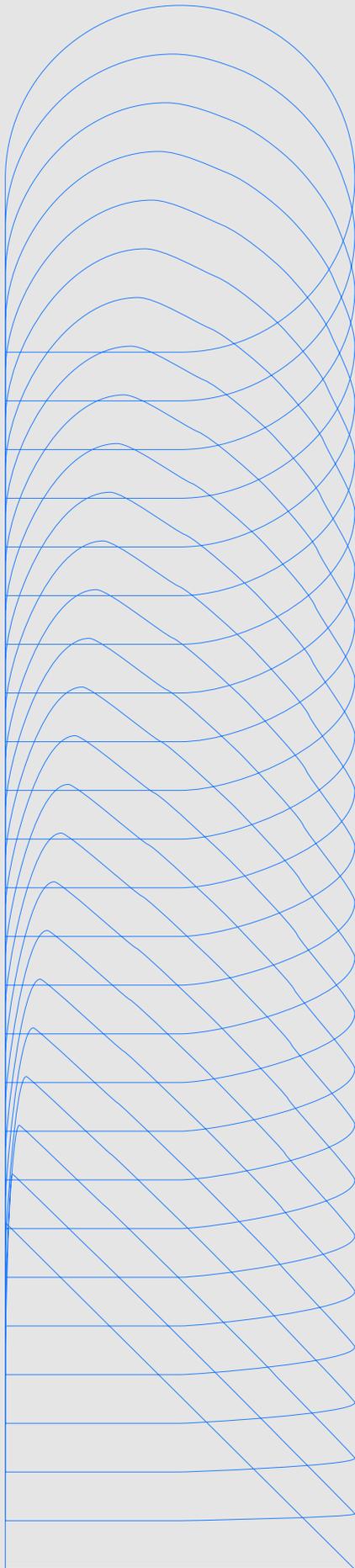




Hoja de ruta de cuántica para empresas

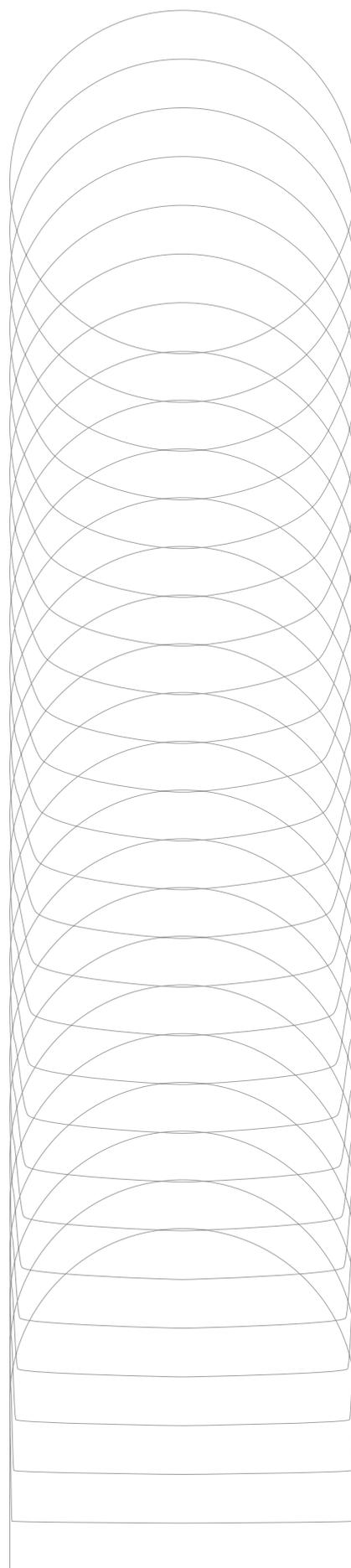
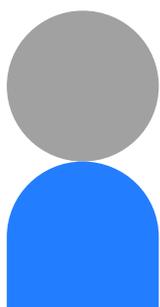


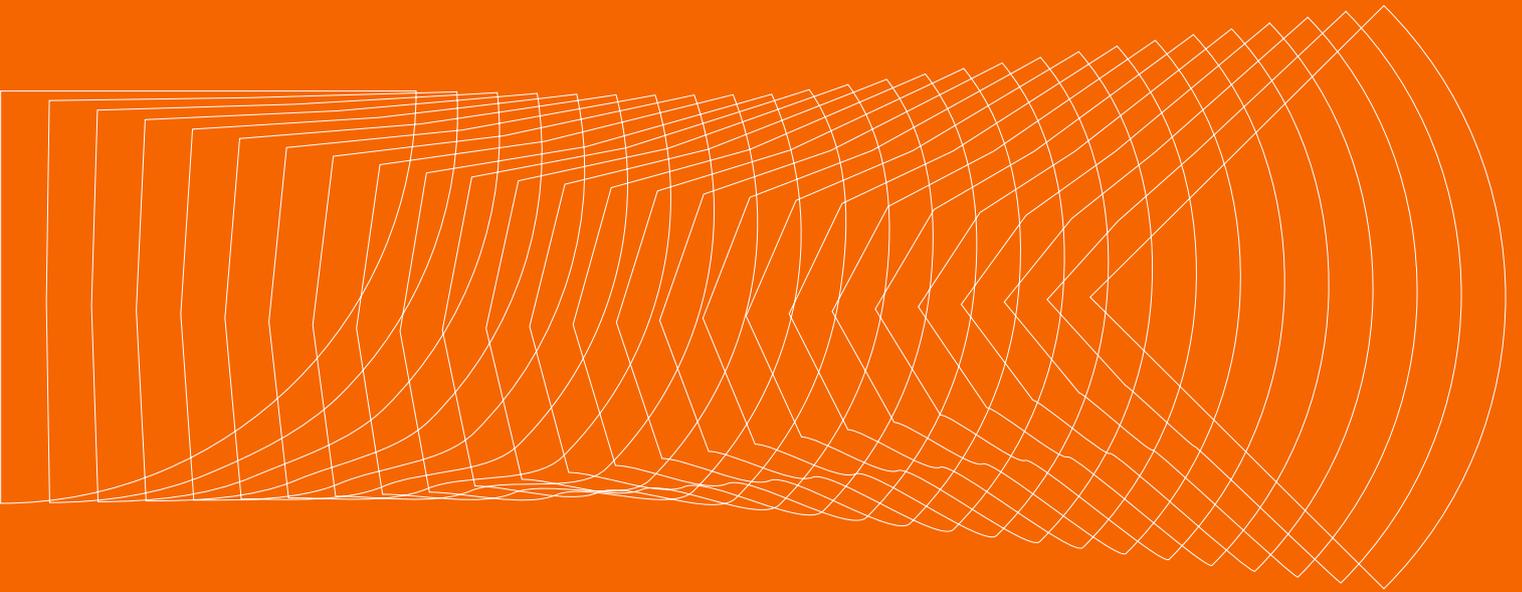
La "Hoja de ruta de cuántica para empresas" es una guía diseñada para ayudar a las empresas a acercarse a las tecnologías cuánticas en sus operaciones. Este documento abarca desde la educación y sensibilización sobre la computación cuántica, hasta la implementación práctica y evaluación continua de estas tecnologías.

La hoja de ruta destaca cómo las empresas podrán llegar a aprovechar el potencial de la computación cuántica para mejorar sus procesos y mantenerse competitivas en un mercado en evolución, proporcionando un marco comprensible para que inicien la exploración y la adopción de la computación cuántica.

Contenido

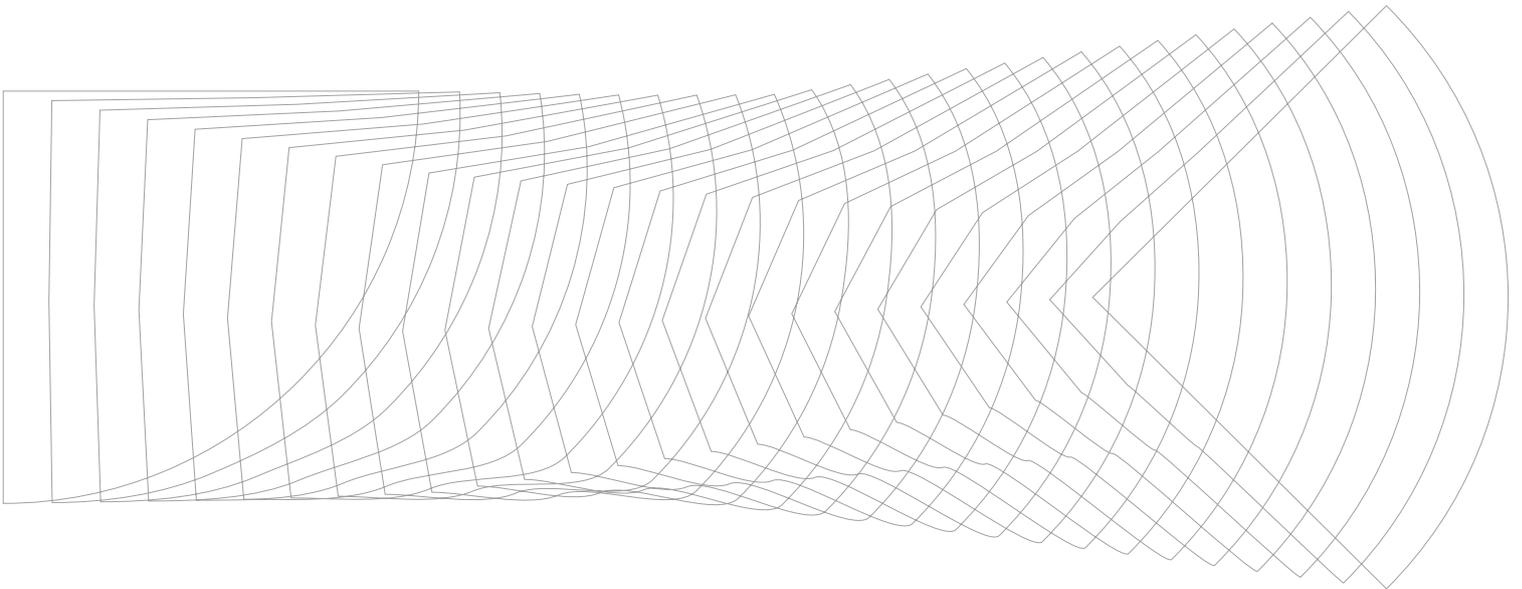
01	La revolución de la inteligencia artificial y la cuántica y su relevancia para las empresas	04
02	Preparando a las organizaciones para la cuántica	10
03	Cómo crear valor en la segunda revolución cuántica	14
04	Gestión de los desafíos y riesgos de la cuántica	18
05	Casos prácticos de aplicación de tecnologías cuánticas en sectores estratégicos	23
06	Hacia un nuevo paradigma tecnológico y empresarial: hoja de ruta	30





1

**La revolución de la
inteligencia artificial y la
cuántica y su relevancia
para las empresas**



1

La revolución de la inteligencia artificial y la cuántica y su relevancia para las empresas

La sinergia entre la inteligencia artificial (IA) y la computación cuántica se perfila como uno de los avances más prometedores para el futuro de la tecnología y el desarrollo empresarial. Esta intersección promete ofrecer un terreno fértil para innovaciones que podrían revolucionar múltiples sectores, desde la salud hasta la energía y la logística.

La colaboración entre estas dos fronteras tecnológicas puede llevar a la creación de soluciones antes impensables. Algunas empresas ya están iniciando el camino.





