

# UNIBERTSOAREN EGITURA, IRAGANA ETA ETORKIZUNA (III atala)<sup>(\*)</sup>

ANTONIO DELCAMPO

1. atalean ikusi genituen kontzeptuen neurriak (distantziak, abiadurak, etab.) nahiz eta batzuetan oso handiak izan, ulergarriak ziren gehiegi sakondu barik. Gure Lurra tenis pelota bat bezalakoa da, baina handiagoa. Eguzkia handiagoa da eta oso urrun dago. Gure Galaxian (*Esne Bidean*) milioika eguzki (izar) dago. Gure galaxiaren ondoan (erlatiboki) beste galaxia batzuk daude *Talde Lokala* deritzona osatuz.

2. atalean beste galaxia talde asko ere badagoela ikusi genuen; batzuek urrunago, beste batzuek gertuago, baina kontzeptu guzti hauek ulertzeko, eskala bakarrik aldatu behar genuen gure buruan.

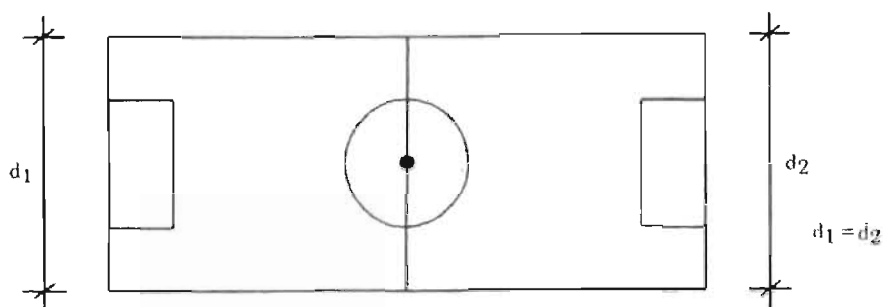
Korapiloa batez ere, beste kontzeptu sakonagoak aztertzen ditugunean hasten da. Hots; *Unibertsoa* finitua baina mugagabea, argiaren abiadurari beste bat erasten bazaio abiadura berbera lortzen dela, zulo beltzak, unibertsoaren zabalakuntza baina ez kanporantz etab.

3. atal honetan kontzeptu sakonago hauek nolabait aztertzen saiatuko gara.

## UNIBERTSOA FINITUA BAINA MUGAGABEA

Suposa dezagun gure Lurrazalaren izaki bidimentsional batzuek bizi direla, paperezko orri-zatiak balira bezala.

(\*) Lehenengo atala, *Elhuyar* 10, 19; bigarren atala, *Elhuyar* 10, 279



1. irudia

Azter dezagun nola izango litzatekeen izaki bidimentsional hauen Lurrazalaren kontzeptua.

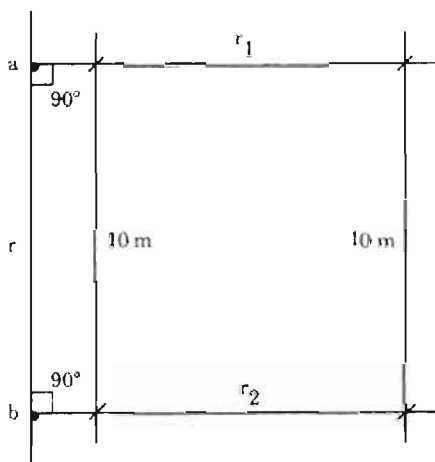
Izaki hauek bi dimentsio bakarrik nabariko lituzkete; luzera eta zabalera, baina ez hirugarrena, sakonera.

Futbol-zelai bat, errektangulu bat dela pentsatuko lukete; bere lau alboak paraleloak izanik. (Ikus 1. irudia).

$d_1$  eta  $d_2$  distantziak neurtuz, ondorio berdina lortuko lukete eta handik, eta beste antzerako ikerketatik, Lurrazala (beraiek ezagutzen duten Lurrazalaren zatia) plano bat dela, eta plano horretan geometria euklidianoaren printzipioak betetzen direla. (Horixe pentsatzen zuten gure arbasoek ere).

