

## Zientzia D

Enrique Solano q Fisikari teoriko

Konputazio klasikoaren mugak gaindituko ditu urte gutxiren buruan konputazio kuantikoak, eta haren emaitza izango dira ordenagailu kuantikoak. Mundu berri bat zabaltzen ari da.

## «Egun ezinezkoak diren kalkuluak egingo ditugu ordenagailu kuantikoekin»

Iruñe Lasa Leioa

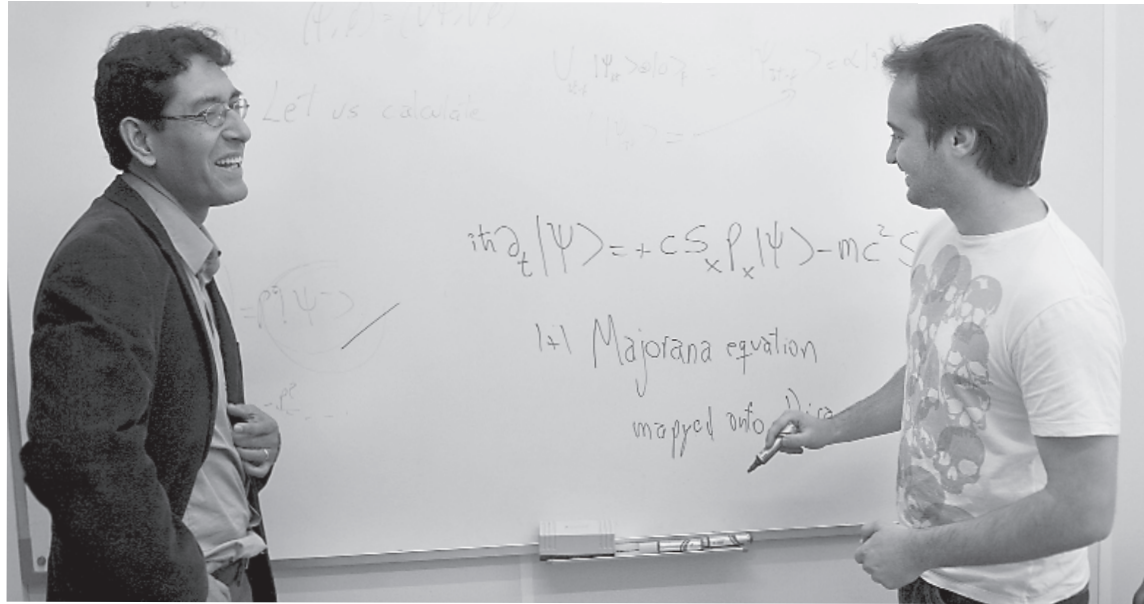
The Big Bang Theory- ren atal guztiak ikusi ditu Enrique Solano (Lima, 1964), eta barrezka aipatu ditu. Bere bulegoko arbelak erego gorakartzentz dituzte teleailean ikusten direnak. Ikerbasqueko ikertzailea da, eta irakasle EHU. Badaki ez jakinontzat ez dela erraza bere lan arloa ulertzea, baina adeitsu, bere lana pasioz egiten duenaren emozioarekin, adibideak eman ditu bata bestearen atzetik, oso modu pedagogikoan, bere grina hori kutsatuz. Zer da konputazio kuantikoa? Ordenagailu klasikoek, arruntek, bit-a daukate informazio unitate moduan; bit klasiko deituko diogu. Funtsean bi balio zehatz, 0 edo 1, izan ditzakeen erregistro fisiko da. 0 edo 1 hori voltaje bat izan daiteke, edo korronte bat, edo propietate fisiko bat. Bit klasiko horren propietate matematiko garrantzitsu eta abstraktu bat da honako hau: 0 da edo 1 da; edo hori esklusiboa da. Konputazio kuantikorantzko paradigma aldatuta handia beste honetan dago: fisika kuantikoak posible egiten du maila kuantikoan, mikroskopioan, erregistro fisiko batean bit bat kodetzea 0an eta 1ean egon

daitekeena aldi berean, eta hori inklusiboa da. Ez soilik 0an eta 1ean: 0 eta 1 arteko pisu erlatibo guztietan, 0tik pixka bat eta 1etik asko duen balio batean, adibidez; continuum bat dago. Bit kuantiko edo qubit deituko diogu horri.

