

Hondoko mikrouhin-erradiazioa, Planck teleskopioaren bidez. ARG.: ESA.

# Aztoramena, inflazioaren teoria indartzen duen frogaren ondotik

ANA GALARRAGA AIESTARAN  
Elhuyar Zientzia

**BICEP2 irrati-teleskopioak hondoko mikrouhin-erradiazioan egin duen detekzioak aztoramena sortu du, ez bakarrik kosmologoen, astronomoen eta fisikarien artean, baita komunikabideetan ere. Izan ere, BICEP2ko astronomoek aurreratu dute detekzioa berresten bada “mugarri” izango dela.**

*Nature* aldizkariak ere hitz bera erabili du albiste ematean, eta nabarmendu du aurkikuntzak hiru ekarpen nagusi biltzen dituela: “Einsteinek iragarritako uhinen ebidentzia zuzenena ematen du; fisikariek irrikaz itxaroten zuten inflazio kosmikoaren froga da; eta naturaren oinarritzko indarrak eta grabitazio kuantikoa bateratzeko bidea zabaltzen du”.

John Kovack Harvard-Smithsonian Astrofisikako Zentroko ikertzaileak eta BICEP2ko taldearen buruak azaldu du zer den lortu dutena: Big Bangaren ondorengo grabitazio-uhinen arrastoak detektatu dituzte, hondoko mikrouhin-erradiazioan. Polarizazio-mota jakin bat da arrasto hori, B modu deitutakoa, hain zuzen ere.

Itziar Aretxaga Mexikoko Astrofisika, Optika eta Elektronika Institutuko astrofisikariak gogorarazi duenez, hainbat talde dabiltza B moduko polari-

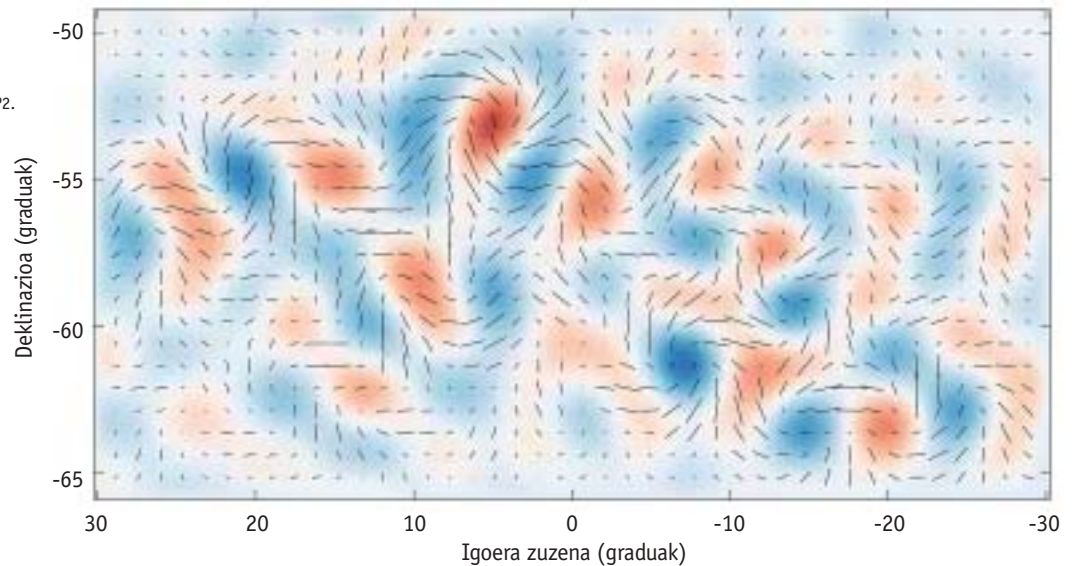
zazioa detektatu nahian, hala nola SPT, ABS, ACT-pol eta CLASS lur gaineko teleskopioenak, EBEX, SPIDER eta PIPER globoenak eta Planck satelitearenak. Eta, antza denez, horiei guztiei aurre hartu die BICEP2 teleskopioaren taldeak.

