



El laboratorio de computación cuántica de IBM en New York



BUSCANDO LA SUPREMACÍA CUÁNTICA

Sintetizar nuevos elementos químicos, la cura del cáncer, revertir el cambio climático o encontrar nuevos materiales, se podría alcanzar si la Humanidad consigue hacer de la computación cuántica una realidad. Una búsqueda transversal por revertir la fragilidad de los qubits, que está juntando a científicos con ingenieros y que, literalmente, se extiende por los siete continentes.

POR GWENDOLYN LEDGER, DESDE LAS VEGAS Y SANTIAGO DE CHILE.



La expositora pide “por favor, levanten la mano quienes en este auditorio han escuchado hablar de computación cuántica”, y casi la totalidad de los tres mil asistentes elevan su brazo. Luego pregunta “¿cuántos de ustedes entienden lo que realmente es computación cuántica?”. Inmediatamente las manos desaparecen. “Bien, gracias por su honestidad”, ríe.

Quien hace la pregunta es Talia Gershon, senior manager de AI Challenges and Quantum Experiences de IBM, durante la conferencia inaugural de THINK, la convención anual de la firma que este año se realiza en Las Vegas, y donde junto con los temas de inteligencia artificial, la nube, blockchain y la

encriptación Lattice, aparece una realmente desconocida quantum computing. Y a ella le bastan cinco minutos para justificar aún más los brazos caídos de la audiencia, porque a su juicio la computación cuántica es nada menos que uno de los cinco tópicos que cambiarán el mundo durante el próximo lustro.

Dos días más tarde, el tema tiene su propio panel, conducido por Arvind Krishna, vicepresidente senior de la compañía, quien emerge de entre una nube de hielo seco para indicarle a la audiencia que algo que años atrás parecía ciencia ficción, hoy es una realidad y que estamos presenciando un momento crítico. “El principio de una nueva era”, sentencia.

¿De qué se trata la computación cuántica? Básicamente, se refiere a crear un computador que funcione bajo las reglas o principios de la mecánica cuántica, y que sea capaz de procesar grandes cantidades de información -mucho más que Sunway TaihuLight, el supercomputador chino más poderoso del mundo-, ya que estos computadores podrán procesar soluciones simultáneas para un mismo problema, en vez de hacerlo de manera secuencial, como se hace hoy.

Puesto así suena difícil, pero realmente lo es. Para empezar, la cuántica es la física de lo frío y lo pequeño, de los electrones y neutrones que no vemos, pero que están en constante y frenético movimiento y donde, paradójicamente, nuevas leyes de la física se manifiestan. Por otro lado, a diferencia de los bits de un computador tradicional, un computador cuántico funciona con qubits -apócope de quantum bits-, y desde ahí todo se complica aún más. “En un qubit la información tiene que seguir las leyes de la mecánica cuántica y eso cambia la forma en como tratas la información”, explica Jerry Chow, investigador de IBM en computación cuántica experimental. “Por una parte, se guían por los principios de superposición, entrelazamiento e interferencia. Eso quiere decir que, a diferencia de un bit que puede valer 0 o 1, un qubit puede estar en 0, en 1, en 1+0 o en 1-0, todo al mismo tiempo”, indica.

Además, el estado de un computador cuántico es extremadamente frágil a temperatura ambiente, de modo que debe mantenerse a -273 grados Celcius, algo que claramente confina toda la experimentación en torno al tópico a laboratorios altamente especializados que puedan sustentar condiciones criogénicas. En esa fragilidad estriba el mayor problema, porque aún no existe forma de controlar completamente estos qubits. “No es que los qubits sean inestables porque necesiten ser inestables. Es una situación ingenieril”, aclara Bob Sutor, investigador y vicepresidente de estrategia cuántica de IBM.



Cortesía IBM

bles. Es una situación ingenieril”, aclara Bob Sutor, investigador y vicepresidente de estrategia cuántica de IBM. “Es más correcto decir que solo pueden ser usados por un determinado período de tiempo y después de eso empiezan a degradarse... Eventualmente aumentaremos los qubits y tendremos máquinas más poderosas”, explica.

