APROXIMACIÓN REGIONAL: GEOPOLÍTICA Y GOBERNANZA

Retos para la gobernanza de las tecnologías cuánticas en Europa

¿Por qué es necesario avanzar hacia una dirección y una coordinación estratégicas?

Andrea G. Rodríguez



Micropartículas cuánticas doradas sobre un mapamundi. Conceptualización: Luisa Quiroga

Las previsiones del mercado para la década que viene sitúan las tecnologías cuánticas en el centro del crecimiento económico. McKinsey, por ejemplo, predice que el año 2035 el impacto de la informática cuántica por sí sola llegará a los 1,3 billones de dólares, y se espera que los servicios financieros y la industria química obtengan los principales beneficios. [1] Las tecnologías cuánticas se basan en los principios de la mecánica cuántica y ofrecen niveles de cumplimiento sin precedentes que permitirían avances en la investigación científica, las aplicaciones industriales y la seguridad nacional.

Las tecnologías cuánticas, sin embargo, también plantean problemas y riesgos importantes. Por ejemplo, la investigación sugiere que el año 2026 los ordenadores cuánticos, aunque todavía se encuentran en fase experimental, podrían descifrar uno de cada siete sistemas criptográficos de clave pública, y la cifra llega al 50% en el 2031, [2] Las tecnologías cuánticas, sin embargo, también plantean problemas y riesgos importantes. Por ejemplo, la investigación sugiere que el año 2026 los ordenadores cuánticos, aunque todavía se encuentran en fase experimental, podrían descifrar uno de cada siete sistemas criptográficos de clave pública, y la cifra llega al 50% en el 2031 [3] Las tecnologías cuánticas, sin embargo, también plantean problemas y riesgos importantes. Por ejemplo, la

investigación sugiere que el año 2026 los ordenadores cuánticos, aunque todavía se encuentran en fase experimental, podrían descifrar uno de cada siete sistemas criptográficos de clave pública, y la cifra llega al 50% en el 2031

Las tecnologías cuánticas, sin embargo, también plantean problemas y riesgos importantes. Por ejemplo, la investigación sugiere que el año 2026 los ordenadores cuánticos, aunque todavía se encuentran en fase experimental, podrían descifrar uno de cada siete sistemas criptográficos de clave pública, y la cifra llega al 50% en el 2031

Programas nacionales de tecnología cuántica y competencia internacional

Se calcula que la inversión global en tecnologías cuánticas se acerca a 30.000 millones de dólares en financiación pública y más de 7.700 millones de dólares en capital, estos últimos destinados especialmente a empresas emergentes de computación cuántica (83,5%), seguimientos de comunicaciones cuánticas (15,27%). [4] Sin embargo, las inversiones en tecnologías cuánticas varían considerablemente según la ubicación geográfica.

China, por ejemplo, ha hecho inversiones considerables en tecnología cuántica. El año 2016 creó el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Información Cuántica y ha asignado 15.300 millones de dólares de financiación gubernamental a esta tecnología, cosa que ha convertido el país en el principal inversor en tecnologías cuánticas. China también ha sido protagonista de los avances en las comunicaciones cuánticas. En el 2016 lanzó el satélite Micius como aparte de su programa de Experimentos cuánticos a escala espacial (programa QUESS, por las siglas en inglés), que pudo establecer un canal de comunicación mediante la distribución de claves cuántica (QKD, por las siglas en inglés). Desde entonces, China ha sido capaz de establecer una red cuántica integrada de miles de kilómetros de longitud que no para de expandirse. [5]

Los Estados Unidos también son un actor importante: aprobaron la Ley de iniciativa cuántica nacional en el 2018 y la Iniciativa nacional en tecnologías cuánticas, con el compromiso de asignar 1.900 millones de dólares de financiación pública al apoyo a la investigación científica y a la comercialización. Estados Unidos, con un ecosistema dinámico que puede aprovechar la inversión privada, acogen casi el 30% de las empresas emergentes dedicadas a las tecnologías cuánticas. Además, han implementado varias políticas para acelerar el despliegue de tecnologías cuánticas, como la propuesta de Ley del programa Quantum Sandbox para aplicaciones a corto plazo de 2023. [6] emás, el país ha aprobado políticas sectoriales como la Ley de preparación para la ciberseguridad de la computación cuántica,[7] de 2022, que da apoyo a la adopción de la criptografía postcuántica por parte de agencias y organismos públicos, y la Ley de chips y ciencia, [8] de 2022, destinada a mejorar la posición de Estados Unidos en el mercado global de los semiconductores, incluido el campo de los chips cuánticos.