Denek helburu bera dute, Miguel Querejeta Max Planck Institutuko astrofisikariaren esanean: grabitazio-uhinak detektatzea, haiek baitira Alan Guthek 1980ko hamarkadan proposatutako inflazioaren teoria berresten duten froga.

## **INFLAZIOA, TEORIA ELEGANTEA**

Hain zuzen, Aretxagak dioen moduan, “inflazioa ez da orain arte frogatu, baina beharrezkoa da Big Bangaren teoria klasikoak dauden zenbait arazo konpontzeko”. Arazo horien artean, hondoko mikrouhin-erradiazioaren tenperaturaren uniformetasuna aipatu du Aretxagak: “Hondoko mikrouhin-erradiazioak oso tenperatura berdintsua

B moduko polarizazioaren seinalea. ARG.: BICEP2.



## Ruth Lazkoz Sáez: “Detekzioak, zirrara ez ezik, buruhaustea ere sortu digu”



ARG.: RUTH LAZKOZ

### Zer iritzi duzu detekzioari buruz? Zure ustez, zein da gakoa?

Maila teorikoan garrantzitsua den edozein efektu detektatzea berri ezin hobea dugu. Kasu honetan, gakoa da behatutako efektua uste baino askoz indartsuagoa dela. Honek zenbait ondorio ditu. Esaterako, gaur egunera arte ontzat jotzen ziren hainbat teoria kokolan ipini dira, haiek aurrezandako efektua askoz ahulagoa baitzen. Eta, hain zuzen, ahultasunaren alde zeuden teoriek zituzten jarraitzaile gehien. Gainera, ahultasun hori dela eta, espezifikazio tekniko oso sentikorrez eraiki dira lasterketan atzean geratu diren hainbat proiektu.

### Nola hartu duzu zuk? Zirrara sortu dizu ala hotz utzi zaitu?

Atzean geratu diren proiektu horien artean Kanarietako Quijote esperimentua dugu.

*EHUko Fisika Teorikoa eta Zientziaren Historia Saileko irakaslea da, eta, besteak beste, Grabitazioa, Kosmologia eta Unibertsoa beste egitura batzuen Ikerketa Taldean dihardu ikertzen, datu esperimentalen tratamenduan espezializatuta. Aipatzekoa da taldea erreferente dela nazioartean, erlatibitate klasikoaren arloan. Lazkoz bera kosmologiaren zenbait alderditan dabil lanean, baina, batez ere, unibertsoaren azelerazioan dago interesatua, zehazki, energia ilunean eta inflazioan. Horrenbestez, zuzenean eragin dio B moduko polarizazio detektatu izana.*

Gure taldea teleskopio horrek egingo zuen neurketaren simulazioak egiten ari zen, lan-kidetzaren barruan. Orain, detekzioaren ondorioz, gure simulazioak errepikatu eta zabaldu beharko ditugu, eta horrek nahiko denbora behar du. Beraz, detekzioak, zirrara ez ezik, buruhaustea ere sortu digu.

### Zer espero dezakegu hemendik aurrera? Zein izango dira (edo izan beharko lukete), zure iritzi, hurrengo pausoak?

Hurrengo pausoa izango da beste taldeek errepikatzea detekzioa, eta baita oraingo detekzioak batzuek adierazi dituzten zantzak argitzea ere. Horren ondoren, edo horrekin batera, horren azpiko eredu teoriekoen garapen eta ulerpen sakonagoa egin beharko da. Hemendik aurrera, espero dezakegu hau modako gaia bihurtzea, eta askoz berri gehiago etortzea honen inguruan.

du (2,7K) edozein norabidetan neurtuta, baina, erradiazio hori unibertsoak 380.000 urte zituela sortu bazen, berez, ez dago denborarik unibertso osoan tenperatura orekatzeko, informazioa ezin baita transmititu argiaren abiadura baino azkarrago. Arazo horri oso irtenbide elegantea ematen dio inflazioak”.

