

Simuladors quantics: les maquetes del mon microscopic

Que tenen en comu Antoni Gaudi i fisics quantics com Daniel Barredo, Ignacio Cirac o Leticia Tarruell? Javier Argüello Luengo coautor juntament amb Alejandro Gonzalez Tudela del llibr i¿½Simuladors quantics, construint les maquetes del on microscopici¿½, ens mostra les similituds entre la fei a 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 e 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 columne gegantines tenyides pels colors calids de les vitrines al capvespre, va tenir una revelacio qu

l'acompanyaria al llarg dels anys: en el fons, ell i Gaudi no eren tan diferents. i¿½En aqu
ll moment, em vaig adonar que Gaudi utilitzava un sistema mecanic, el dels cordills i els pes
s, per simular un altre problema mecanic mes complicat que, en aquella epoca, encara no
es podia resoldre facilmenti¿½, recorda Javier. i¿½Nosaltres, els fisics especialitzats en si
ulacio quantica, fem una feina molt sembl
nti¿½. I es que la simulacio quantica consisteix a fer servir un sistema quantic que es conei
molt be (l'equivalent als cordills i els pesos) per entendre millor altres sistemes quantics qu
son mes dificils d'accedir, com ara el comportament dels electrons en certs materials o e
materia condensada (el que vindria a ser la Sagrada Familia de la q

La divulgacio com a recompensa i responsabilitat

i¿½En aquella epoca, no sabia com explicar la meva recerca doctoral d'una mane
a entenedora per al public generali¿½, comparteix en Javier. La simulacio quantica er
, 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 so
int l'allunya del ciutada corr
nt. L'analogia amb les maquetes de Gaudi va permetre a en Javier connectar per primera ve
ada amb un public no expert. Aleshores va comencar a implicar-se en activitats de divulg
cio organitzades per l'ICFO, impartint xerrades i tallers per a escoles i instituts que hi anave
de visita, sempre amb les maquetes de la Sagrada Familia sota el brac. i¿½El de Gaudi
es un recurs que sempre funcionava molt bei¿½, comenta. Veure com els alumnes es mot
vaven i s'inspiraven amb les seves explicacions i¿½era una gran satisfaccio a curt termini, c
sa que la recerca en ciencia basica no sempre propo
cionai¿½. Tanmateix, per a en Javier la divulgacio no hauria de ser nomes un entreteni
ent per als cientifics, sino que s'hauria d'entendre com una responsabilitat mes. i
?½La majoria investiguem amb diners publics, impostos que els ciutadans pague
de les seves butxaquesi¿½, afirma en Javier. i¿½La gent te dret a saber en que s'in
erteixen els seus dinersi¿½. L'investigador creu que la confianca en la ciencia i en
els seus beneficis, necessaria perque el suport institucional sobrevisqui als canvis
e govern, nomes pot donar-se mitjancant una comprensio profunda de la feina dels cientifics. i¿½
allo que no coneixesi¿½, recalc

No pots apreciar

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
i¿½l'article va agradar forcai¿½. De fet, va agradar tant que des de la revista els van prop
sar ampliar-lo i escriure un llibre sencer de divulgacio sobre simulacio quant

ca. Explicar ciencia tan capdavantera a un public general no es facil, sobretot quan no ots recorrer a les equacions, el llenguatge natural de la fisica. Els autors van prendre aqu sta decisio per acostar-se a un tipus de public a qui i¿½el llenguatge matematic pot inq ietar mes que no pas ajudari¿½. Aixo, alhora, va suposar un gran repte. Segons comenta Javier: i¿½Renunciar a les matematiques ens va obligar a abusar una mica del llenguatge, tilitzant metafores i imatges que, tot i que poden ser utils per crear una certa intuicio, mai seran del tot exactesi¿½. D'aquesta manera, els autors van aconseguir portar un concept tan llunya com pot semblar la fisica quantica a un terreny molt mes 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 tunels 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 l 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 perque vagi comprenen , l'un rere l'altre, els conceptes mes essencials de la simulacio quantica. Aixi, el lector aca a el llibre entenent, entre altres, que son les pinces i les xarxes optiques, com aquestes s'u ilitzen per atrapar atoms 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. i¿½Voliem aprofitar l'oportunit t per mostrar com es el dia a dia dels cientifics i cientifiquesi¿½, comparteixen els investig dors. Poder, en definitiva, humanitza la seva tasca. Per fer-ho, a cada capitol incorporen una petita historia novel·lada sobre u personatge real rellevant per al tema en qüestio. D'aquesta manera, desdibuixen la idea del eferent cientific completament inaccessible i impertorbable, mostrant en el seu ll c una persona amb inquietuds, preocupacions i alegries quotidianes. i¿½No hem d'obli ar que tots aquests cientifics i cientifiques de talla mundial tambe van ser, en el seu dia, es udiants 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. i¿½**La Leticia ha estat una pionera en el control atomic per a la simulacio quantica**i¿½, explica en Javier. i¿½Incloure-la era el mes naturali¿½. 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 exotic , com les gotes quantiques i els supers
lids. Recentment, a mes, ha creat el primer microscopi de gasos quantics d'estronci del m n, el qual pot fotografiar els atoms d'aquest gas un a un. En Javier esta particularment entus asmat per aquest assoliment: i¿½Per 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
ntsi¿½. 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. i¿½Pel 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 concreti¿½, apunten. i¿½Nosaltres voliem **els espanyols i espanyoles tambe fem recerca de frontera**i¿?
. 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). i¿½Les recerques de Cirac, per exemple, qui es va forma
 en universitats espanyoles, han contribuit a consolidar la simulacio i la comput
cio quantiquesi¿½, remarca l'Alejandro, afirmant que ara i¿½s'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. i¿½Els primers experiments v
n comencar el 2002, i en vint anys ja hem presenciat un desenvolupament sen
e precedentsi¿½, destaca. i¿½Per exemple, ara tenim els microscopis de gasos quantics
 cosa que fa vint anys semblava inimaginab
ei¿½. Segons en Javier, entorn d'aquesta disciplina hi ha un gran ventall de possibilitat
, molts fronts oberts per explorar. Diversos laboratoris ja han simulat, per exemple, materials exotics com el grafe. Altres problemes, com la simulacio de molecules reals o de les l
eis que regeixen les particules mes fonamentals de l'univers (com els protons i neutrons), en ara son propostes teoriques en desenvol
pament. Tot i aixo, l'evolucio de la simulacio quantica ha estat tan fructifera que, en para
les del mateix llibre: i¿½Potser d'aqui a uns anys no nomes estarem aprenent sobre super
onductors o nous materials, sino tambe sobre com funciona, de debo, el teixit mes intim de l'u
iversi¿½. En el cami de la simulacio quantica, en Javier adverteix que l'ICFO esta molt ben posicionat, tant a escala nacional com internacional. L'investigador destaca que i¿½l'avant
tge de l'ICFO es tenir tant grups teorics com experimentals mo
t potentsi¿½. El grup de Tarruell, com ja hem mencionat, lidera l'experimentacio. En l'ambit t
oric, per altra banda, el grup d'Optica Quantica Teorica dirigit pel professor Maciej Lewenstein esta desenvolupant teories que permetin, d'una banda, guiar la concepcio d'experiments i, de l'altra, comprendre i interpretar els resultats que s'obtenen. En Javier, sobre el futur de la institucio, conclou: i¿½Tenir aquests dos vessants em sembla realment bonic. Segons a meva opinid**a qualitat dels seus resultats posiciona l'ICFO al mateix nivell que els centres de recerca mes punters del mon**i¿½.



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