RECERCA I APLICACIONS PRÀCTIQUES

Empreses emergents, inversions i patents quàntiques: impulsar la revolució de les tecnologies quàntiques

Silvia Carrasco



Oficines d’empreses quàntiques. Conceptualització: Luisa Quiroga

Les tecnologies quàntiques tenen el potencial de revolucionar diversos sectors de diferents indústries, amb una capacitat sense precedents en la supercomputació d’alt rendiment, les comunicacions incondicionalment segures i la detecció ultraprecisa. A l’avantguarda d’aquesta transformació hi ha les empreses emergents quàntiques, que impulsen la innovació i la comercialització en aquest àmbit. Aquestes iniciatives empresarials atrauen inversions importants per impulsar els treballs d’investigació i desenvolupament, alhora que busquen una protecció sòlida de les patents per salvaguardar la propietat intel·lectual. En aquest article, explorarem el sector de les empreses emergents quàntiques, aprofundirem en el panorama de les inversions i analitzarem la importància de les patents per impulsar el creixement i la competitivitat en aquest camp apassionant.

L’auge de les empreses emergents quàntiques

El potencial de les tecnologies quàntiques

La tecnologia quàntica té un potencial enorme en diversos àmbits i proporciona capacitats conceptuals i solucions sense precedents a problemes complexos. Explorem algunes de les

àrees clau en les quals el potencial de la tecnologia quàntica és especialment destacable:

- La computació quàntica té el potencial d'abordar tasques específiques que requereixen una potència de càlcul extraordinària mitjançant l'aprofitament de les propietats quàntiques, com la superposició i l'entrellaçament. Conceptualment, els ordinadors quàntics poden fer determinats càlculs d'una manera exponencialment més ràpida que els ordinadors clàssics, la qual cosa permet possibles avanços en àmbits com l'optimització, la simulació i l'aprenentatge automàtic. La finalitat dels algoritmes quàntics és donar solució a problemes complexos en camps com la criptografia, la ciència dels materials, el descobriment de fàrmacs i la modelització financera, que poden donar pas a avenços i descobriments fins ara impensables.

- La comunicació quàntica ofereix una transmissió de dades segura i a prova de manipulacions. Els protocols de distribució de claus quàntiques (QKD, per les sigles en anglès) aprofiten els principis de la mecànica quàntica per permetre l'intercanvi de claus criptogràfiques intrínsecament segures contra les escoltes. A més, la distribució de recursos quàntics únics com l'entrellaçament farà possible la construcció del futur internet quàntic, que connectarà tota mena de dispositius quàntics, des d'ordinadors fins a memòries i sensors. La criptografia quàntica ofereix mètodes d'encriptació impossibles de desxifrar que garanteixen la seguretat i la privacitat de la informació sensible, cosa que la fa especialment valuosa per a les institucions i les indústries que treballen amb dades altament confidencials, com la sanitat, les finances, les infraestructures crítiques i les institucions governamentals.

- La detecció i la metrologia quàntiques exploten les propietats quàntiques per assolir nivells de precisió sense precedents en el mesurament de magnituds físiques. Els sensors quàntics poden proporcionar mesures molt precises de paràmetres com ara el temps, la temperatura, els camps magnètics i les ones gravitacionals. Aquesta tecnologia té un potencial immens en aplicacions que van des de la sanitat i la vigilància mediambiental fins a la defensa i els processos industrials, i pot millorar els diagnòstics, els sistemes de navegació i la recerca científica avançada.

- Dispositius quàntics: les tecnologies potenciades per la quàntica poden oferir solucions importants en diferents àmbits, més enllà dels esmentats anteriorment. Un exemple paradigmàtic són els dispositius que produeixen aleatorietat quàntica, que tenen aplicacions "més enllà de la quàntica" en la informàtica clàssica, la ciberseguretat clàssica i tots els productes o serveis on els nombres primers aleatoris són clau. Si es dominen la matèria i els processos quàntics, i es porten a un altre nivell, poden sorgir nous làsers, detectors, dispositius de processament d'imatges, rellotges atòmics i molts altres productes.