> Las tecnologías cuánticas están emergiendo rápidamente como

> prioridad estratégica para muchos países del mundo

Además de China y Estados Unidos, actualmente otros países [9] hacen avances significativos en investigación cuántica y sus aplicaciones tecnológicas. Por ejemplo, el Reino Unido ha presentado recientemente su Estrategia cuántica nacional [10] y se comprometió a invertir 3.120 millones de dólares (2.500 millones de libras esterlinas) en fondos públicos durante la próxima década. Japón se ha comprometido a invertir 700 millones de dólares en su Programa insignia para el salto cuántico. Singapur aspira a convertirse en uno de los países más seguros del mundo en materia cuántica con una inversión de 109 millones de dólares.

Gobernanza de la tecnología cuántica en Europa: la necesidad de un impulso final

Aparte de estas iniciativas nacionales, la Unión Europea (UE) también ha hecho esfuerzos importantes en el campo de las tecnologías cuánticas. De hecho, cuando se combina la inversión nacional y la financiación de la UE, la UE resulta el segundo inversor público en tecnologías cuánticas, con una inversión total de 7.200 millones de dólares. Además, la UE tiene la concentración más alta de talento en tecnología cuántica del mundo y es el número dos en programas universitarios [11] de tecnología cuántica.

La Unión Europea fue uno de los primeros actores internacionales en reconocer la importancia estratégica de las tecnologías cuánticas. Después de la publicación del manifiesto del 2016, en el que ya reconocía la importancia estratégica, la UE estableció el programa Quantum Flagship con una financiación adicional de 1.100 millones de dólares (1.000 millones de euros) para invertir en diferentes áreas estratégicas. Pero aunque el programa mencionado ha sido fundamental para coordinar los esfuerzos de investigación, con la Agenda Estratégica de Investigación 2019 y la Agenda Estratégica de Investigación e Industria 2022, hay varios problemas que impiden que la UE aproveche plenamente los beneficios de sus inversiones en tecnologías cuánticas. Si la Unión Europea quiere convertirse en un actor global en las tecnologías cuánticas, hay que abordar estos problemas.

El interés de la Unión Europea enfrente del interés nacional

El año 2021, muchos países de la UE crearon programas nacionales de investigación dedicados a impulsar la investigación cuántica, en parte gracias a la financiación disponible para actividades relacionadas con el mundo digital como aparte de los compromisos que había que cumplir a la hora de gastar los fondos de recuperación de la postpandemia. Austria, Finlandia, Francia, Hungría, España y Portugal crearon programas nacionales de investigación para la investigación cuántica, mientras que Alemania, Eslovaquia y los Países Bajos ya habían elaborado documentos estratégicos cuánticos antes de la pandemia de la COVID-19. No obstante, hay dos cuestiones que pueden llegar a ser problemáticas a largo

plazo.

En primer lugar, el hecho de que haya prioridades e intereses estratégicos diferentes en el desarrollo de tecnologías cuánticas puede afectar al apoyo de los países de la UE a iniciativas relacionadas con estas tecnologías dentro de la UE y provocar conflictos a la hora de definir una agenda común. Aunque hay aplicaciones que han obtenido claramente más apoyo que otras, como las tecnologías de la información cuántica que dan apoyo a la resiliencia cibernética, todavía hay grandes diferencias con respecto a qué tecnologías tendrían que formar parte de la transición a sistemas de información resistentes a las tecnologías cuánticas y para qué usos. Francia, por ejemplo, no es especialmente favorable al uso de la distribución de claves cuántica (QKD), [12] una tecnología que consiste en utilizar fajos láser para transmitir claves criptográficas de forma segura utilizando las propiedades cuánticas de los fotones en rayos láser.

