APROXIMACIÓ REGIONAL: GEOPOLÍTICA I GOVERNANÇA

Reptes per a la governança de les tecnologies quàntiques a Europa

Per què és necessari avançar cap a una direcció i una coordinació estratègiques?

Andrea G. Rodríguez



Micropartícules quàntiques daurades damunt d'un mapamundi. Conceptualització: Luisa Quiroga

Les previsions del mercat per a la dècada que ve situen les tecnologies quàntiques al centre del creixement econòmic. McKinsey, per exemple, prediu que l'any 2035 l'impacte de la informàtica quàntica per si sola arribarà als 1,3 bilions de dòlars, i s'espera que els serveis financers i la indústria química n'obtinguin els principals beneficis [1]. Les tecnologies quàntiques es basen en els principis de la mecànica quàntica i ofereixen nivells d'acompliment sense precedents que permetrien avenços en la recerca científica, les aplicacions industrials i la seguretat nacional.

Les tecnologies quàntiques, però, també plantegen problemes i riscos importants. Per exemple, la recerca suggereix que l'any 2026 els ordinadors quàntics, malgrat que encara es troben en fase experimental, podrien desxifrar un de cada set sistemes criptogràfics de clau pública, i la xifra arriba al 50% el 2031 [2], tot i que la recerca que acadèmics xinesos van publicar el gener del 2023 [3] suggereix que això podria passar fins i tot abans. D'altra banda, la intel·ligència artificial (IA) quàntica pot millorar l'optimització dels serveis i oferir

una millor informació per elaborar polítiques en àmbits com ara la prevenció dels desastres naturals, però també pot tenir un impacte en les activitats d'enginyeria social i en la difusió de la desinformació.

Per les raons exposades, les tecnologies quàntiques estan emergint ràpidament com a prioritat estratègica per a molts països del món. Tanmateix, malgrat els presagis econòmics i la disrupció, cal donar resposta a diversos reptes per desplegar el potencial de les tecnologies quàntiques. Certament, alguns d'aquests reptes pertanyen a la governança tecnològica global, com per exemple el fet de desenvolupar normatives tècniques o abordar problemes ètics. Aquest article, però, examina els problemes específics que afecten la posició d'Europa en la cursa tecnològica quàntica mundial.

Programes nacionals de tecnologia quàntica i competència internacional

Es calcula que la inversió global en tecnologies quàntiques s'acosta a 30.000 milions de dòlars en finançament públic i més de 7.700 milions de dòlars en capital, aquests últims destinats especialment a empreses emergents de computació quàntica (83,5%), seguides de comunicacions quàntiques (15,27%) [4]. Tanmateix, les inversions en tecnologies quàntiques varien considerablement segons la ubicació geogràfica.

La Xina, per exemple, ha fet inversions considerables en tecnologia quàntica. L'any 2016 va crear el Laboratori Nacional de Ciències de la Informació Quàntica i ha assignat 15.300 milions de dòlars de finançament governamental a aquesta tecnologia, cosa que ha convertit el país en el principal inversor en tecnologies quàntiques. La Xina també ha estat protagonista dels avenços en les comunicacions quàntiques. El 2016 va llançar el satèl·lit *Micius* com a part del seu programa Experiments quàntics a escala espacial (programa QUESS, per la sigla en anglès), que va poder establir un canal de comunicació mitjançant la distribució de claus quàntica (QKD, per la sigla en anglès). Des de llavors, la Xina ha estat capaç d'establir una xarxa quàntica integrada de milers de quilòmetres de llargada que no para d'expandir-se [5].

