

# Polo bakarra, amets bat

GUILLERMO ROA ZUBIA  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**Monopolo magnetiko bat aurkitzen duenak, ia ziur, Fisikako Nobel saria irabaziko du. Hala ere, ez dago inolako ziurtasunik esateko monopolo magnetikoak existitzen direla. Baina merezi du bilatzea? Fisikari askok esaten dute baietz.**


1982an, Stanford Unibertsitateko fisikari batzuek, ustez, monopolo magnetiko batek eragindako seinale bat neurtu zuten. Uste horrek dio Big Bang leherketan sortutako monopoloak oraindik ere espazioan libre mugitzen direla, eta haietako bat Stanfordeko Unibertsitateko pasatu zela, Blas Cabrera fisikaria esperimendu bat egiten ari zen une berean. Material supere-roalez egindako espira baten barrutik pasatu zen, eta jauzi bat gertatu zen fluxu magnetikoan. Cabrera ziur zegoen horretaz, fluxu magnetikoaren beharakada, hain justu, monopolo batek eragingo zukeen mailakoa izan zelako. Istorio horri Stanfordeko gertaera deitzen zaio.

Cabrerak *Physical Review Letters* aldizkarian argitaratu ahal izan zuen neurketa hura, eta unibertsitateak dirua eman zion ekipo hobea erosteko, eta esperimenduak errepikatzeko. Baina Stanfordeko gertaera ez da inoiz errepikatu. Ez Cabrerak, ez munduko beste inork ez dute detektatu beste monopolorik.

Eztabaida handia izan da geroztik. Batetik, zaila zen onartzea Cabreraren neurketa monopolo magnetikoaren aurkikuntza zela, behaketa bakarra zelako, eta aurkikuntza bat izateko emaitzak errepikagarriak izan behar dutelako. Bestetik, ez zegoen frogatzerik ikusitakoaren jatorria monopolo bat izan ote zen ala ez. Talde askok azaldu zuten interesa Stanfordeko gertaeran. Esate baterako, 1984an, Fermilab laborategiko CFM taldeak Cabreraren esperimendua errepikatu zuen kondizioak aldatuta, detekzioa errazagoa izan zedin, eta ez zuen monopolorik

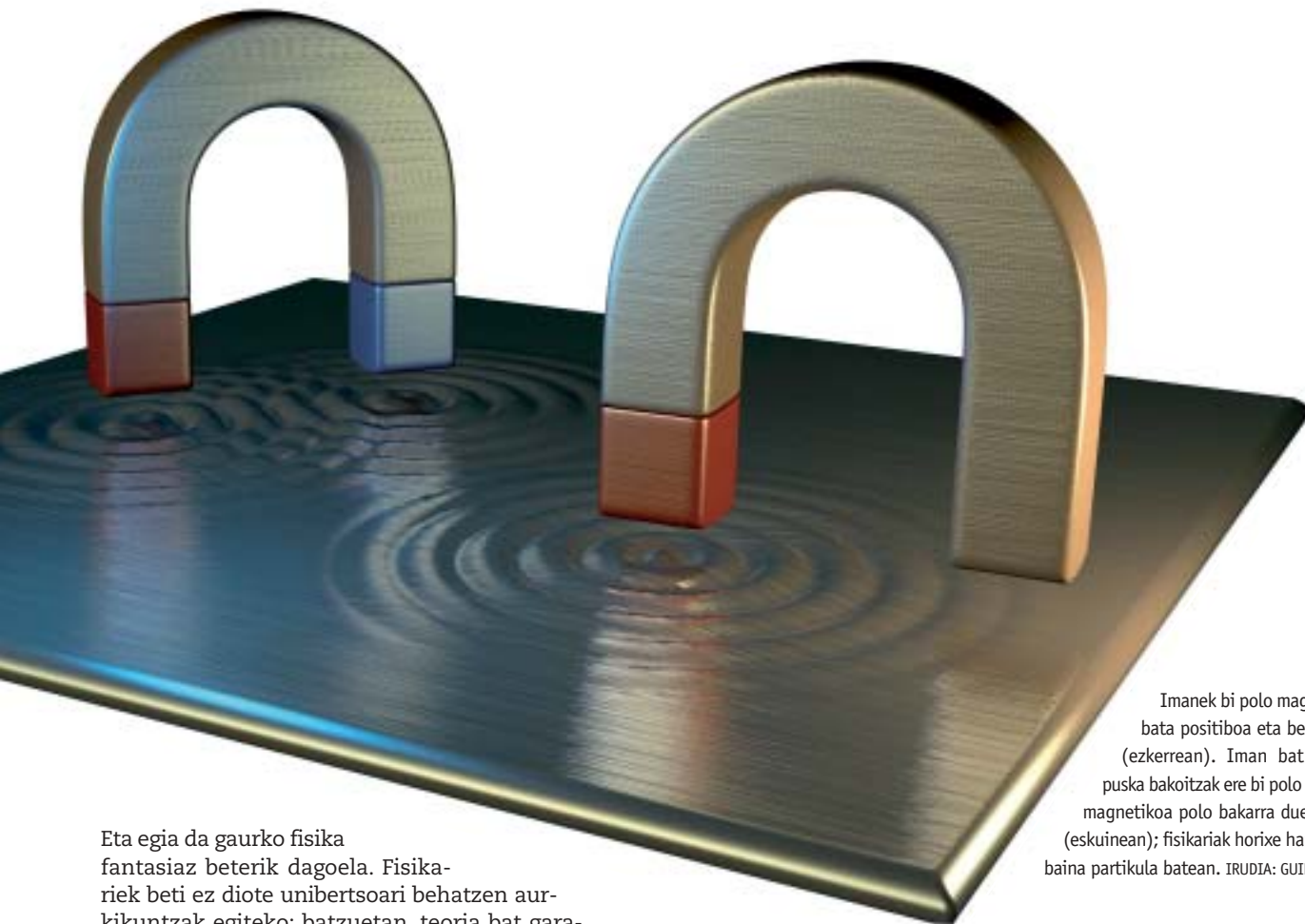
detektatu. Haien arabera, Stanfordeko gertaeraren eragilea monopolo bat izateko probabilitatea oso-oso txikia da. Agian, beste faktore batek ere alda zezakeen neurri horretan fluxu magnetikoa.