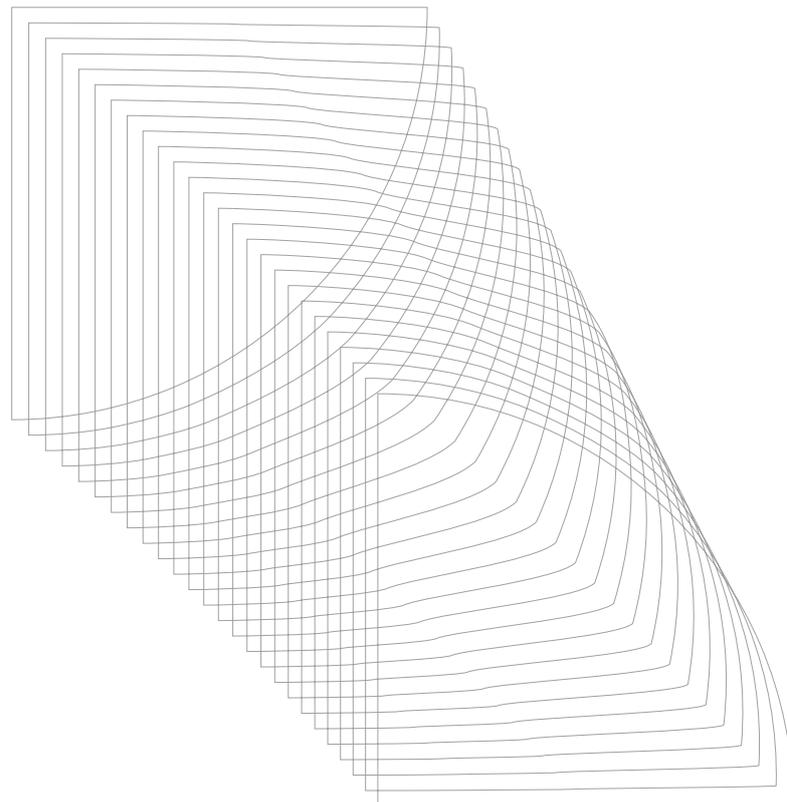
Acelerando el desarrollo de la IA con computación cuántica

Uno de los desafíos más significativos para las compañías de software que desarrollan sistemas de IA es el entrenamiento de modelos complejos, un proceso que puede ser extremadamente lento y consumir una gran cantidad de recursos computacionales con las tecnologías actuales. La computación cuántica, con su capacidad para procesar datos a una velocidad sin precedentes, tiene el potencial de reducir drásticamente estos tiempos de entrenamiento en casos muy concretos. Esto haría el desarrollo de la IA más eficiente y también permitiría la exploración de modelos más complejos y precisos, mejorando significativamente su rendimiento y aplicabilidad.

Y viceversa (I): desarrollo de algoritmos cuánticos con IA

La optimización de algoritmos cuánticos es un campo donde la IA muestra un potencial considerable. A través del aprendizaje automático, es posible diseñar sistemas que aprendan y mejoren la eficacia de los algoritmos cuánticos con el tiempo, ajustándolos para obtener resultados óptimos en aplicaciones específicas. Esto es especialmente relevante en la etapa actual de la computación cuántica, donde el desarrollo de algoritmos eficientes es crucial para aprovechar al máximo el limitado poder computacional de las máquinas cuánticas disponibles hoy en día.

Un ejemplo concreto es en la resolución de problemas de optimización de rutas. Se utiliza un algoritmo cuántico QAOA, para explorar diferentes posibles rutas de forma mucho más rápida que con un algoritmo clásico. Y se aplican técnicas de aprendizaje automático para mejorar continuamente el algoritmo cuántico. La IA analiza los resultados de las rutas generadas y ajusta el algoritmo para que cada vez sea más eficiente.



Y viceversa (II): desarrollo de circuitos cuánticos con IA

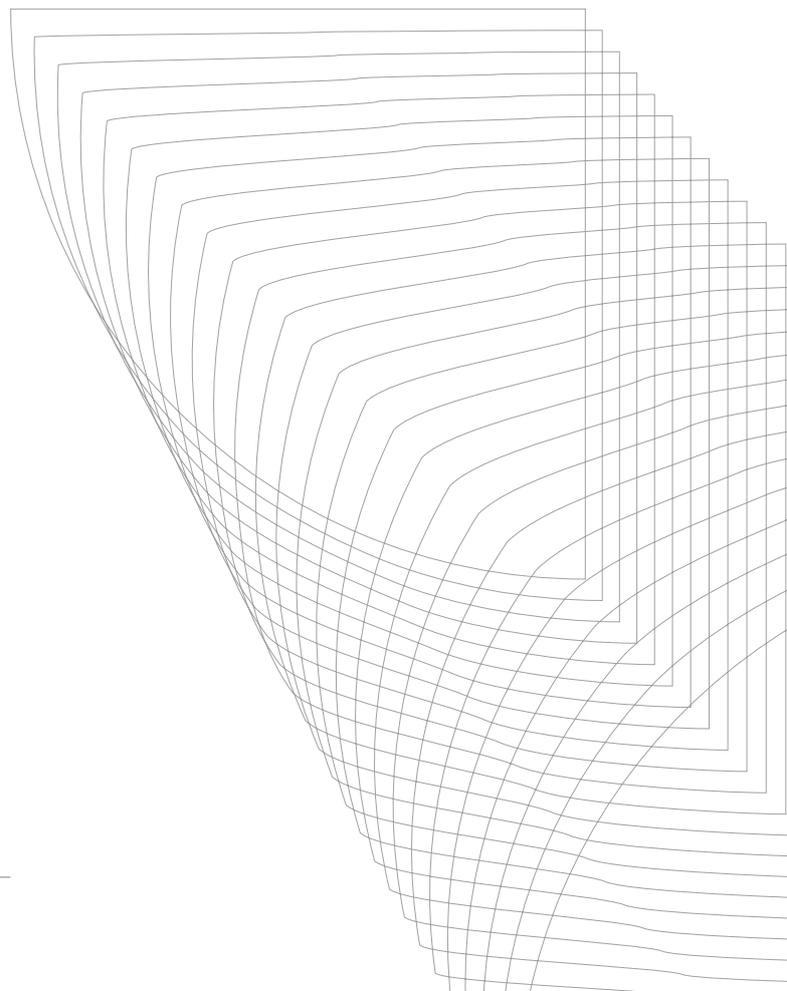
La creación de circuitos cuánticos, que son las estructuras fundamentales en las que se basan los cálculos en computación cuántica, requiere una precisión y optimización extremas para funcionar eficazmente, dada la delicada naturaleza de los qubits y su tendencia a sufrir decoherencia.

Utilizando técnicas de inteligencia artificial, especialmente aprendizaje automático y aprendizaje profundo, es posible automatizar y optimizar el diseño de estos circuitos. Los sistemas de IA pueden aprender de simulaciones y datos experimentales para encontrar configuraciones de circuitos que maximicen la coherencia cuántica, minimicen el error y optimicen la ejecución de operaciones cuánticas específicas. Esta sinergia entre IA y tecnología cuántica aumenta la velocidad y la eficiencia en el diseño de circuitos, y abre nuevas posibilidades en la experimentación cuántica, permitiendo explorar configuraciones que podrían ser demasiado complejas para ser diseñadas manualmente.

El uso de estas técnicas de inteligencia artificial implica la necesidad de integrar computación cuántica y clásica. Esta integración requiere una plataforma de programación híbrida cuántica-clásica como, por ejemplo, NVIDIA CUDA-Q. También es necesaria una arquitectura de referencia que proporcione una integración muy hermética entre procesadores cuánticos y GPUs, como NVIDIA DGX Quantum. La computación cuántica útil será híbrida y estos son pasos en esa dirección.

Otros usos de la inteligencia artificial para la cuántica tienen que ver con la corrección de errores, la calibración y control de procesadores cuánticos, y la compilación de programas cuánticos. Todos ellos son difíciles computacionalmente. Además, frecuentemente, se requiere computación en tiempo real. La inteligencia artificial, y la computación acelerada, pueden resolver estos problemas.

Existen otros ejemplos como el trabajo de IBM y Google. Estas compañías usan sus capacidades en IA para desarrollar circuitos cuánticos que puedan ser usados en sus computadoras cuánticas. Por ejemplo, Google ha utilizado algoritmos de aprendizaje automático para diseñar componentes que mejoren la fidelidad de las operaciones en su procesador cuántico, Sycamore. De manera similar, IBM utiliza herramientas de IA para optimizar la calibración de sus circuitos cuánticos, lo que reduce los errores y mejora la precisión de los cálculos.



Aplicaciones potenciales

Las aplicaciones potenciales de esta sinergia entre inteligencia artificial (IA) y computación cuántica son múltiples y prometedoras en diversos campos. En el ámbito financiero, por ejemplo, esta combinación podría tener aplicaciones en el análisis de riesgos y la predicción de mercados, ofreciendo modelos mucho más precisos y veloces. Similarmente, en el sector energético, la computación cuántica podría conducir al desarrollo de nuevos materiales

o mejorar la eficiencia energética mediante la simulación cuántica de propiedades materiales.

En el campo de la salud, la capacidad de simular con precisión interacciones moleculares complejas gracias a la computación cuántica podría llegar a acelerar el desarrollo de nuevos medicamentos, marcando una diferencia significativa en la lucha contra enfermedades que hoy son difíciles de tratar.





Limitaciones de los ordenadores tradicionales y el salto cuántico

Problemas con muchas potenciales

soluciones: En escenarios donde el número de variables y restricciones crece, el tiempo requerido para resolver estos problemas crece de manera exponencial. Esto es común en optimización y logística, donde encontrar la mejor solución puede volverse computacionalmente inviable con métodos convencionales.

Búsquedas en bases de datos masivas:

A medida que las bases de datos crecen en tamaño, encontrar información específica usando algoritmos clásicos se vuelve más lento y menos eficiente.

Simulación de sistemas naturales:

Los sistemas complejos como los climáticos o biológicos involucran un gran número de variables interconectadas, lo que hace que su simulación sea un desafío significativo con tecnologías actuales.

Factorización de números primos:

Esencial para la criptografía, la factorización de números grandes es un proceso que consume mucho tiempo en computadoras clásicas y es un ejemplo típico de un problema que se beneficiaría enormemente de la computación cuántica.



Expectativas de mejora con la computación cuántica

Factorización de números grandes:

el algoritmo de Shor, específicamente diseñado para computadoras cuánticas, puede factorizar números mucho más rápidamente que cualquier algoritmo clásico conocido. Por ejemplo, factorizar un número de 2048 bits (un tamaño común en la criptografía actual) podría tomar miles de años con la tecnología actual, mientras que una computadora cuántica podría teóricamente realizar esta tarea en días o incluso horas, dependiendo de la cantidad de qubits y la eficacia del sistema cuántico.

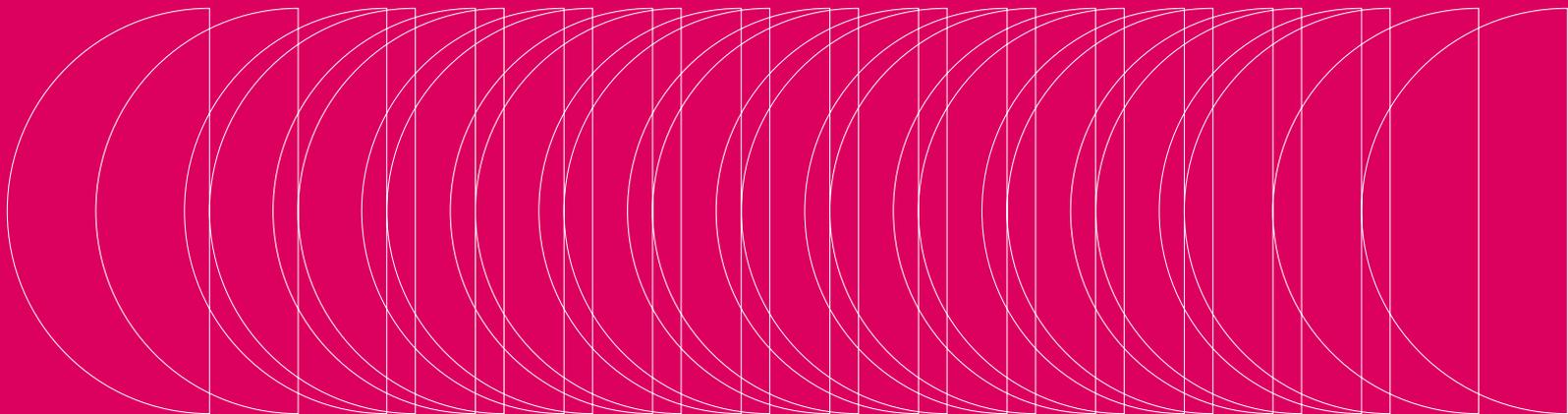
Búsqueda en bases de datos: el algoritmo de Grover, otro algoritmo cuántico, proporciona una mejora cuadrática en la búsqueda de bases de datos no estructuradas. Esto significa que, si una base de datos tiene un millón de elementos, un algoritmo clásico podría requerir hasta un millón de operaciones para encontrar el elemento deseado, mientras que Grover podría hacerlo en aproximadamente mil operaciones.

