

INVESTIGACIÓN Y APLICACIONES PRÁCTICAS

Empresas emergentes, inversiones y patentes cuánticas: impulsar la revolución de las tecnologías cuánticas

Silvia Carrasco



Oficinas de empresas cuánticas. Conceptualización: Luisa Quiroga

Las tecnologías cuánticas tienen el potencial de revolucionar varios sectores de diferentes industrias, con una capacidad sin precedentes en la supercomputación de alto rendimiento, las comunicaciones incondicionalmente seguras y la detección ultraprecisa. A la vanguardia de esta transformación hay las empresas emergentes cuánticas, que impulsan la innovación y la comercialización en este ámbito. Estas iniciativas empresariales atraen inversiones importantes para impulsar los trabajos de investigación y desarrollo, a la vez que buscan una protección sólida de las patentes para salvaguardar la propiedad intelectual. En este artículo, exploraremos el sector de las empresas emergentes cuánticas, profundizaremos en el panorama de las inversiones y analizaremos la importancia de las patentes para impulsar el crecimiento y la competitividad en este campo apasionante.

El auge de las empresas emergentes cuánticas

El potencial de las tecnologías cuánticas

La tecnología cuántica tiene un potencial enorme en varios ámbitos y proporciona capacidades conceptuales y soluciones sin precedentes a problemas complejos. Exploramos algunas de las áreas clave en las cuales el potencial de la tecnología cuántica es especialmente destacable:

- La computación cuántica tiene el potencial de abordar tareas específicas que requieren una potencia de cálculo extraordinaria mediante el aprovechamiento de las propiedades cuánticas, como la superposición y el entrelazamiento. Conceptualmente, los ordenadores cuánticos pueden hacer determinados cálculos de una manera exponencialmente más rápida que los ordenadores clásicos, lo cual permite posibles avances en ámbitos como la optimización, la simulación y el aprendizaje automático. La finalidad de los algoritmos cuánticos es dar solución a problemas complejos en campos como la criptografía, la ciencia de los materiales, el descubrimiento de fármacos y la modelización financiera, que pueden dar paso a avances, y descubrimientos hasta ahora impensables.
- La comunicación cuántica ofrece una transmisión de datos segura y a prueba de manipulaciones. Los protocolos de distribución de claves cuánticas (QKD, por las siglas en inglés) aprovechan los principios de la mecánica cuántica para permitir el intercambio de claves criptográficas intrínsecamente seguras contra las escuchas. Además, la distribución de recursos cuánticos únicos como el entrelazamiento hará posible la construcción del futuro internet cuántico, que conectará todo tipo de dispositivos cuánticos, desde ordenadores hasta memorias y sensores. La criptografía cuántica ofrece métodos de encriptación imposibles de descifrar que garantizan la seguridad y la privacidad de la información sensible, cosa que la hace especialmente valiosa para las instituciones y las industrias que trabajan con datos altamente confidenciales, como la sanidad, las finanzas, las infraestructuras críticas y las instituciones gubernamentales.
- La detección y la metrología cuánticas explotan las propiedades cuánticas para alcanzar niveles de precisión sin precedentes en la medición de magnitudes físicas. Los sensores cuánticos pueden proporcionar medidas muy precisas de parámetros como el tiempo, la temperatura, los campos magnéticos y las onda gravitacionales. Esta tecnología tiene un potencial inmenso en aplicaciones que van desde la sanidad y la vigilancia medioambiental hasta la defensa y los procesos industriales, y puede mejorar los diagnósticos, los sistemas de navegación y la investigación científica avanzada.
- Dispositivos cuánticos: las tecnologías potenciadas por la cuántica pueden ofrecer soluciones importantes en diferentes ámbitos, más allá de los mencionados anteriormente. Un ejemplo paradigmático son los dispositivos que producen aleatoriedad cuántica, que tienen aplicaciones “más allá de la cuántica” en la informática clásica, la ciberseguridad clásica y todos los productos o servicios donde

los números primos aleatorios son clave. Si se dominan la materia y los procesos cuánticos, y se llevan a otro nivel, pueden surgir nuevos láseres, detectores, dispositivos de procesamiento de imágenes, relojes atómicos y muchos otros productos.