Hain zuzen ere, denborarekin, fisikari askok aurkitu zuten gailu elektriko bat pizteak eta itzaltzeak berak ere aldatzen duela fluxu magnetikoa. Hori bazen benetan aurkikuntza bat. (*The Big Bang Theory* telesailan aurkikuntza hori eta Stanfordeko gertaera erabili z monopolo magnetikoarekin zerikusia duen kapitulu batean.)

 *Kalkulu teoriko batzuen arabera, monopoloak existitu behar du. Fisikari batzuentzat, ordea, fantasia bat besterik ez da.*

## FANTASIARAKO AUKERA

Denborarekin, Stanfordeko gertaerak garrantzia galdu du. Zientzia-komunitateak ez zuen aurkikuntzatzat hartu, eta monopolaren bilaketak aurrera segitu zuen. Oraindik horretan ari dira. Fisikari batzuek esaten dute monopoloak existitu behar duela, kalkulu teoriko batzuek hala adierazten dutelako; eta aurkituko balute, iraultza bat izango litzateke fisikan. Beste fisikari batzuek esaten dute monopolo magnetikoa fantasia bat besterik ez dela.



Imanek bi polo magnetiko dituzte, bata positiboa eta bestea negatiboa (ezkerrean). Iman bat zatituz gero, puska bakoitzak ere bi polo ditu. Monopolo magnetikoa polo bakarra duen iman bat da (eskuinean); fisikariak horixe hari dira bilatzen, baina partikula batean. IRUDIA: GUILLERMO ROA.

Eta egia da gaurko fisika fantasiaz beterik dagoela. Fisikariek beti ez diote unibertsoari behatzen aurkikuntzak egiteko; batzuetan, teoria bat garatzen dute aurreko datuak erabilia, eta teoria horri eutsiko liokeen guztia bilatzen dute. Kasu askotan, kalkulu teorikoez iragartzen dute zerk existitu behar duen eta zerk ez. Baina fantasia hutsa izan daiteke. Gaur egun, adibide asko dago: unibertso paraleloak, takioiak (argia baino partikula azkarragoak), oinarritzko partikula arraroak, materia eta energia ilunak, eta abar.

Neurri batean, ez da bidezkoa fantasia deitzea horiei guztiei, noizean behin horrelako hipotesi teorikoak baieztatu egiten baitira. Adibidez, horrela aurkitu zuten Neptuno planeta; fisikari batek kalkulatu zuen ezen, planeta ezagunak nola mugitzen ziren ikusita, eguzki-sistemaren inguru jakin batean planeta batek egon behar zuela. Astronomoek bilatu zuten planeta berri hura, eta Neptuno aurkitu zuten. Beste adibide bat Higgs bosoa da; 1964an, Peter Higgs fisikari ingelesak partikulen masa azaltzen duen teoria bat garatu zuen, eta teoria hura ustezko partikula batean (bosoi batean) oinarrituta zegoen. Partikularen existentzia iragarri zuen, eta 2011ko bukaeran aurkitu zuten (oraindik baieztatu beharreko aurkikuntza bat da, dena den).