Big Bangaren ondorengo grabitazio-uhinen arrastoak detektatu dituzte hondoko mikrouhin-erradiazioan.

Inflazioaren teoriak proposatzen du Big Banga gertatu eta  $10^{-35}$  segundotan gutxi gorabehera, unibertsoa  $10^{40}$  aldiz handitu zela. “Izan ere, hori horrela balitz, hondoko mikrouhin-erradiazioa askatzen duten lekuak kalkulu klasikoan baino  $10^{40}$  aldiz gertuago egongo lirateke inflazioa gertatu aurretik, eta, beraz, ez legoke inolako arazorik oreka termikoa lortzeko”.

Alan Guthen hitzetan, “Big Bangaren Banga” izango litzateke inflazioa. Teoriaren arabera, espazio-denboraren hedatze izugarri azkar eta handi horrekin batera, grabitazio-uhinak ere sortuko lirateke, eta grabitazio-uhin horiek hondoko mikrouhin-erradiazioan arrastoa utziko lukete: B moduko polarizazioa.

Izan ere, bi polarizazio-mota daude, E moduak eta B moduak. Lehenak grabitazio-uhinen bidez sor daitezke, baina baita unibertsoan dagoen materiarekin lotutako beste fenomeno batzuen ondorioz ere. B moduak, aldiz, jatorrizko grabitazio-

uhinek baino ezin dituztela sortu uste izan da, nahiz eta iaz SPT teleskopioarekin egindako detekzioan ikusi zuten leiarren bidez ere sor daitekeela. Hala ere, leiarren bidezkoa dela baztertuz gero, polarizazio-mota hori aurkitzeak frogatuko luke grabitazio-uhinak existitzen direla, eta, aldi berean, haiek iragartzen dituzten teoriak zuzenak direla.

## TEORIA BAIETZATZEN DUEN EBIDENTZIAREN AURREAN

B moduko polarizazioaren bila ari ziren, beraz, hainbat talde, eta horregatik hunkitu zen hainbeste Andrei Linde, Guthen proposamena osatu zuen fisikaria, hura detektatu zutela jakinarazi ziotenean. Eta ez da harritzekoa: aipatu zuen moduan, 30 urte itxaron du teoria berretsiko lukeen frogaren zain: Big Bangak sortu zituen jatorrizko uhinen aztarna. Albisteak jasotzean egindako adierazpenetan, Lindek aitortu zuen beldur zela “ederra zelako soilik” sinetsi izan zuela egia zela. Beldur hori uxatzeko ere baliagarria izan da B moduko polarizazioa detektatzea.

Linde ez ezik, beste fisikari, astronomo eta kosmologo asko ere poztu dira albistearekin. Aretxagak, adibidez, jai-eguna zuen arren, egun osoa ordenagailu aurrean igaro zuen: “lehenik, hitzaldi teknikoa streaming bidez entzun nahian, baina ezin izan nuen Harvardeko zerbitzaria kolapsatuta zegoelako; gero prentsaurrekoaren zain, eta

lortu nuen horren berri zuzenean jasotzea, eta, azkenik, artikulua teknikoa irakurtzen eta sare sozialetan beste astrofisikari eta kosmologo iruzkinak irakurtzen eta komentatzen”.

