

The future uncovered

Lighting up what's to come



Hoy vamos a explorar
juntos los potenciales
impactos disruptivos de la

COMPUTACIÓN CUÁNTICA.



Una historia con saltos cuánticos

1982 - Richard Feynman propuso la idea de crear máquinas basadas en las leyes de la mecánica cuántica en lugar de la física clásica.

1985 - David Deutsch desarrolló la máquina cuántica de Turing y demostró que los circuitos cuánticos son universales.

1994 - Peter Shor ideó un algoritmo cuántico para factorizar números muy grandes en tiempo polinómico.

1997 – Lov Grover desarrolló un algoritmo de búsqueda cuántica con complejidad.

“I think I can safely say that nobody understands quantum mechanics”

Richard Feynman

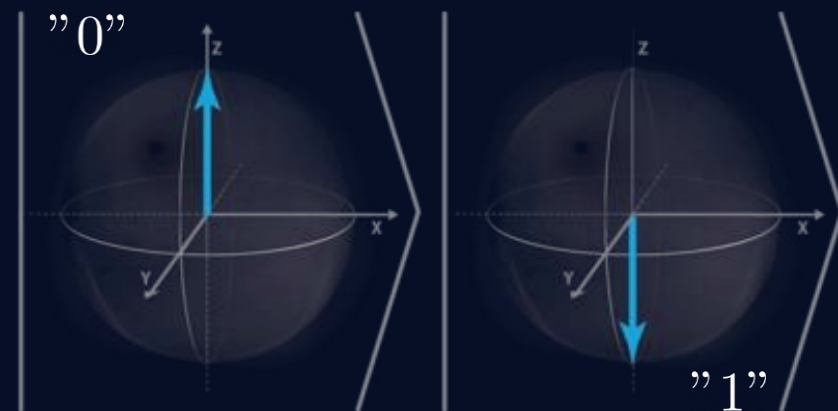
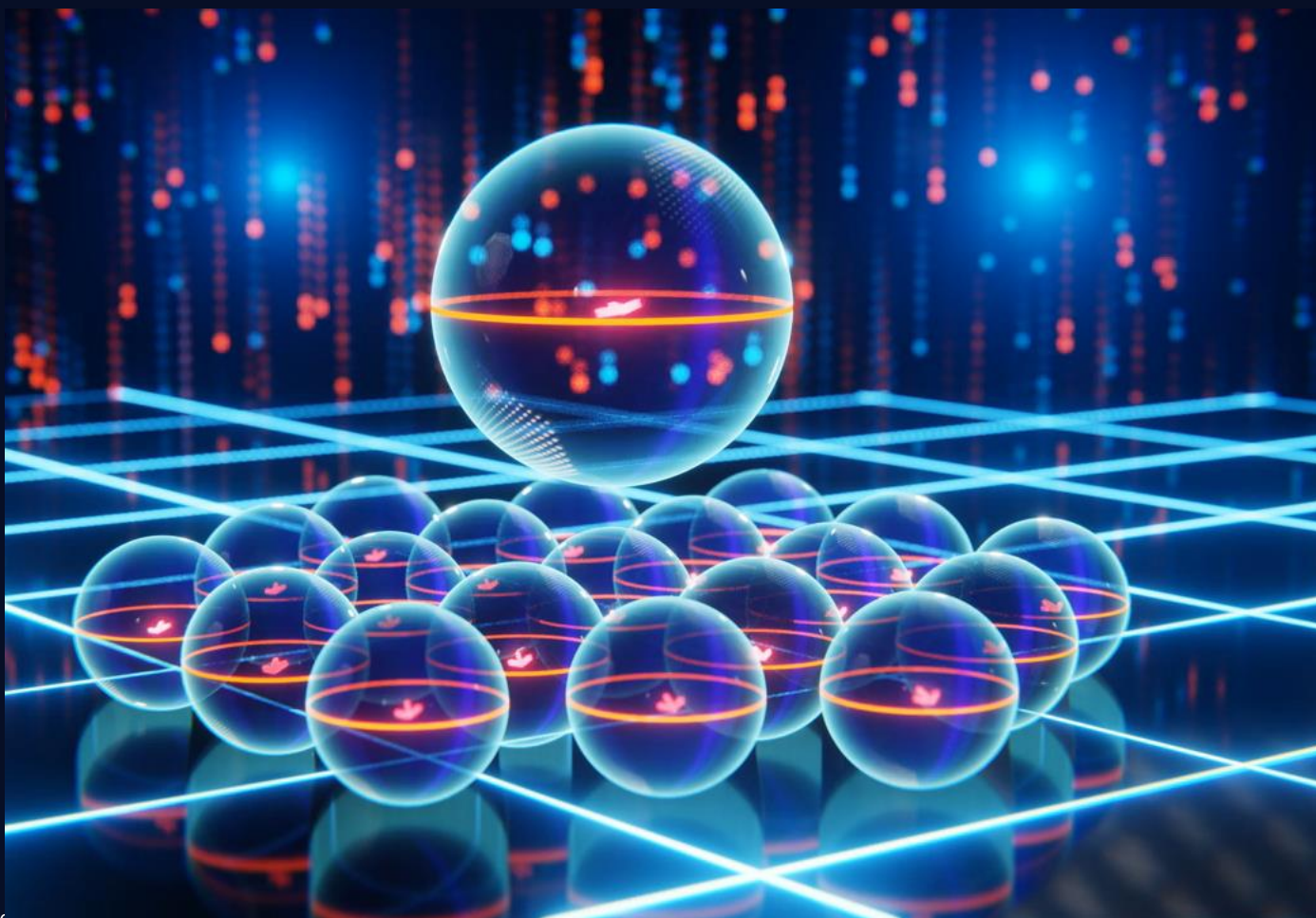
Para empezar: algunas definiciones

