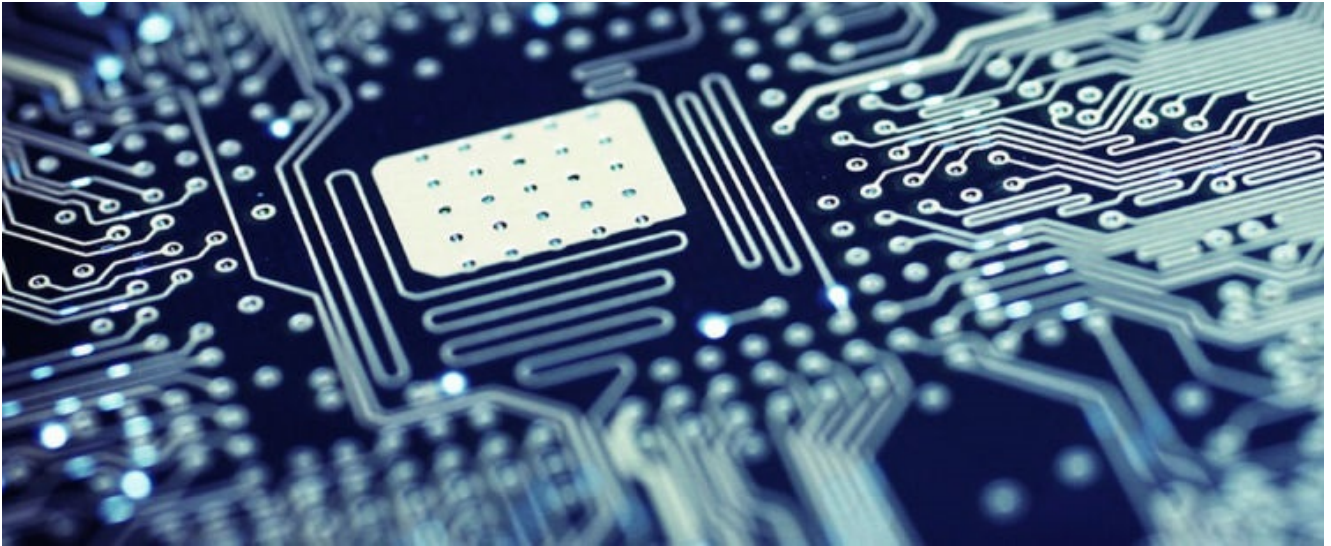


Cómo funciona la computación cuántica, explicado de manera sencilla



La computación cuántica traerá fenómenos nuevos con normas nuevas que cambiarán casi todo lo que conocemos y creemos saber sobre la informática. Gracias a la superposición, un comportamiento físico particular, esta nueva computación puede resolver problemas que ni toda la memoria de computación convencional podría solucionar a día de hoy.

Empezando por el principio, comparemos y recordemos que la computación actual trabaja en bits. Tu ordenador sólo sabe “leer” la información en dos estados: cero o uno (encendido o apagado). Para los bits tenemos normalmente solo voltajes: aplicamos 3V en un alambre = 1; aplicamos 0.5V en el mismo alambre = 0. Y todo lo que se hace en un ordenador es transcrito a este sistema por transistores, una suerte de pequeñas cajitas que pueden almacenar energía y liberarla cuando sea necesario.

Entender a los transistores es importante para la comparación: cuando una cajita tiene electricidad almacenada interpretamos un 1, y cuando no, un 0. Se utilizan unos 6 transistores por

bit y, además, hay unos circuitos llamados puertas lógicas, que miden el estado de las cajitas y guardan energía en nuevas cajitas en función de los estados que midan. Por ejemplo, la puerta OR mide si hay electricidad en dos cajitas, y únicamente si hay electricidad en alguna de ellas guarda electricidad en otra cajita.

Simplificándolo mucho para el caso que nos ocupa, estos son los elementos físicos que llevan a cabo los cálculos que nosotros mandamos hacer a través de programas y apps. Como puedes imaginar, este sistema tan “mecánico” hace que la velocidad a la que un ordenador puede procesar la información sea lineal a la cantidad de bits que posea, dependa del hardware y por defecto tenga un límite técnico.

El límite técnico podría parecer una exageración, hacer ordenadores más grandes y ya está, pero no es así. El límite se torna evidente cuando pensamos que ni todos los ordenadores clásicos del mundo son lo suficientemente inteligentes para resolver problemas de optimización cuando la cantidad de datos es demasiado grande. Y en este momento de la historia, como civilización, generamos inmensas cantidades de datos: climáticos, poblacionales, geonómicos, patrones de comportamiento... No podemos crear versiones útiles o patrones de ellos por la imposibilidad de que un ordenador clásico los asimile todos.

La diferencia que hace especial a la tecnología cuántica, y por lo que tiene un potencial tan inmensamente grande, es que sus bits trabajan también con la superposición de ambos estados: encendido y apagado. Esto pasa porque el proceso no ocurre mecánicamente, sino gracias a las normas de la física cuántica. Al aplicar la ‘lógica’ cuántica al mundo de la informática, se consiguen resolver problemas a toda velocidad, paralelamente y con multitud de resultados para cada variable.

