabat gehiegizkoa dela bizi adimentsua egoteko probabilitate kalkulatu, eta besteek diote bizitza hori aurkitzea denbora eta teknologia kontua dela. Gaur egun, hipotesirik onartuenetariko bat da Haqq-Misrak eta Baumekek proposatutakoa². Haien hitzetan, baliabide naturalak agortzeak mugak ezarriko lituzke zibilizazioaren garapenean, eta, ondorioz, zailagoa izango litzateke zibilizazio hori detektatzea.

Hala eta guztiz ere, zibilizazio garatuen existentzia onartzen badugu, nola aurkitu ditzakegu? Nola jakin norabide zuzenera begira gabiltzan?

Seinaleen bila

1959an, artikulu bat argitaratu zuten *Nature* al-dizkarian Cocconik eta Morrisonek, non adierazten

Iñigo González de Arrieta Martínez
Fisika Aplikatuan doktoregaia EHU



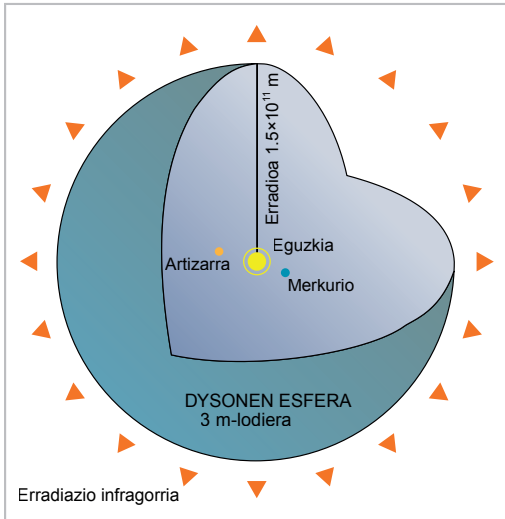
Iker González Cubiella
Fisikako ikaslea EHU



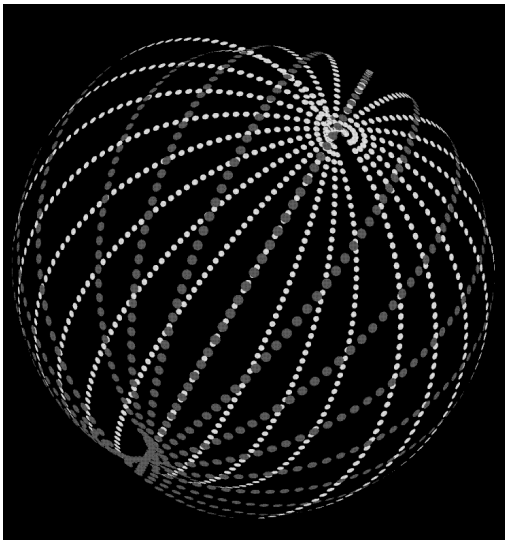
1. irudia. *Arecibo* irrati-teleskopioa. ARG.: NAIC.

zuten galaxiarteko komunikabiderik probableena hidrogeno neutroaren igorpen-frekuentzia naturalaren inguruan egon litekeela³. Irrati-frekuentzia horri 21 zentimetroko lerro deritzogu, bere uhin-luzeragatik, eta sekulako garrantzia du astronomian, unibertsoan dagoen hidrogeno-ugaritasunagatik. Frekuentzia hori detektatzeko gai diren tresnekin, unibertsoaren hidrogeno-mapa (eta, hortaz, masa-mapa) egin daiteke. Autoreen esanetan, zibilizazio bat kosmosa esploratzeko gai baldin bada, frekuentzia hartan lan egiteko tresneria izango du. Argi dago, zoritxarrez, oraindik ez dugula ezer aurkitu, gero eta irrati-teleskopio handiagoak asmatu arren (adibidez, Puerto Ricoko *Arecibo* teleskopioa, 1. irudian). Agian, guztiz garatutako zibilizazioa existituko balitz, galdera egokiena ondorengoa izango litzateke: zer bilatu beharko genuke?

Goian aipatu berri dugun galderari erantzuteko, lehendabizi, irizpide bat ezarri behar dugu zibilizazio batek zer mailatako garapen teknologikoa duen adierazteko, eta, horretako, 1964an Kardasheven eskala proposatu zen⁴. Eskala horretan, hiru motatako zibilizazioak bereizten dira, I, II eta III motakoak, haien ahalmen energetikoaren arabera. Zenbat eta ahalmen energetiko handiagoa izan, orduan eta gehiago kolonizatu ahal izango dute espazioa. Oro har, I motako zibilizazioak bere planetako baliabideak menperatzea lortu du; II motakoak, bere eguzki-sistemakoak, eta III motakoak, galaxia osoak. Nahiz eta III motako zibilizazioek zientzia-fikziozkoak diruditen, ez dago inolako arrazoi fisikorik galarazten duenik eguzki-sistema osoko baliabideak menperatzea, adibidez, planetarteko meatzaritzaz baliatuz edo eguzki-energia osoa aprobetxatuz.



