

Image not found

Simuladors quanticos: les maquetes del mon microscopic

Que tenen en comu Antoni Gaudi i fisics quanticos com Daniel Barredo, Ignacio Cirac o Leticia Tarruell? Javier Argüello Luengo coautor juntament amb Alejandro Gonzalez Tudela del llibre *¿Simuladors quanticos, construint les maquetes del mon microscopic?*, ens mostra les similituds entre la feia de l'arquitecte i la dels fisics especialitzats en simulacio quantica.

October 20, 2025

Si has visitat la Sagrada Familia, hauras vist una reproduccio de les maquetes que utilitzava Gaudi per calcular l'estructura optima 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 arquitectonica, 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 simulacio quantica amb atoms. Alla, entre columnes gegantines tenyides pels colors calids de les vitrines al capvespre, va tenir una revelacio que l'acompanyaria al llarg dels anys: en el fons, ell i Gaudi no eren tan diferents. En aquell moment, em vaig adonar que Gaudi utilitzava un sistema mecanic, el dels cordills i els pesos, per simular un altre problema mecanic mes complicat que, en aquella epoca, encara no es podia resoldre fàcilment, recorda Javier. Nosaltres, els fisics especialitzats en simulacio quantica, fem una feina molt semblant. És que la simulacio quantica consisteix a fer servir un sistema quantic que es coneix molt be (l'equivalent als cordills i els pesos) per entendre millor altres sistemes quanticos que son mes dificils d'accedir, com ara el comportament dels electrons en certs materials o en materia condensada (el que vindria a ser la Sagrada Familia de la q

La divulgacio com a recompensa i responsabilitat

En aquella epoca, no sabia com explicar la meua recerca doctoral d'una manera entenedora per al public general, comparteix en Javier. La simulacio quantica era, i continua essent, un ninxol molt concret dins de la ja estigmatitzada fisica quantica; una disciplina que, amb els anys, ha anat acumulant una aura de misteri i complexitat que s'ha allunyada del ciutadà

nt. L'analogia amb les maquetes de Gaudi va permetre a en Javier connectar per primera veada amb un public no expert. Aleshores va començar a implicar-se en activitats de divulgacio 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 Familia sota el braç. i½El de Gaudi es un recurs que sempre funcionava molt be i½, comenta. Veure com els alumnes es motvaven i s'inspiraven amb les seves explicacions i½era una gran satisfaccio a curt termini, cosa que la recerca en ciencia basica no sempre proporciona i½. Tanmateix, per a en Javier la divulgacio no hauria de ser només un entreteniment per als científics, sino que s'hauria d'entendre com una responsabilitat més. i½La majoria investiguem amb diners publicis, impostos que els ciutadans paguen de les seves butxaques i½, afirma en Javier. i½La gent té dret a saber en què s'interessen els seus diners i½. L'investigador creu que la confiança en la ciencia i en els seus beneficis, necessaria perquè el suport institucional sobrevisqui als canvis de govern, només pot donar-se mitjançant una comprensió profunda de la feina que es fa. **No pots aprendre allò que no coneixes** i½, recalca

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

Compaginant divulgacio amb recerca propia, 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 Fisica. Parlant de simulacio quantica, les maquetes de Gaudi van apareixer de manera natural al text. Javier recorda que i½l'article va agradar forçadament i½. De fet, va agradar tant que des de la revista els van proposar ampliar-lo i escriure un llibre sencer de divulgacio sobre simulacio quantica. Explicar ciencia tan capdavantera a un public general no es facil, sobretot quan no pots recórrer a les equacions, el llenguatge natural de la fisica. Els autors van prendre aquesta decisió per acostar-se a un tipus de public a qui i½el llenguatge matemàtic pot inquietar més que no pas ajudar i½. Això, alhora, va suposar un gran repte. Segons comenta Javier: i½Renunciar a les matemàtiques ens va obligar a abusar una mica del llenguatge, tilitzant metafores i imatges que, tot i que poden ser útils per crear una certa intuicio, mai seran del tot exactes i½. D'aquesta manera, els autors van aconseguir portar un concepte tan llunyà com pot semblar la fisica quantica a un terreny molt més assequible. Al llibre parteixen de problemes quotidians de la fisica classica, on a l'exemple de Gaudi se n'hi sumen d'altres, com els túnels de vent que avui dia s'utilitzen per estudiar l'erodinamica d'avions i cotxes de Formula 1 en un ambient controlat abans d'usar-los en la vida real. Llavors, a poc a poc, van introduint elements de la fisica quantica, guiant el lector i proporcionant-li en tot moment les eines necessaries perquè vagi comprenent, l'un rere l'altre, els conceptes més essencials de la simulacio quantica. Així, el lector acaba el llibre entenent, entre altres, que són les pinces i les xarxes optiques, com aquestes s'utilitzen per atrapar àtoms que es mouen a velocitats vertiginoses, i com s'aprofita tot a

