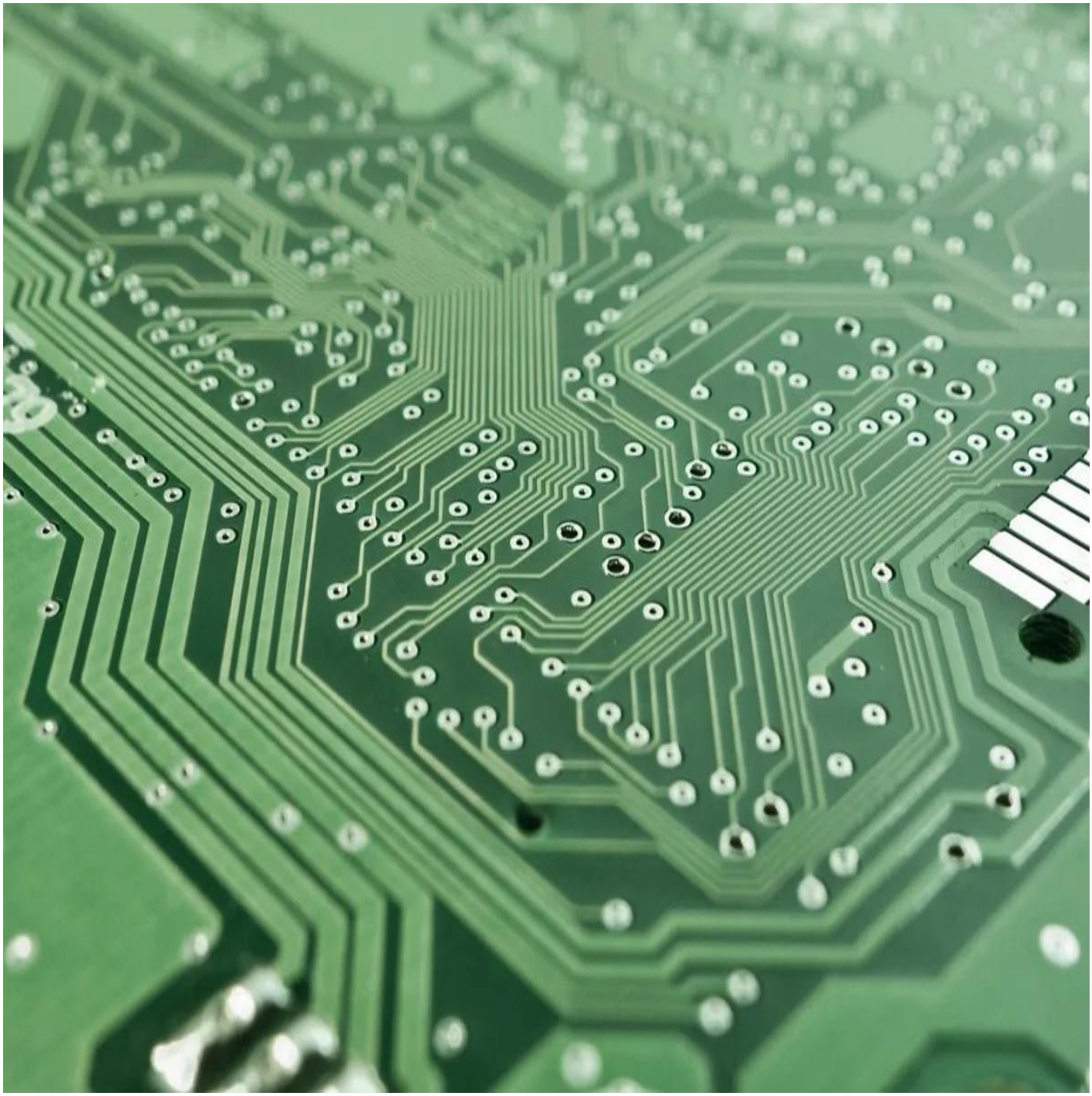
La década cuántica



La computación cuática promete ser la mayor revolución de la informática de los últimos sesenta años. Su convergencia con la informática clásica y con la inteligencia artificial constituye el verdadero eje transformador. España ya está tomando posiciones en este campo a través de la iniciativa Quantum Spain.