«A, ongi», esango duzu, «normala dirudi», baina ez da hala, bateraez zinak diren bi propietatez ari garela. Objektu hau aldi berean hemen eta hor dagoela esango banizu bezala. Absurdo dirudien espekulazio horrek hainbat ondorio izan ditu. Eta iragarpen ma tema tikoek diote, nire ordenagailuan 10.000 bit klasiko erabili beharrean 10.000 bit kuantiko jartzetxen badituz, inorkinoinoz ebatziz gabeko eragiketarik ebatziko ditudala. Are gehiago: bitxia gerta badatek ere, badaude fisikan arazo batzuk, eragiketa batzuk, ebatziko nahiko sinpleak liratekeenak, baina munduko ordenagailu guztiak batera jarrita eta unibertsoaren denbora guztiarekin ere ezin argitu direnak. Adibidez? Material bat deskribatzea. Tintak paper zuri hau nola inpregnatzen duen deskribatu nahi dut, eta hori numerikoki egingo dut. Zenbat atomo daude? Ale txikiarenak

trilioika atomo ditu, eta ordenagailu klasiko baten memoriak ezin du hori simulatu. Eta badakigu ordenagailu kuantikoak bagenitu gaur ezinezkoak diren kalkuluak egingo genituzkeela. Zein fasetan gaude konputazio kuantikoan?

Sinplea eta gogorra da entzuteko. Bi dira erantzun beharreko galderak. Ba ta: Zenba t qubit manipulatuz daitezke goi mailako zehaztasunez? Gaur egun, zortzi-hamar qubiten manipulazioa da errekorra. Bigarren galdera da: Zenbat bit kuantiko dira beharrezkoak tribiala e z den kalkulu bat egiteko? Tribialak ez diren kalkuluak ari naizenean, ordenagailu klasiko batekin ezin ditzakeenei buruz ari naiz. Erantzuna da milaka qubit behar direla. Jakina, zortzi horiek milak oekin alderatzen badituzu, urrun dirudite gauzak. Baina ordenagailu klasiko batek bilioika bit klasiko ditu. Ordenagailu kuantiko batek mila, bost mila, hamar mila qubitekin sekulakoak egin ditzake. Hasi berriak gaude, eta zuk aipa tu didazun albistek bit kuantikoekin edozer egin daitekeela erakusten du. Hain zuzen, Coloradon, National Institute of Standards and Technology-ko talde batek, lehen ordenagailu



Enrique Solano —ezkerrean— bere ta deko Jorge Casanovarekin,

kuantiko programagarria egin du. Zein da albiste horren garrantzia? Kontu handiarekin ibili behar da horrelakoetan. Ez da lehen aldia bi qubit ondo kontrolatzen direna eta erabakigarriak diren bi qubiteko ate logikoak ezartzen direna. Ate logikoena sinplea da: qubit bateko ate logikoa da: zu altxatzen eta esertzen zara, eta nik berdinegiten dut, korrelaziorik gabe. Bi qubiteko ate logikoa da: ni altxatzen banaiz, zu altxatzen zara; ni esertzen banaiz, zu esertzen zara. Hori klasikoak existitzen da, baina baita kuantiko ere, eta hainbat esperimendu egin dira qubitekin. Nire kideek egin dute izugarria da, baina urrats teknologikoa da. Zera esan dute: ez da nahikoa qubit batek eta bi qubit batek eatea gitea; demosturatu dugu bi qubit horietan dena egin daitekeela.

Adibide bat emango dizut: eragiketa batzuk eta deituko diogu.

A eta B zenbakien batuketak egingo dugu. Gauza ez da 1 eta 1 jarri eta batura 2 dela esatea. Horiek egin dutena gogorragoa da, sekulakoa ahalegina: 160 aldiz, zenbakia ausaz hartu eta batuketak eginarazi dituzte, 25 gehi 47, 0,5 gehi 30. Sintesian: batuketak eginen dakizula diozu, 1 eta 1en batuketak egin eta baturak 2 eman dizulesa ten duzulako? Ez, frogatzea dago egiaz badakizula batuketak eginen. Hori egin dute. Eta oso garrantzitsua da. Bai, zientziak eta aurrerapen teknologikoek onarritako unitate bidez funtzionatzen dutelako. Qubit batekin ez duzu logika kondizionalik eginen; birekin soilik eginen dezakezu kondizionaltasun hori. Funtsean zko unitate tehor retatikortuko duzu konplexutasuna. Zuk zehazki zertan eginen duzu lan? Diziplina zientifiko eta teknologikoa da, eta lana eginen duzuten, hainbat area konbinatuz. Jakin-nahi handikoa naiz, eta noiz-