Simulaciones de materiales y moléculas:

Las simulaciones cuánticas pueden evaluar propiedades de materiales y moléculas con una precisión y velocidad que los métodos clásicos no pueden igualar. Por ejemplo, simular la dinámica de electrones en materiales complejos o moléculas biológicamente relevantes puede llevar años de cálculo en supercomputadoras clásicas. En contraste, una computadora cuántica podría reducir potencialmente esto a semanas o días, permitiendo experimentación y descubrimiento mucho más rápidos.

Optimización de sistemas grandes:

En problemas de optimización donde las variables y las restricciones son extremadamente numerosas, como en la planificación de rutas para logística global o en la gestión de redes eléctricas, las computadoras cuánticas podrían encontrar soluciones óptimas mucho más rápidamente que las técnicas clásicas, que a menudo deben recurrir a soluciones aproximadas debido a limitaciones computacionales.

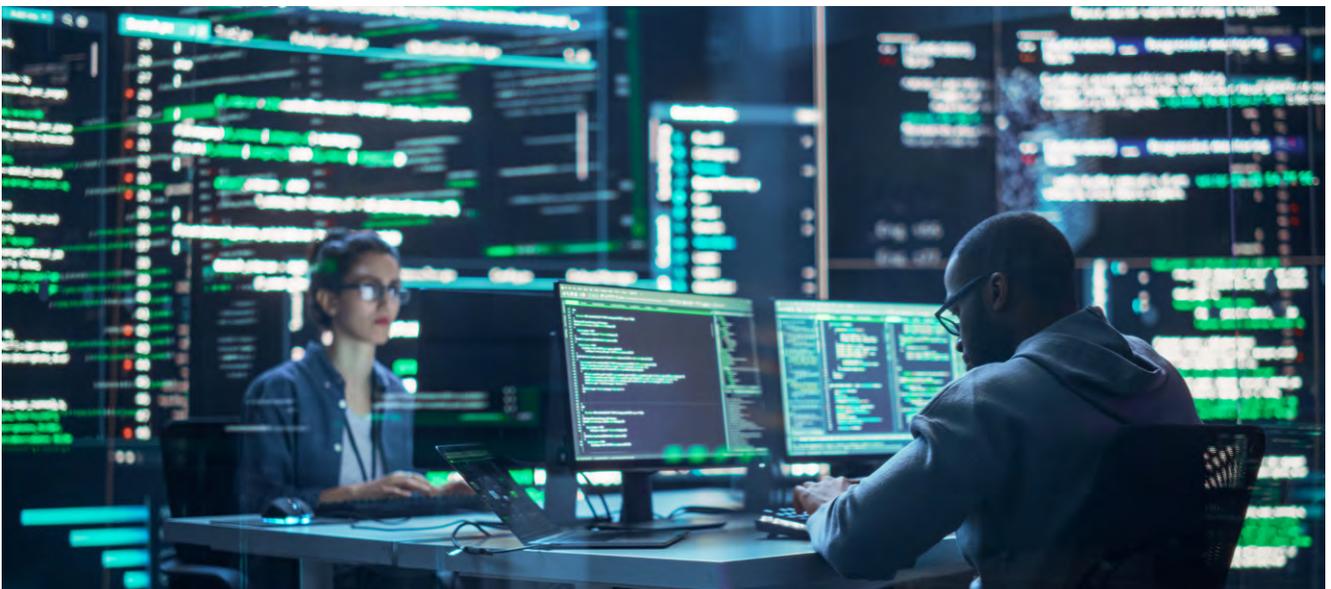


Preparando a las organizaciones para la cuántica

2

Preparando a las organizaciones para la cuántica

Este capítulo proporciona las estrategias y recomendaciones para las empresas que buscan acercarse a las tecnologías cuánticas, incluyendo la formación de equipos y la evaluación de necesidades tecnológicas.



Adopción gradual y pilotaje

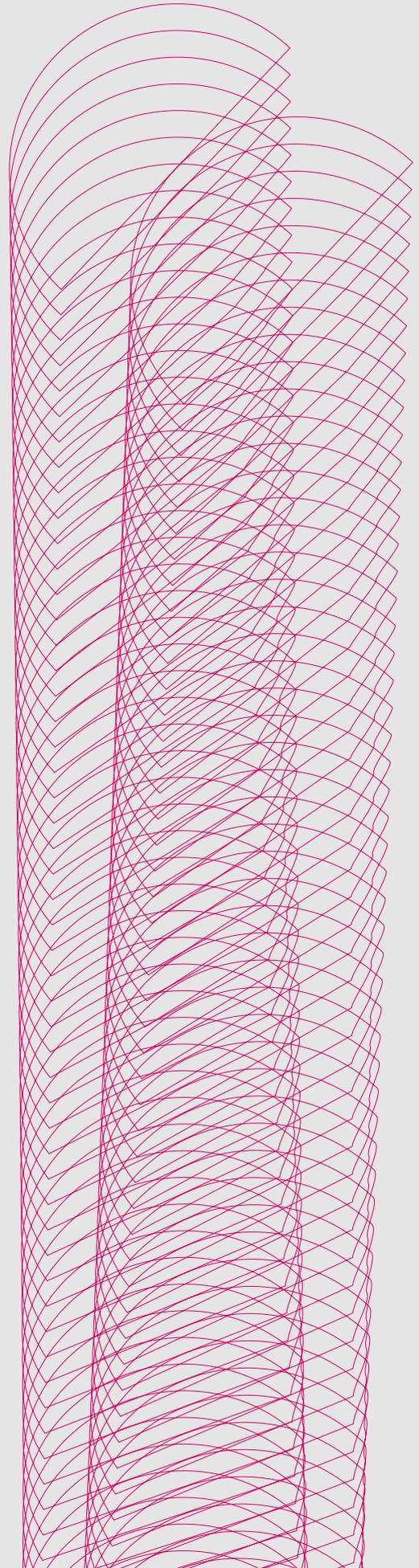
La implementación de tecnologías cuánticas no tiene que ser un todo o nada. Las organizaciones pueden comenzar con proyectos piloto que les permitan experimentar con aplicaciones cuánticas en un entorno controlado. Esto ayuda a entender mejor las capacidades y limitaciones de la computación cuántica y, además, permite evaluar su impacto en procesos específicos sin comprometer operaciones críticas.

Educación y concienciación

El segundo paso hacia la adopción de la computación cuántica es la educación. Las organizaciones deben invertir en la formación de sus empleados y directivos sobre qué es la computación cuántica, cómo funciona, qué limitaciones tiene y qué aplicaciones puede llegar a tener en su sector específico. De esta manera, aumenta la concienciación sobre su potencial, y prepara el terreno para una adopción más efectiva cuando la tecnología esté más desarrollada y sea accesible.

Evaluación de necesidades y capacidades

Antes de embarcarse en proyectos cuánticos, es fundamental que las organizaciones evalúen sus necesidades tecnológicas y su capacidad para adoptar estas nuevas tecnologías. Esto implica realizar un análisis profundo de los procesos actuales, identificar áreas donde la computación cuántica podría ofrecer mejoras significativas y evaluar si la infraestructura existente puede soportar la integración de tecnologías cuánticas.



Formación de equipos multidisciplinares

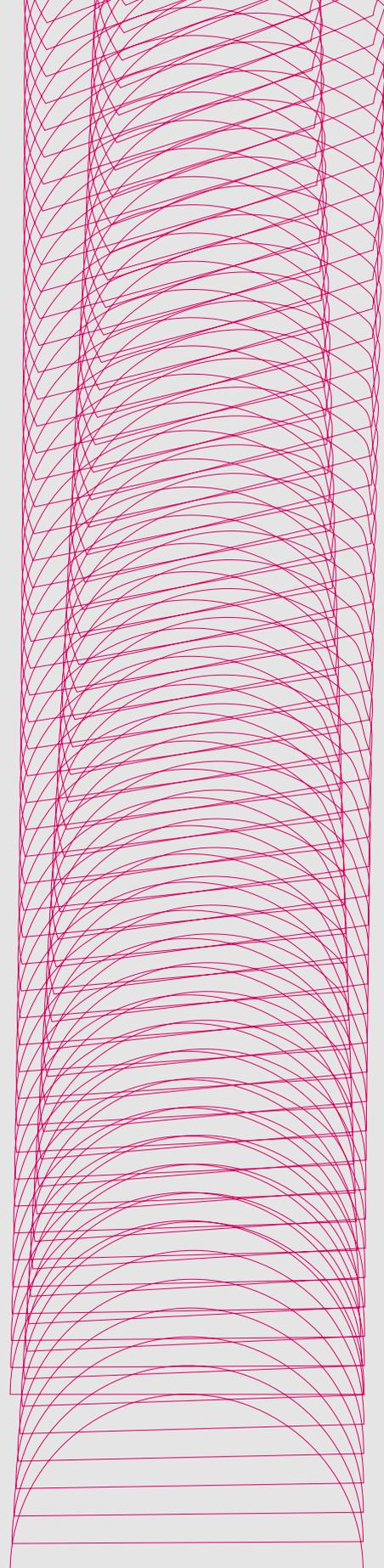
La computación cuántica es un área altamente especializada que requiere un conocimiento profundo tanto en física cuántica como en informática. Aquellas empresas que quieran profundizar y llevar a cabo proyectos de implementación de computación cuántica, deberán formar equipos multidisciplinares que incluyan físicos, ingenieros, científicos de datos e informáticos. La colaboración entre estas disciplinas es fundamental para desarrollar soluciones cuánticas efectivas y para traducir las capacidades cuánticas en aplicaciones prácticas para la empresa.

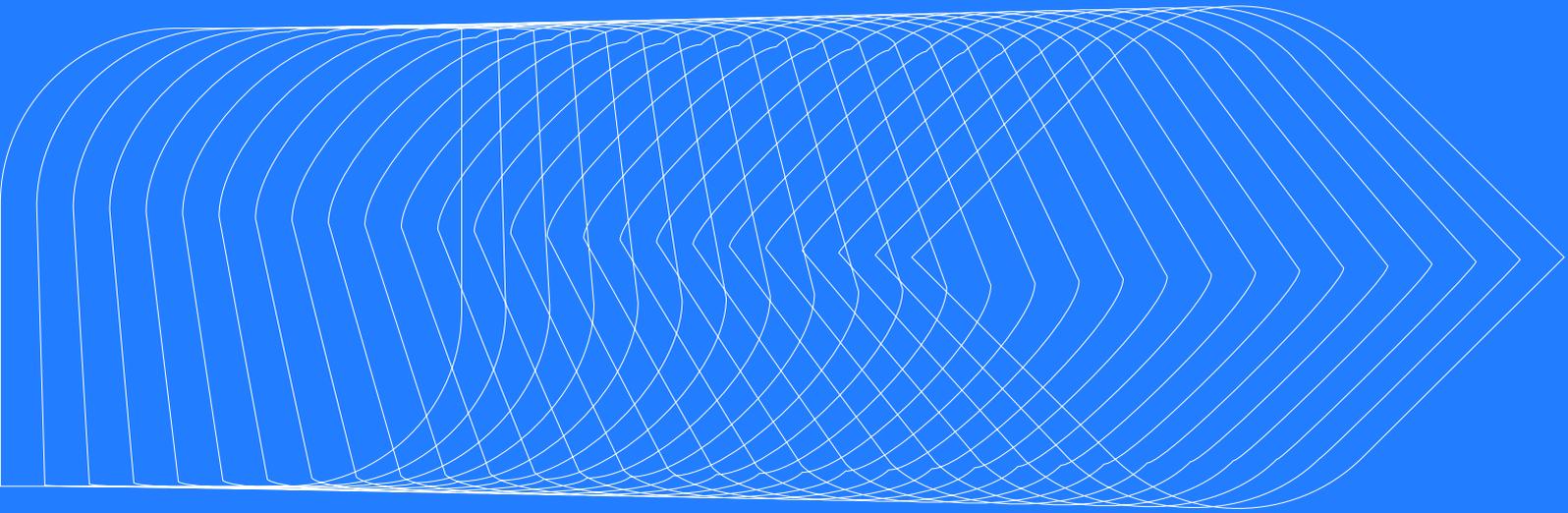
Alianzas estratégicas

Dada la complejidad y el coste de desarrollo de la tecnología cuántica, las alianzas estratégicas con universidades, institutos de investigación y empresas pioneras en el campo cuántico pueden ser una vía efectiva para acceder a conocimientos, tecnologías y talento. Estas colaboraciones pueden ayudar a las organizaciones a mantenerse al día con los avances tecnológicos, reducir riesgos y acelerar el desarrollo de aplicaciones cuánticas.