Els Estats Units també són un actor important: van aprovar la Llei d'iniciativa quàntica nacional el 2018 i la Iniciativa nacional en tecnologies quàntiques, amb el compromís d'assignar 1.900 milions de dòlars de finançament públic al suport a la recerca científica i a la comercialització. Els Estats Units, amb un ecosistema dinàmic que pot aprofitar la inversió privada, acullen gairebé el 30% de les empreses emergents dedicades a les tecnologies quàntiques. A més, han implementat diverses polítiques per accelerar el desplegament de tecnologies quàntiques, com ara la proposta de la Llei del programa Quantum Sandbox per a aplicacions a curt termini del 2023 [6]. A més, el país ha aprovat polítiques sectorials com ara la Llei de preparació per a la ciberseguretat de la computació quàntica [7], del 2022, que dona suport a l'adopció de la criptografia postquàntica per part d'agències i organismes públics, i la Llei de xips i ciència [8], del 2022, destinada a millorar la posició dels Estats Units en el mercat global dels semiconductors, inclòs el camp dels xips quàntics.

> Les tecnologies quàntiques estan emergint ràpidament com a prioritat estratègica per a molts països del món

A més de la Xina i els Estats Units, actualment altres països [9] fan avenços significatius en recerca quàntica i les seves aplicacions tecnològiques. Per exemple, el Regne Unit ha presentat recentment la seva Estratègia quàntica nacional [10] i es va comprometre a invertir 3.120 milions de dòlars (2.500 milions de lliures esterlines) en fons públics durant la pròxima dècada. El Japó s'ha compromès a invertir 700 milions de dòlars en el seu Programa insígnia per al salt quàntic. Singapur aspira a esdevenir un dels països més segurs del món en matèria quàntica amb una inversió de 109 milions de dòlars.

Governança de la tecnologia quàntica a Europa: la necessitat d'un impuls final

A part d'aquestes iniciatives nacionals, la Unió Europea (UE) també ha fet esforços importants en el camp de les tecnologies quàntiques. De fet, quan es combina la inversió nacional i el finançament de la UE, la UE resulta el segon inversor públic en tecnologies quàntiques, amb una inversió total de 7.200 milions de dòlars. A més, la UE té la concentració més alta de talent en tecnologia quàntica del món i és el número dos en programes universitaris [11] de tecnologia quàntica.

La Unió Europea va ser un dels primers actors internacionals a reconèixer la importància estratègica de les tecnologies quàntiques. Després de la publicació del manifest del 2016, en què ja en reconeixia la importància estratègica, la UE va establir el programa Quantum Flagship amb un finançament addicional de 1.100 milions de dòlars (1.000 milions d'euros) per invertir en diferents àrees estratègiques. Però encara que el programa esmentat ha estat fonamental per coordinar els esforços de recerca, amb l'Agenda Estratègica de Recerca 2019 i l'Agenda Estratègica de Recerca i Indústria 2022, hi ha diversos problemes que impedeixen que la UE aprofiti plenament els beneficis de les seves inversions en tecnologies quàntiques. Si la Unió Europea vol esdevenir un actor global en les tecnologies quàntiques, cal abordar aquests problemes.

L'interès de la Unió Europea enfront de l'interès nacional

L'any 2021, molts països de la UE van crear programes nacionals de recerca dedicats a impulsar la recerca quàntica, en part gràcies al finançament disponible per a activitats relacionades amb el món digital com a part dels compromisos que calia complir a l'hora de gastar els fons de recuperació de la postpandèmia. Àustria, Finlàndia, França, Hongria, Espanya i Portugal van crear programes nacionals de recerca per a la investigació quàntica, mentre que Alemanya, Eslovàquia i els Països Baixos ja havien elaborat documents estratègics quàntics abans de la pandèmia de la COVID-19. No obstant això, hi ha dues qüestions que poden arribar a ser problemàtiques a llarg termini.

En primer lloc, el fet que hi hagi prioritats i interessos estratègics diferents en el desenvolupament de tecnologies quàntiques pot afectar el suport dels països de la Unió Europea a iniciatives relacionades amb aquestes tecnologies dins de la UE i provocar conflictes a l'hora de definir una agenda comuna. Tot i que hi ha aplicacions que han obtingut clarament més suport que d'altres, com ara les tecnologies de la informació quàntica que donen suport a la resiliència cibernètica, encara hi ha grans diferències pel que fa a quines tecnologies haurien de formar part de la transició a sistemes d'informació resistents a les tecnologies quàntiques i per a quins usos. França, per exemple, no és especialment favorable a l'ús de la distribució de claus quàntica (QKD, per la sigla en anglès) [12], una tecnologia que consisteix a fer servir feixos làser per transmetre claus criptogràfiques de forma segura utilitzant les propietats quàntiques dels fotons en raigs làser.