➔ *Albisteak jasotzean, Lindek aitortu zuen beldur zela “ederra zelako soilik” sinetsi izan zuela teoria egia zela.*

1992an hondoko mikrouhin-erradiazioaren tenperatura-fluktuazioak detektatu ziren aldia gogorazi dio oraingo albisteak: “Orduan tesia egiten ari nintzen Madrilan, eta nire saileko katedradunak ate joka zebiltzan, berria ematen, erabat asaldatuta. 1992ko emaitza hori egunkari guztien lehengo orrian agertu zen, eta, gero, 2006an, Fisikako Nobel saria eman zieten aurkikuntza egin zuten taldeen ikertzaile nagusiei, aurkikuntza ondo berretsi ondoren”. Higgs bosoiarekin ere antzekoa gertatu dela uste du, baina, oraingo hau are “zirrargarriagoa” delakoan dago, inflazioaren teoria ez baitzegoen aurreko biak bezain onartua.

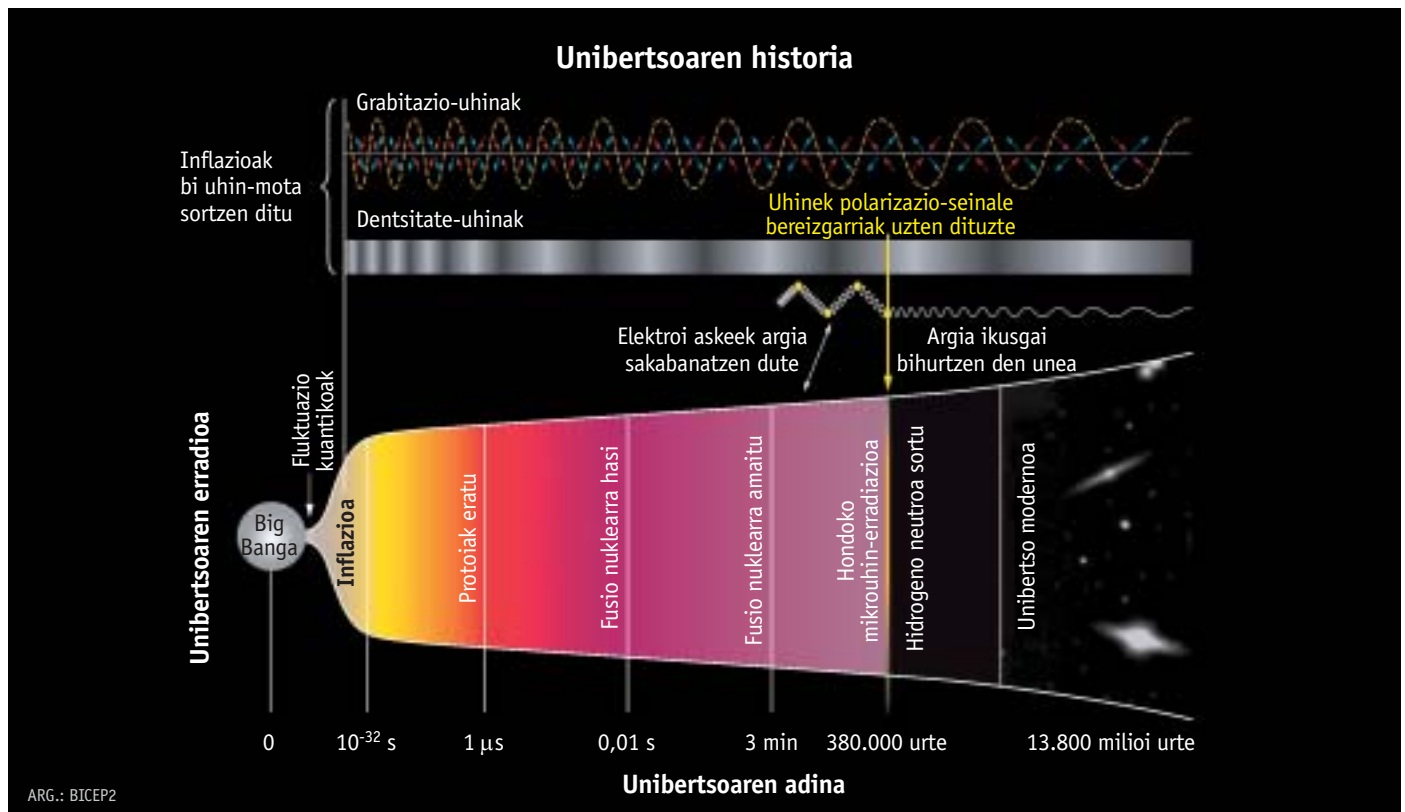
Miguel Querejeta rentzat ere “atsegina” izan da aurkikuntzaren berri jasotzea. Hala ere, ohartarazi du komunikabide batzuek notizia puztu eta