En segundo lugar, los diferentes países tienen diferentes opiniones sobre cómo tendría que ser la colaboración científica en una época de intenso enfrentamiento geoeconómico. Aunque la Unión Europea promueve "la autonomía estratégica abierta", esta autonomía no tiene el mismo significado para todos los estados miembros. Los países de la UE que invierten en tecnologías cuánticas se pueden dividir en dos grupos: los "internacionalistas" y los "europeístas". El primer grupo tiene políticas relativamente abiertas para la colaboración con países no comunitarios en investigación cuántica; por ejemplo, Dinamarca, que en julio de 2022 firmó una declaración conjunta con Estados Unidos sobre cooperación. [13]. Al frente del segundo grupo hay países como Francia, que tienen una política de "primero francés, pero hecho en Europa". Si bien estos países favorecen sus ecosistemas nacionales y colaboran con otros países de la UE, tienen dudas a la hora de compartir recursos con países que no son miembros de la Unión Europea.

> Entre la inversión nacional y la financiación europea, la Unión Europea es el segundo inversor público en tecnologías cuánticas

Aunque las tecnologías cuánticas se encuentran en una fase de prototipaje, las diferentes opiniones sobre la colaboración científica estratégica pueden debilitar la posición de Europa en el mercado global de la tecnología cuántica. Los países de la UE pueden desarrollar diferentes niveles de dependencia de los actores extranjeros, lo cual puede comportar más vulnerabilidad de la UE. Además, este nivel diferencial de interdependencia puede comprometer la elaboración de políticas dentro de la UE, especialmente en el debate sobre las restricciones comerciales de la UE y la agenda general de la política comercial.

El acceso a la financiación

La ausencia de una agenda compartida y de intereses nacionales coordinados en los partenariados científicos durante un periodo que es de intensa competencia internacional puede dar lugar no sólo a una competencia mayor entre países de la UE, como se ha

comentado antes, sino también a dificultades para la UE a la hora de tener una voz única en cuestiones cruciales, como la política comercial o el diseño de normas sobre adquisiciones.

Uno de los problemas principales a que se enfrenta el mercado cuántico europeo es la dificultad para acceder a financiación privada. Así como la financiación pública es abundante, la inversión privada sigue siendo escasa. Aunque Europa ha implementado diferentes programas nacionales y de la UE destinados a reforzar el apoyo a las empresas emergentes, es en Estados Unidos donde se han hecho casi la mitad de las inversiones privadas mundiales en empresas emergentes de tecnologías cuánticas. [14] Aunque Europa y Canadá son algunas de las regiones que han creado más empresas dedicadas a las tecnologías cuánticas, las empresas de la UE se enfrentan a retos a la hora de ampliarse, lo cual a menudo hace que las empresas se trasladen al extranjero, principalmente a Estados Unidos, o que las adquieran empresas mayores. Esta tendencia es un tema recurrente en los ecosistemas tecnológicos europeos y, desgraciadamente, parece que se va reproduciendo a medida que se expande el mercado de la tecnología cuántica.

