



Simuladors quantics: les maquetes del mon microscòpic

Que tenen en comú Antoni Gaudi i físics quantics com Daniel Barredo, Ignacio Cirac o Leticia Tarruell? Javier Argüello Luengo coautor juntament amb Alejandro Gonzalez Tudela del llibre *¿½ Simuladors quantics, construint les maquetes del mon microscòpic ¿½*, ens mostra les similituds entre la feia de l'arquitecte i la dels físics especialitzats en simulació quàntica.

October 20, 2025

Si has visitat la Sagrada Família, hauràs vist una reproducció de les maquetes que utilitzava Gaudi per calcular l'estructura òptima del seu edifici. Amb cordills i petits pesos, deixava que la gravetat fes la seva feina, creant figures cap per avall analogues als projectes que tenia al cap.

Quan en Javier Argüello Luengo va visitar aquesta icona arquitectònica, encara estava fent el seu doctorat (codirigit pel professor Darrick Chang de l'ICFO i Alejandro Gonzalez Tudela de CSIC) sobre la teoria darrere de la simulació quàntica amb àtoms. Allà, entre columnes gegantines tenyides pels colors calents de les vitrines al capvespre, va tenir una revelació que

l'acompanyaria al llarg dels anys: en el fons, ell i Gaudi no eren tan diferents. i½En aquell moment, em vaig adonar que Gaudi utilitzava un sistema mecànic, el dels cordills i els pesos, per simular un altre problema mecànic més complicat que, en aquella època, encara no es podia resoldre fàcilment i½, recorda Javier. i½Nosaltres, els físics especialitzats en simulació quàntica, fem una feina molt semblant i½. És que la simulació quàntica consisteix a fer servir un sistema quàntic que es coneix molt bé (l'equivalent als cordills i els pesos) per entendre millor altres sistemes quàntics que són més difícils d'accedir, com ara el comportament dels electrons en certs materials o en matèria condensada (el que vindria a ser la Sagrada Família de la q

La divulgació com a recompensa i responsabilitat

i½En aquella època, no sabia com explicar la meua recerca doctoral d'una manera entenedora per al públic general i½, comparteix en Javier. La simulació quàntica era, i continua essent, un nínxol molt concret dins de la ja estigmatitzada física quàntica; una disciplina que, amb els anys, ha anat acumulant una aura de misteri i complexitat que sovint l'allunya del ciutadà corrent. L'analogia amb les maquetes de Gaudi va permetre a en Javier connectar per primera vegada amb un públic no expert. Aleshores va començar a implicar-se en activitats de divulgació organitzades per l'ICFO, impartint xerrades i tallers per a escoles i instituts que hi anaven de visita, sempre amb les maquetes de la Sagrada Família sota el braç. i½El de Gaudi és un recurs que sempre funcionava molt bé i½, comenta. Veure com els alumnes es motiven i s'inspiraven amb les seves explicacions i½era una gran satisfacció a curt termini, cosa que la recerca en ciència bàsica no sempre proporciona i½. Tanmateix, per a en Javier la divulgació no hauria de ser només un entreteniment per als científics, sinó que s'hauria d'entendre com una responsabilitat més. i½La majoria investiguem amb diners públics, impostos que els ciutadans paguen de les seves butxaques i½, afirma en Javier. i½La gent té dret a saber en què s'inverteixen els seus diners i½. L'investigador creu que la confiança en la ciència i en els seus beneficis, necessària perquè el suport institucional sobrevisqui als canvis de govern, només pot donar-se mitjançant una comprensió profunda de la feina dels científics. i½

allo que no coneixes i½, recalca

De l'analogia de Gaudi a l'escriptura d'un llibre divulgatiu

Compaginant divulgació amb recerca pròpia, en Javier va anar creixent en tots dos vessants, fins que un dia li va sorgir l'oportunitat d'escriure, amb l'Alejandro (el seu codirector de tesi), un article sobre la seva recerca doctoral a la Revista Espanola de Física. Parlant de simulació quàntica, les maquetes de Gaudi van apareixer de manera natural al text. Javier recorda que i½l'article va agradar força i½. De fet, va agradar tant que des de la revista els van proposar ampliar-lo i escriure un llibre sencer de divulgació sobre simulació quant

