



«Materia iluna eta energia iluna ulertzen ditugunean, aldatu egingo dugu fisika ulertzeko modua»

Jocelyn Bell Burnell Astrofisikaria • 4



Konfiantza mozioaren saioan hitz egin zuen Puigdemontek atzo; gaur egingo dute bozketa. TONI ALBIR / EFE

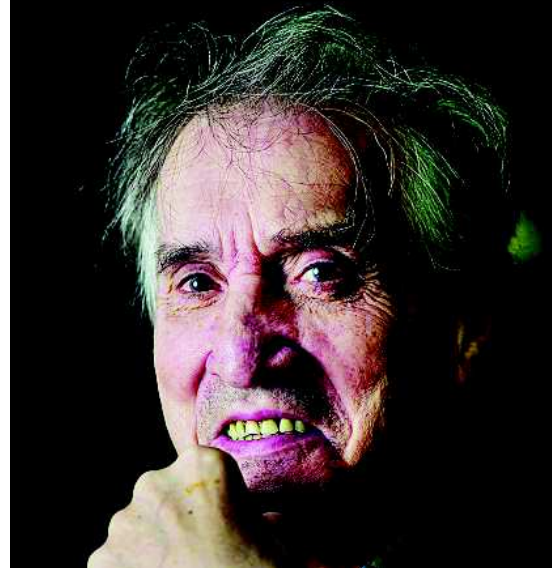
## «Deskonexioa» 2017ko uztailean, galdeketa irailean

Kataluniako independentziarako bidean, estatu egiturak onartzea eta 2017ko irailean erreferenduma egitea agindu du Puigdemontek, ahal bada Madrilekin adostuta, bestela alde bakarrak antolatuta • CUPi aurrekontua onartzen laguntzeko eskatu dio, prozesu hori egiteko • 14

## Haurren poz kantatua

IMANOL URBIETA (1934-2016)

Musika eman die belaunaldi berriei, eta haurren kantutegia eta musika irakasteko bideak aberastu. 82 urterekin hil da Imanol Urbieta musikari eta konpositorea • 26



JON URBE / ARGAZKI PRESS

## Harian 2

### Gipuzkoak Mutiloako zabortegira eramango ditu hiri hondakinak

Hondakin industrialak jasotzen ditu zabortegiak, baina egokitu egingo dute, hiru urtean 100.000 tona hiri hondakin har ditzan. • 5

### Ammistiaren baldintzak

Adrian Garcia Bogota Berriemalle berezia

Bakerako Jurisdikzio Berezia martxan jarri bitarte, espero da datozen hilabeteetan kaleratzea FARCEko preso gehienak. • 12

### PSOEren zuzendaritzari buruzko borroka hasi da, 17 kidek dimititu ondotik

Pedro Sanchezen ildoarekin kritiko diren zuzendaritzako 17 kidek dimititu dute, idazkari nagusia kargua uztera behartzeko. Sanchezen taldeak gaur du bilera. • 15

## Kirola 20

### Lau t'erdikoa prest, hamabi pilotarirekin

Lehen, 16 pilotari aritzen ziren, baina 12 jarri dituzte enpresek aurtan. «kalitatea hobetzeko». Altuna III.ak hartu du Irujok utzi-tako zerrrendaburu postua. • 20

**Arantxa Iraola** Donostia

Aitarengatik jasotako abizena du Bell, eta inoiz entzun behar izan du *Nobell* txantxa merkea Jocelyn Bell Burnellek (Belfast, Irlanda, 1943). Izan ere, 1973an Fisikako Nobel saria jaso zuten pulsar izarren aurkikuntzan parte hartu zuen ikerketa taldeko buruek, eta haren jarduna aurkikuntzan erabakigarria izan bazen ere, ez zuten aintzat hartu. Arrangurarik gabe mintzo da, hala ere. Passion for Knowledge 2016 topaketetan hizlari ibili da egunotan Euskal Herrian, Donostia International Physics Centerrek gonbidatuta.