La computación cuántica es un campo que utiliza principios de la mecánica cuántica para realizar cálculos. A diferencia de la computación clásica, utiliza qubits, que pueden representar múltiples estados simultáneamente. La computación cuántica tiene el potencial de abordar y resolver algunos problemas extremadamente complejos que actualmente son intratables con los métodos de computación clásica

La investigación y desarrollo están enfocados en alcanzar la supremacía cuántica y desbloquear aplicaciones revolucionarias en diversos campos

El cúbit en la acción- ¡Es como la magia de la física cuántica!

Un qubit es como un "bit" con superpoderes. Puede estar en dos estados diferentes al mismo tiempo. Imagina que es como una moneda que puede estar tanto en cara como en cruz al mismo tiempo, en el estado que llamamos superposición cuántica



$$\left| \begin{matrix} \theta \\ \phi \end{matrix} \right\rangle = \cos \frac{\vartheta}{2} \left| \begin{matrix} \uparrow \\ z \end{matrix} \right\rangle + \sin \frac{\vartheta}{2} \left| \begin{matrix} \downarrow \\ z \end{matrix} \right\rangle$$

$$\left| \begin{matrix} \theta \\ \phi \end{matrix} \right\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \left| \begin{matrix} \uparrow \\ z \end{matrix} \right\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} \left| \begin{matrix} \downarrow \\ z \end{matrix} \right\rangle$$

Algoritmo cuántico

Es un conjunto de instrucciones diseñado para ejecutarse en una computadora cuántica.

UTILIZA QUBITS

La diferencia de los bits clásicos, los algoritmos cuánticos operan con qubits, que pueden existir en estados de superposición, permitiendo realizar cálculos simultáneos.

EXPLORA ENTRELAZAMIENTO CUÁNTICO

Los qubits pueden estar entrelazados, lo que significa que el estado de un qubit puede depender del estado de otro, posibilitando una colaboración única entre qubits.