Preparación para la seguridad cuántica

En el contexto de una creciente adopción de tecnologías cuánticas, la seguridad informática se enfrenta a desafíos y oportunidades sin precedentes. La preparación para la seguridad cuántica involucra dos componentes principales: la criptografía cuántica y la criptografía post-cuántica. Cada uno aborda aspectos diferentes de la seguridad en un entorno afectado por las capacidades de la computación cuántica.





Cómo crear valor en la segunda revolución cuántica

3

Cómo crear valor en la segunda revolución cuántica

Las empresas, desde startups hasta corporaciones multinacionales, se encuentran ante la posibilidad de aprovechar la computación cuántica para resolver problemas hoy inabordables, optimizar procesos y potencialmente desbloquear nuevas oportunidades de mercado. A continuación, se exploran estrategias efectivas para integrar la computación cuántica en el tejido empresarial, maximizando su potencial disruptivo.



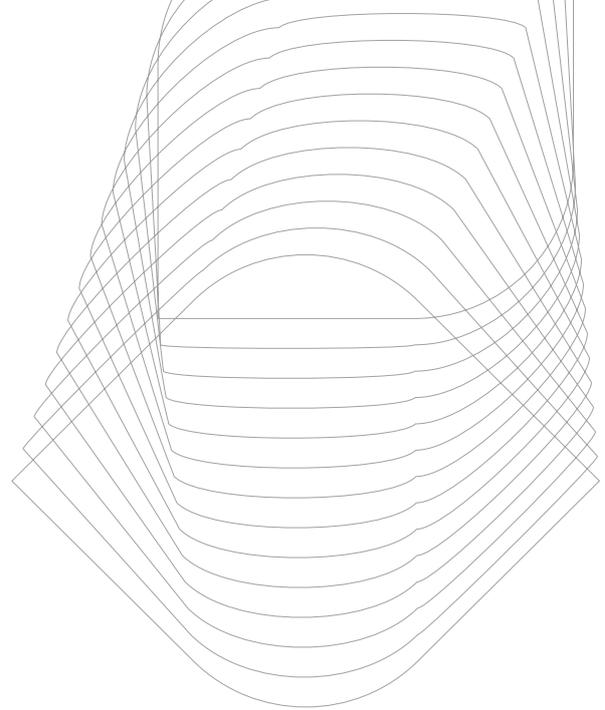


Identificar problemas complejos

El primer paso para crear valor en la era de la computación cuántica es identificar problemas complejos que sean intratables para las computadoras clásicas. Esto incluye desafíos en criptografía, simulación de materiales y moléculas, optimización de sistemas logísticos, y análisis de grandes volúmenes de datos. La capacidad de las computadoras cuánticas para procesar rápidamente información las convierte en la herramienta ideal para abordar estos problemas.

Desarrollar algoritmos cuánticos

La creación de algoritmos cuánticos específicos para las necesidades de cada empresa es crucial para aprovechar plenamente las capacidades de la computación cuántica. Estos algoritmos, diseñados para operar sobre los principios de superposición y entrelazamiento, pueden realizar cálculos a una velocidad y eficiencia inalcanzables para las computadoras clásicas. El desarrollo de estos algoritmos requiere un profundo entendimiento tanto de la teoría cuántica como de las problemáticas específicas de la industria.

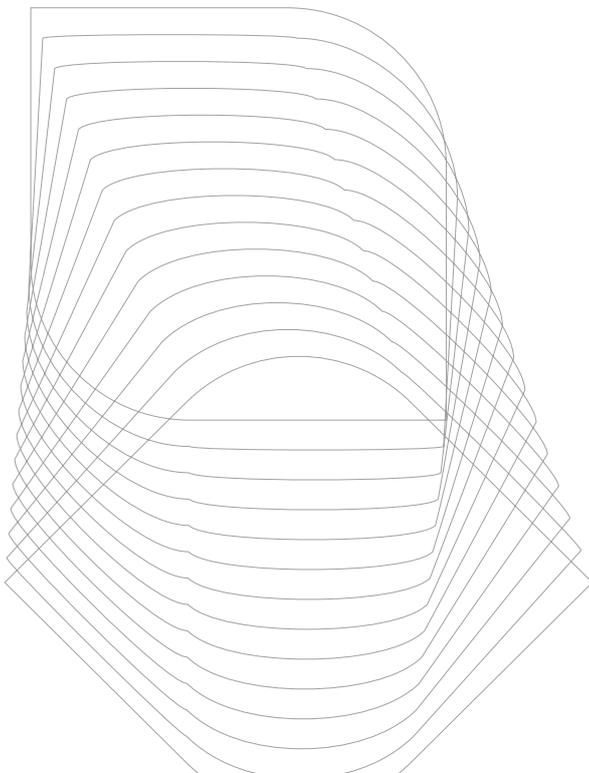


Optimizar modelos de machine learning existentes

La computación cuántica también presenta un enorme potencial para hacer más eficientes los modelos de machine learning (ML) actuales, en términos de tiempo, coste y consumo energético. Además, el emergente campo del Quantum Machine Learning (QML) promete desarrollar modelos con mayor precisión, una mejor capacidad de detectar patrones y la posibilidad de entrenar con conjuntos de datos más pequeños. Esto puede resultar en implementaciones más ágiles y efectivas de ML, especialmente en aplicaciones donde los patrones son extremadamente complejos. La integración de QML en los procesos empresariales actuales podría optimizar los recursos y, adicionalmente, podría abrir nuevas fronteras en la analítica avanzada y la toma de decisiones basada en datos.

Crear nuevas oportunidades de mercado

Más allá de mejorar procesos y resolver problemas existentes, la computación cuántica abre un panorama de nuevas oportunidades de mercado. Desde el diseño de nuevos materiales con propiedades a medida hasta la creación de medicamentos personalizados mediante la simulación de interacciones moleculares, las aplicaciones prometen ser múltiples.



Áreas clave donde la computación cuántica puede aportar valor real

La [habilidad para simular moléculas y reacciones químicas con precisión](#) a nivel cuántico puede llegar a acelerar el [descubrimiento de nuevos materiales y medicamentos](#). Esta capacidad tiene un impacto transformador en sectores críticos como el farmacéutico, la energía y los materiales avanzados, donde la rapidez en la innovación puede ser crucial para el liderazgo en el mercado y para responder a desafíos globales, como las enfermedades emergentes y el cambio climático.

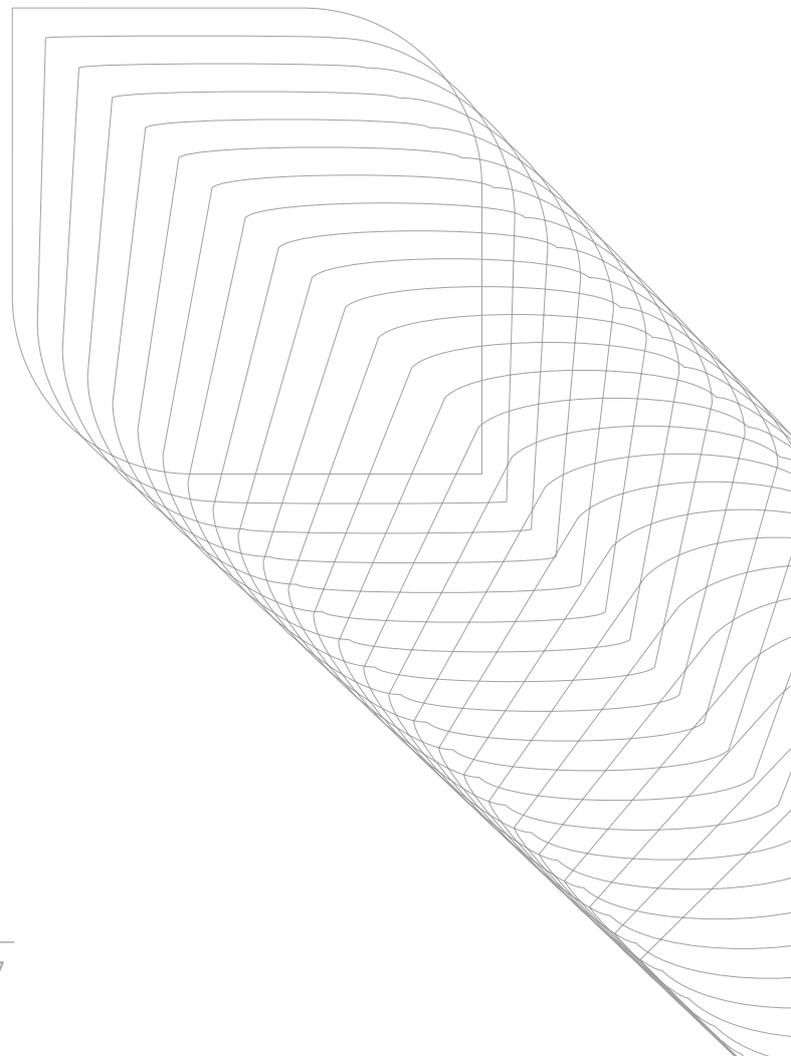
La computación cuántica también podría acelerar el descubrimiento y desarrollo de nuevas fuentes de energía limpia y tecnologías de almacenamiento de energía. Al poder simular y analizar las propiedades de materiales y procesos energéticos a una escala cuántica, los investigadores podrían innovar más rápidamente en la creación de soluciones energéticas más eficientes y menos contaminantes.