"Al experimentar con ordenadores cuánticos hoy en día estamos dándole forma al mundo de mañana. Tanto si eres un banco, una empresa farmacéutica, una aerolínea, o un gigante de la fabricación, la computación cuántica de ofrece ventajas. Cúbits diminutos recorrerán velozmente innumerables posibilidades para encontrar para ti la mejor configuración molecular para un nuevo material o un medicamento, predecir con precisión tu riesgo financiero, o elegir la ruta óptima para enviar tus mercancías de Melbourne a Atlanta."
Darío Gil, vicepresidente de IBM Research

De la mecánica cuántica teórica al prototipo real, la computación cuántica está dando el salto del mundo académico a las soluciones a problemas reales de la ciencia y la economía. La integración de la computación

clásica con la cuántica y con la inteligencia artificial constituirá la mayor revolución informática de los últimos sesenta años. Esta década ha sido bautizada como la Década Cuántica, pues es ahora cuando las empresas comienzan a ver esta tecnología como una solución de negocio.

El inmenso poder de esta forma de computación reposa sobre dos propiedades de la mecánica cuántica: la interferencia y el entrelazamiento. El principio de interferencia permite al ordenador cuántico suprimir soluciones no deseadas y solo presentar las correctas. A medida que procesa simultáneamente todos los valores posibles de los datos de entrada (valores denominados superposiciones, pues, a diferencia de los bits clásicos que deben adoptar 1 o 0, los cúbits pueden adoptar simultáneamente 1 y 0), el número de operaciones disminuye considerablemente. El entrelazamiento, por su parte, implica que el estado combinado de los cúbits (los bits cuánticos) contiene más información de la que contienen los cúbits independientes. Estos dos principios no tienen ninguna analogía en la informática clásica.

No obstante, la computación cuántica no reemplazará a la clásica, sino que la potenciará y complementará. Incluso en el caso de los problemas que un ordenador cuántico puede resolver mejor, harán falta los ordenadores convencionales, porque la entrada y salida de datos continuará haciéndose de la forma tradicional.

La próxima gran revolución de la informática tiene lugar cuando se combinan la computación cuántica con la clásica y con la inteligencia artificial. Las sinergias que emanan de esta tríada guiarán el futuro de la computación.

En el medio plazo, se espera que la computación cuántica sea capaz de resolver tres tipos de problemas:

- Simulación, modelizar sistemas y procesos que tienen lugar en la naturaleza.
- Búsqueda y mapeo, implica buscar la solución mejor o la óptima en una situación susceptible de tener numerosas respuestas.
- Problemas algebraicos, incluyendo aplicaciones para el *machine learning* o aprendizaje automático.

Poco a poco, la computación cuántica va generando soluciones concretas que irán teniendo un impacto significativo en distintos sectores de actividad. Deloitte identifica tres aplicaciones clave en las que esta tecnología aportará mejoras en términos de eficiencia en las empresas y organizaciones de distintos sectores: la optimización de algoritmos, la ciencia de datos y los modelos matemáticos, y la química cuántica y la ciencia de los materiales.

Los algoritmos de optimización persiguen identificar la mejor solución o el mejor proceso, entre distintas opciones posibles. Un ejemplo de esto es la búsqueda de las mejores rutas para vehículos de mercancías, usando para ello datos en tiempo real, algo que ya está estudiando la empresa ExxonMobil para la gestión de las rutas de su flota mercante de más de 50 000 naves.