EFICIENCIA EXPONENCIAL

Los algoritmos cuánticos, demuestran eficiencia exponencial en comparación con algoritmos clásicos equivalentes, especialmente en problemas específicos como la factorización de números.

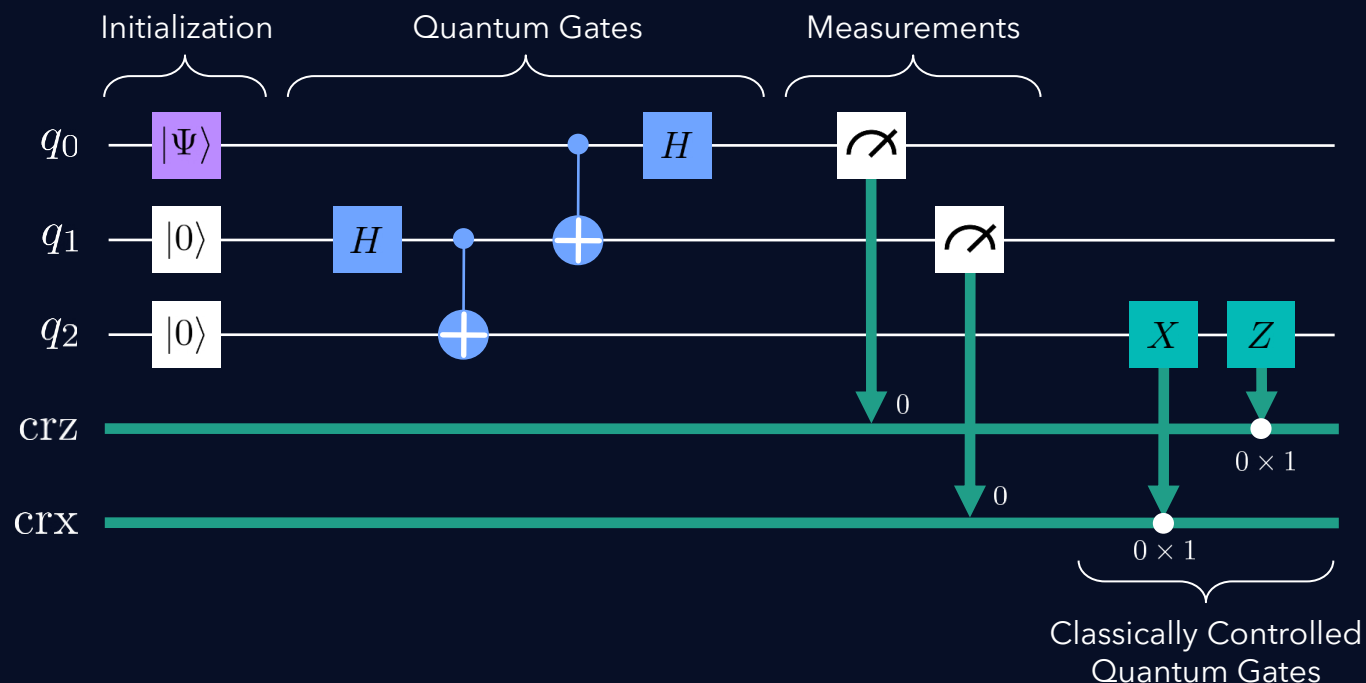
Circuitos cuánticos

Un circuito cuántico es un modelo para el procesamiento cuántico de la información, análogo a los circuitos electrónicos utilizados en la computación clásica. Los circuitos cuánticos operan con qubits e puertas cuánticas. Esto permite realizar operaciones complejas y paralelas que serían imposibles o muy lentas en una computadora clásica

