

Simuladores cuanticos: las maquetas del mundo microscopico

¿Que tienen en comun Antoni Gaudi y fisicos cuanticos com Daniel Barredo, Ignacio Cirac o Leticia Tarruell? Javier Argüel o Luengo, co-autor junto con Alejandro Gonzalez Tudela del lib o i¿½Simuladores cuanticos, construyendo las maquetas del m ndo microscopicoi¿½, nos muestra las similitudes entre el traba o del arquitecto y el de los fisicos especializados en simu acion cuantica.

October 20, 2025

Si has visitado la Sagrada Familia, habras visto una reproduccion de las maquetas que usaba Gaudi para calcular la estructura optima de su edificio. Con cuerdas y pequenos pesos, dejaba que la gravedad hiciera su trabajo, creando figuras boca abajo analogas a los proyectos que tenia en mente.

Cuando Javier Argüello Luengo visito este icono arquitectonico, todavia estaba realizando s doctorado (codirigido por el profesor del ICFO Darrick Chang y Alejandro Gonzalez Tudel del CSIC) sobre la teoria tras la simulacion cuantica con atomos. Alli, entre columna

gigantescas tenidas de los colores calidos de las vitrinas al atardecer, tuvo una revelacio
que lo acompanaria a lo largo de los anos: en el fondo, el y Gaudi no eran tan diferentes
i¿½En ese momento, me di cuenta de que Gaudi utilizaba un sistema mecanico, el de
as cuerdas y los pesos, para simular otro problema mecanico mas complicado que, en
sa epoca, todavia no se podia resolver facilmentei¿½, rememora Javier. i¿½Nosotros, los
isicos especializados en simulacion cuantica, hacemos algo muy parec
doi¿½. Y es que la simulacion cuantica consiste en usar un sistema cuantico que se c
noce muy bien (el equivalente a las cuerdas y los pesos) para entender mejor otros sistemas
uanticos que son mas dificiles de acceder, como el comportamiento de los electrones e
ciertos materiales o en materia condensada (lo que vendria a ser la Sagrada Familia de la c

La divulgacion como recompensa y responsabilidad

i¿½Por aquel entonces, no sabia como contar mi investigacion doctoral de manera que fue
a entendible al publico generali¿½, comparte Javier. La simulacion cuantica era, y sigue sie
do, un nicho muy concreto dentro de la ya estigmatizada fisica cuantica; una disciplina que,
lo largo de los anos, ha ido acumulando un aura de misterio y complejidad que muchas vece
la aleja del ciudadano de a
ie. La analogia con las maquetas de Gaudi permitio a Javier conectar por primera vez co
un publico no experto. Entonces empezo a involucrarse en las actividades divulgat
vas organizadas por el ICFO, dando charlas y realizando talleres para escuelas e institutos
que venian de visita, con las maquetas de la Sagrada Familia siempre bajo el brazo. i¿½El de
Gaudi es un recurso que siempre funciono muy bieni¿½, comenta. Ver como los al
mnos se motivaban e inspiraban con sus explicaciones i¿½era una gran satisfaccion a co
to plazo, algo que la investigacion en ciencia basica no siempre propo
cionai¿½. Sin embargo, para Javier la divulgacion no deberia ser solamente un entretenimie
to para los cientificos/as, si no que deberia entenderse como una responsabilidad mas. i
?½La mayoria investigamos con dinero publico, impuestos que los ciudadanos pagan de sus
bolsillosi¿½, proclama Javier. i¿½La gente tiene derecho a saber en que se inviert
su dineroi¿½. El investigador cree que la confianza en la ciencia y en sus beneficios, n
cesaria para que el apoyo institucional sobreviva a los cambios de gobierno, solamente
uede darse mediante una comprension profunda del trabajo de los cientificos/as. i¿½**No puedes apreciar**
lo que no conocesi¿½, recalc

De la analogia de Gaudi a la escritura de un libro divulgativo

Compaginando divulgacion con investigacion propia, Javier fue creciendo en ambas
vertientes, hasta que un dia le surgio la oportunidad de escribir, junto con Alejandro (su
co-director de tesis), un articulo sobre su investigacion de doctorado en la Revista Espanola
de Fisica. Hablando de simulacion cuantica, las maquetas de Gaudi aparecieron de manera
natural en el texto. Javier recuerda que i¿½el articulo gusto bastantei¿½. De hecho, g

sto tanto que desde la revista les propusieron ampliarlo y escribir un libro entero de divulga
ion sobre simulacion cuant
ca. Explicar ciencia tan puntera a un publico general no es tarea facil, sobre todo cuand
 no puedes recurrir a las ecuaciones, el lenguaje natural de la fisica. Los autores tomaron
esa decision para acercarse al tipo de publico a quien i¿½el lenguaje matematico puede inq
ietar mas que ayudari¿½. Esto, a la vez, supuso un gran desafio. Segun comenta
Javier: i¿½Renunciar a las matematicas nos obligo a abusar un poco del lenguaje,
tilizando metaforas e imagenes que, si bien pueden ser utiles para crear una cierta intuic
on, nunca van a ser totalmente exactasi¿½. De este modo, los autores consiguieron traer
un concepto tan lejano como puede parecer la fisica cuantica a un terreno mucho ma
 asequible. En el libro, parten de problemas cotidianos de la fisica clasica, donde al ejemplo
de Gaudi se le suman otros, como los tuneles de viento que hoy en dia se utilizan para
estudiar la aerodinamica de aviones y coches de formula 1 en un ambiente controlado, ante
 de usarlos en la vida real. Luego, poco a poco, van introduciendo elementos de la fisi
a cuantica, guiando al lector y proporcionandole en todo momento las herramientas necesar
as para que vaya comprendiendo, uno tras otro, los conceptos mas esenciales de la simulaci
n cuantica. Asi, uno termina el libro entendiendo, entre otras cosas, que son las pinzas
y las redes opticas, como estas se utilizan para atrapar atomos que se estan moviendo a
velocidades vertiginosas, y como se aprovecha eso para la simulaci
n cuantica. Javier y Alejandro, sin embargo, van mas alla de la divulgacion de puro
 conceptos, sumergiendose tambien en la divulgacion de figuras cientificas. i¿½Queriamos
aprovechar la oportunidad para mostrar como es el dia a dia de los cientificos y cientificas
¿½, comparten los investigadores. Poder, en ultima instancia, hum
nizar su labor. Para ello, en cada capitulo incorporan una pequena historia novelada sobre u
 personaje real relevante para el capitulo en cuestion. Asi, desdibujan la idea del refe
ente cientifico completamente inaccesible e imperturbable, mostrando en su lugar a
una persona con inquietudes, preocupaciones y alegrias cotidianas. i¿½No debemos olvid
r que todos estos personajes de talla mundial tambien fueron, en su dia, estudiantes de doc
orado con todo su futuro por delantei