xo per a la simulac

o quantica. En Javier i l'Alejandro, pero, van mes enlla de la divulgacio de purs conceptes, ndinsant-se tambe en la divulgacio de figures cientifiques. i½Voliem aprofitar l'oportunit t per mostrar com es el dia a dia dels científics i científiquesi½, comparteixen els investig dors. Poder, en definitiva, humanitza

la seva tasca. Per fer-ho, a cada capítol incorporen una petita historia novel·lada sobre u personatge real rellevant per al tema en qüestio. D'aquesta manera, desdibuixen la idea del eferent científic completament inaccessible i impertorbable, mostrant en el seu ll c una persona amb inquietuds, preocupacions i alegries quotidianes. i½No hem d'obli ar que tots aquests científics i científiques de talla mundial tambe van ser, en el seu dia, es udians de doctorat amb un futur incert al davanti?

Leticia Tarruell, pionera en simulacio quantica

Un dels personatges que apareixen al llibre es la professora de l'ICFO Leticia Tarruell, lider del grup de [Gasos Quantics Ultrafreds](#) des del 2013. i½La Leticia ha estat una pionera en el control atomic per a la simulacio quantica i½, explica en Javier. i½Incloure-la era el mes natural i½. Va ser, de fet, la primera persona a muntar un laboratori d'atoms freds a Es anya. A aquesta fita li han seguit multiples estudis de frontera sobre estats de materia exotico , com les gotes quantiques i els supers lids. Recentment, a mes, ha creat el primer microscopi de gasos quantics d'estrunci del m n, el qual pot fotografiar els atoms d'aquest gas un a un. En Javier esta particularment entus asmat per aquest assoliment: i½Per a un teoric com jo es molt emocionant imaginar qu n tipus d'experiments es podrien dur a terme amb aquesta nova tecnologia, ja que aquesta bre les portes a un tipus de simuladors radicalment difer ntsi½. A mes, en Javier i l'Alejandro van sentir la necessitat de posar en relleu que al nostre territori tambe es duu a terme recerca de frontera. i½Pel que fa a la fisica (i, en concret, a la fisica quantica), solem veure sempre els mateixos referents de fa 50 anys, d'un gru demografic molt concret i½, apunten. i½Nosaltres voliem ~~els espanyols i espanyoles tambe fem recerca de frontera~~ i½?

. A la de la Leticia, doncs, s'hi sumen les histories d'investigadors de renom com Dani l Barredo (actualment investigador al Centre de Recerca en Nanomaterials i Nanotecnologia) i Ignacio Cirac (director de la divisio teorica de l'Institut Max Planck d'Optica Quantica a Garching, Alemanya). i½Les recerques de Cirac, per exemple, qui es va forma en universitats espanyoles, han contribuït a consolidar la simulacio i la comput cio quantiquesi½, remarca l'Alejandro, afirmant que ara i½s'ha convertit en un referent mundial del

El futur de la simulacio quantica, un llibre en blanc

En Javier, que ja te mes de vuit anys d'experiencia en simulacio quantica, reflexiona que

aquest es un camp bastant nou, amb un potencial enorme. Els primers experiments van començar el 2002, i en vint anys ja hem presenciats un desenvolupament sense precedents. Destaca. Per exemple, ara tenim els microscopis de gasos quàntics, una 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, el grup [d'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 la meua opinió, la qualitat dels seus resultats posiciona l'ICFO al mateix nivell que els centres de recerca més punters del món.**

Image not found

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