Los bits de la computación cuántica se llaman qubits. Igual que un bit, un qubit representa una unidad básica de

información, pero una unidad de información cuántica, que se rige por las normas de la física cuántica y por ello el qubit puede ser 0 o 1, o algo entre estos. De hecho, puede ser 1 y 0, paralelamente.

Por su parte, el efecto “contenedor” de los transistores y puertas lógicas se sustituyen por otros procesos más complicados, y hay varios, pero la idea es la misma: “aislar” al qubit como ocurre dentro del transistor.

Las formas de hacer un ordenador cuántico

Los ordenadores cuánticos varían entre sí dependiendo de la forma en la que se las arreglen para aislar y conducir a los qubits, pero siempre nos interesa crear lo mismo que en el transistor: conseguir que se relacionen sólo cuando nosotros queramos, y hay varios sistemas para lograrlo.

Alejandro Pozas-Kerstjens, Máster en Física Teórica por el Perimeter Institute for Theoretical Physics en Canadá y cursando un Doctorado en Teoría Cuántica de la Información en el ICF0, comenta para Gizmodo en Español:

“Están los circuitos superconductores, por ejemplo. Estos se basan en pequeños circuitos enfriados hasta temperaturas muy bajas (-273°C) para que las propiedades se ‘cuantizen’. Es decir, imagina por ejemplo, que puede circular por el circuito a muy bajas temperaturas 1V o 2V, pero no 1.5V. Esto permite saber a la máquina muy claramente qué es el 0 y qué es el 1”.

Esta es la tecnología que más éxito está teniendo en las empresas ahora. Por ejemplo, IBM tiene un ordenador cuántico de 16 de estos circuitos superconductores que cualquiera puede controlar desde casa a través de la web.

También están iones atrapados. En este proceso el ordenador cuántico usa iones (átomos a los que se les ha quitado uno o varios electrones) como qubits en un estado determinado y los mantiene atrapados en trampas láser, para luego combinarlos

según el cálculo a realizar. “El 0 y el 1 se identifican con distintas distribuciones de los electrones restantes, o con distintas posiciones del espín nuclear. Las operaciones se hacen a través de láseres que modifican las posiciones”, amplía Alejandro.

Por último otra muy conocida es la de espines nucleares. Estos utilizan estados de espín de moléculas enteras como qubits. El espín es una propiedad física de las partículas elementales, pero para el caso que nos ocupa basta entender que las moléculas están en un estado determinado y las operaciones se implementan cambiando su estado a uno nuevo con resonancia magnética (sí, la misma de las pruebas médicas). “Tuvo mucha presencia originalmente porque las condiciones necesarias para hacer computaciones no eran tan restrictivas como en otros casos, pero últimamente se ha visto que posiblemente no sea la mejor opción”.

Así es como funciona

Con lo dicho hasta ahora podría parecer que el ordenador hace magia por su cuenta. Sí y no. No es magia, son leyes físicas, pero sí ocurre “espontáneamente” de la misma forma que los imanes de carga opuesta se pegan entre ellos o la gravedad hace que las cosas caigan. Con la computación cuántica sólo nos hemos percatado de normas nuevas que crean fenómenos nuevos que podemos aprovechar.

Una de ellas es que los átomos y moléculas, cuando no forman parte de estructuras más grandes, se rigen bajo unas normas “distintas” a las que vemos en nuestro mundo cotidiano. Estas normas son las que dicta la física cuántica y, en concreto, la que usa la computación cuántica es la superposición.

La computación cuántica se basa en un fenómeno llamado dualidad onda-partícula

Se basa en un fenómeno llamado dualidad de partícula-onda u onda-partícula. Hablamos de un comportamiento que se observa

en partículas subatómicas, como los electrones de la carga eléctrica. Este fenómeno es tal que el comportamiento de un flujo de electrones, que son partículas, es como el de ondas bajo ciertas condiciones.

Una onda consiste en la propagación de una perturbación de alguna propiedad, implicando un transporte de energía sin transporte de materia. Por ejemplo, una onda fácil de imaginar es la acústica. Una partícula subatómica es aquella que es más pequeña que el átomo, como lo es un electrón, pero tiene una masa y posición concretas.

Por tanto, por extraño que pueda parecer, las partículas pueden comportarse como ondas y viceversa. Y, de acuerdo con la ley cuántica, cuando este fenómeno se da, la partícula entra en una superposición de estados, en los que se comporta como si estuviera en ambos de forma simultánea o en un punto intermedio entre los dos.

“Mientras que los objetos clásicos están en un estado u otro (pero siempre uno determinado), el estado de un sistema cuántico puede ser una superposición de varios estados posibles. Para esto se suele utilizar la analogía de la moneda: si los dos estados de una moneda fueran estar en cara o en cruz, entonces un estado cuántico sería una superposición de las dos” – Alejandro Pozas-Kerstjens.

Esto es difícil de imaginar, por supuesto. Pero Alejandro nos dio una representación muy buena para comprenderlo: “Imagina que solamente puedes conocer el objeto a través de sus sombras”.