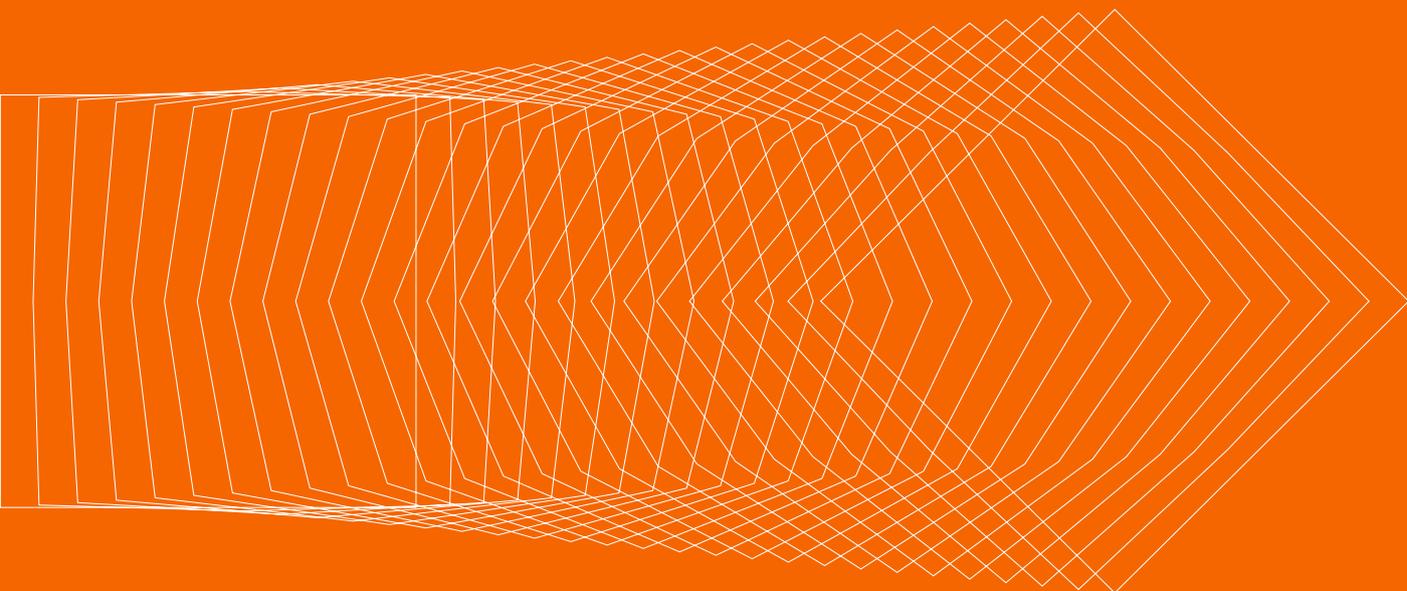
En el ámbito de la planificación urbana y la gestión del tráfico, la computación cuántica podría optimizar los flujos de tráfico en tiempo real, reducir la congestión y mejorar la eficiencia del transporte público. Otro ejemplo: en la ingeniería y el diseño de sistemas, desde dispositivos electrónicos hasta grandes maquinarias, la computación cuántica permitiría a los diseñadores evaluar más eficazmente las propuestas de diseño y optimizarlas para el rendimiento y la eficiencia antes de la construcción física.

Los algoritmos cuánticos poseen la capacidad de procesar y analizar datos muy eficientemente. Esto abre [nuevas oportunidades en campos como la inteligencia artificial y el machine learning](#), desde el reconocimiento de patrones complejos hasta la optimización de la toma de decisiones basada en grandes conjuntos de datos. En sectores donde el análisis de datos es fundamental, como en las finanzas, la salud y la seguridad nacional, la computación cuántica podría llegar a ser un punto de inflexión, proporcionando insights más profundos y rápidos que nunca antes.

En cuanto a la [ciberseguridad](#), la tecnología cuántica ofrece promesas de avances significativos mediante el desarrollo de sistemas de criptografía cuántica. Estos sistemas son prácticamente invulnerables tanto a los ataques de ordenadores clásicos como cuánticos, asegurando la protección de la información crítica. Esta ventaja es esencial en un mundo donde la seguridad de la información se convierte en una preocupación cada vez mayor.

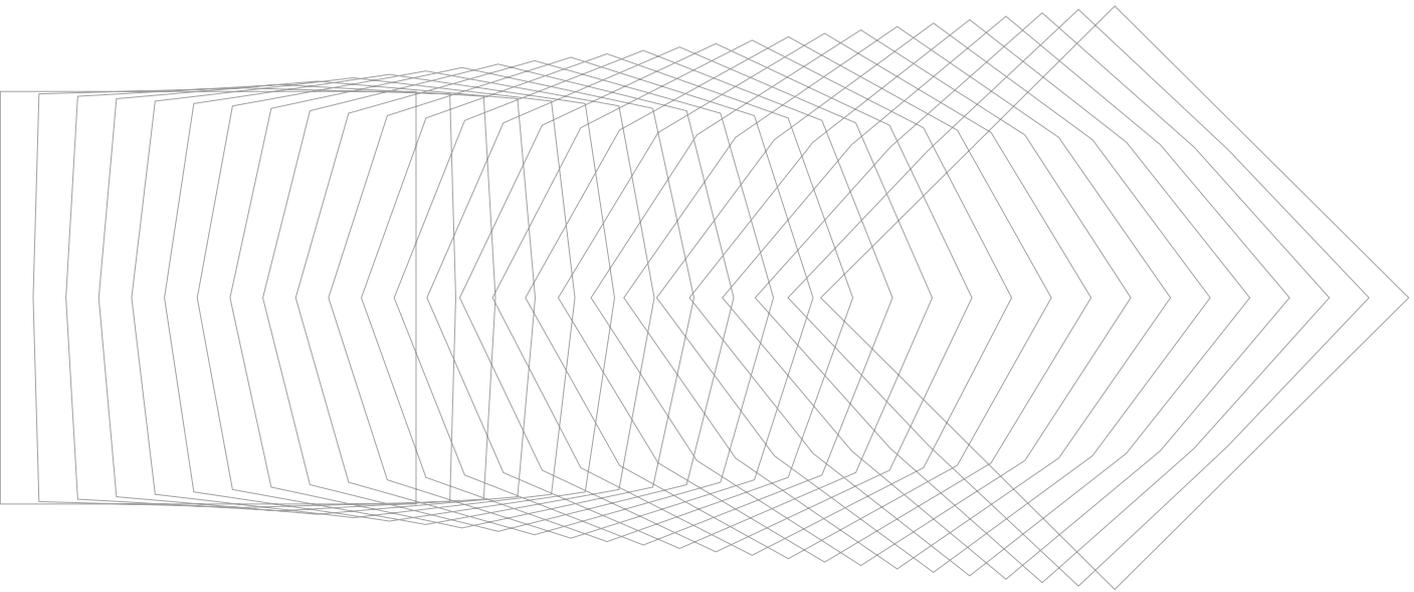
Además, la computación cuántica tiene el potencial de optimizar procesos complejos y resolver problemas de optimización que resultan intratables para los ordenadores clásicos. Para ver ejemplos concretos de nuevas oportunidades de mercado, ver capítulo [Casos prácticos de aplicación de tecnologías cuánticas en sectores estratégicos](#).





■ 4

Gestión de los desafíos y riesgos de la cuántica



■ 4 Gestión de los desafíos y riesgos de la cuántica

La computación cuántica, con su promesa de revolucionar la resolución de problemas y el procesamiento de datos, también trae consigo una serie de desafíos y riesgos únicos que las organizaciones y la sociedad en general deben gestionar cuidadosamente. Estos riesgos abarcan desde la seguridad cibernética hasta la inversión en tecnología emergente, cada uno con sus propias complejidades y soluciones potenciales.



Seguridad cibernética: el talón de Aquiles de la criptografía actual

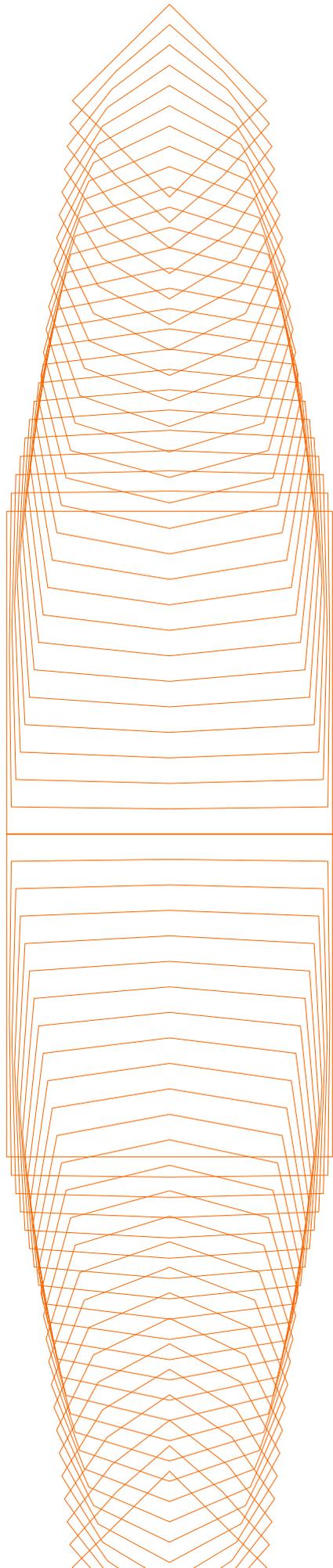
Uno de los mayores desafíos que la computación cuántica presenta es para la seguridad cibernética, particularmente en el ámbito de la criptografía. La criptografía asimétrica, que es fundamental para la seguridad en Internet, se basa en problemas matemáticos complejos que los ordenadores clásicos no pueden resolver en un tiempo práctico. Sin embargo, un ordenador cuántico suficientemente potente podría, en teoría, descifrar estos códigos en fracciones de tiempo, exponiendo datos sensibles y sistemas de comunicación a riesgos sin precedentes.

Para contrarrestar esto, los investigadores están desarrollando la criptografía cuántica y la criptografía post-cuántica, diseñadas para ser seguras contra la capacidad de cálculo de los ordenadores cuánticos. Sin embargo, la transición a estos nuevos sistemas criptográficos es compleja y requiere un esfuerzo concertado de actualización y adaptación de la infraestructura de seguridad existente a nivel global.

La preparación para la seguridad cuántica involucra los dos componentes principales mencionados: la criptografía cuántica y la criptografía post-cuántica. Cada uno aborda aspectos diferentes de la seguridad en un entorno afectado por las capacidades de la computación cuántica. Así:

Criptografía cuántica

La criptografía cuántica utiliza principios de la física cuántica para asegurar la comunicación, ofreciendo protección teóricamente a prueba de violaciones debido a las leyes de la mecánica cuántica. El ejemplo más prominente es la distribución cuántica de claves (QKD, por sus siglas en inglés), que permite a dos partes generar una clave compartida secreta, que luego puede ser utilizada para cifrar y descifrar mensajes. Lo que hace única a la QKD es que cualquier intento de interceptar la clave altera el estado cuántico de los datos, revelando la presencia del espía.



Empresas y gobiernos están explorando activamente la QKD para proteger las comunicaciones críticas. Por ejemplo, redes de QKD ya están siendo implementadas en varios países para proteger la infraestructura de comunicaciones, incluyendo el uso militar y financiero.

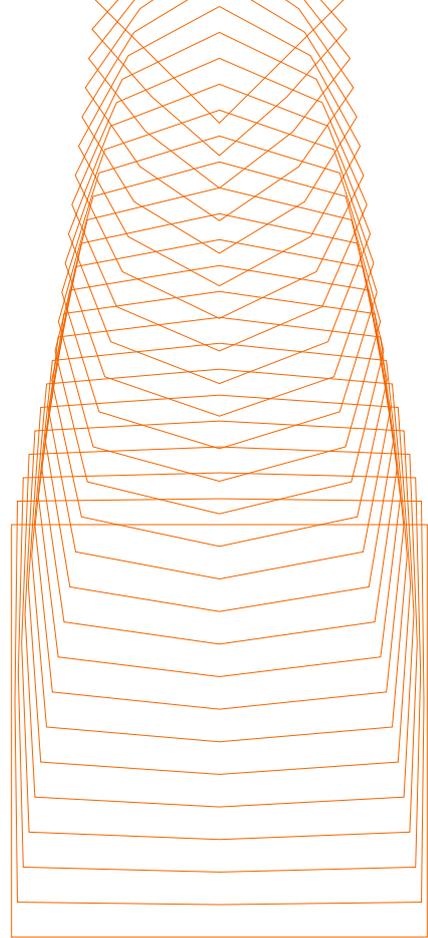
Criptografía post-cuántica

La criptografía post-cuántica, por otro lado, se refiere a algoritmos criptográficos diseñados específicamente para ser seguros contra un ataque de una computadora cuántica. Estos algoritmos no necesariamente dependen de la tecnología cuántica, sino que están diseñados para operar en computadoras clásicas y resistir los métodos de ataque que las computadoras cuánticas facilitan, como la factorización de grandes números enteros, proceso que puede desbaratar la criptografía de clave pública actualmente en uso.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos está liderando el esfuerzo para estandarizar los algoritmos de criptografía post-cuántica. La selección final de estos algoritmos se espera que se complete en los próximos años, y serán fundamentales para la seguridad cibernética en la era post-cuántica.

