



## 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 libro *¿½ Simuladores cuanticos, construyendo las maquetas del mundo microscopico*? ¿½, nos muestra las similitudes entre el trabajo del arquitecto y el de los fisicos especializados en simulacion 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 su 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 revelación que lo acompañaría a lo largo de los años: en el fondo, el y Gaudi no eran tan diferentes. En ese momento, me di cuenta de que Gaudi utilizaba un sistema mecánico, el de las cuerdas y los pesos, para simular otro problema mecánico más complicado que, en su época, todavía no se podía resolver fácilmente, recuerda Javier. Nosotros, los físicos especializados en simulación cuántica, hacemos algo muy parecido. Y es que la simulación cuántica consiste en usar un sistema cuántico que se conoce muy bien (el equivalente a las cuerdas y los pesos) para entender mejor otros sistemas cuánticos que son más difíciles de acceder, como el comportamiento de los electrones en ciertos materiales o en materia condensada (lo que vendría a ser la Sagrada Familia de la c

### **La divulgación como recompensa y responsabilidad**

Por aquel entonces, no sabía como contar mi investigación doctoral de manera que fuera entendible al público general, comparte Javier. La simulación cuántica era, y sigue siendo, un nicho muy concreto dentro de la ya estigmatizada física cuántica; una disciplina que, a lo largo de los años, ha ido acumulando un aura de misterio y complejidad que muchas veces la aleja del ciudadano de a

le. La analogía con las maquetas de Gaudi permitió a Javier conectar por primera vez con un público no experto. Entonces empezó a involucrarse en las actividades divulgativas organizadas por el ICFO, dando charlas y realizando talleres para escuelas e institutos que venían de visita, con las maquetas de la Sagrada Familia siempre bajo el brazo. El de Gaudi es un recurso que siempre funciona muy bien, comenta. Ver como los alumnos se motivaban e inspiraban con sus explicaciones era una gran satisfacción a corto plazo, algo que la investigación en ciencia básica no siempre proporciona. Sin embargo, para Javier la divulgación no debería ser solamente un entretenimiento para los científicos/as, si no que debería entenderse como una responsabilidad más. ¿La mayoría investigamos con dinero público, impuestos que los ciudadanos pagan de sus bolsillos, proclama Javier. La gente tiene derecho a saber en que se invierte su dinero. El investigador cree que la confianza en la ciencia y en sus beneficios, necesaria para que el apoyo institucional sobreviva a los cambios de gobierno, solamente puede darse mediante una comprensión profunda del trabajo de los científicos. **No puedes apagar lo que no conoces**, recalca

### **De la analogía de Gaudi a la escritura de un libro divulgativo**

Compaginando divulgación con investigación propia, Javier fue creciendo en ambas vertientes, hasta que un día le surgió la oportunidad de escribir, junto con Alejandro (su co-director de tesis), un artículo sobre su investigación de doctorado en la Revista Española de Física. Hablando de simulación cuántica, las maquetas de Gaudi aparecieron de manera natural en el texto. Javier recuerda que el artículo gustó bastante. De hecho, g

sto tanto que desde la revista les propusieron ampliarlo y escribir un libro entero de divulgación sobre simulación cuántica. Explicar ciencia tan puntera a un público general no es tarea fácil, sobre todo cuando no puedes recurrir a las ecuaciones, el lenguaje natural de la física. Los autores tomaron esa decisión para acercarse al tipo de público a quien el lenguaje matemático puede inquietar más que ayudar. Esto, a la vez, supuso un gran desafío. Según comenta Javier: Renunciar a las matemáticas nos obligó a abusar un poco del lenguaje, utilizando metáforas e imágenes que, si bien pueden ser útiles para crear una cierta intuición, nunca van a ser totalmente exactas. De este modo, los autores consiguieron traer un concepto tan lejano como puede parecer la física cuántica a un terreno mucho más asequible. En el libro, parten de problemas cotidianos de la física clásica, donde al ejemplo de Gaudí se le suman otros, como los túneles de viento que hoy en día se utilizan para estudiar la aerodinámica de aviones y coches de fórmula 1 en un ambiente controlado, antes de usarlos en la vida real. Luego, poco a poco, van introduciendo elementos de la física cuántica, guiando al lector y proporcionándole en todo momento las herramientas necesarias para que vaya comprendiendo, uno tras otro, los conceptos más esenciales de la simulación cuántica. Así, uno termina el libro entendiendo, entre otras cosas, que son las pinzas y las redes ópticas, como estas se utilizan para atrapar átomos que se están moviendo a velocidades vertiginosas, y como se aprovecha eso para la simulación cuántica. Javier y Alejandro, sin embargo, van más allá de la divulgación de puro concepto, sumergiéndose también en la divulgación de figuras científicas. Queríamos aprovechar la oportunidad para mostrar como es el día a día de los científicos y científicas, comparten los investigadores. Poder, en última instancia, humanizar su labor. Para ello, en cada capítulo incorporan una pequeña historia novelada sobre un personaje real relevante para el capítulo en cuestión. Así, desdibujan la idea del referente científico completamente inaccesible e imperturbable, mostrando en su lugar a una persona con inquietudes, preocupaciones y alegrías cotidianas. No debemos olvidar que todos estos personajes de talla mundial también fueron, en su día, estudiantes de doctorado con todo su futuro por delante.