Esto, porque agregar un qubit aumenta exponencialmente la capacidad de un computador cuántico. “(En todo caso) Yo trato de ser cauto en alimentar grandes expectativas... creemos que para el 2020 veremos algunas de las ventajas cuánticas”, expresa realista Sutor.

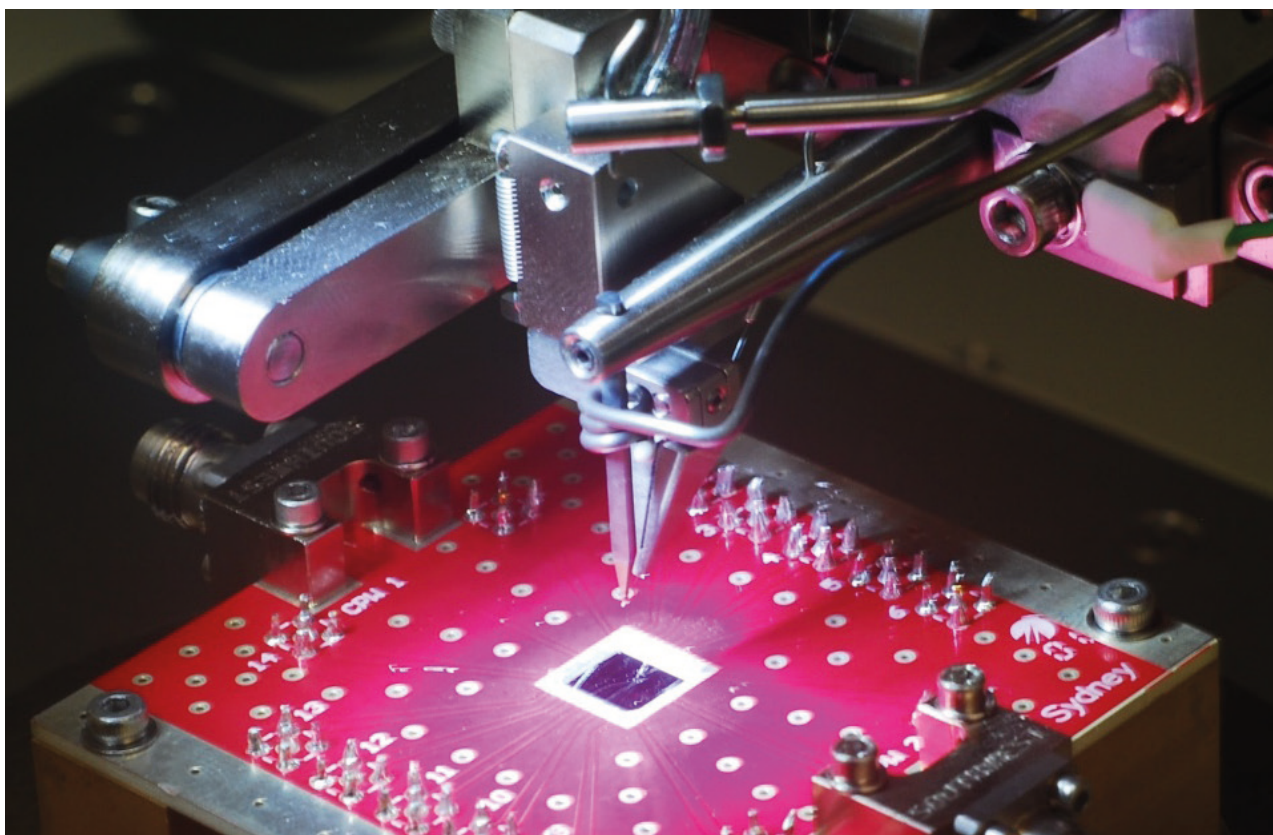
Supremacía

Y con “ventajas”, Sutor se refiere a los usos casi fantásticos que podrían tener estos computadores capaces -en teoría- de calcular el comportamiento de moléculas en una fracción del tiempo que toma ese proceso en la actualidad, algo que

permitiría crear nuevos medicamentos o compuestos químicos. O la capacidad de factorizar números primos que permitan encriptar -o desencriptar- datos, procesos, etc., a una velocidad casi impensable.

