



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Laudatio

Discurs del prof. Dr. Germán de Valcárcel en
el Solemne Acte d'Investidura com a Doctor
"Honoris Causa" per la Universitat de València
del prof. Dr. Juan Ignacio Cirac Sasturain

València, 30 de gener de 2015

Excel·lentíssim i Magnífic Sr. Rector,
Dr. Cirac Sasturain,
Autoritats acadèmiques,
Membres del Consell de Govern,
Membres de la Comunitat Universitària,
Senyores i senyors:

El Dr. Cirac és un científic amb reconeixement internacional pels seus treballs pioners en diverses branques de la Física. Els seus treballs no només han resolt importants problemes, sinó –i potser això és el més important– han sigut –i són– inspiradors de noves línies d’investigació, de nous enfocaments, alhora que han proporcionat noves ferramentes tant conceptuals com pràctiques. Així, la influència i l’autoritat científica del Dr. Cirac són enormes en la Física actual a nivell mundial.

Juan Ignacio Cirac Sasturain naixqué l’any 1965 a Manresa. Va estudiar Física a la Universidad Complutense de Madrid, on es va doctorar l’any 1991. Tot seguit es va incorporar a la Universidad de Castilla-La Mancha com a professor titular d’universitat, on romangué fins l’any 1996. En aquest període fa una llarga estada d’investigació al Joint Institute for Laboratory Astrophysics, de la Universitat de Colorado als Estats Units, on va coincidir amb el Dr. Peter Zoller, amb qui ha format un tàndem científic que ha revolucionat en molts aspectes la Física actual. L’any 1996 marxa a Àustria per a ocupar una plaça de catedràtic a la Universitat d’Innsbruck i al 2001, amb només 35 anys d’edat, esdevé Director de la Divisió Teòrica de l’Institut Max-Planck per a l’Òptica Quàntica a Alemanya –centre de referència a nivell mundial en aquest camp–, posició que ocupa actualment. Costa imaginar que una carrera professional tan fulgurant com la del professor Cirac haguera pogut desenvolupar-se a Espanya!

El Dr. Cirac és reconegut pels seus treballs en Òptica Quàntica, Informació Quàntica i la Física Quàntica dels Molts Cossos. Totes aquestes disciplines deriven a la fi de la Mecànica Quàntica, teoria que va nèixer al primer quart del segle XX per tal d’explicar alguns fets –no molts– que la Física del moment, que ara anomenem Física Clàssica, no era capaç de fer. Ens referim fonamentalment a perquè la llum emesa pels cossos calents (com ara una barra de ferro al roig o el mateix Sol), o per àtoms excitats, és com és; bàsicament, perquè té el color que observem.

La resposta a aquesta pregunta aparentment menor, va desembocar en l’establiment d’un nou paradigma científic –la Teoria Quàntica– que va revolucionar no només la Física sinó també la Química i, fins i tot, la Filosofia; a la fi va revolucionar la nostra concepció de la naturalesa, així com la tecnologia tal com l’entenem actualment. La Mecànica Quàntica, que explicava el comportament de partícules materials a nivell microscòpic (com ara els electrons, àtoms i molècules), va ser prompte amplificada per a entendre la llum –el camp electromagnètic– i la seua interacció amb la matèria de

manera consistent dins el nou paradigma, donant lloc a l'Òptica Quàntica i al naixement de la Teoria Quàntica de Camps, disciplines on el professor Cirac ha fet notables contribucions. Finalment, l'aplicació d'aquest paradigma a formes d'interacció entre partícules diferents a l'electromagnètica (anomenades interaccions feble i forta), va culminar amb el que anomenem Model Estàndard de la Física de Partícules, la teoria més precisa que la humanitat haja imaginat fins el moment ... encara que sabem que no pot ser "l'última teoria", puix no és compatible amb la gravitació.

Estem parlant de teories i, potser siga adient recordar el sentit d'aquesta paraula en l'àmbit de la Física. Quan parlem de "teoria" no només estem dient que tenim una explicació plausible del que passa, la qual puga conviure amb altres; estem parlant de "la" explicació fins on sabem, la qual ha de tindre caràcter predictiu i comprovable. És a dir, "teoria" té un significat fort i exigent en l'àmbit de la Física.