En segon lloc, els diferents països tenen opinions diferents sobre com hauria de ser la col·laboració científica en una època d'intens enfrontament geoeconòmic. Malgrat que la Unió Europea promou "l'autonomia estratègica oberta", aquesta autonomia no té el mateix significat per a tots els estats membres. Els països de la UE que inverteixen en tecnologies quàntiques es poden dividir en dos grups: els "internacionalistes" i els "europeistes". El primer grup té polítiques relativament obertes per a la col·laboració amb països no comunitaris en recerca quàntica; per exemple, Dinamarca, que el juliol del 2022 va signar una declaració conjunta amb els Estats Units sobre cooperació [13]. Al capdavant del segon grup hi ha països com França, que tenen una política de "primer francès, però fet a Europa". Si bé aquests països afavoreixen els seus ecosistemes nacionals i col·laboren amb altres països de la UE, tenen dubtes a l'hora de compartir recursos amb països que no són membres de la Unió Europea.

> Entre la inversió nacional i el finançament europeu, la Unió Europea és el segon inversor públic en tecnologies quàntiques

Tot i que les tecnologies quàntiques es troben en una fase de prototipatge, les diferents opinions sobre la col·laboració científica estratègica poden debilitar la posició d'Europa al mercat global de la tecnologia quàntica. Els països de la UE poden desenvolupar diferents nivells de dependència dels actors estrangers, la qual cosa pot comportar més vulnerabilitat de la UE. A més, aquest nivell diferencial d'interdependència pot comprometre l'elaboració de polítiques dins de la UE, especialment en el debat sobre les restriccions comercials de la UE i l'agenda general de la política comercial.

L'accés al finançament

L'absència d'una agenda compartida i d'interessos nacionals coordinats en els partenariats científics durant un període que és d'intensa competència internacional pot donar lloc no solament a una competència més gran entre països de la UE, com s'ha dit abans, sinó també a dificultats per a la UE a l'hora de tenir una veu única en qüestions crucials, com

ara la política comercial o el disseny de normes sobre adquisicions.

Un dels problemes principals a què s'enfronta el mercat quàntic europeu és la dificultat per accedir a finançament privat. Així com el finançament públic és abundant, la inversió privada continua sent migrada. Tot i que Europa ha implementat diferents programes nacionals i de la UE destinats a reforçar el suport a les empreses emergents, és als Estats Units on s'han fet gairebé la meitat de les inversions privades mundials en empreses emergents de tecnologies quàntiques [14]. Malgrat que Europa i el Canadà són algunes de les regions que han creat més empreses dedicades a les tecnologies quàntiques, les empreses de la UE s'enfronten a reptes a l'hora d'ampliar-se, la qual cosa sovint fa que les empreses es traslladin a l'estranger, principalment als Estats Units, o que les adquireixin empreses més grans. Aquesta tendència és un tema recurrent en els ecosistemes tecnològics europeus i, malauradament, sembla que es va reproduint a mesura que s'expandeix el mercat de la tecnologia quàntica.