“Muchos de los procesos actuales, como la generación de amoníaco para crear fertilizantes, que resultan vitales para la industria agrícola, son altamente intensivos en energía. Con un computador cuántico se podría desarrollar rápidamente un proceso de producción alternativo, menos contaminante e igual de útil”, ejemplifica la investigadora de Harvard, Jessica Pointing.

Esto es proyectable a una serie de campos tecnológicos actuales que impactan y realmente permiten soñar con un mundo mejor. Pero primero es necesario alcanzar la supremacía cuántica que solo ocurrirá cuando un computador cuántico haga un cálculo que no tenga rival entre las computadoras tradicionales. “Eso representa un problema enorme, porque toda la electrónica actual está basada en



Cortesía Microsoft

inversiones gigantescas e investigaciones que han tomado 70 años. Lograr que un computador sin toda esa inversión y con un esquema de funcionamiento no tradicional le gane al supercomputador más avanzado probaría la supremacía y sería un paso adelante, pero hay que ser cauto, pues probablemente no veamos una prueba de ello hasta en cinco años más”, afirma el profesor Luis Foa, investigador y académico del departamento de Física de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Y a pesar de ello, la supremacía cuántica no significaría necesariamente darle el mejor uso. “Puede haber un tiempo largo entre ese hito y el momento en que sea más aplicable”, agrega Foa.

Qubits topológicos

De todos modos, la carrera está en marcha y de forma frenética, como lo de-

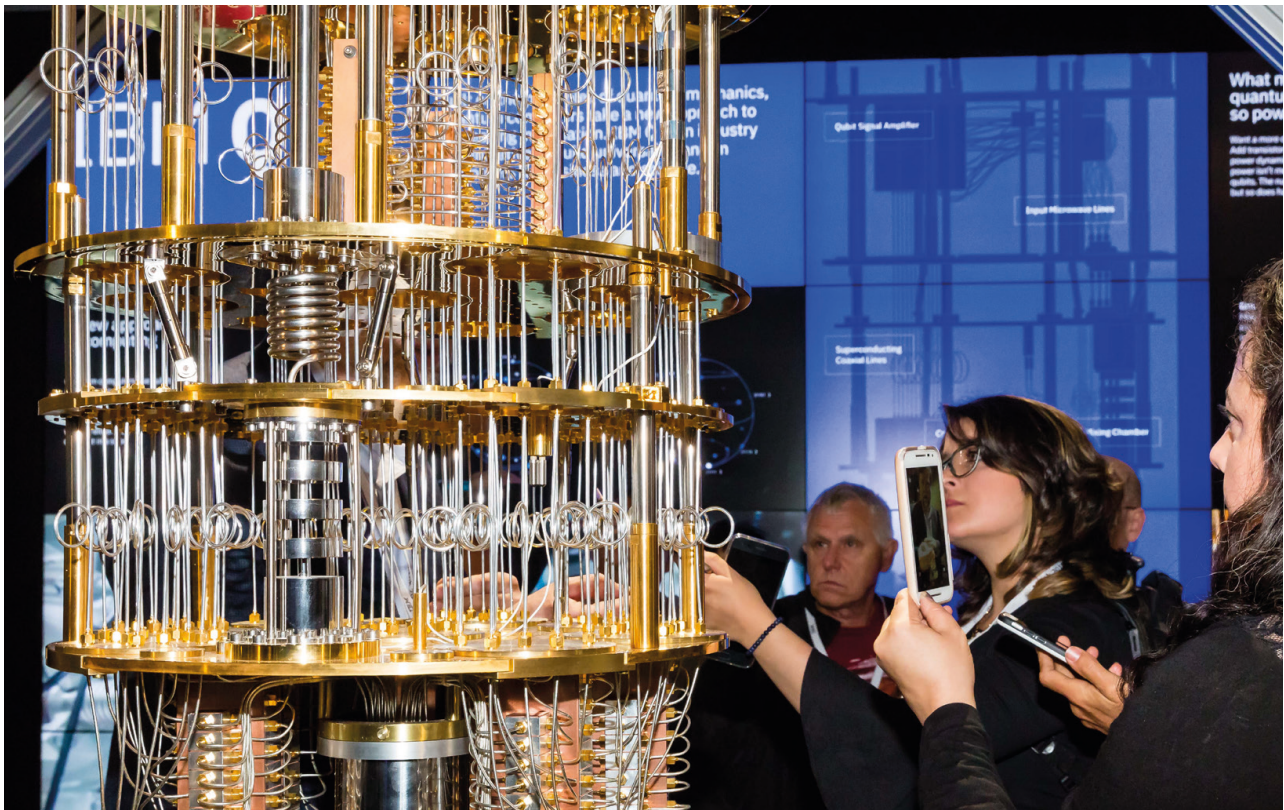
Las noticias asociadas a nuevos proyectos de desarrollo y descubrimientos vinculados a computación cuántica no se detienen. En enero, Google daba a conocer su chip cuántico, llamado Bristlecone, que supone otro avance en esta carrera por la supremacía.