L'impacte potencial de les tecnologies quàntiques s'estén molt més enllà d'aquests àmbits. Les simulacions quàntiques ajudaran a modelar i a entendre sistemes físics i químics complexos, la qual cosa farà avançar la ciència dels materials i la química, així com les

seves aplicacions en molts sectors industrials. Les tècniques d'aprenentatge automàtic quàntic poden complementar la intel·ligència artificial clàssica per impulsar determinades àrees de l'anàlisi de dades i el reconeixement de patrons, obrir el camí a nous coneixements i promoure la innovació. Tot i això, és important tenir en compte que les tecnologies quàntiques es troben en una fase incipient i que encara han de superar molts reptes, com ara l'escalat dels sistemes quàntics, la reducció d'errors i soroll i la millora de l'estabilitat. Malgrat tot, els treballs d'investigació i desenvolupament que s'estan duent a terme a escala internacional estan produint avenços ràpids, fins al punt que el consens general no és si se superaran o no els reptes esmentats, sinó més aviat quan.

Factors que impulsen l'emprenedoria quàntica

L'aparició d'empreses emergents quàntiques té a veure amb diversos factors que han impulsat el desenvolupament i la comercialització de les tecnologies quàntiques.

> Les tecnologies quàntiques tenen el potencial de revolucionar diversos sectors de diferents indústries, amb una capacitat sense precedents en la supercomputació d'alt rendiment, les comunicacions incondicionalment segures i la detecció ultraprecisa

En primer lloc, els avenços tecnològics recents en maquinari i programari quàntics han permès construir sistemes quàntics més robusts, integrats i escalables. Aquest progrés ha reforçat la promesa de futures aplicacions pràctiques en el camp de la computació i ha desbloquejat el potencial de les comunicacions i la detecció, cosa que ha creat oportunitats per a les noves empreses quàntiques.

En segon lloc, en determinats àmbits, cada cop hi ha més interès a donar suport a les tecnologies profundes que tenen el potencial d'oferir avenços globals a mitjà termini. Les tecnologies quàntiques i les seves aplicacions en són un exemple perfecte. Aquest interès crea un entorn favorable per a l'aparició d'empreses emergents quàntiques.
En tercer lloc, els governs i els inversors privats han reconegut la importància estratègica de les tecnologies quàntiques. Les agències governamentals, les empreses de capital risc i els inversors corporatius proporcionen suport financer, suport d'infraestructures i programes de mentoria per fomentar el creixement de les empreses emergents quàntiques.

L'ecosistema de les empreses emergents quàntiques

L'ecosistema de les empreses emergents quàntiques consta de diversos elements que nodreixen i donen suport a les iniciatives empresarials en aquest àmbit:

D'una banda, diverses regions d'arreu del món han creat agrupacions i centres d'innovació dedicats a les tecnologies quàntiques. Aquestes instal·lacions reuneixen empreses emergents, investigadors, inversors i experts del sector, i fomenten la col·laboració, l'intercanvi de coneixements i el desenvolupament empresarial.

D'altra banda, les empreses emergents quàntiques col·laboren estretament amb les institucions acadèmiques i els centres de recerca. Aquestes col·laboracions faciliten l'accés a la recerca d'avantguarda, el talent i els recursos especialitzats, la qual cosa permet que les empreses derivades i les empreses emergents aprofitin l'experiència i les infraestructures de les institucions establertes.

Finalment, les incubadores i acceleradores tenen un paper crucial a l'hora de donar suport a les empreses emergents quàntiques. Ofereixen mentoria, accés a les xarxes, oportunitats de finançament i recursos de desenvolupament empresarial, i ajuden les empreses emergents a afrontar els reptes de la comercialització i a ampliar les seves operacions.

Empreses emergents quàntiques destacades

En els últims anys han sorgit diverses empreses emergents quàntiques que cal destacar, cadascuna d'elles centrada en un àmbit específic de la tecnologia quàntica i en el desenvolupament de solucions innovadores:

- Computació quàntica i algoritmes quàntics: aquestes empreses emergents es dediquen al desenvolupament de tecnologies, plataformes i programari de computació quàntica, i contribueixen als avenços en aquest camp. Cada empresa aporta la seva manera de treballar i la seva experiència per afrontar el repte de construir ordinadors quàntics pràctics i escalables.