A veces en la sombra se ve un círculo, y a veces un rectángulo. Lo que podemos decir con las sombras es que, dependiendo de cómo se mire, tiene las propiedades de un círculo o de un rectángulo. El caso de la dualidad onda-partícula es muy similar. “A veces, la luz se comporta como ondas, por ejemplo cuando hacemos experimentos de

interferencias, pero otras veces se comporta como partículas cuando utilizamos láseres que mandan un fotón por pulso”.

La utilidad de la superposición

La computación cuántica intenta usar la superposición de estados para poder ejecutar más de un cómputo a la vez. Como los electrones del qubit puede ser 0 y 1 al mismo tiempo, comprueba el sí y el no de cada suposición paralelamente, lo que nos permite tener ordenadores muchísimo más rápidos. Por supuesto, no garantiza más rapidez para todos los problemas pero sí en los que puedan aprovechar ese paralelismo.

“Imagina un programa determinado que toma dos números y un bit adicional y hace lo siguiente: si el bit adicional está en el estado 0 entonces el programa suma los dos números y te da el resultado, y si el bit está en el estado 1 el programa resta los números y te da el resultado. Si quisieras obtener la suma y la resta de dos números, tendrías que correr el programa dos veces: uno con el bit adicional en 0 y otro con el bit en 1. En un ordenador cuántico, dado que el qubit puede estar en una superposición de 0 y 1, el programa corre las dos instrucciones ‘en paralelo’, y con correrlo una vez puedes conseguir un resultado que sea la superposición de la suma y la resta de los números” – Alejandro Pozas-Kerstjens.

IBM explica a Gizmodo en Español que “mientras que las tecnologías que se ejecutan actualmente sobre ordenadores clásicos, como Watson, pueden encontrar patrones y hacer descubrimientos escondidos en la vasta cantidad de datos existentes, los ordenadores cuánticos aportarán soluciones a problemas en los que los patrones y el número de posibilidades que se tendría que analizar es tan enorme que un ordenador clásico no podría procesarlo jamás”. Y añaden que “la computación cuántica proporcionará una nueva oleada de servicios, y que promete ser la próxima gran tecnología que impulse una nueva era de innovación industrial”.

Pero no todo es tan simple

Sin embargo, usarla no es tan fácil. Los átomos y partículas tienen sus normas, y si no nos atenemos a ellas no podemos controlarlos. Por ejemplo, no se puede ni siquiera mirar mientras el ordenador computa. Por extraño que te pueda parecer, otra de las leyes que rigen en el mundo cuántico es que las superposiciones no pueden ser observadas o se destruyen.

Además, depender de fenómenos que cambian si existen otras partículas cerca o simplemente por la temperatura es extremadamente difícil. Las propiedades cuánticas son muy frágiles e incluso se degradan con el tiempo, así que hay que invertir muchos recursos en mantener a los ordenadores cuánticos aislados del entorno. No sólo tener una temperatura de -273°C , sino también a conservarlos en condiciones de vacío donde un átomo externo no pueda golpearlos, por ejemplo.

“La idea que se tiene actualmente no es la de que cada persona en el planeta tenga su propio ‘portátil cuántico’ justo por el hecho de que las condiciones requeridas son muy restrictivas, sino que existan una cantidad ‘limitada’ de ordenadores cuánticos en lugares donde tengan las condiciones adecuadas de temperatura, vacío... etc., y la gente acceda a ellos vía Internet” – Alejandro Pozas-Kerstjens.

No todo el mundo puede tener un refrigerador de dilución en casa para mantener los qubits fríos, pero hay que pensar a mayor escala que nosotros tecleando en nuestro salón. Los ordenadores cuánticos se están diseñando con la idea de resolver problemas que actualmente son demasiado complejos para los ordenadores clásicos.

Una de las primeras y más prometedoras áreas de aplicación será la química. En una simple molécula de cafeína, el número de estados cuánticos en las moléculas crece sorprendentemente rápido, tan rápido que ni toda la memoria de computación

convencional que los científicos pudieran construir podría contenerlo.

Otras futuras aplicaciones podrían ser, por ejemplo: medicamentos y materiales (complejas interacciones moleculares y químicas podría llevar al descubrimiento de nuevas medicinas), logística y cadena de suministro (cálculo de trayectorias óptimas a lo largo de sistemas globales), servicios financieros (modelizaciones de datos financieros e inversiones a escala global), inteligencia artificial (aprendizaje automático cuando el flujo de datos es grandísimo), seguridad (romper la criptografía, el algoritmo de Shor, por ejemplo, podría hacerlo).

Por último, decir que descubrir la utilidad real de la computación cuántica va a requerir muchas manos que experimenten y el potencial todavía está por cuantificar. Dicho de otra manera, el crecimiento exponencial de esta tecnología todavía es inimaginable y quién sabe hasta dónde nos llevará, pero lo que es seguro es que el que era el límite de la informática ya no es el límite, se está revolucionando una vez más, y tenemos la suerte de contemplarlo.

Fuente: gizmodo.