**Oso gaztetan egindako aurkikuntza batek egin zintuen zuzenaren pulsar izarrek atzemateko prozesuan, hain zuzen ere, giltzarri izan zen zure lana. Zertan aldatu zuen aurkikuntza horrek espazioa ulertzeko modua?**

Inork iragarri ez zuen izar mota bat ziren; oso muturreko izar mota bai. Muturreko fisikaz asko irakasteko bidea ematen dute, hain justu. Bestalde, izar horiek garrantzitsuak izan ziren lehen aldiz Einsteinen teoriak egokiak zirela berresteko. Hain dira muturrekoak, egokiak direla berresten hori egiteko. Eta Einsteinen teoriak zuzenak dira: oraino.

**Irrati astronomiaren hastapenetan murgildu zinen jardunbide horretan. Orduetik, teknologiak zenbateko aldaketa eragin du?**

Ikerkuntzan aldaketa oso handia izan da, ordenagailuek, gailu horien bilakaerak, eragin handia izan du, eta datu asko eskuratzeko ditugu gaur egungo ikerketa proiektuetan: datu kopuru erraldoiak. Hain zuzen ere, jendea behar dugu datu horiekin guztiekin lan egiteko... Halaber, horrek esan nahi du askoz era bizkorragoan egiten dela egun aurrera.

**Hori aintzat hartuta, zein aurkikuntza espero dituzue?**

Nire ustez, hurrengo aurkikuntza garrantzitsua izango da ulertzea jada aurkituta ditugun zenbait gauza, oraino zer diren jakin gabe baikaude. Hain zuzen ere, materia iluna eta energia iluna hortxe daude: bi itaun handi. Nik uste dut biak ulertzen ditugunean fisika ulertzeko modua ere aldatu egingo dugula: fisika osoa, oinarri-oinarritzko era batean. Energia eta materia iluna ulertzen ditugun heinean, fisikara iraultza bat etorriko dela iruditzen zait; biak ere oso garrantzitsuak dira.

**Ehunekoetan, unibertsoaren zein portzentaje azagutzen da?**

Ni gaztea nintzenean baino askoz ere txikiagoa. Gaztea nintzenean espazioaren %95 ulertzen genuen-



JUAN CARLOS RUIZ / ARGAZKI PRES

## «Espazioaren %95 ulertzen genuela uste genuen; %4 da orain»

**Jocelyn Bell Burnell** • Astrofisikaria

Pulsar izarrek aurkitu zituen, doktoretza prestatzen ari zen ikasle bat zela, eta espazioa ulertzeko modu berri bat zedarritzen lagundu zuen; izarretara begira jarraitu du orduetik, jakin-minaren lilurari lotuta.

la uste genuen. Orain %4 ulertzen dugula uste dugu: gainerakoa materia iluna da, energia iluna. Halaxe gabilta urtez urte: ezustez ezuste. Aldaketak, gainera, zinetan bizkorrak izaten dira. Horrekin, hein batean, ikasi dugu umilagoak izan behar dugula, bazter utzi behar dugula harrokeria. Hain zuzen ere, espazioa guk uste genuena baino misteriozuzagoa da, ezuste gehiago ditu.

**Aurkikuntzek ez dute etenik; grabitazio uhinak atzeman dituzte, esaterako, aurten. Behin ate hori zabaldua, zer aurkikuntza gehiago etorriko dira, zure ustetan, hemendik aurrera?**

Oso lorpen garrantzitsua izan da. Atzeman duten mugimendua oso txikia da. Garrantzitsua da fisikarentzat eta teknologiarientzat; izan ere, urte askoan teknologia garatu behar izan dute halako mugimendu nifimio bat atzema-

teko: atera kontuak, ile baten zabalaren milioiren baten milioirena baino txikiagoa!

**Aurkikuntza hori ere arras garrantzitsua izan da Einsteinek esandakoak berresteko...**

Hala da. 1973-1974. urteetan guk zantzu onak aurkitu genituen Einstein zuzen zegoela frogatzeko; baina grabitazio uhinak ze-

**«Metodo zientifikoak balio digu berresteko ulertu duguna zuzena dela; niri ez zait gustatzen 'egia' hitza»**

harka aurkitu genituen orduan. Orain modu zuzenean aurkitu dituzte. Lehen, halaber, bagenituen zulo beltzei buruzko susmoak; orain badakigu badirela.