Para las empresas, prepararse para la seguridad cuántica significa adoptar un enfoque proactivo. Esto incluye la evaluación y posible adopción de tecnologías de QKD para proteger sus comunicaciones más críticas y comenzar la transición hacia algoritmos de criptografía post-cuántica en preparación para futuros desarrollos cuánticos. Además, las empresas deben estar atentas a las actualizaciones de los estándares y estar preparadas para actualizar sus sistemas criptográficos conforme los nuevos estándares post-cuánticos sean publicados.

Esta preparación asegura la protección contra las amenazas cuánticas emergentes, y posiciona a las empresas como líderes en la adopción de tecnologías de vanguardia, crucial para su sostenibilidad y competitividad en el mercado.



Inversión en tecnologías emergentes

Es importante destacar que la gran mayoría de las empresas tendrán acceso y van a consumir la computación cuántica bajo modelos SaaS, es decir como un servicio provisto por empresas especializadas y accesible en la nube.

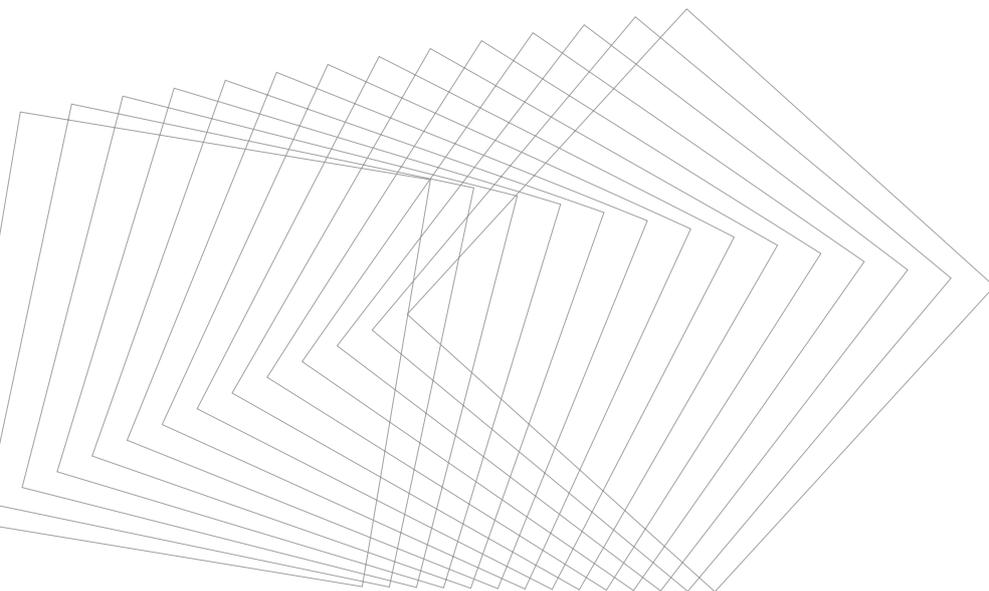
La preferencia por estos modelos se debe a la complejidad y coste que un laboratorio u ordenador cuántico requiere: inversiones sustanciales en investigación, desarrollo e infraestructura cuántica, equipos especializados, entornos de laboratorio controlados y talento altamente cualificado.

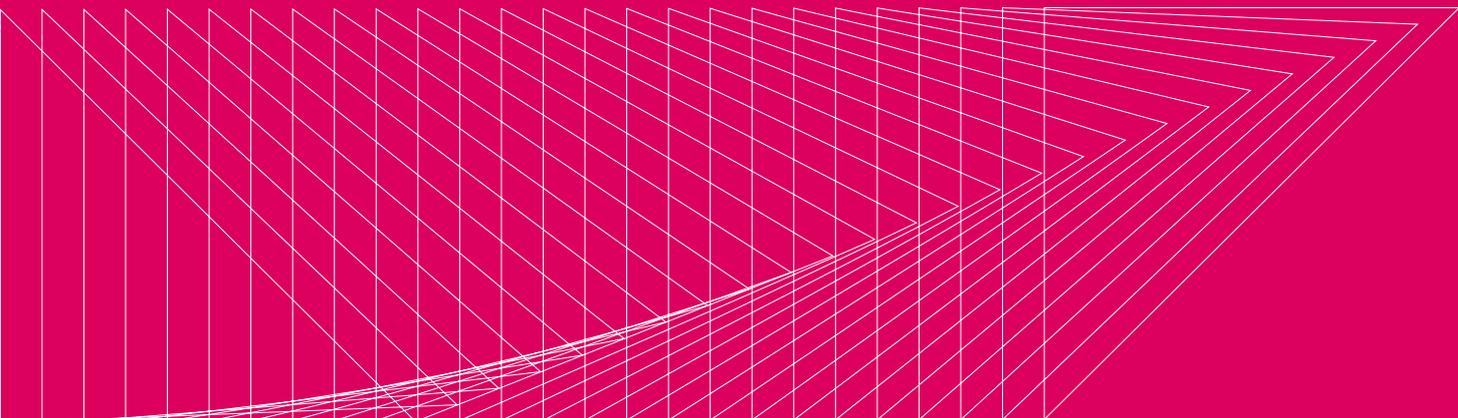
Además, dado que la computación cuántica aún está desarrollándose, las inversiones en esta tecnología conllevan un grado de riesgo. No todas las investigaciones o proyectos cuánticos lograrán resultados comercialmente viables a corto o medio plazo, lo que podría desalentar a los inversores.

Es por ello que, para mitigar estos riesgos, las empresas pueden hacer uso de plataformas *Quantum-as-a-Service*, como QCentroid, en los momentos iniciales.

Debe quedar claro que el equilibrio entre riesgo y beneficio no se puede medir con las metodologías al uso porque no están preparadas para la economía del conocimiento, el modelado y proyección de resultados de tecnologías emergentes, la incorporación de incertidumbre extrema en los modelos, ni para la estimación de resultados de nuevos mercados. En su lugar, se recomiendan enfoques más flexibles y dinámicos, tales como:

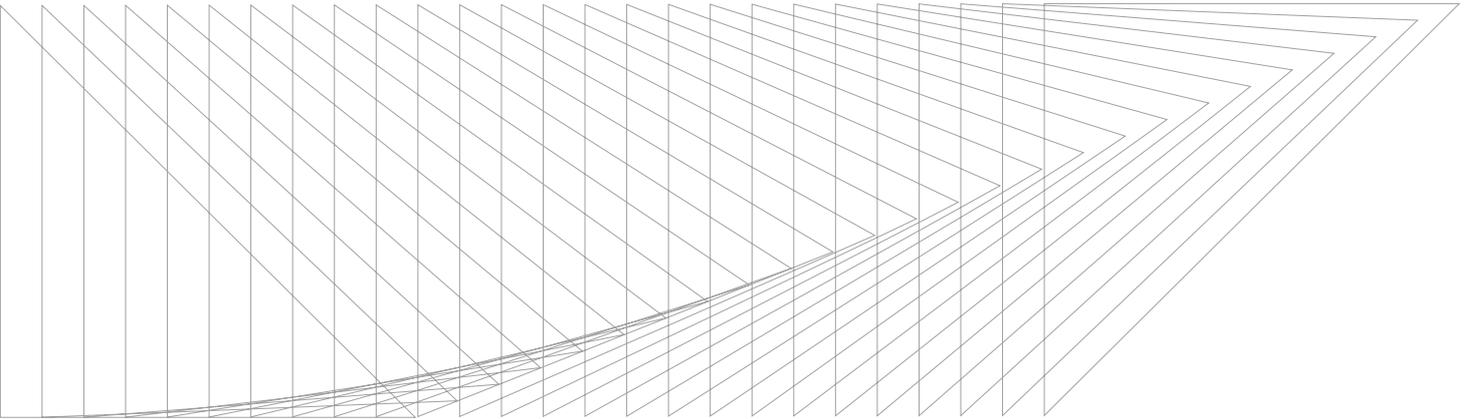
- **Análisis de escenarios:** evaluación de diferentes futuros posibles basados en cómo podrían desarrollarse las tecnologías y los mercados.
- **Modelos de simulación:** uso de simulaciones para explorar cómo las variables críticas pueden afectar los resultados de inversión bajo diferentes condiciones.
- **Benchmarking de competidores:** observar y aprender de cómo los competidores están invirtiendo y desarrollando sus hojas de ruta cuánticas puede proporcionar perspectivas valiosas y establecer parámetros para la propia estrategia de inversión.





5

Casos prácticos de aplicación de tecnologías cuánticas en sectores estratégicos

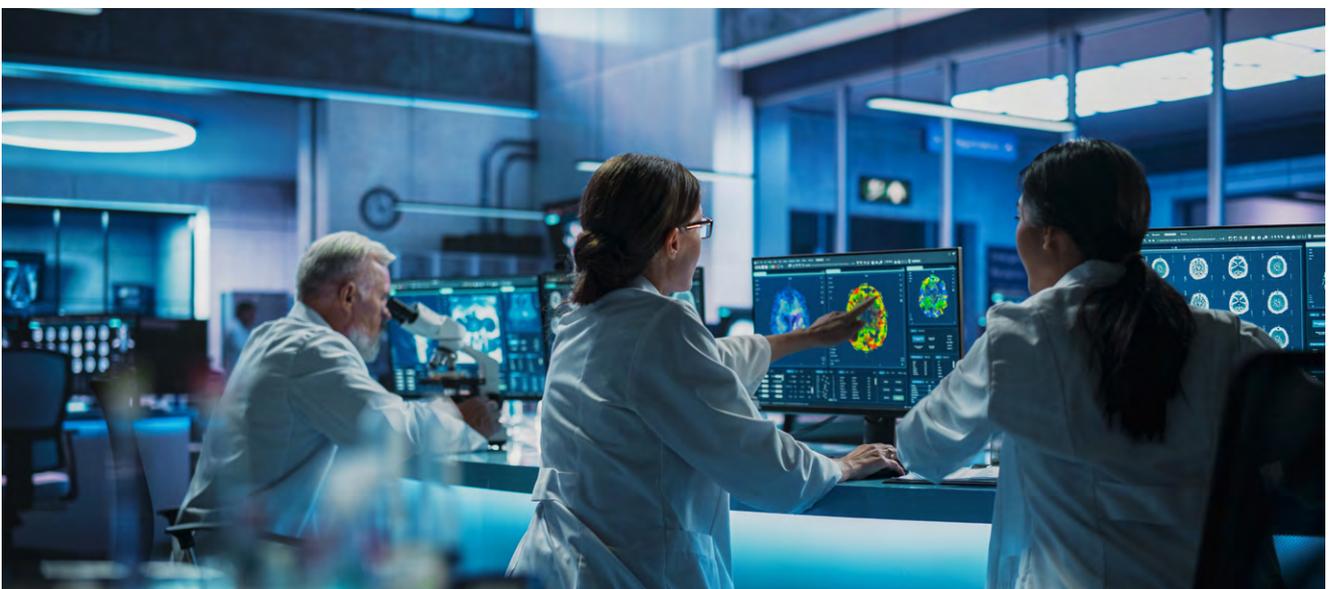


5

Casos prácticos de aplicación de tecnologías cuánticas en sectores estratégicos

A continuación, se presentan una serie de casos prácticos que ilustran cómo las tecnologías cuánticas podrían implementarse en industrias clave, como la financiera, la farmacéutica, la logística, o las telecomunicaciones, entre otras. A través de estos ejemplos, se destacan los beneficios y las mejoras significativas en

eficiencia, precisión y capacidad de análisis que la computación cuántica podría aportar a cada sector. Al explorar estas aplicaciones, se evidencia el potencial transformador de la tecnología cuántica y se proporcionan insights valiosos para las empresas que buscan acercarse a estas innovaciones en sus operaciones.