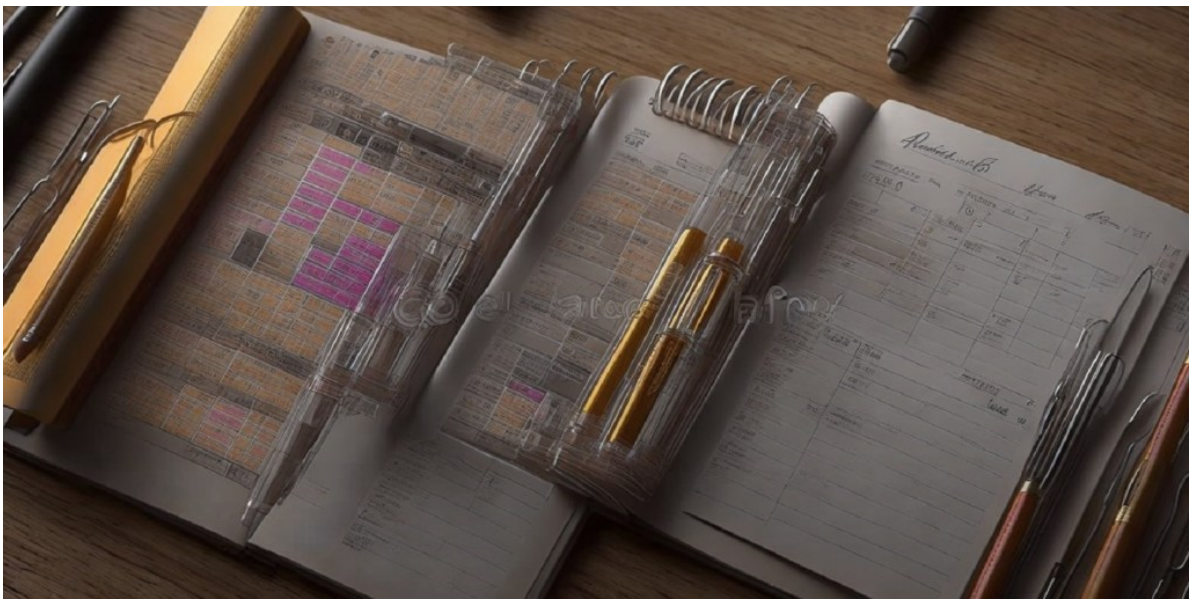
La mentalidad europea

El tercer gran reto es la mentalidad de Europa. Aunque hay un reconocimiento creciente de la importancia de las tecnologías cuánticas y que a su alrededor se van estableciendo más políticas públicas, todavía se consideran, en gran parte, como herramientas para mantener la excelencia científica y la competitividad.

Muchos programas cuánticos de alcance nacional y consorcios universitarios nacidos los últimos años tienden a centrarse en la investigación científica básica, como es el caso de QCzech en la República Checa y HunQuTech en Hungría. Hay programas similares a Eslovaquia, Finlandia, Suecia, Portugal y Austria. Desgraciadamente, estos programas a menudo son gestionados sólo por científicos, sin la aportación de un grupo diverso de partes interesadas, lo cual implica una falta de visión estratégica. Se puede decir que esta falta de gobernanza de múltiples partes interesadas afecta a las prioridades estratégicas de la agenda cuántica de la UE.

Una agenda estratégica para las tecnologías cuánticas en Europa

La Unión Europea se enfrenta a varios problemas con respecto al desarrollo de una estrategia coherente y de un plan de financiación para empresas emergentes del sector de la tecnología cuántica. Estos problemas, entre los cuales hay la competencia geopolítica, la falta de financiación privada y una visión limitada de la investigación académica, ponen de relieve la necesidad de un enfoque unificado para la innovación cuántica. La UE ya ha creado estructuras de gobierno para la innovación cuántica, pero todavía hay que adoptar más medidas.



La UE puede extraer lecciones de su experiencia con la inteligencia artificial (IA). Una lección importante es que la investigación científica y la comercialización no se tienen que ver como si fueran categorías separadas. En el caso de la inteligencia artificial, hacía tiempo que los expertos destacaban el potencial para varias industrias, pero la falta de sentido de urgencia y de concienciación retrasó la acción en la UE, lo cual comportó una posición más débil en el mercado global de la inteligencia artificial. Como consecuencia, ni una sola de las treinta mejores empresas de IA del mundo tiene la sede en la UE. [15]

Con el fin de evitar deficiencias parecidas en el sector de la tecnología cuántica, la UE tiene que dar prioridad a la coordinación anticipada, a la dirección estratégica y a la inversión en innovación cuántica. Es sólo priorizando estos aspectos que la UE influirá en el panorama regulador mundial y podrá unir fuerzas con países afines para establecer estándares internacionales en el sector.