**Egia kontzeptua erabiltzea ez duzula gustuko esan izan ohi duzu zuk sarri askotan. Zer dira**

**bada orduan metodo zientifikoaren bidez berrestekoak?**

Beti susmo txarra hartzen diotnik egia hitzari. Zerbait ulertu egin dugula esatea gustatzen zait niri. Pertsona asko eta asko elkar hiltzen ibili izan dira egiaren izenean, eta, horregatik, nik nahiago dut ulermenean aurrera egin dugula adieraztea. Metodo zientifikoak balio digu berresteko ulertu dugun hori zuzena dela, frogatu egin dugula, baina niri ez zait gustatzen egia hitza erabiltzea.

**Bizitzaren jatorria izarren hautsean zegoela usu adierazten da. Horrek aparteko garrantzia ematen die zuten ikerketei?**

Egiazkoa zera da: gure odola gorria dela burdinarengatik, eta burdina hori izarretatik etorri zela. Era berean, hezurretako kaltzioa eta biriketako oxigenoa ere izarretatik datoz. Izarretako materia asko dago gure barruan.

**Pulsarren inguruko ikerketak Nobel saria jaso zuen 1973an. Zure buruzagiek jaso zuten saria; kanpo utzi zintuzten. Zer eragin izan du horrek zure bizitzan?**

Sari garrantzitsua izan zen: aurrerako urrats bat. Astronomian ez dago Nobel saririk, eta pulsarrek lehen aldiz erreparatu zioten Fisikako Nobel sarirako astronomiari. Orduetik 15-20 astronomok jaso dute sari hori. Lehenbiziko horrekin, beraz, nolabait ere, atea zabaldu egin zen: aurrekari garrantzitsu bat izan zen. Nire ikuspegitik begira, berriz, niri iruditzen zait hein handi batean nik saria ez nuela jaso ez andrazko bat izateagatik, ikasle bat nintzelako baizik. Sasoi hartan, ikasleak ez ziren aintzat hartzen; gaur egun, harremana parekideagoa da. Baina orduan ez zen horrela izaten. «Ikasle bat? Ez». Horixe izaten zen jarrera. Jende asko atsekabatu zen saririk jaso ez nuelako; ni ez, baina nire belaunaldiko jende asko bai. Eta sari asko jaso ditut, sari ederrak horietako asko.

**Arrangurarik gabe mintzo zara. Sasoi hartan ere bai?**

Nire izena ere ez zekiten. Ikasleok ez genuen nortasunik, ez genuen sexurik, ez ginen existitu ere egiten garai hartan.

**Hobera egin da gaur egun lan taldeak antolatzeke garaian?**

Bai. Gaur dagoen arazoa da ikerketa taldeak oso handiak direla. Atera kontuak, grabitazio uhinaren aurkikuntza egin duen taldean, esaterako, 1.005 ikertzaile izan dira, mundu osokoak. Sariak, ordea, bi eta hiru ikertzailei emateko pentsatuta daude sarri, ez horrelako ikerketa talde handientzat. Egun, hain justu, taldeei emandako sariak behar dira.

**Eta andreen egoera hobetu da?**

Bai. Askok egin da hobera. Ikerketa taldeak eratzean askotan aintzat hartzen da horiek askotarikoak izatea; andrazkoak eta gizekoak egotea, eta etnikoki ere talde ezberdinetako kideak. Talde horiek sendoagoa izaten dira, malguagoak, eta hobeto erantzuten dute garai gaitzak datozenean.

**Kuakeroa zarella adierazi izan duzu, alegia, erlijio baten jarraitzailea. Kontraesanik ez duzu sortzen zientzia jardunarekin?**

Kuakeroen erlijioak ez du esaten: «Zuk hau sinetsi behar duzu». Esaten da: «Zuk zeuk ebatz ezazu zer sinetsiko duzun, zeure kabuz». Bizitzan zehar, esperientziak pilatu ahala, sinesten duzun hori aldatu egin daitekeela onartzen da, eta ongi dagoela hori. Hein batean, zientzian gertatzen denaren antzeko zerbait da: aurrean dugun argazkia aldatzen ari da beti.