### **Leticia Tarruell, pionera en simulación cuántica**

Uno de los personajes que aparecen en el libro es la profesora del ICFO Leticia Tarruell, líder del grupo de [Gases Cuánticos Ultrafríos](#) desde 2013. **Leticia ha sido una pionera en el control atómico para la simulación cuántica**, cuenta Javier. Incluirla era lo más natural. Fue, de hecho, la primera persona en montar un laboratorio de átomos fríos en España. A este hito le han seguido múltiples estudios de frontera sobre estados de materia exóticos, como las gotas cuánticas y los supercondensados. Recientemente, además, creo el primer microscopio de gases cuánticos de estroncio del mundo, el cual puede fotografiar los átomos de este gas uno a uno. Javier

esta particularmente entusiasmado por este hito: ¿Para un teórico como yo es muy emocionante pensar que tipo de experimentos se podrían llevar a cabo con esta nueva tecnología, la cual abre las puertas a un tipo de simuladores radicalmente distintos. Además, Javier y Alejandro sintieron la necesidad de poner en relieve que la investigación de frontera también se realiza en nuestro propio territorio. ¿En lo que respecta a la física (y, en concreto, la física cuántica), solemos ver siempre los mismos referentes de hace 50 años, de un grupo demográfico muy concreto, ¿apuntan. ¿Nosotros queremos mostrar que **españoles y españolas también hacemos investigación de frontera**?

A la de Tarruell, pues, se le suman las historias de investigadores del tamaño de Daniel Barredo (actualmente investigador en el Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología) e Ignacio Cirac (director de la división teórica del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica en Garching, Alemania). ¿Las investigaciones de Cirac, por ejemplo, también se formó en universidades españolas, han contribuido a cimentar la simulación y computación cuánticas, remarca Alejandro, afirmando que ahora ¿se ha convertido en un referente mundial del campo?

### **El futuro en simulación cuántica, un libro en blanco**

Javier, quien ya tiene más de ocho años de experiencia en simulación cuántica, reflexiona que este es un campo bastante nuevo, con un potencial enorme. ¿Los primeros experimentos empezaron en 2002, y en veinte años ya hemos presenciado un desarrollo sin precedentes, destaca. ¿Por ejemplo, ahora tenemos los microscopios de gases cuánticos, algo que hace veinte años parecía inimaginable. Según Javier, esta disciplina cuenta con un gran abanico de posibilidades, con muchos frentes abiertos por explorar. Varios laboratorios ya han simulado, por ejemplo, materiales exóticos como el grafeno. Otros problemas, como la simulación de moléculas reales de las leyes que rigen a las partículas más fundamentales del universo (como los protones y neutrones), todavía son propuestas teóricas en desarrollo. Aun así, la evolución de la simulación cuántica ha sido tan fructífera que, en palabras del propio libro: ¿Puede que dentro de unos años no solo estemos aprendiendo sobre superconductores o nuevos materiales, sino también sobre cómo funciona, de verdad, el tejido más íntimo del universo. En el camino de la simulación cuántica, Javier advierte que el ICFO está muy bien posicionado, tanto a nivel nacional como internacional. El investigador destaca que ¿la ventaja del ICFO es tener tanto grupos teóricos como experimentales muy potentes. El grupo de Tarruell, como ya hemos mencionado, lidera la experimentación. A nivel teórico, por otro lado, [Óptica Cuántica Teórica](#) dirigido por el profesor Maciej Lewenstein está desarrollando teorías que permitan, por un lado, guiar la concepción de experimentos y, por otro, comprender e interpretar los resultados que se obtienen. Javier, sobre el futuro de la institución, concluye: ¿Tener estas dos vertientes me parece realmente bonito. En

En opinión de la calidad de sus resultados posiciona al ICFO al mismo nivel que los centros de investigación más punteros del mundo ¿verdad?



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