El impacto potencial de las tecnologías cuánticas se extiende mucho más allá de estos ámbitos. Las simulaciones cuánticas ayudarán a modelar y a entender sistemas físicos y químicos complejos, lo cual hará avanzar a la ciencia de los materiales y la química, así como sus aplicaciones en muchos sectores industriales. Las técnicas de aprendizaje automático cuántico pueden complementar la inteligencia artificial clásica para impulsar determinadas áreas del análisis de datos y el reconocimiento de patrones, abrir el camino a nuevos conocimientos y promover la innovación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las tecnologías cuánticas se encuentran en una fase incipiente y que todavía tienen que superar muchos retos, como el escalado de los sistemas cuánticos, la reducción de errores y ruido y la mejora de la estabilidad. A pesar de todo, los trabajos de investigación y desarrollo que se están llevando a cabo a escala internacional están produciendo avances rápidos, hasta el punto que el consenso general no es si se superarán o no los retos mencionados, sino más bien cuando.

Factores que impulsan el emprendimiento cuántico

La aparición de empresas emergentes cuánticas tiene que ver con varios factores que han impulsado el desarrollo y la comercialización de las tecnologías cuánticas.

Las tecnologías cuánticas tienen el potencial de revolucionar varios sectores de diferentes industrias, con una capacidad sin precedentes en la supercomputación de alto rendimiento, las comunicaciones incondicionalmente seguras y la detección ultraprecisa

En primer lugar, los avances tecnológicos recientes en hardware y software cuánticos han permitido construir sistemas cuánticos más robustos, integrados y escalables. Este progreso ha reforzado la promesa de futuras aplicaciones prácticas en el campo de la computación y ha desbloqueado el potencial de las comunicaciones y la detección, cosa que ha creado oportunidades para las nuevas empresas cuánticas.

En segundo lugar, en determinados ámbitos, cada vez hay más interés en dar apoyo a las tecnologías profundas que tienen el potencial de ofrecer avances globales a medio plazo. Las tecnologías cuánticas y sus aplicaciones son un ejemplo perfecto. Este interés crea un entorno favorable para la aparición de empresas emergentes cuánticas.

En tercer lugar, los gobiernos y los inversores privados han reconocido la importancia estratégica de las tecnologías cuánticas. Las agencias gubernamentales, las empresas de capital riesgo y los inversores corporativos proporcionan apoyo financiero, apoyo de infraestructuras y programas de mentoría para fomentar el crecimiento de las empresas emergentes cuánticas.

El ecosistema de las empresas emergentes cuánticas

El ecosistema de las empresas emergentes cuánticas consta de varios elementos que alimentan y dan apoyo a las iniciativas empresariales en este ámbito:

Por una parte, varias regiones de todo el mundo han creado agrupaciones y centros de innovación dedicados a las tecnologías cuánticas. Estas instalaciones reúnen empresas emergentes, investigadores, inversores y expertos del sector, y fomentan la colaboración, el intercambio de conocimientos y el desarrollo empresarial.

Por otra parte, las empresas emergentes cuánticas colaboran estrechamente con las instituciones académicas y los centros de investigación. Estas colaboraciones facilitan el acceso en investigación de vanguardia, el talento y los recursos especializados, lo cual permite que las empresas derivadas y las empresas emergentes aprovechen la experiencia y las infraestructuras de las instituciones establecidas.

Finalmente, las incubadoras y aceleradoras tienen un papel crucial a la hora de dar apoyo a las empresas emergentes cuánticas. Ofrecen mentoría, acceso a las redes, oportunidades de financiación y recursos de desarrollo empresarial, y ayudan a las empresas emergentes a afrontar los retos de la comercialización y a ampliar sus operaciones.

Empresas emergentes cuánticas destacadas

En los últimos años han surgido varias empresas emergentes cuánticas que hay que destacar, cada una de ellas centrada en un ámbito específico de la tecnología cuántica y en el desarrollo de soluciones innovadoras:

- **Computación cuántica y algoritmos cuánticos:** estas empresas emergentes se dedican al desarrollo de tecnologías, plataformas y software de computación cuántica, y contribuyen a los avances en este campo. Cada empresa aporta su manera de trabajar y su experiencia para afrontar el reto de construir ordenadores cuánticos prácticos y escalables.