Empresa	**Ubicació**
IonQ	College Park, Maryland, Estats Units
Rigetti Computing	Berkeley, Califòrnia, Estats Units
PsiQuantum	Palo Alto, Califòrnia, Estats Units
D-Wave Systems	Burnaby, Columbia Britànica, Canadà
Xanadu	Toronto, Ontàrio, Canadà
Quantum Circuits Inc.	New Haven, Connecticut, Estats Units
Q-CTRL	Sidney, Austràlia
Quantum Computing Inc.	Leesburg, Virgínia, Estats Units
Quantum Machines	Tel-Aviv, Israel
Classiq Technologies	Tel Aviv, Israel
Cambridge Quantum Computing	Cambridge, Regne Unit
Quantum Brilliance	Canberra, Austràlia
Quantum Benchmark	Kitchener, Ontàrio, Canadà
Universal Quantum	*Brighton*, Regne Unit

1QBit	Vancouver, Columbia Britànica, Canadà
Rahko	Londres, Regne Unit
Zapata Computing	Boston, Massachusetts, Estats Units
Quantum Motio, Technologies	Londres, Regne Unit
IQM	Espoo, Finlàndia
Horizon Quantum Computing	Singapur
Atom Computing	Berkeley, Califòrnia, Estats Units
Multiverse Computing	Donostia-Sant Sebastià, Espanya
Kilimanjaro	Barcelona, Espanya
C12 Quantum Electronics	París, França
Riverlane	Cambridge, Regne Unit
QC Ware	Palo Alto, Califòrnia, Estats Units
Quantum-SI	Nova York, Estats Units
Aliro Quantum	Boston, Estats Units
Quandela	Massy, França

- Comunicació quàntica i criptografia quàntica: les empreses emergents d'aquest àmbit treballen activament en el desenvolupament de tecnologies de comunicació quàntica, com ara la distribució de claus quàntiques (QKD), l'encriptació quàntica i les xarxes quàntiques segures. Utilitzant els principis de la mecànica quàntica, aconsegueixen anar més enllà dels límits de la transmissió de dades segura i eficient. Aquests en són alguns exemples:

Empresa	**Seu**
QuantumCTek	Hefei, Xina
Qubitekk	San Diego, Califòrnia, Estats Units
ID Quantique	Ginebra, Suïssa/Corea del Sud
QuintessenceLabs	Canberra, Austràlia
KETS Quantum Security	Bristol, Regne Unit
Quside	Barcelona, Espanya
LuxQuanta	Barcelona, Espanya
Single Quantum	Delft, Països Baixos
Nu Quantum	Cambridge, Regne Unit
Qontrol Systems	Bristol, Regne Unit
Quantum Xchange	Bethesda, Maryland, Estats Units
QphoX	Delft, Països Baixos
Arqit	Londres, Regne Unit
Crypta Labs	Londres, Regne Unit
Quantropi	Ottawa, Ontàrio, Canadà

SeQureNet	París, França
SpeQtral	Singapur
QKD Corp	Olching, Alemanya

- Detecció quàntica: el camp de la detecció quàntica està evolucionant ràpidament i poden sorgir altres empreses emergents en diferents llocs del món. Alguns exemples són els següents:

Empresa	**Seu**
Qnami	Basilea, Suïssa
ColdQuanta	Boulder, Colorado, Estats Units
Atomionics	Singapur
NVision Imaging Technologies	Ulm, Alemanya

Panorama de la inversió quàntica

Principals inversors en les empreses emergents quàntiques

El sector de la tecnologia quàntica ha experimentat un augment de l'activitat inversora en els últims anys. Els inversors reconeixen el potencial transformador de la tecnologia quàntica i tenen interès a donar suport a les empreses emergents innovadores en aquest camp.

Les empreses de capital risc (CR) són una de les principals fonts de finançament de les empreses quàntiques que es troben en fase inicial i de creixement. Les empreses de capital risc s'han especialitzat a invertir en empreses emergents (start-ups) innovadores i d'alt potencial amb l'objectiu que la seva inversió generi un rendiment substancial. Entre les empreses de capital risc més destacades que han mostrat interès per les empreses emergents quàntiques hi ha Andreessen Horowitz, Sequoia Capital, Accel Partners, Lux Capital, A&E Investments, Amadeus Capital, Alchemist Accelerator, DCVC, Atomico, Quantonation, Octopus Ventures o SG Innovate.

La inversió corporativa i les associacions estratègiques en l'espai quàntic també han estat crucials. Les grans corporacions i companyies tecnològiques de diversos sectors estan invertint en empreses emergents quàntiques, formant associacions estratègiques per aprofitar la seva experiència o adquirint empreses emergents quàntiques per integrar les seves tecnologies en l'oferta de productes existents. Empreses com IBM, Google, Microsoft, Intel, Robert Bosch i Airbus han creat departaments dedicats a la quàntica o han invertit en empreses emergents per tenir un avantatge competitiu.