Las empresas utilizan los macrodatos para intentar establecer patrones que les permitan predecir el comportamiento futuro de un sistema -por ejemplo, el mercado de un bien concreto o la evolución de valores financieros-, o a solucionar un problema específico. El uso de cada vez mayores volúmenes de datos y de información en tiempo real a corto plazo pondrá en evidencia las limitaciones de la informática convencional, y la necesidad de utilizar ordenadores cuánticos para realizar en poco tiempo tareas y operaciones que escapan a la capacidad de los anteriores. Este tipo de modelos intensivos en datos es utilizado especialmente en sectores como el financiero y el asegurador en temas como el *credit scoring* (la calificación de una operación de riesgo financiero), valoración de activos o el análisis del riesgo en inversiones, entre muchos otros.

Finalmente, la computación cuántica puede aportar mucho en el terreno de la química y de los materiales, dada la incapacidad de los ordenadores actuales para llevar a cabo eficientemente los cálculos necesarios que

requieren el estudio de la estructura molecular y sus propiedades, la predicción del comportamiento de los materiales, o el conocer cómo variará este con la menor alteración molecular. Las computadoras cuánticas podrán construir y manejar los modelos moleculares con absoluta precisión, abriendo la puerta a grandes avances en el terreno del estudio y desarrollo de los materiales, y también en la creación de nuevos medicamentos.

España no quiere quedarse atrás en la revolución cuántica, de forma que en octubre de 2021 el Gobierno hizo público un ambicioso proyecto para impulsar la creación del primer ecosistema de computación cuántica del sur de Europa: Quantum Spain. La iniciativa dará acceso a las empresas y al sector público para desarrollar un computador cuántico de altas prestaciones que se pondrá a disposición de la comunidad investigadora para el desarrollo de la inteligencia artificial, fortaleciendo el desarrollo tecnológico e industrial en España y la creación de empleo de alta cualificación.

La acción va a ser llevada a cabo por el Ministerio de Asuntos Económicos a través de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial. En su primera fase contará con una inversión inicial de 22 millones de euros, que se empezaron a movilizar en 2021, y que se canalizan a través de la Red Española de Supercomputación (RES). Bajo el modelo de colaboración público-privada que fomenta el Plan de Recuperación, se prevé una inversión total de hasta 60 millones a través de la complementariedad con otras iniciativas también europeas.

Quantum Spain se ha diseñado de forma descentralizada para llegar a todo el territorio nacional. En el proyecto participarán 25 centros ubicados en 14 Comunidades Autónomas, la mayor parte de ellas integradas en la Red Española de Supercomputación (RES), que actuará de canalizadora de la subvención a todas las entidades participantes. El Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), como coordinador de la RES,

será el encargado de gestionar la participación de todas las entidades.

Al tratarse de centros desplegados por todo el territorio nacional, -impulsados o liderados por investigadores nacionales-, Quantum Spain tendrá un impacto positivo para el conjunto de la economía española y la creación de empleo de calidad, la vertebración territorial y la atracción y retención de talento en todo el país.

De la inversión total, 14,5 millones de euros serán ejecutados directamente por entidades de la RES para la realización del proyecto, mientras que otros 7,5 millones se transferirán a entidades no pertenecientes a esta infraestructura a través de subcontrataciones o convenios.

El presupuesto económico se divide en tres áreas de alto nivel: el destinado para *hardware*, dirigido a la creación del nuevo laboratorio y chips cuánticos, se llevará la partida más importante, con en torno a 10 millones de euros; seguido por el *software* cuántico, con énfasis en "*Quantum Machine Learning*", al que se dedicarán 7 millones; y de la plataforma de acceso en la nube al *hardware* cuántico, que tendrá un presupuesto de 5 millones de euros. La previsión es que el ordenador dispondrá de un primer chip de dos cúbits operativos a finales de 2022 y progresivamente irá incorporando nuevas versiones de chips, hasta llegar a los 20 cúbits en 2025.

Buchholz, S., Golden, D. y Brown, C. (2021) «A business leader´s guide to quantum technology». Deloitte Insights

Gobierno de España (2021) «El Gobierno impulsa la creación del primer ecosistema de computación cuántica del sur de Europa». Dispoinible en: https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/211026_np_cuantico.aspx

IBM Institute for Business Value (2021) «The Quantum Decade. A playbook for achieving awareness, readiness, and advantage»