2. irudia. Dysonen esferaren diseinu posibleetarikoa bat, azal trinko batez osatua. ARG.: Lucien leGrey/CC-BY-SA.



3. irudia. Dysonen esferaren beste proposamen bat, izarra orbitatzen duten satellite ugari inguratua. ARG.: Vedexent/CC-BY-SA.

Izar baten energia osoa aprobetxatzeko modu bat da izarra estaltzea eguzki-erradiazio biltzaileekin. Metodo horri Dysonen esfera esaten zaio, eta Freeman Dyson fisikariak proposatu zuen⁵. Hainbat proposamen daude horrelako sistemak aurrera eramateko; adibidez, 2. eta 3. irudietakoak.

Lehenengo diseinua azal trinko bat da (2. irudikoa). Hori zen Dysonek proposatutako jatorrizko diseinua: bizpahiru metroko lodiera duen azal-ekosistema, biziz betea. Dysonek zenbatetsi zuen Jupiterren masa guztia erabili beharko litzatekeela horrelako megaegitura egiteko, eta, horrenbestez, ez da guztiz onartzen proposamen hori. Gaur egungo proposamen onartuenak esfera partzialenak dira (3. irudikoa, adibidez): satelitez osatutako sistema koordinatua da, non erradiazio-kolektore bakoitzak izarra orbitatzen duen menpekotasunik gabe. Halako esferek ez dute trinkoek beste erradiazio xurgatzen, baina askoz errazago eta baliabide gutxiago erabiliz egin daitezke. Esferaren itxurak garrantzia du, zeren mota bakoitza era desberdinean ikusiko baita. Baina, nola izango dira esfera horiek?

Nola aurkitu Dysonen esferak?

Nahiz eta teoria ameslaria iruditu, uste baino ohikoagoa da Dysonen esferaren hipotesia astrofisikarien artean. Arrazoi nagusia da ondo definitutako parametro fisikoak, egoera sistematiko batean bilatu daitezkeenak, aurrean ditzakeela. Gainera, hipotesi horrek badu beste abantaila bat, SETI proiektuarekin alderatuz: ez du esaten estralurtarrek komunikatzeko asmoa izango dutenik.

Orduan, zein dira bilatu beharreko ezaugarriak? Hasteko, Dysonen esfera batek ez luke deuseztatuko barruan daukan izarren efektu grabitatorioa, eta eragin grabitatorioa izaten jarraituko luke haren inguruko masen ganean. Bestalde, izarren erradiazio ikusgaia estaliko luke; beraz, gorputz masibo eta ia ikusezin bihurtuko litzateke. Esfera trinkoek

edo konposatuek izarra estaltzeko indar desberdina izango lukete; ondorioz, argi ikusiko litzateke zer motatako esfera den. Azkenik, eta agian ezaugarri-rik garrantzitsuena, izarretik jasotako energia bir-bidaliko luke infragorriaren tartean. Izan ere, esfe-
raren tenperatura izarrarena baino askoz baxuagoa izango da (hau da, Lurreko tenperatura bezalakoa), eta gorputz hotzek erradiazio infragorria igortzen dute, ez argi ikusgaia.

Azken propietate hori da Dysonen esferak bilatzeko formarik errazena, neurtzeko erraza baita eta uni-bertsoan ez baitaude tenperatura hori duten iturri masibo asko (gehienak beroagoak eta hotzagoak dira). Dysonek aditzera eman zuen izar bitarretara bideratu behar zela bilaketa, baina biki ikusezina dutenetara. Hipotesia egiaztatzeko frogarik sendoena izango litzateke bikiak erradiazio infragorria igortzea.

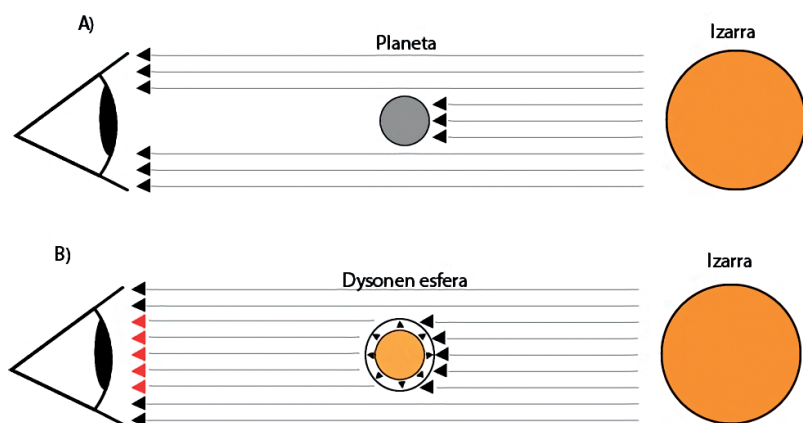
Dysonen esferen bilaketa ugari egin dira infra-
gorrietan lan egiten duten teleskopioen datuak erabiliz (IRAS datu-basekoak, batik bat)⁶. Lehen ikerketek hainbat hautagai aurkitu zuten, baina berraztertzeek diote positibo faltsuak zirela gehie-
nak, eta benetako hautagai gutxi batzuk baino ez