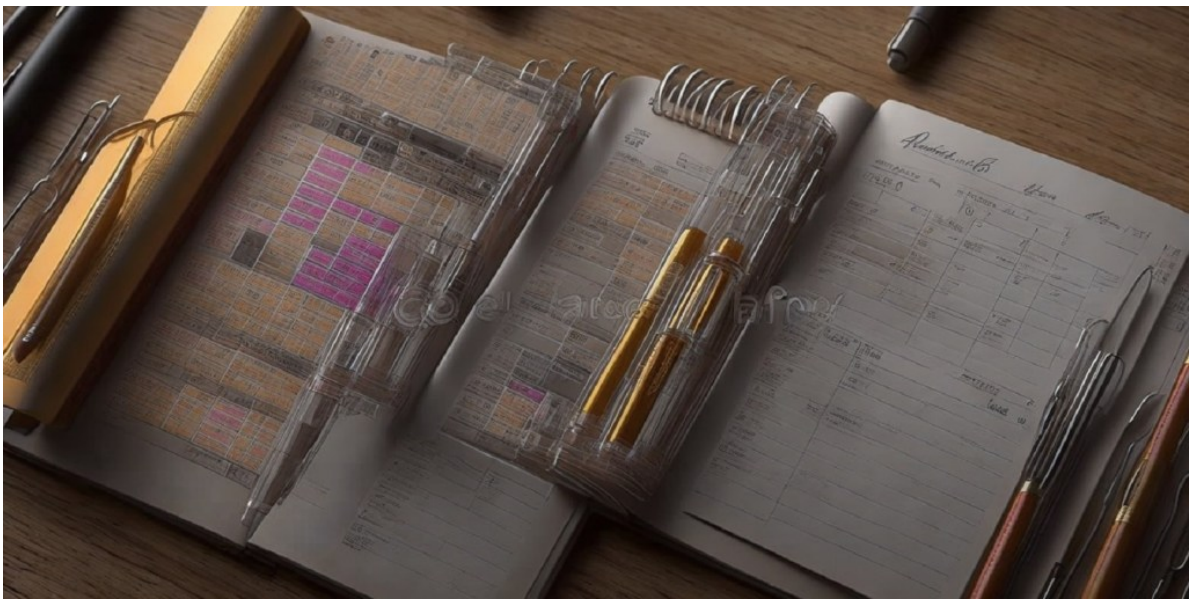
La mentalitat europea

El tercer gran repte és la mentalitat d'Europa. Tot i que hi ha un reconeixement creixent de la importància de les tecnologies quàntiques i que al seu voltant es van establint més polítiques públiques, encara es consideren, en gran part, com a eines per mantenir l'excel·lència científica i la competitivitat.

Molts programes quàntics d'abast nacional i consorcis universitaris nascuts els darrers anys tendeixen a centrar-se en la recerca científica bàsica, com és el cas de la iniciativa QCzech a la República Txeca i el projecte HunQuTech a Hongria. Hi ha programes similars a Eslovàquia, Finlàndia, Suècia, Portugal i Àustria. Malauradament, aquests programes sovint són gestionats només per científics, sense l'aportació d'un grup divers de parts interessades, la qual cosa implica una manca de visió estratègica. Es pot dir que aquesta manca de governança de múltiples parts interessades afecta les prioritats estratègiques de l'agenda quàntica de la Unió Europea.

Una agenda estratègica per a les tecnologies quàntiques a Europa

La Unió Europea s'enfronta a diversos problemes pel que fa al desenvolupament d'una estratègia coherent i d'un pla de finançament per a empreses emergents del sector de la tecnologia quàntica. Aquests problemes, entre els quals hi ha la competència geopolítica, la manca de finançament privat i una visió limitada de la recerca acadèmica, posen en relleu la necessitat d'un enfocament unificat per a la innovació quàntica. La UE ja ha creat estructures de govern per a la innovació quàntica, però encara cal adoptar més mesures.



La UE pot extreure lliçons de la seva experiència amb la intel·ligència artificial (IA). Una lliçó important és que la recerca científica i la comercialització no s'han de veure com si fossin categories separades. En el cas de la intel·ligència artificial, feia temps que els experts en destacaven el potencial per a diverses indústries, però la manca de sentit d'urgència i de conscienciació va retardar l'acció a la UE, la qual cosa va comportar una posició més feble al mercat global de la intel·ligència artificial. Com a conseqüència, ni una sola de les trenta millors empreses d'intel·ligència artificial del món té la seu a la Unió Europea [15].

Per tal d'evitar deficiències semblants en el sector de la tecnologia quàntica, la UE ha de donar prioritat a la coordinació anticipada, a la direcció estratègica i a la inversió en innovació quàntica. És només prioritzant aquests aspectes que la UE influirà en el panorama regulador mundial i podrà unir forces amb països afins per establir estàndards internacionals en el sector.