ca. Explicar ciència tan capdavantera a un públic general no és fàcil, sobretot quan no pots recórrer a les equacions, el llenguatge natural de la física. Els autors van prendre aquesta decisió per acostar-se a un tipus de públic a qui el llenguatge matemàtic pot inquietar més que no pas ajudar-lo. Això, ara, va suposar un gran repte. Segons comenta Javier: «Renunciar a les matemàtiques ens va obligar a abusar una mica del llenguatge, tilitzant metàfores i imatges que, tot i que poden ser útils per crear una certa intuïció, mai seran del tot exactes». D'aquesta manera, els autors van aconseguir portar un concepte tan llunyà com pot semblar la física quàntica a un terreny molt més assequible. Al llibre parteixen de problemes quotidians de la física clàssica, on a l'exemple de Gaudí se n'hi sumen d'altres, com els túnels de vent que avui dia s'utilitzen per estudiar l'aerodinàmica d'avions i cotxes de Fórmula 1 en un ambient controlat abans d'usar-los en la vida real. Llavors, a poc a poc, van introduint elements de la física quàntica, guiant el lector i proporcionant-li en tot moment les eines necessàries perquè vagi comprenent, l'un rere l'altre, els conceptes més essencials de la simulació quàntica. Així, el lector acaba el llibre entenent, entre altres, que són les pinces i les xarxes òptiques, com aquestes s'utilitzen per atrapar àtoms que es mouen a velocitats vertiginoses, i com s'aprofita tot això per a la simulació quàntica. En Javier i l'Alejandro, però, van més enllà de la divulgació de purs conceptes, rendint-se també en la divulgació de figures científiques. «Volem aprofitar l'oportunitat per mostrar com és el dia a dia dels científics i científiques», comparteixen els investigadors. Poder, en definitiva, humanitzar la seva tasca. Per fer-ho, a cada capítol incorporen una petita història novel·lada sobre un personatge real rellevant per al tema en qüestió. D'aquesta manera, desdibuixen la idea del referent científic completament inaccessible i impertorbable, mostrant en el seu lloc una persona amb inquietuds, preocupacions i alegries quotidianes. «No hem d'oblidar que tots aquests científics i científiques de talla mundial també van ser, en el seu dia, estudiants de doctorat amb un futur incert al davant».

Leticia Tarruell, pionera en simulació quàntica

Un dels personatges que apareixen al llibre és la professora de l'ICFO Leticia Tarruell, líder del grup de [Gasos Quàntics Ultrafreds](#) des del 2013. «La Leticia ha estat una pionera en el control atòmic per a la simulació quàntica», explica en Javier. «Incloure-la era el més natural». Va ser, de fet, la primera persona a muntar un laboratori d'àtoms freds a Espanya. A aquesta fita li han seguit múltiples estudis de frontera sobre estats de matèria exòtica, com les gotes quàntiques i els supersòlids. Recentment, a més, ha creat el primer microscopi de gasos quàntics d'estronci del món, el qual pot fotografiar els àtoms d'aquest gas un a un. En Javier està particularment entusiasmat per aquest assoliment: «Per a un teòric com jo és molt emocionant imaginar quins tipus d'experiments es podrien dur a terme amb aquesta nova tecnologia, ja que aquesta

bre les portes a un tipus de simuladors radicalment diferents. A més, en Javier i l'Alejandro van sentir la necessitat de posar en relleu que al nostre territori també es duu a terme recerca de frontera. Pel que fa a la física (i, en concret, a la física quàntica), solem veure sempre els mateixos referents de fa 50 anys, d'un gru demogràfic molt concret, apunten. Nosaltres volíem **els espanyols i espanyoles també fem recerca de frontera?**

A la de la Leticia, doncs, s'hi sumen les històries d'investigadors de renom com Dani Barredo (actualment investigador al Centre de Recerca en Nanomaterials i Nanotecnologia) i Ignacio Cirac (director de la divisió teòrica de l'Institut Max Planck d'Òptica Quàntica a Garching, Alemanya). Les recerques de Cirac, per exemple, qui es va formar en universitats espanyoles, han contribuït a consolidar la simulació i la computació quàntiques, remarca l'Alejandro, afirmant que ara s'ha convertit en un referent mundial del

El futur de la simulació quàntica, un llibre en blanc

En Javier, que ja té més de vuit anys d'experiència en simulació quàntica, reflexiona que aquest és un camp bastant nou, amb un potencial enorme. Els primers experiments van començar el 2002, i en vint anys ja hem presenciat un desenvolupament sense precedents, destaca. Per exemple, ara tenim els microscopis de gasos quàntics cosa que fa vint anys semblava inimaginable. Segons en Javier, entorn d'aquesta disciplina hi ha un gran ventall de possibilitats, molts fronts oberts per explorar. Diversos laboratoris ja han simulat, per exemple, materials exòtics com el grafe. Altres problemes, com la simulació de molècules reals o de les lleis que regeixen les partícules més fonamentals de l'univers (com els protons i neutrons), en ara són propostes teòriques en desenvolupament. Tot i això, l'evolució de la simulació quàntica ha estat tan fructífera que, en paraules del mateix llibre: Potser d'aquí a uns anys no només estarem aprenent sobre superconductors o nous materials, sinó també sobre com funciona, de debò, el teixit més íntim de l'univers. En el camí de la simulació quàntica, en Javier adverteix que l'ICFO està molt ben posicionat, tant a escala nacional com internacional. L'investigador destaca que l'avantatge de l'ICFO és tenir tant grups teòrics com experimentals molt potents. El grup de Tarruell, com ja hem mencionat, lidera l'experimentació. En l'àmbit teòric, per altra banda, [Òptica Quàntica Teòrica](#) dirigit pel professor Maciej Lewenstein està desenvolupant teories que permeten, d'una banda, guiar la concepció d'experiments i, de l'altra, comprendre i interpretar els resultats que s'obtenen. En Javier, sobre el futur de la institució, conclou: Tenir aquests dos vessants em sembla realment bonic. Segons a meua opinió **qualitat dels seus resultats posiciona l'ICFO al mateix nivell que els centres de recerca més punters del món.**



Il·lustració de la Leticia Tarruell al seu laboratori.
Credit: Javier Argüello Luengo.