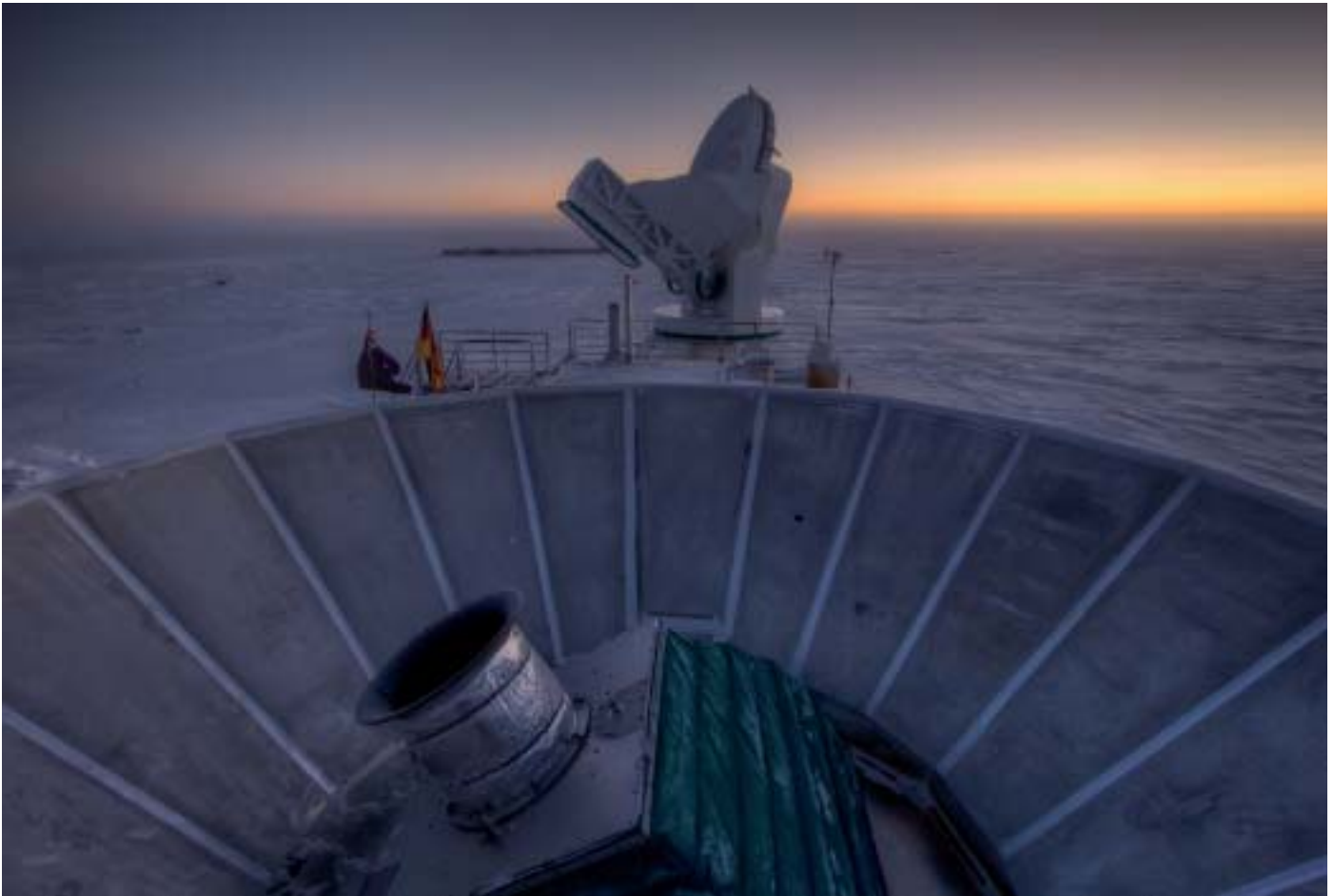
**Itziar Aretxaga.** Mexikoko Astrofisika, Optika eta Elektronika Institutu Nazionaleko astrofisikaria. ARG.: ITZIAR ARETXAGA.