Sector financiero:

El sector financiero, conocido por su complejidad y los datos que maneja, es uno de los campos más prometedores para la aplicación de esta tecnología. Casos de uso en los que se comienza a explorar, son:

- 1. Optimización de Carteras:** en la gestión de activos, es crucial seleccionar la combinación óptima de inversiones. Las computadoras cuánticas podrían ofrecer un enfoque avanzado para calcular la distribución ideal de activos en una cartera, considerando variables como el riesgo, el retorno esperado y la diversificación. Este análisis cuántico podría ayudar a las instituciones financieras a maximizar los rendimientos minimizando los riesgos asociados.
- 2. Análisis de Mercado:** el análisis cuántico puede procesar información como precios de acciones y volúmenes de operaciones para detectar patrones y tendencias no evidentes para los métodos tradicionales. Esta capacidad podría permitir a las instituciones financieras hacer predicciones más precisas sobre los movimientos del mercado, potencialmente mejorando las estrategias de inversión y la anticipación de eventos económicos.
- 3. Evaluación de Riesgos:** utilizando algoritmos cuánticos, sería posible simular sistemas financieros completos para una evaluación de riesgo más profunda. Por ejemplo, podrían modelar el riesgo asociado a diferentes carteras o analizar el impacto de eventos de mercado hipotéticos en los activos de una institución, proporcionando una herramienta valiosa para la planificación y la gestión de crisis.
- 4. Detección de Fraude:** la habilidad de las computadoras cuánticas se extiende a la identificación de actividades fraudulentas. Podrían examinar transacciones con tarjetas de crédito para detectar patrones que indiquen fraude, mejorando significativamente la seguridad financiera y reduciendo las pérdidas por actividades ilícitas.
- 5. Evaluación del Riesgo Crediticio:** los algoritmos cuánticos también pueden jugar un papel crucial en la evaluación del riesgo crediticio, analizando datos como puntajes de crédito e historiales de pago para determinar la solvencia de los prestatarios. Esto podría permitir a las instituciones financieras tomar decisiones de préstamo más informadas y mitigar los riesgos de incumplimiento.
- 6. Precios de derivados:** el cálculo del valor de instrumentos financieros complejos, como los derivados, es otro campo en el que la computación cuántica podría llegar a superar a las computadoras clásicas. La precisión en la valoración de estos instrumentos es fundamental, ya que errores en su cálculo pueden conducir a pérdidas significativas.



Sector farmacéutico:

La computación cuántica promete revolucionar cómo las empresas descubren y desarrollan nuevos medicamentos, optimizan ensayos clínicos, gestionan cadenas de suministro y cumplen con regulaciones complejas. A continuación, exploramos cómo la computación cuántica podría llegar a ser una herramienta esencial para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades en la industria farmacéutica.

▲ **Descubrimiento de fármacos:** la computación cuántica tiene el potencial de transformar el descubrimiento de fármacos mediante la identificación rápida de compuestos prometedores. Mediante algoritmos cuánticos, sería posible analizar estructuras químicas y prever efectos secundarios potenciales, acelerando significativamente este proceso y permitiendo que tratamientos innovadores lleguen más rápido al mercado. Esta capacidad de análisis en profundidad podría reducir costes y tiempos en las etapas iniciales de la investigación farmacéutica. Esto se realiza sobre todo a partir de:

- ▲ **Dinámica molecular:** simular el comportamiento de moléculas puede dar a las compañías farmacéuticas una mejor comprensión de las propiedades de nuevos fármacos y optimizar su diseño. La computación cuántica ofrecerá una precisión sin precedentes en estas simulaciones, abriendo nuevas posibilidades en la formulación de medicamentos.
- ▲ **Predicción estructural:** la capacidad de predecir la estructura tridimensional de las proteínas es crucial para entender cómo interactúan los fármacos con sus objetivos moleculares. La computación cuántica proporcionará herramientas avanzadas para estas predicciones, facilitando el diseño de tratamientos más efectivos y específicos.





Sector logístico:

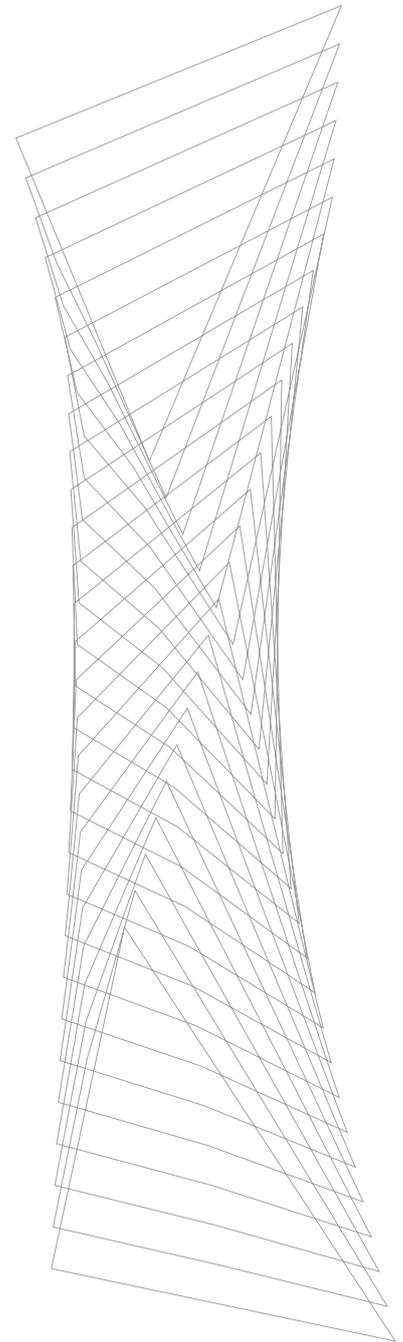
Desde la optimización de cadenas de suministro hasta la gestión precisa de inventarios y la planificación eficiente de rutas de transporte, la tecnología cuántica se espera que pueda llegar a aportar soluciones innovadoras y mejorar la eficiencia operativa de las empresas de logística.

Sin embargo, en el caso específico de la logística, la optimización a través de la cuántica está aún en discusión, y las voces más optimistas afirman que se podría llegar a una optimización de la cadena de suministro a través de diversas mejoras.

Según estas voces, los ordenadores cuánticos podrían llegar a prever la demanda de productos específicos; simular sistemas logísticos completos para evaluar riesgos y prepararse mejor ante imprevistos; optimizar la ubicación y cantidad de inventario, al igual que la de horarios de entregas, espacio y recursos de los almacenes o una mejor planificación del transporte considerando demanda, coste y tiempo.

Sector energético:

En el sector energético, la computación cuántica podría ser clave para abordar desafíos críticos, desde la optimización de redes eléctricas hasta la sostenibilidad ambiental. A continuación, exploramos algunos casos de uso concretos en los que el quantum computing podría tener un impacto significativo.



1.

Simulaciones para fusión nuclear: las simulaciones cuánticas ofrecen la posibilidad de modelar procesos de fusión nuclear, un campo donde las simulaciones tradicionales se quedan cortas. Esto puede acelerar el desarrollo de la fusión nuclear.

2.

Desarrollo de nuevos materiales para almacenamiento de energía: la computación cuántica puede ayudar en el diseño de nuevos materiales para baterías y otros sistemas de almacenamiento de energía, mejorando su capacidad y eficiencia.

3.

Ciberseguridad en infraestructuras energéticas: finalmente, la ciberseguridad, crucial en la infraestructura energética, puede llegar a ser reforzada a través de soluciones cuánticas, proporcionando protección avanzada contra ataques cibernéticos.



Sector de las telecomunicaciones:

Tanto la computación cuántica como las telecomunicaciones cuánticas presentan soluciones potenciales que podrían revolucionar la forma en que procesamos y transmitimos información. Un ejemplo notable de innovación en este campo es la iniciativa española Caramuel liderada por Hispasat, que apunta a desarrollar tecnologías de comunicación cuántica avanzadas.

1. Optimización de redes de datos:

la computación cuántica puede transformar la gestión y operación de las redes de telecomunicaciones mediante algoritmos capaces de optimizar rutas de datos y gestionar el tráfico de manera más eficiente. Este tipo de aplicaciones mejora la velocidad de transmisión, minimiza las latencias y optimiza la capacidad de las redes para manejar grandes volúmenes de datos, algo crucial en la era del big data y el Internet de las Cosas (IoT).

2. Seguridad mejorada a través de la criptografía cuántica:

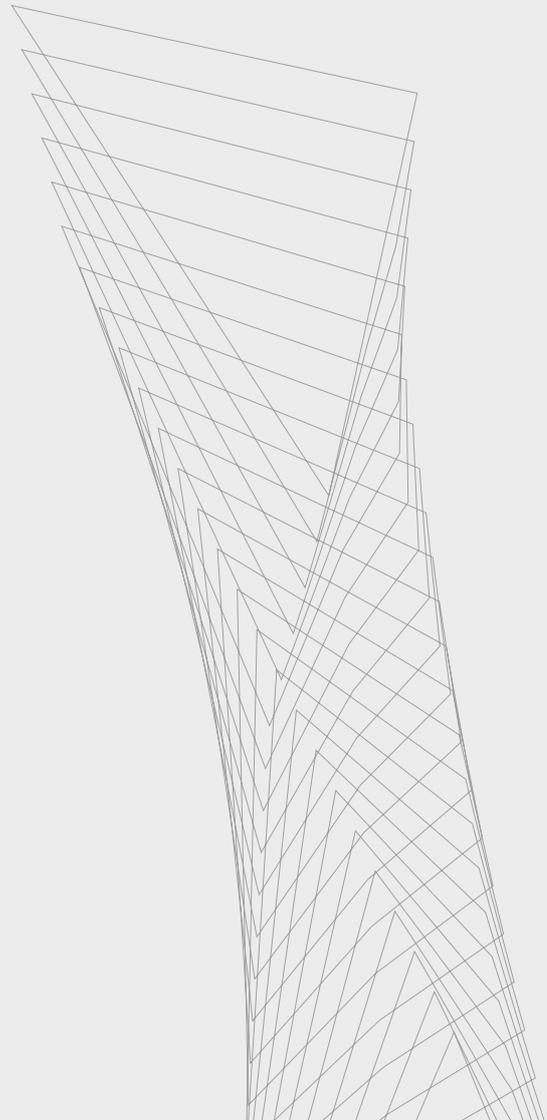
las telecomunicaciones cuánticas ofrecen un avance significativo en términos de seguridad, especialmente mediante el uso de la criptografía cuántica. Esta tecnología se podría utilizar para crear claves criptográficas inviolables, incluso en un futuro donde las computadoras cuánticas podrían romper los cifrados actuales.

3. Telecomunicaciones cuánticas para redes de comunicación global:

el desarrollo de redes de comunicación cuántica tiene el potencial de establecer canales de comunicación prácticamente inmunes a interceptaciones. Esta tecnología incrementaría la seguridad global de las redes y podría facilitar una nueva era de redes de comunicación global ultraseguras, extendiendo el alcance de las telecomunicaciones cuánticas a escalas internacionales.

4. Futuro de las redes móviles:

además, la computación cuántica podría ser clave en el desarrollo y despliegue de futuras generaciones de redes móviles, como 6G, donde la eficiencia en el procesamiento y la capacidad de manejar redes ultradensas serán esenciales.