A més, la governança de les tecnologies quàntiques hauria d'implicar una àmplia gamma de parts interessades, entre les quals empreses emergents quàntiques, programes nacionals, la Comissió Europea i persones expertes de perfil acadèmic i polític. Si s'inclouen les parts esmentades, la UE obtindrà informació sobre les necessitats i les lluites de la indústria quàntica a Europa, identificarà obstacles a la cooperació i desenvoluparà estratègies per superar-los. D'altra banda, una col·laboració més estreta entre les diferents comunitats tecnològiques pot ajudar la UE a crear marcs responsables per al desenvolupament de la tecnologia quàntica, amb parts interessades capaces d'identificar anticipadament els problemes ètics emergents. Malgrat que diversos grups ja investiguen qüestions ètiques, la seva tasca de vegades resta confinada als entorns acadèmics i no arriba als responsables de la presa de decisions [16].

Cap a un pla d'acció coordinat per a les tecnologies quàntiques a Europa?

L'any 2018, després de la publicació de la comunicació *Artificial Intelligence for Europe* (Intel·ligència artificial per a Europa [17], que identificava una sèrie d'accions per impulsar la base industrial de la IA d'Europa i l'establiment d'un marc de confiança, la Comissió Europea i els estats membres van acordar el Pla d'acció coordinada per a la intel·ligència artificial a Europa (CAPAI, per la sigla en anglès).

El CAPAI va ser el primer document estratègic real que va establir objectius clars per al desenvolupament i el desplegament de la IA a Europa, en el qual es reconeixia que la coordinació dins de la UE era necessària per abordar els reptes que plantejaven els sistemes d'intel·ligència artificial i beneficiar-se de les seves implicacions econòmiques [18].

El Pla encoratjava els estats membres a posar en marxa estratègies nacionals d'IA amb objectius clars d'inversió i implementació, que estarien supervisades per la Comissió. També s'hi demanava la creació d'espais europeus comuns de dades —que posteriorment es posarien en marxa com a part del paquet regulador de l'estratègia de dades de la UE 2020— i altres mesures, com ara el suport als programes d'educació en IA i l'establiment d'una xarxa europea de centres d'excel·lència de recerca en IA. El Pla ja ha donat bons resultats. Un informe tècnic del 2022 [19] va mostrar que, en el moment de la publicació, 23 dels 27 estats membres havien publicat estratègies d'IA i que la implementació anava per bon camí.

L'èxit del Pla d'acció coordinada per a la intel·ligència artificial a Europa (CAPAI) es podria reproduir amb les tecnologies quàntiques, i la Comissió Europea hauria de preparar una estratègia europea per a les tecnologies quàntiques que serviria com a punt de partida per a una conversa estratègica sobre la dimensió internacional del desenvolupament d'aquestes tecnologies, la integritat de la recerca i les condicions per a la cooperació científica internacional. De fet, això no és tan improbable. Una estratègia de la UE per a les tecnologies quàntiques ja formava part del Pla estratègic 2020-2024 [20] de la Direcció General de Comunicacions, Xarxes, Continguts i Tecnologia (DG CONNECT) de la Comissió Europea.

> És imprescindible que la Unió Europea estableixi un marc de governança clar per poder esdevenir un actor global en les tecnologies quàntiques, influir en com es desenvolupen a tot el món i identificar anticipadament els problemes ètics emergents

Un cop publicada l'estratègia i amb una política industrial clara i un enfocament de seguretat, seria raonable esperar el desenvolupament d'un pla d'acció coordinada per a

tecnologies quàntiques, semblant al CAPAI, que inclogués canals de seguiment adequats. Aquest pla hauria de proposar mesures polítiques per enfortir les capacitats europees en sectors clau estretament vinculats a l'avenç de les tecnologies quàntiques, com ara la fotònica i la criogènia.

És imprescindible que la Unió Europea estableixi un marc de governança clar per poder construir capacitats suficients no solament per esdevenir un actor global en les tecnologies quàntiques, sinó també per influir en com es desenvolupen les tecnologies quàntiques a tot el món, inclosa la creació d'estàndards internacionals.