Baina porrot handiak ere izan dira. Adibidez, XIX. mendean, fisikari batzuek esan zuten pla-



## Monopolo magnetikoa vs. James Maxwell

Monopolo magnetikoaren bilaketa argia baino azkarrago mugitzen diren neutrinoen kasuarekin parekatu daiteke. Azken batean, neutrinoen kasuaren zirrara Albert Einsteinen pertsonaian datza; litekeena da zientzialari ospetsuenaren teoria handia zalantzan jartzea, eta horrek morbo-puntu bat eragiten du.

Antzeko zerbait gertatzen da monopoloaren bilaketarekin. Detektatuko balitz, beste zientzialari handi baten teoria fisiko orokorra aldatu edo behintzat egokitu egin beharko litzateke: James Maxwell eskoziarraren elektromagnetismoa. XIX. mendean bukaerako kontuak dira; Maxwellek teoria orokor bakarrean bildu zituen elektrizitatearen eta magnetismoaren jakintza, eta lau ekuaziotan adierazi zuen jakintza osoa. Ekuazioak ez dira Maxwellek berak

sortutakoak, baina hark bildu zituen teoria orokor batean, eta adierazpen matematikoko dotore bat sortu zuen.

Hala ere, Maxwellek teoriak ez du monopolorik. Karga elektriko baten eremua infinituraino zabaltzen da; polo magnetikoez, aldiz, bikoteka funtzionatzen dute, polo batetik sortzen den eremua nahitaez beste polo batera doalako, eta ez infinitura. Monopolo magnetikoa aurkituko balute, beraztertu egin beharko lirateke Maxwellek ekuazioak. Erabat aldatu edo egokitu, baina zerbait egin beharko litzateke. Einsteinen erlatibitate bereziarekin eta neutrino azkarrekin gertatzen den bezala.