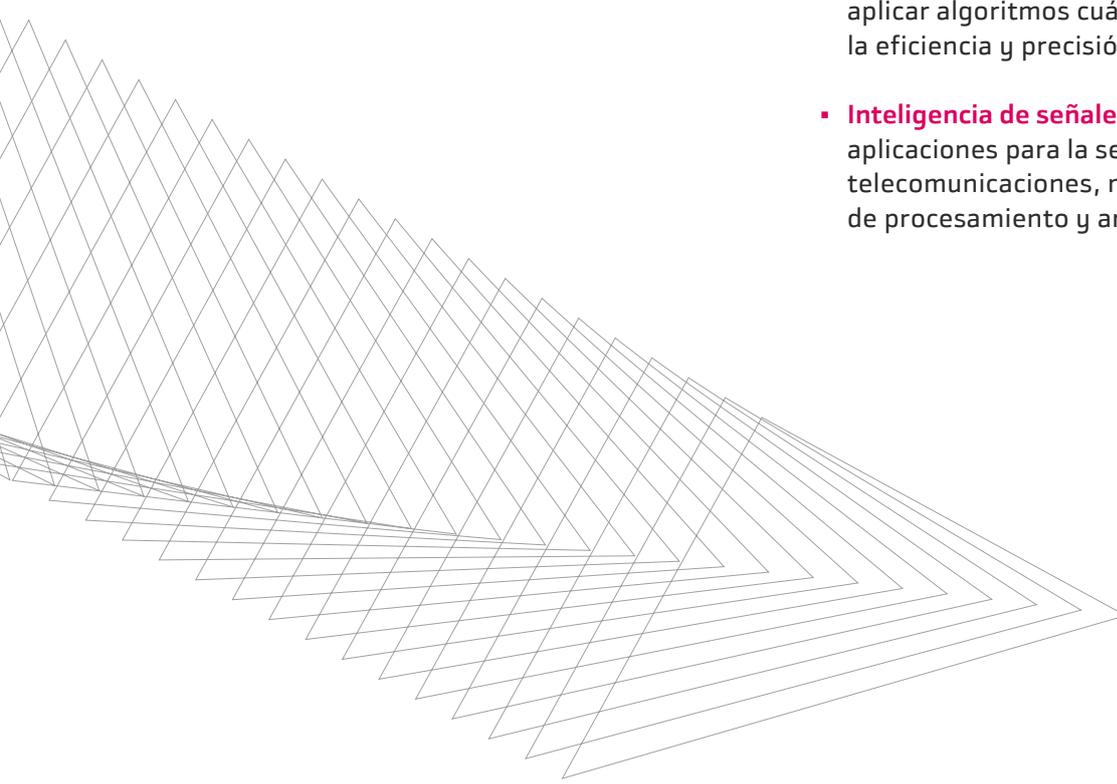


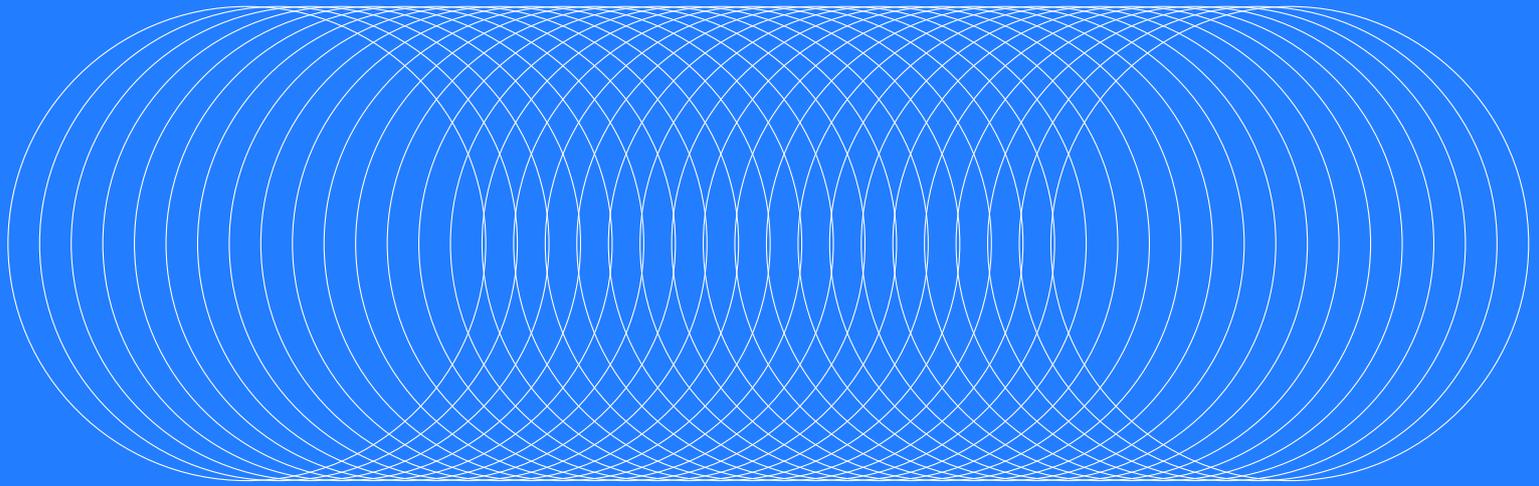
Otros sectores:

En el campo de la **Salud**, la computación cuántica tiene el potencial de transformar la medicina personalizada mediante la optimización de tratamientos especializados. Al simular los efectos de diferentes combinaciones de medicamentos y tratamientos en un modelo cuántico de la biología humana, los médicos podrían identificar las terapias más efectivas para un paciente específico, teniendo en cuenta su genética única y su estado de salud actual. Por otro lado, utilizando la capacidad de cálculo de las computadoras cuánticas, sería posible modelar la progresión de enfermedades crónicas o degenerativas con un nivel de detalle sin precedentes. Esto permitiría a los médicos y a los investigadores entender mejor cómo evolucionan estas enfermedades y desarrollar intervenciones más efectivas en etapas tempranas.

De manera transversal y enfocándonos en España, se ha lanzado el proyecto CUCO como una iniciativa que combina esfuerzos de empresas, centros de investigación y universidades para avanzar en la computación cuántica. Se centra en la identificación de aplicaciones prácticas donde esta tecnología podría superar a la computación clásica. Los casos de uso clave que se investigarán incluyen:

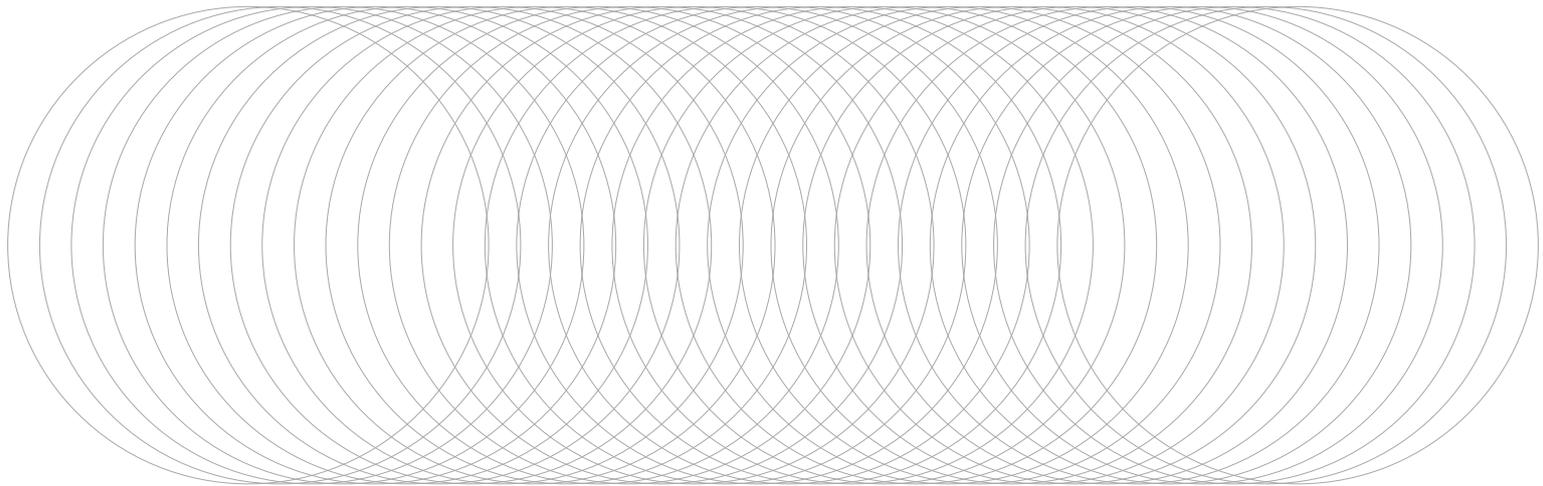
- **Observación de la Tierra:** mejorar la precisión en la monitorización ambiental mediante el análisis avanzado de datos.
- **Lucha contra el cambio climático:** utilizar la computación cuántica para procesar datos climáticos y ambientales, contribuyendo a estrategias más efectivas.
- **Trazabilidad en la cadena de suministro:** optimizar la logística y garantizar la seguridad en las cadenas de suministro a través de una mejor trazabilidad y gestión de datos.
- **Simulación de cálculos financieros complejos:** aplicar algoritmos cuánticos para mejorar la eficiencia y precisión en las finanzas.
- **Inteligencia de señales:** desarrollar aplicaciones para la seguridad nacional y las telecomunicaciones, mejorando la capacidad de procesamiento y análisis de señales.





● 6

**Hacia un nuevo
paradigma tecnológico y
empresarial: hoja de ruta**



● 6

Hacia un nuevo paradigma tecnológico y empresarial: hoja de ruta

La exploración de las tecnologías cuánticas en las operaciones empresariales marca el inicio de un nuevo paradigma tanto tecnológico como empresarial. La "Hoja de Ruta de Cuántica para Empresas" ofrece una guía para que las empresas naveguen y adopten con éxito el

acercamiento a esta tecnología emergente, abordando la importancia de la computación cuántica y proporcionando un marco detallado que abarca desde la educación y sensibilización hasta la implementación práctica y la evaluación continua de estas tecnologías.



En un contexto donde la sinergia entre la inteligencia artificial y la computación cuántica promete revolucionar sectores como la salud, la energía, la logística y las telecomunicaciones, es crucial que las empresas comprendan cómo pueden capitalizar estas innovaciones para mantenerse competitivas. La hoja de ruta destaca la necesidad de una preparación adecuada, incluyendo la evaluación de capacidades tecnológicas, y la creación de alianzas estratégicas con instituciones académicas y startups.

Asimismo, la gestión de riesgos y desafíos específicos, como la seguridad cuántica y la inversión en tecnologías emergentes, es fundamental para asegurar que las empresas puedan beneficiarse plenamente de esta revolución tecnológica. A través de esta hoja de ruta, las empresas estarán mejor posicionadas para explorar y en un futuro adoptar la computación cuántica, lo que les permitirá capitalizar las oportunidades en la economía del conocimiento y enfrentar los desafíos futuros con una base sólida en tecnología cuántica.

A continuación, se sintetiza el contenido del documento, proporcionando una visión estructurada de los pasos clave que las empresas deben seguir para adoptar y beneficiarse de la computación cuántica:

Evaluación de Necesidades y Capacidades

Objetivo:

Identificar áreas de impacto y preparar la infraestructura necesaria.

Acciones:

- Análisis de procesos internos susceptibles de mejora cuántica.
- Evaluación de la infraestructura tecnológica actual y futura.

1.

Educación y Sensibilización

Objetivo:

Incrementar la comprensión de la computación cuántica y sus aplicaciones potenciales.

Acciones:

- Seminarios y talleres sobre fundamentos cuánticos.
- Colaboración con universidades y centros de investigación.

2.

3.

Implementación Gradual y Pilotaje

Objetivo:

Comenzar con proyectos pequeños para testear la viabilidad y expandir gradualmente.

Acciones:

- Proyectos piloto en áreas seleccionadas como logística o análisis de datos.
- Escalar soluciones basadas en los resultados y aprendizajes obtenidos.

Formación de Equipos Multidisciplinarios

Objetivo:

Crear grupos de trabajo especializados en física cuántica y computación si la empresa quiere profundizar y llevar a cabo proyectos de computación cuántica.

Acciones:

- Integrar físicos, ingenieros y programadores.
- Promover la colaboración interdepartamental.

4.

Alianzas Estratégicas

Objetivo:

Acceder a conocimientos, tecnologías y talento avanzado.

Acciones:

- Formar asociaciones con líderes tecnológicos y académicos.
- Participar en consorcios de investigación cuántica.

5.

Preparación para la Seguridad Cuántica

Objetivo:

Proteger las comunicaciones y datos contra amenazas futuras.

Acciones:

- Implementar criptografía post-cuántica y/o cuántica.
- Actualización constante de protocolos de seguridad.

6.

7.

Evaluación Continua y Reajuste

Objetivo:

Ajustar estrategias basadas en el avance tecnológico y feedback del mercado.

Acciones:

- Revisión periódica del impacto de las tecnologías cuánticas.
- Ajustes de la hoja de ruta según las necesidades emergentes y los avances tecnológicos.

*"Si quieres hacer algo,
encontrarás la forma.
Si no quieres hacer algo,
encontrarás una excusa"*

- Jim Rohn

