

Presentación

Queridos lectores y lectoras,

Estaba leyendo estos días cómo la computación cuántica empezaba ya a dejar de ser una entelequia práctica, circunscrita hasta ahora al marco teórico, para convertirse en una tecnología que viene a revolucionar la capacidad de computación de la que va a disponer la humanidad en las próximas décadas, con todo lo que ello puede acarrear, especialmente para desarrollos en el ámbito de la inteligencia artificial. Durante la lectura me venía a la memoria una noticia de principios de este año, cuando Microsoft presentó su chip cuántico al que ha denominado *Majorana 1* pero, ¿a qué viene este nombre tan aparentemente raro?

En los años 20 del siglo pasado, Enrico Fermi reunió un grupo de científicos italianos, denominado el *grupo de Roma*, para trabajar en física nuclear y tratar de rivalizar con Alemania, fundamentalmente, en cuanto a frontera del conocimiento en este campo. Fermi tenía muchas virtudes como investigador, pero había una especialmente importante, y es que era brillante tanto en física teórica como experimental, quizás por ello no solo buscó físicos para el grupo, sino también estudiantes de ingeniería, como Emilio Segrè, premio Nobel en 1959, y otros, entre los que destacaba una persona enigmática, reservada y atormentada por conflictos personales; se trataba de Ettore Majorana, el cual, desafortunadamente, murió muy joven, con poco más de 30 años y en extrañas circunstancias. A pesar de que el grupo de Roma se convirtió, probablemente, en el más prestigioso del mundo en el campo de la física nuclear, el auge del fascismo en Italia originó su desintegración, pues varios de sus miembros debieron emigrar de su país, principalmente a EE UU, como fue el caso de Fermi después de viajar a Suecia para recoger el Nobel en 1938.

Majorana, en 1937, un año antes de morir, en un ejercicio de conocimiento e intuición formidable, propuso la existencia y el modelo matemático de unos hipotéticos fermiones (constructores de la estructura del universo, pues permiten la existencia de átomos y de química: electrones, quarks, muones, neutrinos, etc.) con una característica extraordinaria: serían sus propias antipartículas. Esto, en aquella época, cuando la experimentación en este ámbito era aún muy incipiente, debió parecer una auténtica entelequia que, aún hoy en día, está en entredicho en el ámbito de la física de partículas. La mayoría de los fermiones conocidos poseen antipartículas con la misma masa, pero con carga opuesta, no así el neutrino, que sería, por tanto, un candidato a fermión de Majorana. Un fermión de Majorana tendría carga neutra y su antipartícula coincidiría exactamente consigo mismo. Esto, que experimentalmente se está estudiando ahora, tiene unas enormes implicaciones en el estudio del cosmos, pues podría ayudar a explicar el desequilibrio entre materia y antimateria, pero, también, en la física de estado sólido.

En computación cuántica son de gran interés los materiales topológicos, esto es, aquellos cuyo comportamiento cuántico es muy estable frente a deformaciones suaves, fluctuaciones o perturbaciones, con lo cual sus estados electrónicos son extremadamente estables. Los materiales topológicos pueden ser aislantes y conductores a la vez (conducen electricidad solo en su superficie), así como superconductores. Pues bien, en este tipo de materiales los científicos han descubierto comportamientos matemáticamente análogos a los fermiones de Majorana, denominados *modos de Majorana*, aunque no se trata de manifestaciones como partículas elementales, sino como cuasipartículas o entes cuánticos. Estos modos o excitaciones, que son muy estables frente a perturbaciones externas (el gran hándicap actual de las computadoras cuánticas es la incapacidad de llevar a cabo correcciones de errores a gran escala, de hecho, se trata de sistemas muy ruidosos e intrínsecamente inestables), aparecen como candidatos idóneos para ser los bloques constituyentes de *qubits* (en electrónica digital un bit solo puede valer 0 o 1; sin embargo, en computación cuántica, un qubit puede estar en 0, en 1 o en una combinación de ambos al mismo tiempo. Esto hace a la computación cuántica tremendamente eficiente, pues con n qubits, un computador cuántico puede representar 2^n estados simultáneamente. Bastarían 300 qubits para tener más estados que átomos hay en el universo extremadamente estables. Por esta razón, cuando Microsoft lanzó su Chip Majorana 1 aludió a *la creación de un nuevo estado de la materia*, el *topoconductor*, no se trata de un sólido, líquido o gas, ni de un superconductor al uso, sino de un material topológico cuya estructura cuántica permite la formación de modos de Majorana. El lanzamiento de Microsoft, aunque todavía con un largo camino de pruebas y mejoras por recorrer, puede ser considerado un hito en la computación cuántica (topológica en este caso, pues actualmente hay otras tecnologías cuánticas diferentes). Si, finalmente, la computación cuántica topológica termina siendo operativa y práctica a gran escala, la humanidad tendrá la capacidad, en un futuro muy próximo, de resolver problemas a día de hoy abiertos, como súper simulaciones moleculares para crear nuevos fármacos, creación de nuevos materiales con características desconocidas hoy en día, avances sin parangón en inteligencia artificial, etc.

Como epílogo de lo escrito, me gustaría resaltar que, una vez más, la física teórica, quizás el reto intelectual más apasionante y productivo de la historia de la humanidad, ha vuelto a dar respuesta a una necesidad. Fruto del esfuerzo de comprensión de las leyes fundamentales que gobiernan el universo, desde lo más extremadamente grande a lo más ínfimamente pequeño, de la implementación de modelos matemáticos precisos, de la lógica y de una capacidad de abstracción extraordinaria, las físicas y físicos teóricos son capaces de anticipar el qué y el por qué, mucho antes de que la tecnología permita verificar sus predicciones.

José Manuel Andújar
Presidente de CEA