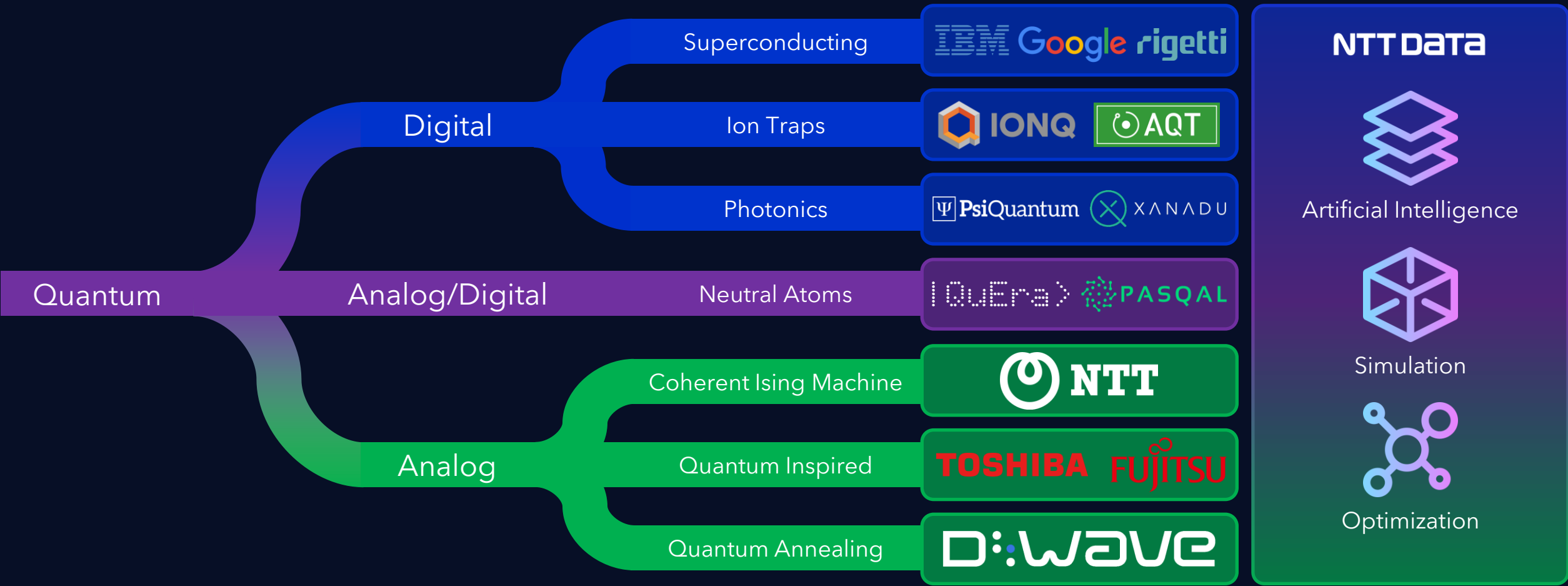
Ejemplo, el algoritmo de teletransportación cuántica:

Elementos de los circuitos cuánticos:

- Datos = qubits
- Operaciones = Puertas Cuánticas
- Resultados = mediciones



Principales Computadores Cuánticos



Computación Cuántica vs Computación Clásica



El potencial de mercado de la computación cuántica



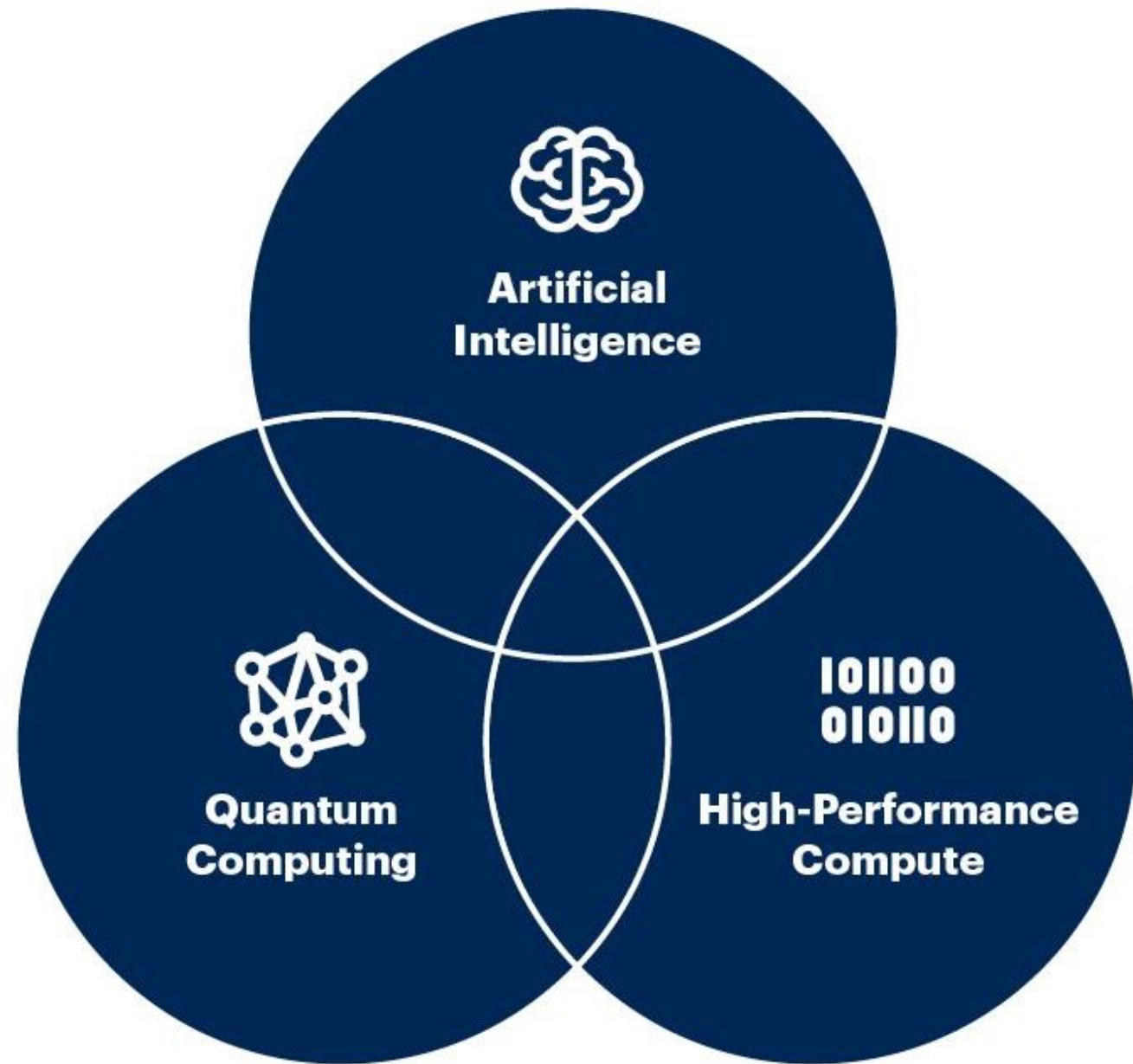
Market insights

- Para 2030, la computación cuántica como servicio será la plataforma de entrega predominante para la tecnología cuántica en más del 75% de los usuarios empresariales. (Gartner)
- Para 2028, el 50% de los fabricantes originales de vehículos eléctricos y baterías realizarán investigaciones cuánticas para explorar el potencial cuántico en el desarrollo de baterías. (Gartner)
- Actualmente, las Inversiones de gobiernos, grandes corporaciones y nuevas empresas ascienden, en conjunto, a más de \$2 mil millones anuales.
- IDC publicó su pronóstico para el mercado mundial, proyectando que el gasto de los clientes en computación cuántica crecerá de 1.100 millones de dólares en 2022 a 7.600 millones de dólares en 2027. Esto representa una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 48,1% durante cinco años



Previsión Gartner

La computación cuántica no reemplazará a las generaciones actuales de computadoras clásicas; sin embargo, el futuro más cercano será La arquitectura híbrida aprovechará las mejores características de la computación cuántica, la inteligencia artificial y la computación de alto rendimiento.