**Miguel Querejeta.** Max Planck Institututoko astrofisikaria. ARG.: DANIEL SOLABARRIETA.







desitxuratu dutela: “Esaterako, nire atletismoko taldekideek galdetzen zidaten ea hau Big Bangaren behin betiko froga ote den... baina Big Banga gertatu zela dagoeneko argi geneukan, duela 50 urte Penziasek eta Wilsonek hondoko mikrouhin-erradiazioa aurkitu zutenetik!”.

### BERRESPENAREN ZAIN

Pozarekin batera, baina, zuhurtzia ere adierazi dute bai Aretxagak, bai Querejetak. BICEP2ko ikertzaileek ere onartu dute beste talde batek berretsi beharko lukeela detekzioa, ontzat emateko guztiz. Eta hori bera uste du Aretxagak: “Horrek ziurtasuna emango lioke emaitzari. Horrekin batera, datuetan antzematen diren zenbait efektu arraro ere argitu ditzakete”.

Aretxagaren esanean, “nahiko argi dago” B moduko polarizazioa detektatu dutela, “eta BICEP2ko taldekoek baieztatu dute ez dela hondoko mikrouhin-erradiazioaren eta gure artean dagoen materiaren anplifikazioak sortutako B moduko polarizazioa, baina hori berretsi beharko da.”

Horrez gain, haren ustez, oraindik zehaztu gabe dago zer intentsitate duten grabitazio-uhinek eta

zer inflazio-mota izan daitekeen. Are gehiago: “Datuen eta modeloen arteko alderaketa ez da oraindik oso ona eskala batzuetan, eta, behar bada, datuen tratamenduan egon daiteke horren gakoa. Xehetasunak izan daitezke, baina xehetasunak ondo ulertu behar dira halako aurkikuntza potolo baten aurrean”.

Querejetak ere ezinbestekotzat jo du beste talde batzuek ere emaitzak lortzea, eta, haiekin, BICEP2koen detekzioa berrestea: “Alde batetik, inflazio-motaren ezaugarriak hobeto ezagutzeko, beharrezkoa izango da hondoko mikrouhin-erradiazioa sakonago aztertzea, eta, horretarako, Planck sateliteak emaitza berriak ematea espero dezakegu. Bestetik, grabitazio-uhinen bestelako detekzioak egitea ere interesgarria izango litzaiteke. Hain zuzen ere, grabitazio-uhinek, inflazioarekin ez ezik, espazio-denbora oso kurbaturik dagoen edozein egoerarekin dute zerikusia, esaterako, zulo beltzen inguruan; eta norabide honetan badago hainbat ikertzaile-talde lanean”.

Aretxagak dioenez, “pazientzia pixka bat izan beharko dugu beste taldeek lana burutzen duten arte”.

BICEP2 irrati-teleskopioaren bidez detektatu dute grabitazio-uhinen arrastoa. Teleskopioa Hego poloan dago; izan ere, leku aproposa da seinaleak garbi jasotzeko, han apenas baitago seinaleak distortsionatuko lituzkeen hezetasunik. ARG.: BICEP2.



Ikusi webgunean Andrei Lindek zer erreakzio izan zuen detekzioaren berria jasotzean.

SABEAN+