Además, la gobernanza de las tecnologías cuánticas tendría que implicar una amplia gama de partes interesadas, entre las cuales empresas emergentes cuánticas, programas nacionales, la Comisión Europea y personas expertas de perfil académico y político. Si se incluyen las partes mencionadas, la UE obtendrá información sobre las necesidades y las luchas de la industria cuántica a Europa, identificará obstáculos a la cooperación y desarrollará estrategias para superarlos. Por otra parte, una colaboración más estrecha entre las diferentes comunidades tecnológicas puede ayudar a la UE a crear marcos responsables para el desarrollo de la tecnología cuántica, con partes interesadas capaces de identificar anticipadamente los problemas éticos emergentes. Aunque varios grupos ya investigan cuestiones éticas, su tarea a veces queda confinada en los entornos académicos y no llega a los responsables de la toma de decisiones. [16]

¿Hacia un plan de acción coordinado para las tecnologías cuánticas en Europa?

El año 2018, después de la publicación de la comunicación Artificial Intelligence for Europe (Inteligencia artificial para Europa), [17] que identificaba una serie de acciones para impulsar la base industrial de la IA de Europa y el establecimiento de un marco de confianza, la Comisión Europea y los estados miembros acordaron el Plan de acción coordinada para la inteligencia artificial en Europa (CAPAI, por las siglas en inglés).

El CAPAI fue el primer documento estratégico real que estableció objetivos claros para el desarrollo y el despliegue de la IA en Europa, en el cual se reconocía que la coordinación dentro de la UE era necesaria para abordar los retos que planteaban los sistemas de inteligencia artificial y beneficiarse de sus implicaciones económicas. [18]

El Plan animaba los estados miembros a poner en marcha estrategias nacionales de IA con objetivos claros de inversión e implementación, que estarían supervisadas por la Comisión. También se pedía la creación de espacios europeos comunes de datos —que posteriormente se pondrían en marcha como aparte del paquete regulador de la estrategia de datos de la UE 2020— y otras medidas como el apoyo a los programas de educación en IA y el establecimiento de una red europea de centros de excelencia de investigación en IA. El Plan ya ha dado buenos resultados. Un informe técnico del 2022 [19] mostró que en el momento de la publicación, 23 de los 27 estados miembros habían publicado estrategias de IA y que la implementación iba por buen camino.

El éxito del CAPAI se podría reproducir con las tecnologías cuánticas, y la Comisión Europea tendría que preparar una estrategia europea para las tecnologías cuánticas que serviría como punto de partida para una conversación estratégica sobre la dimensión internacional del desarrollo de estas tecnologías, la integridad de la investigación y las condiciones para la cooperación científica internacional. De hecho, eso no es tan improbable. Una estrategia de la UE para las tecnologías cuánticas ya formaba parte del Plan estratégico 2020-2024 [20] e la Dirección General de Comunicaciones, Redes, Contenidos y Tecnología (DG CONNECT) de la Comisión Europea.

> Es imprescindible que la Unión Europea establezca un marco de gobernanza claro para poder llegar a ser un actor global en las tecnologías cuánticas, influir en cómo se desarrollan en todo el mundo e identificar anticipadamente los problemas éticos emergentes

Una vez publicada la estrategia y con una política industrial clara y un enfoque de seguridad, sería razonable esperar el desarrollo de un plan de acción coordinada para

tecnologías cuánticas, parecida al CAPAI, que incluyera canales de seguimiento adecuados. Este plan tendría que proponer medidas políticas para fortalecer las capacidades europeas en sectores clave estrechamente vinculados al avance de las tecnologías cuánticas, como la fotónica y la criogenia.

Es imprescindible que la Unión Europea establezca un marco de gobernanza claro para poder construir capacidades suficientes no sólo para convertirse en un actor global en las tecnologías cuánticas, sino también para influir en cómo se desarrollan las tecnologías cuánticas en todo el mundo, incluida la creación de estándares internacionales.