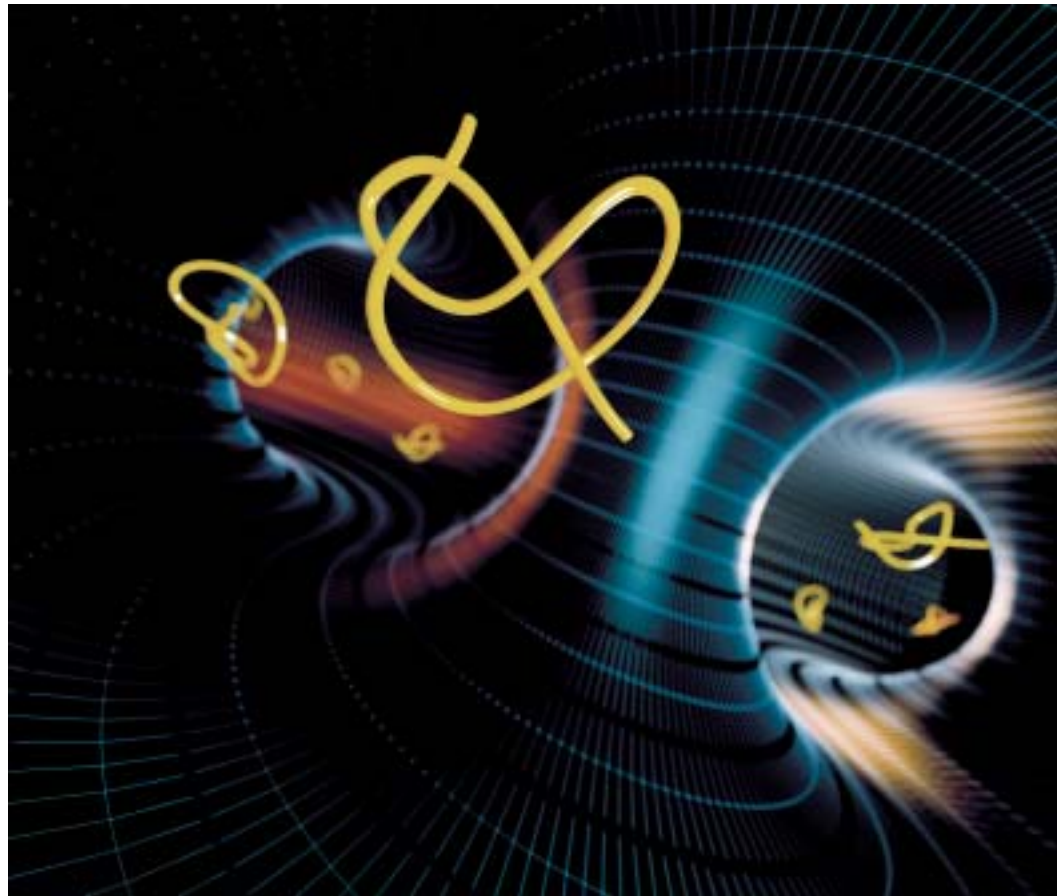
ARG.: G.J. STODART



ARG.: NOBEL FUNDAZIOA

Paul Dirac britaniarrak (goian) kalkulatu zuen monopolo magnetikoa existi daitekeela soka-itxurako egitura batzuetan. Ustezko egitura horiei, hain zuzen ere, Dirac-en sokak deitzen zaie. Hala ere, oraingoz inork ez ditu aurkitu.

**➤** Monopolo moduan jokatzen duten sistemak aurkitu izan dira. Baina nahiz eta aurkikuntza horiek garrantzitsuak diren, hori ez da zientzialariek espero dutena.



IRUDIA: GUILLERMO ROA

neta batek egon behar zuela Eguzkiaren eta Merkurioren artean. Argudio gisa, Neptuno iragartzeko erabilitako argudio bera baliatu zuten; alegia, Merkuriok oso orbita arraroa zuela, eta beste planeta batek esplikatuko zuela orbita hura. Ustezko planetari Bulkano izena eman zioten, eta gogoz bilatu zuten. Baina Albert Einsteinen erlatibitate orokorrak azaldu zuen Merkurioren orbita arraroa Eguzkiarekiko gertutasunaren ondorioa dela, eta Bulkano ez dela existitzen.

Beste adibide bat eterra da, unibertsoaren hutsa betetzen duen substantzia. Fisikari askok uste zuten existitzen zela. Baina Albert Abraham Michelson eta Edward Morleyk esperimendu bat diseinatu zuten, eta eterraren ideia erabat baztertu zuten (esperimendu hura izan zen Einsteinen erlatibitate bereziaren oinarrietako bat).

Neptuno eta, ustez, Higgs bosoa benetakoak dira. Bulkano eta eterra fantasiak besterik ez. Eta monopolo magnetikoa? Oraingoz, monopoloa fantasia fisikoen zerrendaren osagaia da. Baina aitortu behar da zerrenda horretan oso goian dagoela.

## DIRAC DIXIT

Urtero izaten dira albisteak monopoloaren aurkikuntzari buruz. Monopolo moduan jokatzen duten sistemak aurkitu izan dira; 2009ko irailan, adibidez, Berlingo Helmholtz zentroko fisikariek iragarri zuten lehen aldiz detektatu zutela monopoloa dispropio titaniozko iman batean. Material hori geometria bitxi batean kristalizatzen da, eta kristalaren barruko gune batzuek monopolotzat jo daitezke. Baina nahiz eta aurkikuntzak garrantzia duen, hori ez da zientzialariek espero dutena. Benetako aurkikuntza izango litzateke polo magnetiko bakarra duen partikula bat aurkitzea. Ustez, existi daiteke. Paul Dirac fisikari ingeles handiak 1931n egin zituen kalkuluek horixe adierazten zuten. Diracek esaten zuen ez zela monopoloa bera bilatzen ari, baina kalkuluetan agertu egiten zela; kalkuluek polo magnetiko bakarra duten soka-itxurako egitura batzuk (oinarrizko partikula batzuk, alegia) iragartzen zituzten. Dirac-en sokak dira.

Eta litekeena da Dirac-en sokak fotoien tokia hartzea indar elektromagnetikoaren teorian. Orain arte fisikariek onartzen dute fotoiek transmititzen dutela magnetismoa (eta elektri-

zitatea). Alegia, iman baten polo positiboak erakartzen du polo negatiboa, gertu daudenean fotoiak trukatzan dituztelako. Baina, agian, horren errudunak ez dira fotoiak, baizik eta Dirac-en sokak. Teoriak batzuen arabera kalkulek, Diracek egin zituenek, hori iragartzen dute.

Eta, fisikari askoren arabera, logikoa da. Karga elektriko bakarria duten partikulak ezagunak dira (elektroia eta protoia, adibidez); zergatik ez dira existituko polo magnetiko bakarria duten partikulak? Orain ulertzen den bezala, elektrizitatea eta magnetismoa ia berdinak dira salbuespen horrekin, hau da, ez dela ezagutzen monopolo magnetikoa baina bai elektrikoa.