Empresa

IonQ
Rigetti Computing
PsiQuantum
D-Wave Systems
Xanadu

Ubicación

College Park, Maryland, Estados Unidos
Berkeley, California, Estados Unidos
Palo Alto, California, Estados Unidos
Burnaby, Columbia Británica, Canadá
Toronto, Ontario, Canadá

Quantum Circuits Inc.	New Haven, Connecticut, Estados Unidos
Q-CTRL	Sidney, Austrália
Quantum Computing Inc.	Leesburg, Virgínia, Estados Unidos
Quantum Machines	Tel-Aviv, Israel
Classiq Technologies	Tel Aviv, Israel
Cambridge Quantum Computing	Cambridge, Reino Unido
Quantum Brilliance	Canberra, Australia
Quantum Benchmark	Kitchener, Ontario, Canadá
Universal Quantum	<i>Brighton</i> , Reino Unido
1QBit	Vancouver, Columbia Británica, Canadá
Rahko	Londres, Reino Unido
Zapata Computing	Boston, Massachusetts, Estados Unidos
Quantum Motio, Technologies	Londres, Reino Unido
IQM	Espoo, Finlandia
Horizon Quantum Computing	Singapur
Atom Computing	Berkeley, California, Estados Unidos
Multiverse Computing	Donostia-San Sebastián, España
Kilimanjaro	Barcelona, España
C12 Quantum Electronics	París, Francia
Riverlane	Cambridge, Reino Unido
QC Ware	Palo Alto, California, Estados Unidos
Quantum-SI	Nueva York, Estados Unidos
Aliro Quantum	Boston, Estados Unidos
Quandela	Massy, Francia

- Comunicación cuántica y criptografía cuántica: las empresas emergentes de este ámbito trabajan activamente en el desarrollo de tecnologías de comunicación cuántica, como la distribución de claves cuánticas (QKD), la encriptación cuántica y las redes cuánticas seguras. Utilizando los principios de la mecánica cuántica, consiguen ir más allá de los límites de la transmisión de datos seguras y eficientes. Estos son algunos ejemplos:

Empresa	Sede
QuantumCTek	Hefei, China
Qubitekk	San Diego, California, Estados Unidos
ID Quantique	Ginebra, Suiza/Corea del Sur
QuintessenceLabs	Canberra, Australia
KETS Quantum Security	Bristol, Reino Unido
Quside	Barcelona, España

LuxQuanta	Barcelona, España
Single Quantum	Delft, Países Bajos
Nu Quantum	Cambridge, Reino Unido
Qontrol Systems	Bristol, Reino Unido
Quantum Xchange	Bethesda, Maryland, Estados Unidos
QphoX	Delft, Países Bajos
Arqit	Londres, Reino Unido
Crypta Labs	Londres, Reino Unido
Quantropi	Ottawa, Ontario, Canadá
SeQureNet	París, Francia
SpeQtral	Singapur
QKD Corp	Olching, Alemania

- Detección cuántica: el campo de la detección cuántica está evolucionando rápidamente y pueden surgir otras empresas emergentes en diferentes lugares del mundo. Algunos ejemplos son los siguientes:

Empresa	Seu
Qnami	Basilea, Suiza
ColdQuanta	Boulder, Colorado, Estados Unidos
Atomionics	Singapur
NVision Imaging Technologies	Ulm, Alemania

Panorama de la inversión cuántica

Principales inversores en las empresas emergentes cuánticas

El sector de la tecnología cuántica ha experimentado un aumento de la actividad inversora en los últimos años. Los inversores reconocen el potencial transformador de la tecnología cuántica y tienen interés en dar apoyo a las empresas emergentes innovadoras en este campo.

Las empresas de capital riesgo (CR) son una de las principales fuentes de financiación de las empresas cuánticas que se encuentran en fase inicial y de crecimiento. Las empresas de capital riesgo se han especializado a invertir en empresas emergentes (start-ups) innovadoras y de alto potencial con el objetivo que su inversión genere un rendimiento sustancial. Entre las empresas de capital riesgo más destacadas que han mostrado interés por las empresas emergentes cuánticas hay Andreessen Horowitz, Secoya Capital, Accel Partners, Lux Capital, A&E Investments, Amadeus Capital, Alchemist Accelerator, DCVC, Atomico, Quantonation, Octopus Ventures o SG Innovate..

La inversión corporativa y las asociaciones estratégicas en el espacio cuántico también han sido cruciales. Las grandes corporaciones y compañías tecnológicas de varios sectores están invirtiendo en empresas emergentes cuánticas, formando asociaciones estratégicas para aprovechar su experiencia o adquiriendo empresas emergentes cuánticas para integrar sus tecnologías en la oferta de productos existentes. Empresas como IBM, Google, Microsoft, Intel, Robert Bosch y Airbus han creado departamentos dedicados a la cuántica o han invertido en empresas emergentes para tener una ventaja competitiva.