La Teoria Quàntica, en explicar com són els àtoms, les molècules, l'estructura dels materials (metalls, aïllants i semiconductors), i com tots ells interaccionen amb els camps electromagnètics, està a la base d'una majoria d'aplicacions tecnològiques quotidianes, com ara el làser, el GPS, o els ordinadors i "smartphones", per citar només unes poquíssimes. Però la Mecànica Quàntica també prediu fenòmens molt estranys, que estan molt lluny de la nostra experiència. Entre les prediccions més sorprenents estan el que anomenem "superposició d'estats" i "entrellaçament quàntic". La superposició d'estats implica que una mateixa partícula –la qual pot ser una molècula molt gran i fins i tot un virus!– puga estar en dos llocs alhora, que un gat puga estar viu-i-mort (el cèlebre "gat d'Schrödinger"), o que un àtom puga estar excitat i desexcitat simultàniament. D'altra banda, l'entrellaçament quàntic dóna lloc a que en dos sistemes molt separats entre sí (dos àtoms o dos fotons, per exemple), i que hagen estat adequadament preparats, les mesures que fem sobre un d'ells tinga conseqüències instantànies sobre l'altre sistema i amb correlacions més fortes que les de qualsevol sistema clàssic. Aquestes prediccions han estat sotmeses a comprovació experimental moltes vegades i, per estrany que sembla, són correctes. Puix bé, són aquestes característiques (superposició i entrellaçament), que durant molts anys han estat considerades com a curiositats acadèmiques sense utilitat, les que donen lloc al que anomenem Informació Quàntica, de la qual el professor Cirac és un dels experts més reputats. La Informació Quàntica fa ús d'aquestes estranyes propietats, moltes vegades en combinació amb l'Òptica Quàntica, per a emmagatzemar, processar i transmetre informació de forma molt diferent de la que n'estem acostumats. Així, mentre el bit –la unitat d'informació mínima en la Teoria Clàssica de la Informació– té dos estats mútuament excloents (diguem-ne 0 i 1), el "qubit" (per quantum-bit) de la Teoria Quàntica pot estar en l'estat 0, en l'1, però també en un estat superposició "0-i-1". Per posar-ne dos exemples, un qubit pot ser un àtom o un fotó. Aquesta possibilitat

de superposició, així com que puguem entrellaçar diferents qubits entre sí, dóna a la Informació Quàntica una potència que li permet encarar la realització de càlculs inimaginables amb els millors ordinadors que mai puguem construir fent ús de les idees de la computació clàssica. Cal dir també que, a banda de la computació, la Informació Quàntica està darrere de la Criptografia Quàntica, de la qual ja hi ha aplicacions comercials, la qual ens permet transmetre informació de forma completament segura.

Clar, igual que per a passar de l'idea d'un ordinador usual a un que puguem utilitzar cal haver construït circuits integrats i els elements què contenen, per a construir un ordinador quàntic cal disposar d'elements reals que facen el que han de fer. Puix bé, aquesta és una de les contribucions científiques més importants del Dr. Cirac, qui demostrà, amb el Dr. Zoller, que un conjunt d'ions freds, en interacció amb feixos làser, pot implementar operacions lògiques quàntiques, constituint així la primera proposta d'ordinador quàntic físicament realitzable.

També li devem al Dr. Cirac l'idea de que els àtoms freds atrapats en xarxes òptiques poden ser utilitzats com a simuladors de sistemes quàntics. Aquests són conjunts d'àtoms que són atrapats per feixos làser què, en interferir, creen com un cartó d'ous per als àtoms, de forma que les interaccions entre ells poden ser controlades a voluntat. Els simuladors quàntics són sistemes que podem construir al laboratori, que mimetitzen sistemes reals, i dels quals podem extraure la mateixa informació que ens donaria un ordinador –si l'ordinador tinguera la potència per a fer-ho! La potència de la simulació quàntica radica en que, mentre que per a calcular per mitjans informàtics usuals l'estat d'un sistema de només 80 àtoms (i això és un nombre ridículament menut!) cal emmagatzemar ... una quantitat d'informació 1.000 voltes més gran que la que tota la humanitat té hui en dia! –la qual cosa és inassolible–, amb la simulació quàntica aquests “càlculs” podrien fer-se en un simple laboratori.