$r$  zuzenkiari  $a$  eta  $b$  puntutan (ikus 2. irudia)  $r_1$  eta  $r_2$  zuzenki elkartzutak marrazten bazaizkio, zu-

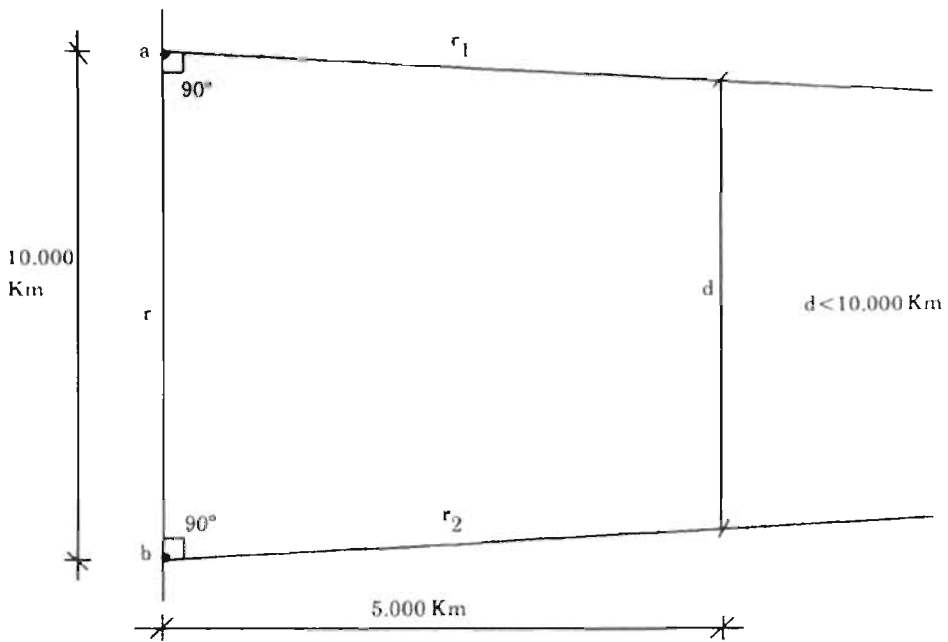
zenki hauek paraleloak dira beren artean.



2. irudia

Baina Lurrazalaren zati handiagoa aztertuz, hauxe berbera egiten badute gauzak korapilatzen hasten direnaz konturatzten dira. (ikus 3. irudia).

Guk hiru dimentsio nabaritzen ditugu eta horri esker ondo dakigu zer gertatzen den. (ikus 4. irudia).

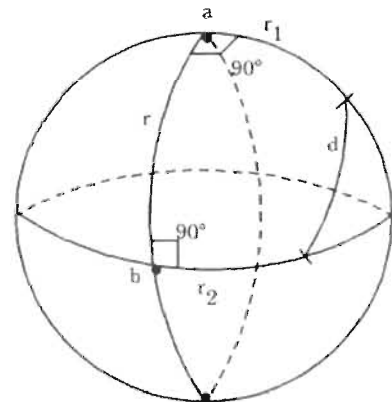


3. irudia

Lurrazala esfera baten azala da eta ez plano. Horregatik  $d < 10.000$  km. da. Izaki bidimentsional hauek beren unibertsoan neurketa zehatzak egingo balituzkete, guztiz oker zeudela konturatu ahal izango lukete.

Beren unibertsoa kurbatua dela pentsatu beharko lukete eta nahiz eta beraiek ez nabaritu, beren unibertso bidimentsionala unibertso hirudimentsional batean murgilduta dagoela.

Beren unibertsoaren neurriak ere ezagutuko lituzkete; kurbatur erra-



4. irudia

dioa adibidez:  $R = 40000/2\pi = 6366$  km.

$$\text{Beren unibertsoaren azalera: } A = 4\pi R^2 = 5,09 \times 10^2 \text{ Km}^2.$$

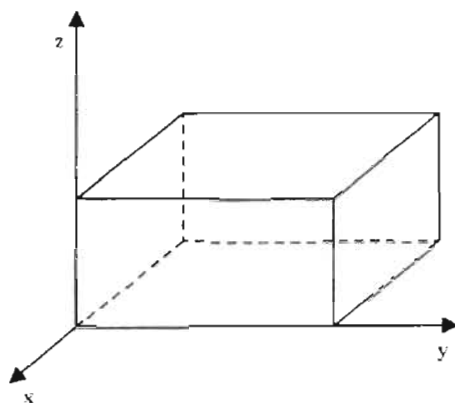
Jakingo lukete beraz, beren unibertsoa finitua baina mugagabea litzatekeela. Gure unibertso hirudimentsionalean, antzeko gauzak ere gertatzen dira. Zati txiki bat hartuko dugu (ikus 5. irudia); paralelepipedo bat esate baterako. Paralelepipedo honen alboak launak eta paraleloak kontsidera ditzakegu. Baina unibertsoaren zati handiagoak aztertzen baditugu (beste galaxi taldeak etab.) konturatzen gara gure unibertsoa euklidianoa ez denaz, eta susmatzen dugu (izaki bidimentsionalek beren unibertsoan susmatuko luketeen bezala), nahiz eta hiru dimentsio bakarrik nabari gutxienez beste dimentsio bat ere badagoela.