Matematikoki erraza da monopolo magnetikoa aurkitzea. Ohiko iman batek muturretan ditu bi poloak; egitura hori luzatuta, poloak bata bestetik urrundu dira. Infinituraino luzatzen den egitura batean, mutur bakoitza monopolo bat izango da. Eta infinituraino iritsi gabe ere, horixe lortu dute Berlingo Helmholtz zentzoko fisikariak; material bateko zati edo gune batzuek monopoloa balira bezala jokatzan dute. Nola-

nahi ere, hori ez da monopolo magnetiko purua. Ez da polo bakarria duen partikula bat. Partikula hori bilatzeko erronka ez da bukatu.

Diracek berak onartu egiten zuen egoera 50 urte pasatu ondoren. 1981ean honako hau idatzi zuen monopoloari buruz: "Ikuspuntu teorikotik, joera dut pentsatzeko monopoloak existitzen direla, haien sorreraren matematikak duen edertasunarengatik. Nahiz eta saiakuntza asko egin diren detektatzeko, batek ere ez du izan arrakastarik. Hortik ondorioztatu beharko genuke edertasun matematikoa bera ez dela nahikoa naturak teoria bat aplikatu dezan. Asko geratzen zaigu ikertzeko naturaren oinarriko printzipioei buruz".

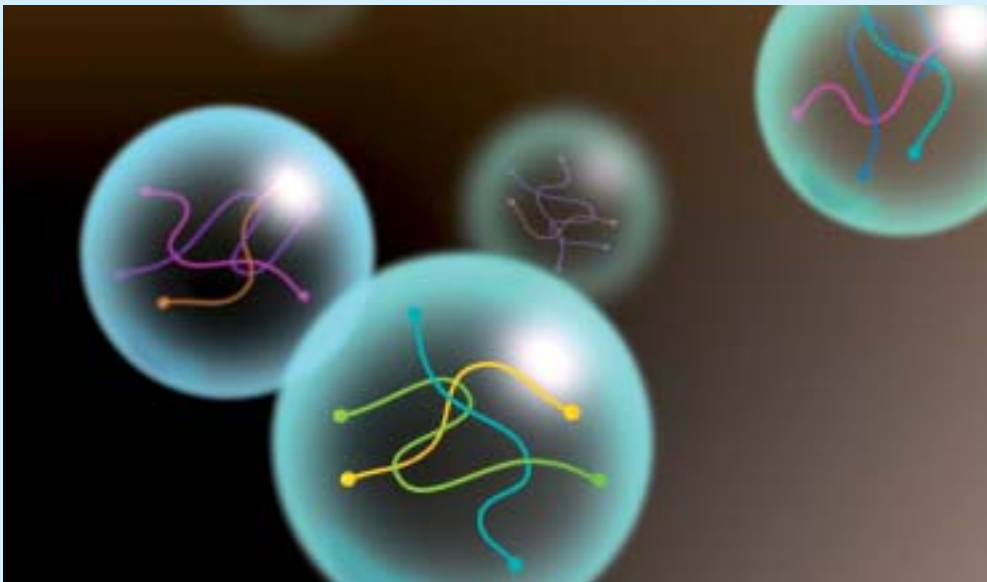
Beste 30 urte pasatu dira, eta bilaketa antzeko egoeran dago. Zero absolututik gertu bilatu da, topologia berezi baten arabera kristalizatzen diren material bereziekin; monopoloek eragingo lituzketen efektu magnetiko arraroak neurtzen saiatu dira, Hall efektu kuantikoa, adibidez. Eta monopoloa ez da agertu. Fantasia fisikoaren zerrandan dago oraindik. Fisikarien artean oraindik ere modako gaia da. Noiz arte? ●

➔ Karga elektriko bakarria duten partikulak ezagunak dira; zergatik ez dira existituko polo magnetiko bakarria duten partikulak?



## Soken teoria eta monopoloak

Matematikoki, monopolo magnetikoaren existentzia oso ondo egokitzen da soken teoriarekin, fisikako indar guztiak batzen dituen teoriarekin. Teoria zaila da, 11 dimentsioko (edo gehiagoko) soka batzuetan oinarrituta baitago; soka horiek gaur oinarritzotzat hartzen diren partikulen oinarriko osagaiak izango lirateke. Soken teoria, baina, gainbehera doa, besteak beste, ezin delako frogatu; baina monopoloa aurkitzeak sekulako bultzada emango lioke teoriari. Horregatik dute fisikari askok monopoloa aurkitzeko itzaropena. Beste askorentzat, ordea, monopoloaren bila aritzea eta soken teoria ikertzea ikerketa hutsalak dira. Borroka handia du fisika akademikoak barruan.



IRUDIA: GUILLERMO ROA