

IRAKURLEAREN TXOKOA



*Galdera: Einstein-en Erlatibitate Orokorren teoriak dioenez, Gravitatea masa bakoitzaren inguruko espazio/denboraren kurbadura lokala da. Horregatik Unibertsoa 4 dimentsiokoa litzateke, baina denak ez dira espazialak; bat denbora bait da. Baina Martin Gardner-ek "Izquierda y derecha en el Cosmos" liburuan hau dio gutxi gorabehera: **Einstein-en teoriaren arabera astronauta bat ahal bezain zuzen joanez gero, bere abiapuntura iritsiko litzateke nahikoa distantzia ibili ondoren: hiru dimentsioko mundua, 4ko hiperesfera baten hiperazalera dela kontsideratzen da.** Galdera hau da: Hau nola ondorioztatzen da? Lehen esandakoaren ondorio al da, edo gauza bera esateko beste modu bat? Ez bait da gauza bera, nere eritziz, kurbadura lokala (masek sortua) eta Unibertso osoarena. Bestalde, kasu honetan 4 dimentsio hauek espazialak al dira? (hala balitz, ez da Einstein hau proposatzen duen bakarra, uste dudanez).*

Agustin Mendizabal

Erantzuna: Irakurlearen gutunean zenbait alderdi ikusten dudanez gero, banan-banan argitzen saiatuko naiz.

1.- Irakurleak dioenez, Erlatibitate orokorrean masa bakoitzak (izar bakoitzak, adibidez) bere inguruan kurbadura lokala sortzen du. Baina Kosmologian Unibertso osoaren masa hartu behar da kontutan. Berrez eskala kosmologikoan (Unibertso osoaren eskalan alegia), leku guztietan dago batezbesteko masa-banaketa eta, beraz, batezbesteko

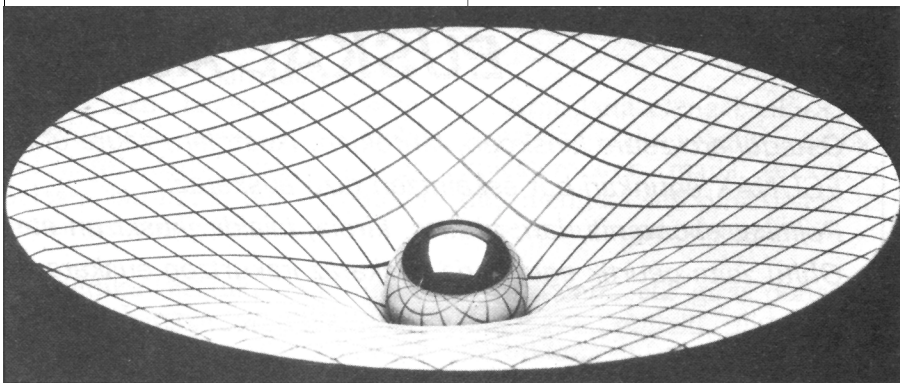
kurbadura ez-nulua. Horrela, izar bakoitzak sortutako kurbadura lokala mikroskopikoa gertatzen da ikuspuntu kosmologiko globaletik, eta masa guztiek sortutako batezbesteko kurbadura globala aztertzen da soilik. Fisikaren arlo guztietan gertatzen da gauza bera: funtsezko teoria lokala izan arren, efektu globalak gertatzen dira efektu lokalen baturaren ondorioz.

2.- Einstein-en teoriaren funtsezko ekuazioak eta hipotesi sinple batzuk

berau ondorio teoriko posiblea (baina ez alabarrezkoa) dela azpimarratu nahi dugu.

3.-Bestalde, irakurlea ez dabil oker. Erlatibitate Orokorrean hiru dimentsio espazial baino ez dago.

4.- Baina egin ditzagun kontsiderazio *matematiko* batzuk. Aipaturiko eredu hiru dimentsioko espazioa lau dimentsioko hiperespazio batean (eta hipergainazal esferiko baten moduan) *bailegoen* kontsidera de-



(esaterako, espazioaren homogenotasuna eta isotropia) kontutan harturik, Unibertsoaren eredurik sinpleena lortzen da. Fisikaren eredu guztiekin gertatzen den bezalaxe, berau ere ez da behin-betikoa eta azkena izango. Baina badirudi bere mugen barruan hurbilketa zehatz, erabilgarri eta emankorra dela. **Robertson-Walker** izenaz ezagutzen da eta **eredu standard** delakoaren muina da. Teorian eredu honen geometria hiru mota desberdinetakoa izan daiteke, eta haietarikoa batean irakurleak aipatzen duena gerta liteke: *...astronauta bat ahal bezain zuzen joanez gero, bere abiapuntura iritsiko litzateke...* Hemen,

zagun, (berriro azpimarratuko dugu) *ikuspuntu matematikotik*. Baina beste posibilitate baliokide bat badago: berez (eta ez beste inolako espazioen barruan) dagoela pentsatzea, hain zuzen. Hobeto azaltzeko, kontsidera dezagun plano bat, adibide moduan. Posible da berez hartzea edota espazioaren barnean (edota lau, bost, ..., nahi adina dimentsio dituen hiperespazio batean) dagoela pentsatzea. Edozein kasutan bi dimentsio baino ez ditu. Planoak berezko izaera du, eta izaera honek ez du beste espazio baten barruan egotearen menpekotasunik. Gauza bera gertatzen da gainazal esferiko batekin. Eskolan gainazal

esferikoak espazioaren barruan duen definizioa ikasten dugu, baina Gauss eta Riemann-ek aurreko mendean frogatu zutenez, gainazal esferiko berberaren definizioa beste inolako espaziorik erabili gabe eta bi dimentsioren bidez egin daiteke. Definizio biak guztiz baliokideak dira eta bietan gainazal berak bi dimentsio baino ez ditu. Era berean, Robertson-Walker-en Unibertsoaren espazioak (denbora alde batera utzirik) hiru dimentsio bakarrik ditu, nahiz eta beste hiperespazio baten barruan dagoela pentsatzea zilegi (baina inola ere ez beharrezkoa) izan.

5.- Ikuspuntu fisikotik alegiazko hiperespazio hori posible da, baina *guztiz alferrikakoa*; bere existentziaren hipotesiak ez bait du inolako ondoriorik eta ez frogatzeko modurik. Espazioa hiperespazio baten hipergainazal esferikoa delako *irudia* batzuetan erabilgarri izaten da propietate batzuk hobeto ulertzeko, baina ez da inola ere alabeharrezkoa eta batzuetan kaltegarria gerta liteke (badirudi horrelakoa izan dela irakurlearen kasuan). Egia da horrelako espazio kurbatuak beste espazio laun baten laguntzarik gabe ulertzea ez dela batere erraza, gure sen ona guztiz mugatua dela eta. Agian horrelako gauzak ezin ditzakegu benetan *uler* (seguru asko posibilitate honen azterketa psikologiaren arazo sakona litzateke), baina posible da horrelako kontzeptuak erabiltzeko ohitura hartzea eta, azkenean, ulertu ditugula pentsatzen dugu fisikariok.

6.- Amaitzeko, ohar bat. Erlatibitate Orokorrean ez bezala, gaurko teoria batzuetan dimentsioak lau baino gehiago dira. Baina hau beste kontu bat da; gainerako dimentsioak ez bait dira hizkera normalean espazio edota denbora deitzen duguna.

Juan M. Agirregabiria

Euskal Herriko Unibertsitatea
Udako Euskal Unibertsitatea