Izaki dimentsionalek ez lukete pentsatuko beren unibertsoa azala esferikoa denik eta gutxi gorabehera, beraiantzat unibertsoa *hiperzirkunferentzia* dela esango lukete.

Guk ere horixe diogu: Gure unibertsoa *hiperesfera* kurbatua da; lau dimentsiotako unibertso batean murgildutakoa.

Ezin dugu hori nabaritu; baina susmatu bai, izaki bidimentsionalek egingo luketen bezalaxe.

Baina gure unibertsoa nolakoa da?, infinitua?, mugagabea?, zeintzuk dira beren neurriak?.



5. irudia

Izaki dimentsionalek beren unibertsoan bi punturen arteko distantziarik handiena 20000 kmkoa dela jakingo balute, ez lukete jakingo puntu hauek esferaren diametro baten muturrak direnik; ezin bait dute esferaren barrualdea existitzen denik jakin edo imajinatu.

Guk badakigu **Hubble**ren kostantea **24** dela (ikus 2. atala).

$$k = \frac{v}{D}$$

$v$  gurekiko galaxi taldearen abiadura eta  $D$  distantzia izanik.

Badakigu gure ortzean  $v$ rik handiena 300000 km/skoa dela ere.

Beraz gure unibertsoan **D**rik handiena

$$D = \frac{300.000}{24} \text{ 12.500 milioi argi urte}$$

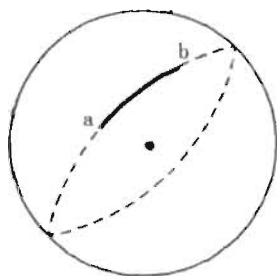
Ilau da beraz gure unibertso hirudimentsionalean bi punturen artean izan daitekeen distantziarik handiena. Finitua beraz.

Izaki bidimentsionalen unibertsoan, bi punturen arteko distantziarik handiena **20000 km**koa da. Unibertso bidimentsional hau kurbatua da hirugarren dimentsiotako beste unibertso batean eta bere bi dimentsiotan ez dauka mugarik edo bazterrik.

Gure ortzean, bi punturen arteko distantziarik handiena **12.500 milioi argiurte** da. Ortze hirudimentsional hau, kurbatua dago laugarren dimentsiotako beste unibertso batean eta ez dauka mugarik edo bazterrik.

Azal esferikoan bi punturen arteko distantziarik txikiena zirkunferentzia nagusiaren (ikus 6. irudia) zati bat edo arku-zati bat da. Paperezko izakien unibertsoan argi bidimentsionalik balego (ez gure argia noski) arku-zati hauek ibiliko lirarteke eta paperezko zatitxoek zera

pentsetako lukete: *Oztoporik ez dagoenean gure argi bidimentsionalak bide zuzenak ibiltzen ditu.*



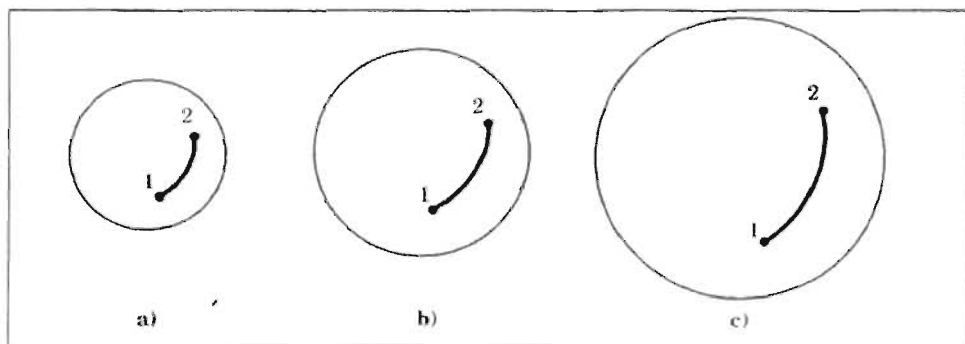
6. irudia

Ilonela diogu guk gure unibertsoan, baina argiaren izpiek biderik motzenak ibiltzen dituztela jakin behar dugu. Biderik motzen horiei zuzen deitzen diegu gero.