Leticia Tarruell, pionera en simulacion cuantica

Uno de los personajes que aparecen en el libro es la profesora del ICFO Leticia Tarruell, lider del grupo de Gases Cuanticos Ultrafrios desde 2013. i¿½**Leticia ha sido una pionera en el control atomico para la simulacion cuantica**i¿½, cuenta Javier. i¿½Incluirla era lo
mas naturali¿½. Fue, de hecho, la primera persona en montar un laboratorio de atomos fr
os en Espana. A este hito le han seguido multiples estudios de frontera sobre estados de m
teria exoticos, como las gotas cuanticas y los superso
idos. Recientemente, ademas, creo el primer microscopio de gases cuanticos de estronc
o del mundo, el cual puede fotografiar los atomos de este gas uno a uno. Javie

esta particularmente entusiasmado por este hito: i¿½Para un teorico como y
es muy emocionante pensar que tipo de experimentos se podrian llevar a cabo con es
a nueva tecnologia, la cual abre las puertas a un tipo de simuladores radicalmente disti
tosi¿½. Ademas, Javier y Alejandro sintieron la necesidad de poner en relieve que la invest
gacion de frontera tambien se realiza en nuestro propio territorio. i¿½En lo que respecta a la f
sica (y, en concreto, la fisica cuantica), solemos ver siempre los mismos referentes de hace
50 anos, de un grupo demografico muy concretoi¿½, apuntan. i¿½Nosotros queriamos mostrar que los
espanoles y espanolas tambien hacemos investigacion de fronterai¿?
. A la de Tarruell, pues, se le suman las historias de investigadores del tamano de Dani
l Barredo (actualmente investigador en el Centro de Investigacion en Nanomateriales
y Nanotecnologia) e Ignacio Cirac (director de la division teorica del Instituto Max Planck
e Optica Cuantica en Garching, Alemania). i¿½Las investigaciones de Cirac, por ejemplo, q
ien se formo en universidades espanolas, han contribuido a cimentar la simulaci
n y computacion cuanticasi¿½, remarca Alejandro, afirmando que ahora i¿½se ha conve
tido en un referente mundial del c

El futuro en simulacion cuantica, un libro en blanco

Javier, quien ya tiene mas de ocho anos de experiencia en simulacion cuantica, reflexiona
que este es un campo bastante nuevo, con un potencial enorme. i¿½Los primer
s experimentos empezaron en 2002, y en veinte anos ya hemos presenciado un desarrollo s
n precedentesi¿½, destaca. i¿½Por ejemplo, ahora tenemos los microscopios de
gases cuanticos, algo que hace veinte anos parecia inimaginab
ei¿½. Segun Javier, esta disciplina cuenta con un gran abanico de posibilidades, co
muchos frentes abiertos por explorar. Varios laboratorios ya han simulado, por ejemplo, ma
eriales exoticos como el grafeno. Otros problemas, como la simulacion de moleculas reales
de las leyes que rigen a las particulas mas fundamentales del universo (como los pr
tones y neutrones), todavia son propuestas teoricas en des
rrollo. Aun asi, la evolucion de la simulacion cuantica ha sido tan fructifera que, en pala
ras del propio libro: i¿½Puede que dentro de unos anos no solo estemos aprendi
ndo sobre superconductores o nuevos materiales, sino tambien sobre como funciona, de
erdad, el tejido mas intimo del un
versoi¿½. En el camino de la simulacion cuantica, Javier advierte que el ICFO e
ta muy bien posicionado, tanto a nivel nacional como internacional. El investigador desta
a que i¿½la ventaja del ICFO es tener tanto grupos teoricos como experimentales mu
potentesi¿½. El grupo de Tarruell, como ya hemos mencionado, lidera la experimentacion.
nivel teorico, por otro lado, el grupo de Optica Cuantica Teorica dirigido por el profesor Maciej Lewenstein
esta desarrollando teorias que permitan, por un lado, guiar la concepcion de experimentos y,
por otro, comprender e interpretar los resultados que se obtienen. Javier, sobre el futuro de
la institucion, concluye: i¿½Tener estas dos vertientes me parece realmente bonito. En

i opinion**Ja calidad de sus resultados posiciona al ICFO al mismo nivel que los centros de investigacion mas punteros del mundo**i¿½.



Ilustracion de Leticia Tarruell en su laboratorio. Credit: Javier Argüello Luengo.