Gobiernos y grandes corporaciones tecnológicas están invirtiendo en empresas emergentes cuánticas: compañías como IBM, Google, Microsoft, Intel, Robert Bosch y Airbus han creado departamentos dedicados a la cuántica o han invertido en empresas emergentes para tener una ventaja competitiva

Los gobiernos de todo el mundo reconocen la importancia estratégica de la tecnología cuántica y su potencial para impulsar el crecimiento económico y la seguridad nacional. Como resultado, no sólo proporcionan apoyo financiero, sino que también crean un entorno propicio para las empresas emergentes cuánticas mediante iniciativas políticas y el desarrollo de infraestructuras y plataformas de colaboración, incluyendo el apoyo regulador para ayudarlas a superar el reto de introducir sus tecnologías en el mercado. La implicación de gobiernos e instituciones es esencial para construir un ecosistema de empresas cuánticas emergentes y garantizar el éxito de este sector a largo plazo. Entre los organismos de financiación gubernamental que dan apoyo a las empresas emergentes cuánticas hay la Iniciativa Cuántica Nacional de los Estados Unidos, el programa Quantum Flagship de la Comisión Europea y la Estrategia de Computación Cuántica del Canadá, para citar sólo algunos.

En general, la implicación de las empresas de capital riesgo, de los inversores corporativos y de los organismos públicos de financiación demuestra el interés y la confianza crecientes en el potencial de las tecnologías cuánticas.

Estrategias y retos de inversión

Invertir en el sector cuántico comporta un conjunto único de estrategias y retos. Antes, sin embargo, hay que tener en cuenta algunas consideraciones importantes:

- La auditoría preventiva es esencial a la hora de evaluar las oportunidades de inversión en el sector cuántico. Los inversores tienen que valorar la viabilidad tecnológica real, el potencial de mercado y el panorama competitivo de una empresa cuántica emergente. Entender la experiencia del equipo, la cartera de propiedad intelectual y el modelo de negocio también es esencial para evaluar la viabilidad y la

escalabilidad de la empresa.

- Es especialmente importante evaluar los riesgos y las ventajas de invertir en empresas cuánticas emergentes que justo empiezan. Las que se encuentran en la fase inicial tienen que hacer frente a riesgos técnicos y de comercialización. La mayoría de las tecnologías cuánticas todavía se encuentran en una etapa temprana y hay incertidumbres sobre la acogida por parte del mercado y la viabilidad a largo plazo. Los inversores tienen que evaluar esmeradamente los riesgos asociados a los retos tecnológicos, los obstáculos reguladores y la dinámica del mercado, y al mismo tiempo tener en cuenta las posibles recompensas de ser uno de los pioneros en el mercado de la tecnología cuántica.
- La tecnología cuántica es un campo que evoluciona rápidamente, y los inversores tienen que tener una perspectiva a largo plazo cuando consideren invertir en este sector. Aunque la tecnología tiene un potencial inmenso, la comercialización y la adopción generalizada de los avances pueden tardar tiempos. Los inversores tienen que ajustar sus expectativas al calendario de avances tecnológicos y la madurez del mercado, entendiendo que las inversiones en este campo requieren paciencia y un apoyo sostenido.

Ha habido algunas adquisiciones exitosas que demuestran la rentabilidad potencial de la inversión en este sector. Sin embargo, también ponen de relieve la importancia de la innovación continua, los avances técnicos y las asociaciones estratégicas para el crecimiento y el éxito de las empresas cuánticas emergentes a largo plazo. Además, los inversores empiezan a diversificar su cartera, invirtiendo en una serie de tecnologías cuánticas para mitigar los riesgos y capitalizar el impacto de la tecnología cuántica en múltiples industrias.

En definitiva, navegar por el espacio de la inversión cuántica, como ejemplo destacado de tecnología profunda, exige evaluar esmeradamente las oportunidades de inversión, valorar los riesgos y las recompensas y tener una perspectiva a largo plazo. A medida que el mercado de las tecnologías cuánticas sigue evolucionando, los inversores que participan activamente en este sector tienen la oportunidad de configurar el futuro de la tecnología cuántica y obtener beneficios de este campo transformador.

Patentes cuánticas: protección de la innovación

Patentar las tecnologías cuánticas

Las patentes tienen un papel crucial para proteger e incentivar la innovación en el ámbito de la tecnología cuántica. Son fundamentales para impulsar la innovación y la comercialización en este sector, ya que proporcionan una ventaja competitiva y atraen inversiones, colaboraciones y asociaciones estratégicas que aceleran el proceso de transformación de las innovaciones en las aplicaciones prácticas.