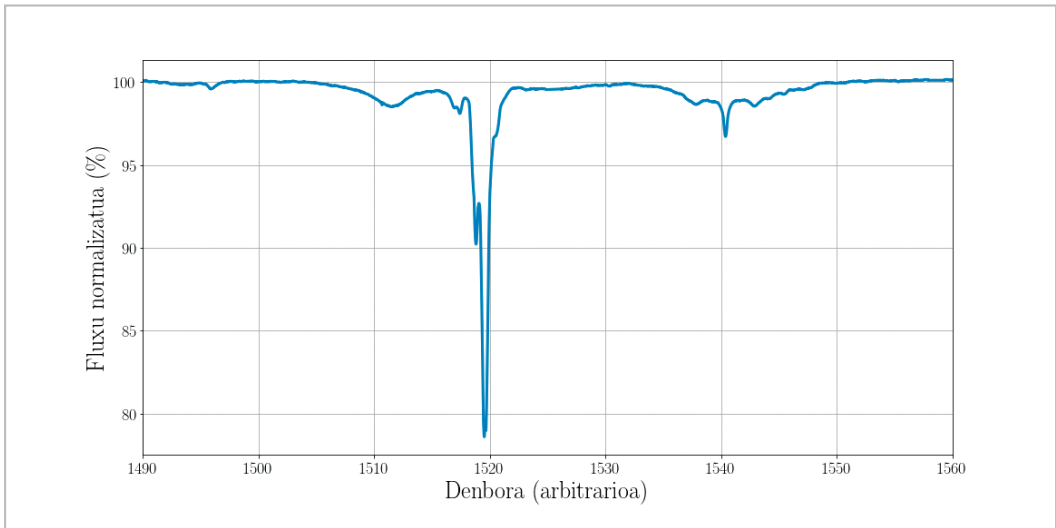
daude. Nolanahi ere, kontuan izan behar da iker-
kuntza gehienek zeruko zatitxo bat baino ez dutela
begiratu, eta ikerlariak ez dutela oraindik itxaropena
galdu.

Eta jada aurkitu baldin badugu?

Planet Hunters nazioarteko lankidetzak, zeina he-
rritarren datu astronomikoen analisian oinarriturik
dagoen, argitasun gutxiko izar bat eman zuen eza-
gutzero, 2015ean: KIC 8462852 izarra⁷. Izar horren
argitasunaren datuek, *Kepler* teleskopioaren bitar-
tez lortu zirenek, erakusten zuten bazela izarraren
argia estaltzen zuen objektu masibo bat.

Oraingoz ez dago fenomeno hori azaltzerik, bai-
na izarra izugarrizko fama hartu du, bai adituen
arte, bai Interneten (Tabby's star deitzen diote,
aurkitu zuen pertsonaren omenez). Proposatu dira
fenomeno hori azaltzeko teoria batzuk, baina
oraindik inork ez du lortu fenomenoaren guztiz azal-
tzea. Horregatik, indarra hartzen ari da Dysonen es-
feraren hipotesia. Dena den, infragorrian egindako
azken behaketek ez dute oraindik inolako erradia-
zio-iturriarik azaltzen izarraren inguruetan⁸.





5. irudia. Tabbyren izarraren argi-fluktuazio irregularrak. ARG.: Iñigo González de Arrieta eta Iker González (iturria: *Kepler* teleskopioko datu publikoak).

KIC 8462852-ri buruzko ikerkuntzen azken emaitza zeinahi izanda ere, Dysonen esferaren hipotesiak leku bat merezi du astronomiaren historian, fantasia eta datu enpirikoen nahaste horren bitartez, zientzialarien irudimenean izan duen eraginagatik. Segur aski, gizarteak sekula ez dio utziko megaegitura estralurtar horren bila ibiltzeari. ●

Erreferentziak

- [1] M.A. Burchell, W(h)ither the Drake equation?, *International Journal of Astrobiology* 5 (2006) 243-250.
- [2] J. Haqq-Misra eta S. Baum, The Sustainability Solution to the Fermi Paradox, *Journal of the British Interplanetary Society* 62 (2009) 47-51.
- [3] G. Cocconi eta P. Morrison, Searching for Interstellar Communications, *Nature* 184 (1959) 844-846.
- [4] N. Kardashev, Transmission of Information by Extra-terrestrial Civilizations, *Soviet Astronomy* 8 (1964) 217.
- [5] F.J. Dyson, Search for Artificial Stellar Sources of Infra-red Radiation, *Science* 131 (1960) 1667-1668.
- [6] R.A. Carrigan, Infrared-based whole-sky upper limit on Dyson spheres, *Astrophysical Journal*, 698 (2009), 2075-2086.
- [7] T. S. Boyajian, et al., Planet Hunters IX. KIC 8462852 – where’s the flux?, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 457 (2016) 3988-4004.
- [8] M. Marengo, et al., KIC 8462852: The Infrared Flux, *The Astrophysical Journal Letters* 814 (2015) L15.