## Zientzia D

simulazio kuantiko baten ekuazioa erakusten. LUIS JAUREGALITZO / ARGAZKI PRESS

bañ fisika eta literatura konbinatzea ere gustatu litzaidake. Atsegin dut bateraezinezkoak diren gauzak nola bateratzen diren ikustea. Informatikoa kuantikoaren teoria matematikoa errealek diren sistema fisikoekin konbinatzen eginen dut lan. Sormenarekin gauzak imajinatuz, horretarako zein tresna behar ditudan bilatzen dut. Bestela, sortu egin behar dituzte. Eta nolakoak izango dira ordenagailu kuantikoak? Zenbait kideek, galdera horri erantzuteko, lehen ordenagailu klasikoaren argazkia erakusten dute: gela erraldodi bat betetzen zuen sekulako makinazarra, tutu eta balbulekin. Zintzotasun osoz diotsute z dauka gular rastorik ere nolakoak izango den ordenagailu kuantiko bat. Joerez hitz egingo dizut soilik. Orain bi urte galdetu bazenu, esango zizuten atomoak izango zirela ordenagailu kuan-

toaren oinarri; gaur, berriz, material supereroaleak izango direla. Eta hemendik bost urtera, agian oinarritako partikulen plasmak izango dira... Hemen, nire taldean, qubit supereroaleetan ordenagailu kuantikoak egiteko sare europar bat tean gaude. Eta zer dira qubit supereroaleak? Zero absolututik gertuko tenperaturan soilik funtzionatzen dute, ezer ez baita supereroalea giroko tenperaturan. 0 absolutua -273 grado zentigrado dira, 0 grado Kelvin eskalan. Eta nik lantzen ditudanak supereroaleek funtziona dezaten 0,02 kelvinetan egon behar dute. Ufa... Baina hor dago emozioa. Imajinatzen duzu, aieruz aritu eta bat-batean talde esperimental batek esaten dizuz jarri dutela nik esandakoa tenperaturan; eta nik aurreikusitako fisikak baietz, funtzionatzen duela. Zirraragarria.

Baina zer material buruz ari gara? Normalean aluminioa erabiltzen da. Giroko tenperatura ere erole ona da aluminioa, baina hemen dator arazo. Izan ere, galdetu daiteke: aluminioa hain erole ona bada, zergatik ez erabili konputazio kuantikoan? Erantzuna: dekoherentzia kuantikoaren fenomenoarengatik. Kontzeptu horrek torturatzen gaitu, eta amesgaiztoak eragiten egunerok. Dekoherentzia kuantikoa...? Atzean egitate fisiko metafisiko bat dago: ezer ez dago erabat isolatua. Nik esaten badizut aulkia hau definitzeko, definituko zenidake, ezta? Baina nik esango dizut: «Hori da aulkia? Inguratzen duen airea ere sartuko dugu definizioan». Zuk ezetz, nahi badut aulkia huts makina baten sartzeko. Eta nik: «Eta zergatik ez iristen zaizkion argi fotoiekin?», Sar tu behar ko dituz definizioan». Eta zuk ezetz, argi dagoela aulkia aulkia dela. «Bai, baina aulkia interakzio elektromagnetiko konstantean dago». Zuk, ez dagoela gauzak hainbeste korapilatu beharrik, sinplifikatzeko. Eta nik, «Interakzionatzen duelako, isolatu ezin delako, horregatik gara aukiarri behatzeko gai».

Konputazio kuantikoaren helburua qubitak haketatzen izatea da, bakarrik egin dezaten lan besteekin interakzionatuz gabe, gero, nahi dugunean jontean, interakzioan, informazioa irakurtzeko. Naturari naturala ez den zerbaitezkatzen ari gaitzakizko. Konputazio kuantikoari buruzko itxaropen handia dago zientziaren beste alorrean. Kripto grafian jada errealitatea da. Komunikazio kuantikoan ere, distantziara informazioa pasatzeko teleportazioz, fotoi bidez. Simulazio kuantikoan da erabilgarria izango den beste arlo bat. Hori ere bost-hamar urte baruritsirik dirala, jakina, imajinatzen duzue zko abiaduran kalkuluak egingo diren ordenagailu kuantikoak.