REFERENCIAS Y NOTAS

1 — McKinsey & Company (2023). “Quantum technology sees record investments, progress on talent gap”. Quantum Technology Monitor, abril del 2023. Disponible en línea.
2 — Mosca, Michele (2016). “Quantum Computing: A New Threat to Cybersecurity”. Global Risk Institute. Disponible en línea.
3 — McLean, Paul (2023). “Quantum Computing’s Cracking of Cryptography Risks to Cybersecurity”. *Financial Times*, 30 de abril de 2023. Disponible en línea.
4 — Infinity Quantum Computing BV. “Infinity Quantum Computing”. Más información en línea.
5 — Liu, Zheng (2022). “China launches new satellite in an important step towards global quantum communications network”. *South China Morning Post*, 22 de mayo de 2022. Disponible en línea.
6 — Congreso de los Estados Unidos (2023). “H.R.2739 – Quantum Sandbox for Near-Term Applications Act National, 118h Cong”. Disponible en línea.
7 — Congreso de los Estados Unidos (2022). “H.R.7535 -Quantum Computing Cybersecurity Preparedness Act, 117th Cong”. Disponible en línea.
8 — Congreso de los Estados Unidos (2022). “H.R.4346 – Chips and Science Act, 117th Cong”. Disponible en línea.
9 — Foro Económico Mundial (2022). “State of Quantum Computing: Building a Quantum Economy”. Insight Report, septiembre de 2022. Disponible en línea.
10 — Gobierno del Reino Unido (2021). “National Quantum Strategy”. Disponible en línea.
11 — McKinsey & Company (2023). “Quantum technology sees record investments, progress on talent gap”. Quantum Technology Monitor, abril del 2023. Disponible en línea.
12 — Agencia Nacional de Seguridad de los Sistemas de Información de Francia (ANSSI) (2020). “ANSSI Technical Position Papers: Quantum Key Distribution”.
13 — Departamento de Estado de los EE.UU. (2021). “Joint Statement of the United States of America and Denmark on Cooperation in Quantum Information Science and Technology”. 20 de abril de 2021. Disponible en línea.

14 — Infinity Quantum Computing BV. “Infinity Quantum Computing”. Más información en línea.
15 — Empresas de inteligencia artificial más importantes según capitalización de mercado. Datos extraídos del web companiesmarketcap.com. Información disponible en línea.
16 — Ver, por ejemplo, la red Quantum Humanities Network de la Universidad de Innsbruck en Alemania, o el Centre for Quantum and Society del Quantum Delta de los Países Bajos.
17 — Comisión Europea (2018). “Artificial Intelligence for Europe”, COM(2018)237 final. Disponible en línea.
18 — Comisión Europea (2018). Coordinated Plan on Artificial Intelligence. Disponible en línea.
19 — Jorge Ricart, R. *et al.* (2022). “AI Watch. National Strategies on Artificial Intelligence: A European Perspective”. Joint Research Centre, Comisión Europea. Disponible en línea.
20 — Comisión Europea (2020). Strategic Plan 2020-2024, DG Communications Networks Content and Technology. Disponible en línea.



Andrea G. Rodríguez
Andrea G. Rodríguez es la principal analista de políticas digitales del think tank European Policy Center (EPC), uno de los laboratorios de ideas líderes de Bruselas. Antes de incorporarse a la EPC, formó parte del equipo de investigación de CIDOB, donde llevó a cabo investigaciones sobre tecnologías emergentes. En los últimos años, su investigación se ha centrado en las políticas tecnológicas emergentes a nivel internacional y de la Unión Europea, vinculadas a la inteligencia artificial o a la computación cuántica. Ha asesorado al Foro de Ciberseguridad europeo y a la OTAN. Es integrante del Comité de Programa del Foro Europeo de Ciberseguridad (CYBERSEC) y *fellow* del think tank Future Policy Lab. Anteriormente fue investigadora y gestora de proyectos en el Programa Ciudades Globales del CIDOB, desde donde lideró la investigación del Global Observatory of Urban Artificial Intelligence (GOUAI).