En el ámbito cuántico, las patentes abarcan una amplia gama de tecnologías. En la computación cuántica, se pueden solicitar patentes para nuevos diseños de hardware, software cuántico, técnicas de corrección de errores, métodos de optimización, etc. En la comunicación cuántica, pueden estar relacionadas con sistemas de distribución segura de claves cuánticas (QKD), protocolos de criptografía cuántica y arquitecturas de redes cuánticas. Las patentes de detección cuántica pueden incluir innovaciones de medición de alta precisión, técnicas de metrología cuántica y sistemas de imagen. Crear una sólida cartera de patentes cuánticas requiere un enfoque estratégico. Las empresas de nueva creación tienen que identificar sus principales innovaciones, evaluar la posibilidad de patentar las invenciones y desarrollar una estrategia global de patentes. Eso puede incluir la presentación de patentes para tecnologías clave, variaciones y aplicaciones potenciales.

Panorama de las patentes cuánticas

Si bien las publicaciones, que se pueden considerar una manera de medir la actividad de investigación genérica en este campo, han ido aumentando continuamente en los últimos años, la evolución de las patentes en tecnologías cuánticas ha estado mucho más reciente y repentina. Desde el 2010, las patentes en tecnologías cuánticas estaban dominadas sobre todo por empresas norteamericanas y japonesas (gigantes tecnológicos como IBM, Microsoft, Toshiba, NEC, NTT, Intel, Google, Honeywell, o empresas especializadas en computación cuántica como la canadiense D-WAVE). A partir del 2015, se observa un predominio claro de los solicitantes de la China, con aportaciones importantes de diferentes tipos de organizaciones: empresas privadas, empresas estatales e instituciones de investigación. El número de patentes presentadas por solicitantes de países de la Unión Europea se mantuvo estable durante la mayor parte de este periodo, pero en los últimos dos años se ha registrado un aumento significativo, con un papel destacado de empresas como Deutsche Telekom, IBM Deutschland, Bosch, Atos y Thales, como también de organizaciones de investigación (CNRS y CEA).

En general, los centros de investigación y las empresas emergentes de la Unión Europea presentan menos solicitudes de patentes, aunque la UE dispone de un buen ecosistema de empresas derivadas y empresas emergentes. Una posible explicación podría ser que la actividad de innovación tecnológica de los actores más pequeños de la UE es más reciente (los datos analizados no incluyen las patentes presentadas durante los últimos dieciocho meses) y es probable que el número de patentes aumente en los próximos años. Las empresas emergentes cuánticas reconocen la importancia de proteger las patentes y las presentan estratégicamente para establecer una sólida cartera de propiedad intelectual, asegurarse una posición competitiva y atraer oportunidades de inversión y asociación. Las empresas emergentes suelen adoptar un enfoque proactivo en materia de patentes, y las presentan en una fase temprana para proteger sus tecnologías e innovaciones básicas.

De hecho, la Unión Europea (UE-27) tiene el número mayor de empresas emergentes y empresas derivadas en el campo de la computación y la comunicación cuánticas, seguida de los Estados Unidos. Ahora bien, en relación con su población, las cifras del Canadá y el Reino Unido son superiores. En Europa, destacan Alemania, Francia y España con los números más elevados, mientras que los Países Bajos, Austria y Suiza tienen el número per

cápita más alto. En España, el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) es el principal solicitante de patentes, seguido de su empresa derivada Quside Technologies (Barcelona), la agencia estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la gran corporación Telefónica (Madrid) y la Universidad de Vigo (Galicia).