REFERÈNCIES I NOTES

1 — McKinsey & Company (2023). "Quantum technology sees record investments, progress on talent gap". Quantum Technology Monitor, abril del 2023. Disponible en línia.
2 — Mosca, Michele (2016). "Quantum Computing: A New Threat to Cybersecurity". Global Risk Institute. Disponible en línia.
3 — McLean, Paul (2023). "Quantum Computing's Cracking of Cryptography Risks to Cybersecurity". *Financial Times*, 30 d'abril de 2023. Disponible en línia.
4 — Infinity Quantum Computing BV. "Infinity Quantum Computing". Més informació en línia.
5 — Liu, Zheng (2022). "China launches new satellite in an important step towards global quantum communications network". *South China Morning Post*, 22 de maig de 2022. Disponible en línia.
6 — Congrés dels Estats Units (2023). "H.R.2739 – Quantum Sandbox for Near-Term Applications Act National, 118h Cong". Disponible en línia.
7 — Congrés dels Estats Units (2022). "H.R.7535 -Quantum Computing Cybersecurity Preparedness Act, 117th Cong". Disponible en línia.
8 — Congrés dels Estats Units (2021). "H.R.4346 – Chips and Science Act, 117th Cong". Disponible en línia.
9 — Fòrum Econòmic Mundial (2022). "State of Quantum Computing: Building a Quantum Economy". Insight Report, setembre de 2022. Disponible en línia.
10 — Govern del Regne Unit (2021). "National Quantum Strategy". Disponible en línia.
11 — McKinsey & Company (2023). "Quantum technology sees record investments, progress on talent gap". Quantum Technology Monitor, abril del 2023. Disponible en línia.
12 — Agència Nacional de Seguretat dels Sistemes d'Informació de França (ANSSI) (2020). "ANSSI Technical Position Papers: Quantum Key Distribution".
13 — Departament d'Estat dels Estats Units (2021). "Joint Statement of the United States of America and Denmark on Cooperation in Quantum Information Science and Technology". 20 d'abril de 2021. Disponible en línia.

14 — Infinity Quantum Computing BV. “Infinity Quantum Computing”. Més informació en línia.
15 — Empreses d’intel·ligència artificial més importants segons capitalització de mercat. Dades extretes del web companiesmarketcap.com. Informació disponible en línia.
16 — Vegeu, per exemple, la xarxa Quantum Humanities Network de la Universitat d’Innsbruck a Alemanya, o el Centre for Quantum and Society del Quantum Delta dels Països Baixos.
17 — Comissió Europea (2018). “Artificial Intelligence for Europe”, COM(2018)237 final. Disponible en línia.
18 — Comissió Europea (2018). Coordinated Plan on Artificial Intelligence. Disponible en línia.
19 — Jorge Ricart, R. *et al.* (2022). “AI Watch. National Strategies on Artificial Intelligence: A European Perspective”. Joint Research Centre, Comissió Europea. Disponible en línia.
20 — Comissió Europea (2020). Strategic Plan 2020-2024, DG Communications Networks Content and Technology. Disponible en línia.



Andrea G. Rodríguez
Andrea G. Rodríguez és l’analista principal de polítiques digitals del think tank European Policy Center (EPC), un dels laboratoris d’idees capdavanters de Brussel·les. Abans d’incorporar-se a l’EPC, va formar part de l’equip de recerca del CIDOB, on va dur a terme investigacions sobre tecnologies emergents. Els últims anys, la seva recerca s’ha centrat en les polítiques tecnològiques emergents a escala internacional i de la Unió Europea, vinculades a la intel·ligència artificial o a la computació quàntica. Ha assessorat el Fòrum de Ciberseguretat europeu i l’OTAN. És integrant del Comitè de Programa del Fòrum Europeu de Ciberseguretat (CYBERSEC) i *fellow* del think tank Future Policy Lab. Anteriorment va ser investigadora i gestora de projectes al Programa Ciutats Globals del CIDOB, des d'on va liderar la investigació del Global Observatory of Urban Artificial Intelligence (GOUAI).