> Governs i grans corporacions tecnològiques estan invertint en empreses emergents quàntiques: companyies com IBM, Google, Microsoft, Intel, Robert Bosch i Airbus han creat departaments dedicats a la quàntica o han invertit en empreses emergents per tenir un avantatge competitiu

Els governs de tot el món reconeixen la importància estratègica de la tecnologia quàntica i el seu potencial per impulsar el creixement econòmic i la seguretat nacional. Com a resultat, no només proporcionen suport financer, sinó que també creen un entorn propici per a les empreses emergents quàntiques mitjançant iniciatives polítiques i el desenvolupament d'infraestructures i plataformes de col·laboració, incloent-hi el suport regulador per ajudar-les a superar el repte d'introduir les seves tecnologies al mercat. La implicació de governs i institucions és essencial per construir un ecosistema d'empreses quàntiques emergents i garantir l'èxit d'aquest sector a llarg termini. Entre els organismes de finançament governamental que donen suport a les empreses emergents quàntiques hi ha la Iniciativa Quàntica Nacional dels Estats Units, el programa Quantum Flagship de la Comissió Europea i l'Estratègia de Computació Quàntica del Canadà, per citar-ne només alguns.

En general, la implicació de les empreses de capital risc, dels inversors corporatius i dels organismes públics de finançament demostra l'interès i la confiança creixents en el potencial de les tecnologies quàntiques.

Estratègies i reptes d'inversió

Invertir en el sector quàntic comporta un conjunt únic d'estratègies i reptes. Abans, però, cal tenir en compte algunes consideracions importants:

- L'auditoria preventiva és essencial a l'hora d'avaluar les oportunitats d'inversió en el sector quàntic. Els inversors han de valorar la viabilitat tecnològica real, el potencial de mercat i el panorama competitiu d'una empresa quàntica emergent. Entendre l'experiència de l'equip, la cartera de propietat intel·lectual i el model de negoci també és essencial per avaluar la viabilitat i l'escalabilitat de l'empresa.

- És especialment important avaluar els riscos i els avantatges d'invertir en empreses quàntiques emergents que tot just comencen. Les que es troben en la fase inicial han de fer front a riscos tècnics i de comercialització. La majoria de les tecnologies quàntiques encara es troben en una etapa primerenca i hi ha incerteses sobre l'acollida per part del mercat i la viabilitat a llarg termini. Els inversors han d'avaluar acuradament els riscos associats als reptes tecnològics, els obstacles reguladors i la dinàmica del mercat, i alhora tenir en compte les possibles recompenses de ser un dels pioners en el mercat de la tecnologia quàntica.

- La tecnologia quàntica és un camp que evoluciona ràpidament, i els inversors han de tenir una perspectiva a llarg termini quan considerin invertir en aquest sector. Tot i que la tecnologia té un potencial immens, la comercialització i l'adopció generalitzada dels avenços poden trigar temps. Els inversors han d'ajustar les seves expectatives al calendari d'avenços tecnològics i la maduresa del mercat, entenent que les inversions en aquest camp requereixen paciència i un suport sostingut.

Hi ha hagut algunes adquisicions reeixides que demostren la rendibilitat potencial de la inversió en aquest sector. Tanmateix, també posen en relleu la importància de la innovació contínua, els avenços tècnics i les associacions estratègiques per al creixement i l'èxit de les empreses quàntiques emergents a llarg termini. A més, els inversors estan començant a diversificar la seva cartera, invertint en una sèrie de tecnologies quàntiques per mitigar els riscos i capitalitzar l'impacte de la tecnologia quàntica en múltiples indústries.

En definitiva, navegar per l'espai de la inversió quàntica, com a exemple destacat de tecnologia profunda, exigeix avaluar acuradament les oportunitats d'inversió, valorar els riscos i les recompenses i tenir una perspectiva a llarg termini. A mesura que el mercat de les tecnologies quàntiques continua evolucionant, els inversors que participen activament en aquest sector tenen l'oportunitat de configurar el futur de la tecnologia quàntica i obtenir beneficis d'aquest camp transformador.

Patents quàntiques: protecció de la innovació

Patentar les tecnologies quàntiques

Les patents tenen un paper crucial per protegir i incentivar la innovació en l'àmbit de la tecnologia quàntica. Són fonamentals per impulsar la innovació i la comercialització en aquest sector, ja que proporcionen un avantatge competitiu i atrauen inversions, col·laboracions i associacions estratègiques que acceleren el procés de transformació de les innovacions en les aplicacions pràctiques.