Superación de los retos y perspectivas de futuro

Retos tecnológicos

- Retos de escalabilidad en los sistemas y las infraestructuras cuánticas: uno de los principales retos tecnológicos en este campo es la escalabilidad de los sistemas de computación cuántica para dar cabida a más bits cuánticos y mejorar la potencia de cálculo. Superar las limitaciones de los sistemas cuánticos actuales y desarrollar arquitecturas escalables es crucial para aprovechar todo el potencial de la tecnología cuántica. Para las aplicaciones prácticas, también es esencial crear algoritmos que ofrezcan un aumento exponencial real de la velocidad, más allá de los pocos que se conocen hoy día.
- Reducción del ruido y de los errores en los cálculos cuánticos, y también en las comunicaciones y la detección: los sistemas cuánticos tienden a cometer errores causados por el ruido ambiental y la decoherencia cuántica. Los investigadores trabajan activamente para desarrollar técnicas de corrección de errores en computación y mejorar la estabilidad de los sistemas cuánticos con el objetivo de minimizar los errores y aumentar la fiabilidad de los cálculos y las comunicaciones cuánticas. Hacen falta mejoras drásticas para conseguir una computación cuántica tolerante a errores de muchos bits cuánticos.
- Mejora del hardware cuántico y de la estabilidad: obviamente, la robustez del hardware cuántico tiene un papel esencial en el funcionamiento de los sistemas cuánticos. Hay que avanzar en la ciencia de los materiales, las técnicas de fabricación y las tecnologías de refrigeración con el fin de mejorar la estabilidad, el tiempo de coherencia y el control de los bits cuánticos. Mejorar el hardware cuántico es clave para poder hacer operaciones cuánticas más robustas y precisas.

Consideraciones éticas y normativas

- La comunicación cuántica promete una encriptación muy segura e imposible de descifrar, pero también plantea problemas de aceptabilidad y de adaptación a las redes y a los sistemas actuales. El desarrollo de protocolos de seguridad sólidos y la resolución de estos problemas son vitales para garantizar la adopción segura y generalizada de las tecnologías de comunicación cuántica.
- Las tecnologías cuánticas tienen un impacto potencial en varios campos, como la criptografía y la futura inteligencia artificial. Hay que abordar las consideraciones éticas en torno al uso de las tecnologías cuánticas; por ejemplo, el impacto en las

normas de encriptación y los posibles sesgos en los algoritmos cuánticos, con el fin de garantizar un despliegue responsable y equitativo de las soluciones cuánticas.

- A medida que avancen las tecnologías cuánticas, habrá que establecer marcos reguladores y normas que aborden las implicaciones éticas, de seguridad y de protección. Los gobiernos y las organizaciones internacionales tienen un papel crucial en la elaboración de reglamentos y normas adecuados que guíen el desarrollo y el despliegue responsables de las tecnologías cuánticas.

Conclusiones

Las empresas emergentes, las inversiones y las patentes cuánticas son instrumentos de gran importancia para impulsar el avance rápido de la tecnología cuántica. Las empresas emergentes aprovecharán el potencial de la computación, la comunicación y la detección cuánticas, como también de las tecnologías impulsadas por la cuántica, para crear soluciones, productos y servicios innovadores que den respuesta a problemas complejos. A la vez, las inversiones en empresas emergentes cuánticas están impulsando los trabajos de investigación y desarrollo y promoviendo la comercialización de las tecnologías cuánticas. Las patentes, a su vez, tienen un papel vital en la protección de la propiedad intelectual, el fomento de la innovación y la atracción de nuevas inversiones.

A medida que el panorama de la tecnología cuántica sigue evolucionando, es crucial abordar los retos tecnológicos, establecer marcos reguladores, fomentar la colaboración y prever el impacto potencial de las tecnologías cuánticas en varias industrias y en la sociedad en conjunto. En resumen, con un apoyo y una colaboración constantes, las nuevas empresas cuánticas estarán a la vanguardia de la configuración del futuro de la tecnología cuántica y desplegarán todo su potencial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Technology Monitor*.

**Silvia Carrasco**

Silvia Carrasco es directora del programa Transferencia de conocimiento y tecnología (KTT, por sus siglas en inglés) en el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) y vicepresidenta de la cátedra SPIE para la Diversidad en las Ciencias Fotónicas. Doctora por la UPC, ha cursado dos estancias postdoctorales, en la Universidad de Boston y en la Universidad de Harvard, donde trabajó en la investigación sobre las aplicaciones de la fotónica en la biotecnología. Creó la unidad KTT del ICFO, encargada de las actividades de innovación, transferencia de tecnología y divulgación. Actualmente, forma parte del consejo de administración de diversas empresas derivadas del ICFO, y tiene una gran experiencia en divulgación y derechos de propiedad intelectual. Gestiona un programa de enlace corporativo y una cartera de más de cien familias de patentes. Ha creado el LaunchPad del ICFO, una incubadora de empresas emergentes de tecnología profunda, a partir de la cual se han puesto en marcha once empresas derivadas en diversas fases de incubación. Recibió el Premio Fem Talent en 2013 y el Premio Ciudad de Castelldefels de Economía e Innovación en 2019.