muestran los trabajos de diferentes firmas informáticas y universidades, que ensayan la forma de controlar a los rebeldes qubits con distintos mecanismos, desde fotones e iones “atrapados”, hasta diamantes.

Desde hace doce años, Microsoft tiene un equipo multidisciplinario que trabaja el tema cuántico en varios laboratorios en Estados Unidos y Europa, con la meta de crear hardware y software cuántico que sea escalable. La apuesta de Microsoft se centra en crear qubits topológicos,

(materiales increíblemente estables) para solucionar el problema de “fragilidad” que presentan actualmente los bits cuánticos.

“Un computador cuántico es mucho más que qubits: incluye todo el hardware clásico, interfaces y conexiones con el mundo exterior”, enumera en exclusiva para AméricaEconomía Julie Love, directora de desarrollo empresarial en computación cuántica de Microsoft. “Es por eso que estamos trabajando con expertos en todos los ámbitos: computación, desa-



El computador cuántico de 50 qubits de IBM se robó las miradas en Las Vegas

rollo de materiales, de equipos, eléctrica cuántica y electrónica táctica”, detalla.

Su meta es poder incidir, una vez desarrollado un computador cuántico que sea comercialmente relevante -y su correspondiente software-, en la creación de nuevos materiales químicos, optimización de los espacios y hasta modificar el cambio climático mediante la creación de un catalizador que pudiera eliminar el dióxido de carbono del aire. “También creemos que un computador cuántico podría ser un aporte para curar el cáncer, algo que es totalmente inspirador y que te obliga a ser humilde, también, al sentirte parte de algo tan revolucionario”, añade animada la doctora Love.

¿Pero cómo se puede saber todo lo que hará un computador cuántico si es que aún no se ha creado uno que funcione? Todo se trata de los algoritmos, los que pueden ser desarrollados sin tener

un computador cuántico. “Tenemos a los más avanzados desarrolladores de algoritmos cuánticos del mundo”, afirma Love, “y eso nos permite entender hoy el potencial de esos computadores”.

Cuántica en la nube

En el caso de IBM, la empresa tiene una apuesta doble de hardware y software, acompañada de una fuerte campaña de relaciones públicas, construida sobre la base de la participación de una comunidad de profesionales, científicos, programadores y hasta niños interesados en la simulación cuántica. “En IBM hemos construido un superconductor que se conecta en sustratos de silicio”, cuenta Jerry Chow, quien explica que la colaboración entre la ciencia y la ingeniería ha permitido en pocos años avanzar más que en los últimos 20 o 30 para hacer los sistemas más robustos y estables.

La firma tiene uno de los procesadores más interesantes y poderosos del espectro, compuesto por 50 qubits, aunque todavía sus investigadores deben ser capaces de controlar el problema del frío con el que deben proteger la integridad de su núcleo.

En paralelo, ha sabido crear una comunidad de casi 80 mil personas en todo el globo denominada IBM Q-experience, en la que mediante la nube es posible conectarse a dos computadores cuánticos, uno de 5 y otro de 20 qubits para ejecutar algoritmos y experimentos, explorando con tutoriales y simulaciones lo que se podría hacer con esta tecnología.

“Serán computadores accesibles a través de internet, en la nube. Basta con que el computador físico esté en algún lugar refrigerado a la temperatura que haga falta, para acceder. Además, esto puede estar



Luis Foa, investigador y académico del departamento de Física de la FCFM de la Universidad de Chile.