### UNIBERTSOAREN ZABALKUNTZA; BAINA EZ KANPORANTZ

Hasieran hartu dugun adibideari jarraituko diogu.

Suposa dezagun (ikus 7. irudia) gure izaki bidimentsionalen azal



7. irudia

esferikoa, globo bat bezala handitzen dela.

Azal esferiko horren puntu guztien arteko (1 eta 2 puntuak esate baterako) distantziak handituz doaz.

Puntu guztiak beste guztiekiko ari dira ihes egiten, eta ihes-abiadura eta bi puntuen arteko distantzia proportzional dira gainera.

Baina puntu guztiak ez dira azal esferikotik irteten; bi dimentsiotan ez daiteke esan globotik kanporantz handitzen ari denik.

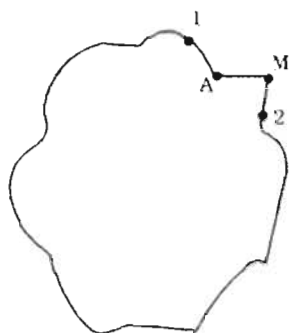
Honelako zerbaít ari da gertatzen gure ortze hirudimentsionalean; big bangen leherketaren indarraren eraginez gure unibetsoa handitzen ari da; puntu guztiak ari dira beste guztiekiko ihes egiten; unibertso osoa ari da zabaltzen, baina ez kanporantz. Dena ari da handitzen eta kanpoa hitz bat besterik ez da hiru dimentsiotan.

## ZULO BELTZAK

Adibide bidimentsionalari jarraituz, Lurrazala ez da guztiz esferikoa (ikus 8. irudia). Mendiak eta amildegiak badaude, eta bi punturen arteko distantziarik txikiena (bi dimentsiotan) ez da zirkunferentzia nagusi baten zatia.

Bi dimentsiotik irten barik (ikus 8. irudia) 1 eta 2 puntuen arteko

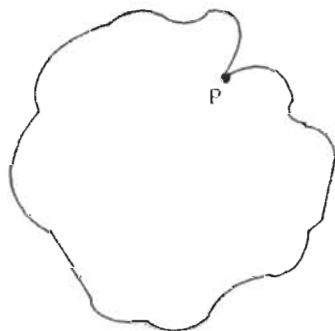
distantziarik txikiena 1 A M 2 kurba da.



8. irudia

Amildegri batek inflexio puntua balu (ikus 9. irudia, P puntua) puntu hauek amildegri irten ezinak izango lirateke gure adiskide bidimentsionalentzat.

Gure ortze hirudimentsionalean ere badaude honelako amildegri izugarriak, amildegri edo zulo beltzak deritzenak.



9. irudia

Lurrazalean, mendiak eta lezeak indar orogenikoei sortuak dira. Indar

hauek kizkurtzen dute Lurrazala, bere geometria aldatuz.

Gure ortze hirudimentsionalean mendi eta zulo hirudimentsionalak masaren kontzentrazioaren indarrek sortuak dira.

Oso ezaguna da izarren argi-izpiak eguzkiaren ondoan igarotzen direnean okertu egiten direla. (ikus 10. irudia).

Fenomeno hauek ikertzeko eguzki-eklipseak dira egokienak. Honela, alboan edo ia eguzkiaren atzean dauden izarrek ikus daitezke. Zientifikoki argiaren izpiak eguzkiaren ondotik pasatzerakoan okertu egiten direnik ez da esan behar. Argi-izpiek unibertsoan zehar biderik motzenari jarraitzen diote eta biderik motzen hauek ez dira berdinak eguzkia dagoenean eta ez dagoenean. Eguzkiaren masaren eraginez, bere inguruaren geometria aldatu egiten da; besterik ez.

Unibertsoaren alde batetan masaren kontzentrazioa zulo beltza sortzeko bezain handia denean (ikus 2. atala), amildegi hortatik ez da ezer kanporatzen; ez eta argi-izpirik ere. Hortik datorkie izena noski.

## ZABALKUNTZA NOIZ ARTE?

Har dezagun berriro gure adibide bidimentsionala gauzak hobeto argitzeko.