En l'àmbit quàntic, les patents abasten una àmplia gamma de tecnologies. En la computació quàntica, es poden sol·licitar patents per a nous dissenys de maquinari, programari quàntic, tècniques de correcció d'errors, mètodes d'optimització, etc. En la comunicació quàntica, poden estar relacionades amb sistemes de distribució segura de claus quàntiques (QKD), protocols de criptografia quàntica i arquitectures de xarxes quàntiques. Les patents de detecció quàntica poden incloure innovacions de mesurament d'alta precisió, tècniques de metrologia quàntica i sistemes d'imatge. Crear una sòlida cartera de patents quàntiques requereix un enfocament estratègic. Les empreses de nova creació han d'identificar les seves principals innovacions, avaluar la possibilitat de patentar les invencions i desenvolupar una estratègia global de patents. Això pot incloure la presentació de patents per a tecnologies clau, variacions i aplicacions potencials.

Panorama de les patents quàntiques

Si bé les publicacions, que es poden considerar una manera de mesurar l'activitat de recerca genèrica en aquest camp, han anat augmentant contínuament en els últims anys, l'evolució de les patents en tecnologies quàntiques ha estat molt més recent i sobtada. Des del 2010, les patents en tecnologies quàntiques estaven dominades sobretot per empreses nord-americanes i japoneses (gegants tecnològics com IBM, Microsoft, Toshiba, NEC, NTT, Intel, Google, Honeywell, o empreses especialitzades en computació quàntica com la canadenca D-WAVE). A partir del 2015, s'observa un predomini clar dels sol·licitants de la Xina, amb aportacions importants de diferents tipus d'organitzacions: empreses privades, empreses estatals i institucions de recerca. El nombre de patents presentades per sol·licitants de països de la Unió Europea es va mantenir estable durant la major part d'aquest període, però en els últims dos anys s'ha registrat un augment significatiu, amb un paper destacat d'empreses com Deutsche Telekom, IBM Deutschland, Bosch, Atos i Thales, com també d'organitzacions de recerca (CNRS i CEA).

En general, els centres de recerca i les empreses emergents de la Unió Europea presenten menys sol·licituds de patents, tot i que la UE disposa d'un bon ecosistema d'empreses derivades i empreses emergents. Una possible explicació podria ser que l'activitat d'innovació tecnològica dels actors més petits de la UE és més recent (les dades analitzades no inclouen les patents presentades durant els darrers divuit mesos) i és probable que el nombre de patents augmenti en els pròxims anys. Les empreses emergents quàntiques reconeixen la importància de protegir les patents i les presenten estratègicament per establir una sòlida cartera de propietat intel·lectual, assegurar-se una posició competitiva i atraure oportunitats d'inversió i associació. Les empreses emergents solen adoptar un enfocament proactiu en matèria de patents, i les presenten en una fase primerenca per protegir les seves tecnologies i innovacions bàsiques.

De fet, la Unió Europea (UE-27) té el nombre més gran d'empreses emergents i empreses derivades en el camp de la computació i la comunicació quàntiques, seguida dels Estats Units. Ara bé, en relació amb la seva població, les xifres del Canadà i el Regne Unit són superiors. A Europa, destaquen Alemanya, França i Espanya amb els nombres més elevats, mentre que els Països Baixos, Àustria i Suïssa tenen el nombre per càpita més alt. A Espanya, l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) és el principal sol·licitant de patents, seguit de la seva empresa derivada Quside Technologies (Barcelona), l'agència estatal Consell Superior de Recerques Científiques (CSIC), la gran corporació Telefónica (Madrid) i la Universitat de Vigo (Galícia).

Superació dels reptes i perspectives de futur

Reptes tecnològics

- Reptes d'escalabilitat en els sistemes i les infraestructures quàntiques: un dels principals reptes tecnològics en aquest camp és l'escalabilitat dels sistemes de computació quàntica per donar cabuda a més bits quàntics i millorar la potència de

càlcul. Superar les limitacions dels sistemes quàntics actuals i desenvolupar arquitectures escalables és crucial per aprofitar tot el potencial de la tecnologia quàntica. Per a les aplicacions pràctiques, també és essencial crear algoritmes que ofereixin un augment exponencial real de la velocitat, més enllà dels pocs que es coneixen avui dia.

- Reducció del soroll i dels errors en els càlculs quàntics, i també en les comunicacions i la detecció: els sistemes quàntics tendeixen a cometre errors causats pel soroll ambiental i la decoherència quàntica. Els investigadors treballen activament per desenvolupar tècniques de correcció d'errors en computació i millorar l'estabilitat dels sistemes quàntics amb l'objectiu de minimitzar els errors i augmentar la fiabilitat dels càlculs i les comunicacions quàntiques. Calen millores dràstiques per aconseguir una computació quàntica tolerant a errors de molts bits quàntics.