¿De qué se trata la computación cuántica? Básicamente, se refiere a crear un computador que funcione bajo las reglas o principios de la mecánica cuántica, y que sea capaz de procesar grandes cantidades de información, mucha más que Sunway TaihuLight, el supercomputador chino más poderoso del mundo.



Julie Love, directora de desarrollo empresarial en computación cuántica de Microsoft.

embebido en las estructuras que tienen las empresas hoy. Por ejemplo, en IBM a través de Watson”, elucubra Foa.

Así, el impacto ha sido mayor al esperando, contabilizando usuarios hasta en los polos. Por ahora, el interés que despierta esta revolución de qubits se puede medir en los tres millones de experimentos y 60 papers publicados en torno a la iniciativa.

Entrelazamiento controlado

Las noticias asociadas a nuevos proyectos de desarrollo y descubrimientos vinculados a computación cuántica no se detienen. En enero, Google daba a conocer su chip cuántico, llamado Bristlecone, que supone otro avance en esta carrera por la supremacía.

“Para que un procesador cuántico sea capaz de ejecutar algoritmos, más allá del alcance de las simulaciones clásicas, requiere no solo de una gran cantidad de

qubits, sino que también debe tener bajas tasas de errores en operaciones lógicas y lecturas de salida”, explica Julian Kelly, investigador científico del laboratorio de AI de Google.

Mientras, el académico español Fernando González-Zalba trabaja hace seis años como científico de investigación senior en el laboratorio de Hitachi, una iniciativa conjunta del laboratorio Cavendish de Física de la Universidad de Cambridge junto a la firma japonesa de superconductores. El objetivo de su equipo, conformado por otras diez personas entre Tokio y Reino Unido, es el desarrollo de hardware para controlar sistemas cuánticos que permitan hacer cálculos avanzados.

Todo comenzó en 2005, con la apuesta de Hitachi por la “tecnología del silicio” -base de la electrónica digital- y más recientemente, por el uso del spin de un

solo electrón como qubit. “Esa magnitud cuántica, asociada a la rotación de electrones, es estable por más tiempo que cualquier otro sistema de estado sólido, lo que hace de este material un buen candidato para construir una ‘memoria cuántica’ para el ordenador cuántico del futuro”, explica desde su laboratorio a AméricaEconomía.

“Los circuitos cuánticos de spin electrónico que los investigadores somos capaces de producir, hasta ahora no llegan a más de 1 o -2 qubits, lo cual es insuficiente para realizar cálculos de interés. Esto es inferior al número de qubits que la tecnología de superconductores puede producir, que son de 40 a 50, pero como los qubits de spin en silicio pueden fabricarse con la misma tecnología que los circuitos digitales, los convierte en mejores candidatos para construir un ordenador cuántico de gran

escala”, comenta el investigador.

Sin embargo, una de las noticias más recientes es la que se conoció a mediados de abril, cuando un equipo de investigación austriaco anunció que había logrado un entrelazamiento controlado de varias partículas en un sistema de 20 qubits, el mayor registro cuántico entrelazado de sistemas controlables de forma individual hasta la fecha.

“Nuestro objetivo en el mediano plazo son 50 partículas”, dijo el principal investigador del proyecto, Rainer Blatt, del Instituto de Información y Óptica Cuántica de la Academia de Ciencias de Austria.