Finalment, el professor Cirac ha fet contribucions fonamentals a la nostra comprensió de la interacció entre àtoms en situacions no convencionals, i ha fet aportacions cimeres a la teoria de l'entrellaçament quàntic, on ha creat ferramentes essencials per al seu estudi i aprofitament, així com a l'estudi de sistemes complexos.

Tot l'anterior dibuixa un imponent perfil científic del Dr. Cirac dins del que ja s'anomena Segona Revolució Quàntica, en la qual les propietats més fonamentals de la naturalesa s'utilitzen per a trobar aplicacions reals.

Aquesta narració però no li fa completa justícia. A banda de les seues contribucions particulars, Ignacio Cirac es caracteritza per crear àmbits profitosos per a l'intercanvi d'idees, il·luminant les discussions científiques en què participa, identificant i assenyalant l'essencial respecte de l'accessori, i fent la millor crítica que es pot fer quan parlem de crear coneixement científic.

L'impacte de les investigacions del professor Cirac és enorme en la comunitat científica i resulta extraordinari, siga quin siga el mètode d'avaluació utilitzat. És de fet un dels físics més influents en el món. El Dr. Cirac ha publicat més de 300 articles en les revistes més prestigioses en l'àmbit de la Física, estant un dels autors més citats en aquest àmbit (vora 40.000 cites i un índex-h de 97, segons dades de la ISI Web of Science). Sent extraordinaris, aquests números però no donen una idea cabdal de la enorme repercussió dels treballs del Dr. Cirac i de la seua dimensió internacional. Cal parar atenció per a això a la llarguíssima llista de distincions i premis que ha rebut; sense ànim d'ésser exhaustius i només citant els més rellevants:

- Quantum Electronics Prize de la Societat Europea de Física (2005)
- Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica (2006)
- Premio Nacional de Investigación "Blas Cabrera" (2007)
- Premi Wolf en Física (2013)

A més, el Dr. Cirac col·labora en tasques de supervisió i consell amb moltes institucions científiques d'arreu el món, com ara el Consejo Superior de Investigaciones Científicas –del qual Consell Rector és membre–, la Swiss National Science Foundation –del qual Panell de Revisió és membre–, o el Centre de Tecnologia Quàntica de la Universitat de Singapur i l'ICFO (The Institute of Photonic Sciences, Castelldefels), dels quals Consells Científics Assessors és membre i president, respectivament.

A banda dels seus mèrits com a investigador i com a científic, Ignacio Cirac destaca pel seu compromís amb la Física i la Ciència espanyoles en general, no dubtant a rodejar-se de nombroses persones que s'han format com a investigadors a Espanya, així com a demanar activament un tractament adequat per a la Ciència i els científics espanyols.

Per a concloure, cal dir que la vinculació del professor Cirac amb la Universitat de València és antiga, a través dels departaments de Física Teòrica i d'Òptica de la Facultat de Física. A banda de col·laboracions de professors d'aquells departaments, com ara el Dr. Armando Pérez Cañellas –padrí en aquest acte– i el Dr. Eugenio Roldán Serrano, potser l'aspecte més rellevant en aquest sentit ha sigut i és la incorporació de joves doctors de la nostra universitat al seu grup, com la Dra. Mari Carmen Bañuls (investigadora numerària) i el Dr. Carlos Navarrete Benlloch (investigador postdoctoral).

Per tot l'exposat, resulta notori que el professor Cirac reuneix mèrits indubtables per a ser mereixedor de la distinció com a Doctor "Honoris Causa" per la Universitat de València, sent per a mi un honor haver-lo presentat davant aquest claustre.

Moltes gràcies.



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