- Millora del maquinari quàntic i de l'estabilitat: òbviament, la robustesa del maquinari quàntic té un paper essencial en el funcionament dels sistemes quàntics. Cal avançar en la ciència dels materials, les tècniques de fabricació i les tecnologies de refrigeració per tal de millorar l'estabilitat, el temps de coherència i el control dels bits quàntics. Millorar el maquinari quàntic és clau per poder fer operacions quàntiques més robustes i precises.

Consideracions ètiques i normatives

- La comunicació quàntica promet una encriptació molt segura i impossible de desxifrar, però també planteja problemes d'acceptabilitat i d'adaptació a les xarxes i als sistemes actuals. El desenvolupament de protocols de seguretat sòlids i la resolució d'aquests problemes són vitals per garantir l'adopció segura i generalitzada de les tecnologies de comunicació quàntica.

- Les tecnologies quàntiques tenen un impacte potencial en diversos camps, com la criptografia i la futura intel·ligència artificial. Cal abordar les consideracions ètiques entorn de l'ús de les tecnologies quàntiques; per exemple, l'impacte en les normes d'encriptació i els possibles biaixos en els algoritmes quàntics, per tal de garantir un desplegament responsable i equitatiu de les solucions quàntiques.

- A mesura que avancin les tecnologies quàntiques, caldrà establir marcs reguladors i normes que abordin les implicacions ètiques, de seguretat i de protecció. Els governs i les organitzacions internacionals tenen un paper crucial en l'elaboració de reglaments i normes adequats que guiïn el desenvolupament i el desplegament responsables de les tecnologies quàntiques.

Conclusions

Les empreses emergents, les inversions i les patents quàntiques són instruments de gran importància per impulsar l'avenç ràpid de la tecnologia quàntica. Les empreses emergents

aprofitaran el potencial de la computació, la comunicació i la detecció quàntiques, com també de les tecnologies impulsades per la quàntica, per crear solucions, productes i serveis innovadors que donin resposta a problemes complexos. A la vegada, les inversions en empreses emergents quàntiques estan impulsant els treballs de recerca i desenvolupament i promovent la comercialització de les tecnologies quàntiques. Les patents, al seu torn, tenen un paper vital en la protecció de la propietat intel·lectual, el foment de la innovació i l'atracció de noves inversions.

A mesura que el panorama de la tecnologia quàntica continua evolucionant, és crucial abordar els reptes tecnològics, establir marcs reguladors, fomentar la col·laboració i preveure l'impacte potencial de les tecnologies quàntiques en diverses indústries i en la societat en conjunt. En resum, amb un suport i una col·laboració constants, les noves empreses quàntiques estaran a l'avantguarda de la configuració del futur de la tecnologia quàntica i desplegaran tot el seu potencial.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Araceli Venegas-Gomez (2020). "The Quantum Ecosystem and its Future Workforce; Industry Report", *Photonics Views*, 6/2020, Wiley-VCH GmbH.

- Inside Quantum Technology (2022). *Quantum Technology Industry Report*.

- "Market Data and Industry Report" (2021). *Photonics21*.

- McKinsey Report (2021). *The Quantum Tecnhology Monitor*.



Silvia Carrasco

Silvia Carrasco és directora del programa Transferència de coneixement i tecnologia (KTT, per la sigla en anglès) a l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) i vicepresidenta de la càtedra SPIE per a la Diversitat en les Ciències Fotòniques. Doctora per la UPC, ha cursat dues estades postdoctorals, a la Universitat de Boston i a la Universitat de Harvard, on va fer recerca sobre les aplicacions de la fotònica en la biotecnologia. Va crear la unitat KTT de l'ICFO, encarregada de les activitats d'innovació, transferència de tecnologia i divulgació. Actualment, forma part del consell d'administració de diverses empreses derivades de l'ICFO, i té una gran experiència en divulgació i drets de propietat intel·lectual. Gestiona un programa d'enllaç corporatiu i una cartera de més de cent famílies de patents. Ha creat el LaunchPad de l'ICFO, una incubadora d'empreses emergents de tecnologia profunda, a partir de la qual s'han posat en marxa onze empreses derivades en diverses fases d'incubació. Va rebre el Premi Fem Talent el 2013 i el Premi Ciutat de Castelldefels d'Economia i Innovació el 2019.