Globo hipotetikoaren zabalkuntzan, aurkako bi indar daude: bata haizearen presioarena, zabalkuntza eragiten duena eta bestea globoaren malgutasuna, zabalkuntzaren kontra eragiten duena. Bi indar horiek orekan badaude globoaren tamainua konstantea da. Bestela, handituz ala txikituz doa.

Gure unibertso hirudimentsionalaren zabalkuntzan ere bi indar nagusi daude: bata leherketa nagusiaren inpultsoa, zabalkuntzaren eragilea, bestea, grabitapena, zabalkuntzaren aurkakoa.

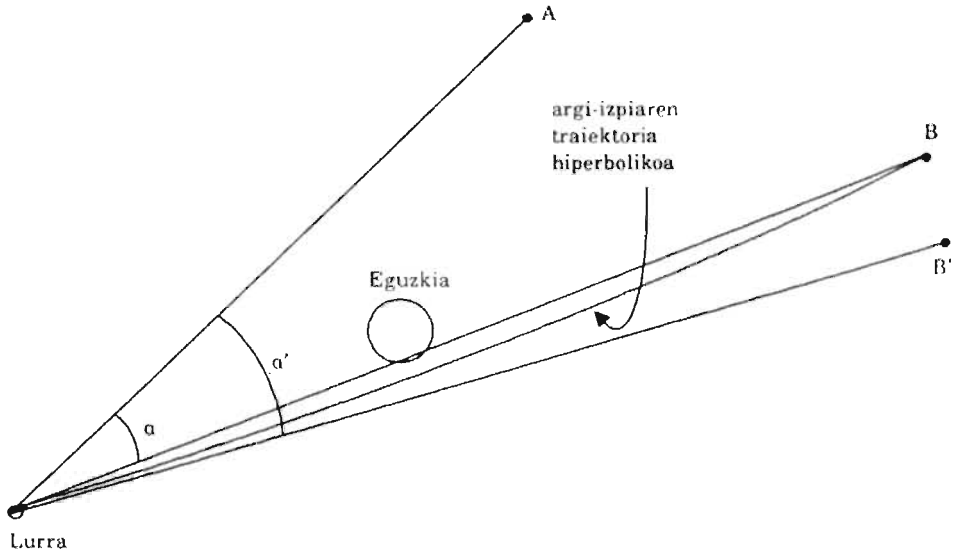
Zabalkuntzaren norabidea bi indar horien arteko balioen araberakoa da.

Big bangen indarra unibertsoaren grabitazio-indarrak baino handiagoa baldin bada, zabalkuntza betirakoa izango da.

Leherketaren inpultsoa gutxituz doa denborarekin. Baita grabitazio-indarrak ere (badakigu grabitazio-indarra eta distantzien karratua alderantziz proportzional direla).

Grabitazio-indarrak, big bangen indarrak baino arinago txikitzen badira, ortzearen zabalkuntza iraunkorra izango da betirako; unibertsoa gero eta zabalagoa izango da.

Baina grabitazio-indarrak, big bangen inpultsoa baino handiagoa baldin badira aldiune batean (hau ez da gaur egun gertatzen) zabalkuntza



10. irudia: A eta B izarrek osatutako angelua Eguzkia ortzearen beste alde batetan dagoenean ( $\alpha$  angelua) eta Eguzkia B izarren aurretik pasatzen denean ( $\alpha'$  angelua) ez dira berdinak.  $\alpha' - \alpha = 1'',60$

geratu egingo da eta grabitazio-indarrei esker, txikitzen hasiko da unibertsoa.

Dirudienez unibertsoan dagoen masa, nahikoa da grabitazio-indarrak **big bangen** inpultsoa baino handiagoa izateko. Horregatik astronomoek zabalkuntza bukatu egingo dela sumatzen dute eta handik aurrera unibertsoa gero eta txikiagoa izango dela.

Orain dela urte gutxi astronomoak konturatu direnez, unibertsoan ikusten diren izar, galaxia eta galaxi taldeez kanpo, masa ikustezinaren kopurua izugarria da. Hortik sus-

matzen dute grabitazio-indarrak **big bangen** inpultsoa gainditzeko gai direla.

Dirudienez, txikiagotzen den neurrian, masaren kontzentrazioa muga batera helduko denean, beste zabalkunde berri bat jasango du.

Beraz beraien eritziz unibertsoa pultsakorra da.

Gauza batzuk zintzilik gelditu dira, baina idazlan hau dibulgazio-mailan idatzita dagoenez gero, bere bideari hemen amaiera eman beharko diogu.