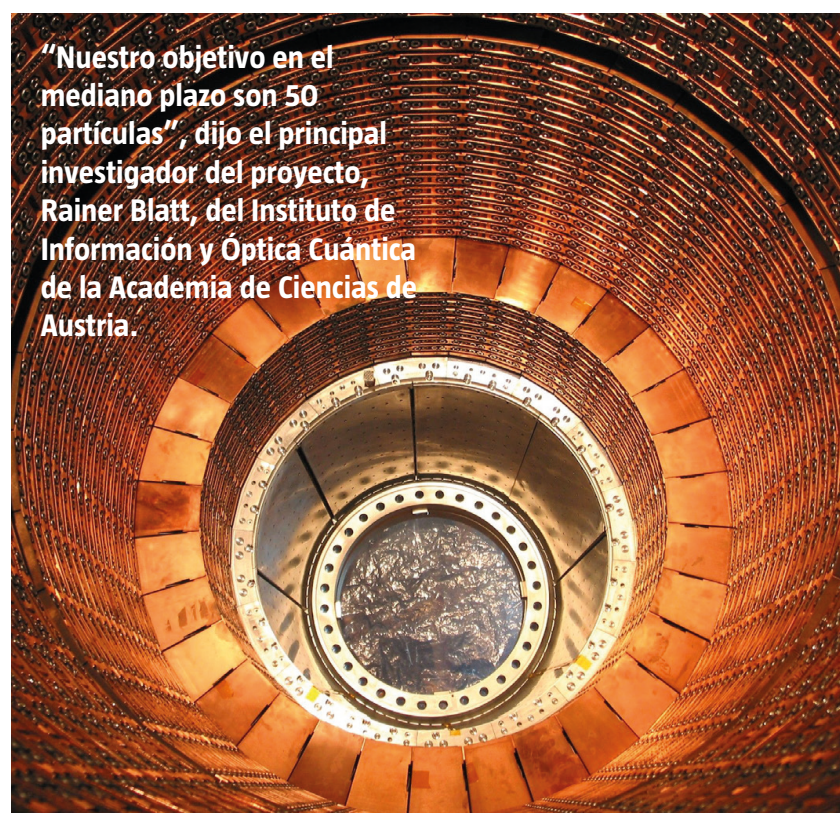
Todo ello hasta que la supremacía se alcance. “Luego, lo más probable es que se produzca un ‘silencio científico’ para pasar a la fase industrial, donde lo relevante será poder patentar la tecnología”, advierte el profesor Foa.

Rol de los gobiernos

Para algunos esta carrera cuántica se asemeja mucho a lo que alguna vez fue la carrera espacial o la carrera por desarrollar una bomba atómica. Solo que entonces eran gobiernos y no corporaciones los que competían.

La nota distinta es el caso chino. Con un satélite de comunicación cuántica en órbita desde 2016, la nación asiática apunta a posibilitar la creación de un internet cuántico en el espacio, y de paso protegerse mejor de ataques cibernéticos. Poco se sabe de su desarrollo interno en computación cuántica, excepto que trabajan en colaboración con laboratorios austriacos y británicos.

La apuesta de la Unión Europea, en tanto, es aportar un billón de euros (cerca de US\$1.214 millones) en una década, para financiar proyectos de computación cuántica, tanto de investigación básica como de desarrollo de tecnologías en las áreas de comunicaciones, computación,



“Nuestro objetivo en el mediano plazo son 50 partículas”, dijo el principal investigador del proyecto, Rainer Blatt, del Instituto de Información y Óptica Cuántica de la Academia de Ciencias de Austria.

simulación y meteorología. El objetivo es triple: consolidar un liderazgo europeo en la materia, desarrollar fortalezas tecnológicas y laborales, además de atraer inversiones a su territorio.

Y aunque la percepción general es que la legislación siempre va unos pasos más atrás que la tecnología, al menos en Reino Unido ya existe la iniciativa NQIT, que busca y promueve la investigación científica responsable en torno a las tecnologías cuánticas.

De la misma forma, diversos gobiernos deberán crear normativas para fomentar el desarrollo de una nueva generación de encriptación, “focalizados en que sean a prueba de computadores cuánticos, los que, mal usados, podrían incidir en las votaciones o, aún peor, vulnerar toda la información confidencial de un gobierno e impactar en los sistemas financieros y económicos”, alerta Ankur Prakash, vicepresidente de Manufacturing SBU & Ibero-America.

En paralelo a la seguridad, los mayores desafíos vendrán desde el campo laboral.

“Al aumentar la capacidad de procesamiento y de computación, se impactará de manera directa en la robótica y en sistemas de inteligencia artificial, los cuales a su vez influirán en el ámbito del trabajo cambiando la forma en la que se desarrollan los oficios, profesiones e incluso las oportunidades laborales que actualmente conocemos”, explica Prakash.

“Las empresas entienden que la carrera en la que están los excede. Y la forma en que están funcionando no es convencional: no solamente están buscando una tecnología revolucionaria para patentar, sino que también están financiando investigación básica de manera directa, porque saben el impacto que va a significar, y eso es relevante. Al financiar investigación de base se están comportando más cerca de lo que es el rol de un Estado”, finaliza el profesor Foa. 