El potencial de impacto de la computación cuántica

1. Mejorar la calidad de vida de las personas y cuidar el planeta

CRISIS ALIMENTARIA Y DEMOGRÁFICA

- Técnicas avanzadas para abordar desafíos demográficos, como la previsión de crecimiento poblacional, y la consecuente demanda alimentaria y planificación agrícola.
- Optimización de procesos logísticos para una distribución eficiente de alimentos.
- Aplicaciones en investigación agrícola para el desarrollo de cultivos más resistentes a los cambios climáticos

CAMBIO CLIMÁTICO

- Modelado climático avanzado para prever eventos extremos.
- Estrategias para mitigar impactos climáticos.
- Aplicaciones en investigación de nuevas tecnologías sostenibles y energías renovables.

SALUD Y CIENCIAS DE LA VIDA

- Simulación más eficiente de moléculas complejas para investigación farmacéutica.
- Optimización de algoritmos de aprendizaje automático para análisis genómico.
- Avances en diagnósticos médicos con mejoras en técnicas de imagen.



El potencial de impacto de la computación cuántica

2. Simplificar el sector público y la vida de los ciudadanos

GOBIERNO Y SEGURIDAD NACIONAL

- Mejora de la seguridad de comunicaciones y datos sensibles.
- Desarrollo de algoritmos para la optimización de recursos gubernamentales.
- Simulación de escenarios complejos para la planificación estratégica

CIUDADES INTELIGENTES

- Optimización de infraestructura urbana (gestión de tráfico, iluminación pública).
- Desarrollo de soluciones para mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad.
- Implementación de sistemas de seguridad avanzados con criptografía cuántica.
- Aplicaciones en monitoreo ambiental y prevención de desastres naturales.



El potencial de impacto de la computación cuántica

3. Cuidar y optimizar los recursos escasos

ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

- Optimización de procesos de producción y distribución de energía.
- Desarrollo de materiales más eficientes para el almacenamiento de energía.
- Simulación de reacciones químicas complejas para avances en la captura de carbono.
- Aplicaciones en la investigación de nuevas fuentes de energía, (ej: fusión nuclear)

MINERÍA

- Optimización de procesos de exploración y extracción de recursos minerales.
- Modelado eficiente de propiedades geológicas para identificación de depósitos minerales.
- Uso de algoritmos cuánticos para análisis de datos geofísicos complejos.



El potencial de impacto de la computación cuántica

4. Revolucionar el mundo de los negocios

MANUFACTURA Y PRODUCCIÓN

- Optimización de procesos de fabricación y diseño de productos.
- Simulación más precisa de materiales y propiedades químicas.
- Avances en la optimización de cadenas de producción complejas.

LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

- Optimización de rutas y logística.
- Resolución eficiente de problemas de programación lineal para maximizar la eficiencia.
- Mejora en la seguridad de transacciones y rastreo de productos con criptografía cuántica.

ANÁLISIS DE RIESGOS Y CARTERAS.

- Mejora en la seguridad de transacciones financieras con criptografía cuántica.
- Optimización de algoritmos para la resolución de problemas complejos en modelado financiero.
- Implementación de contratos inteligentes más seguros y eficientes.



El potencial de impacto de la computación cuántica

5. Acelerar la innovación

CIBERSEGURIDAD

- Desarrollo de criptografía poscuántica para resistir ataques cuánticos.
- Uso de QKD (distribución de claves cuánticas) para comunicación segura y autenticación.
- Detección de intrusiones y análisis forense.

TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC)

- Desarrollo de algoritmos más eficientes para la optimización de redes.
- Avances en la computación en la nube cuántica.



El futuro está en nuestra puerta



POC Ensamblaje Genómico

Prueba conceptual de computación cuántica realizada por NTT DATA en la optimización del ensamblaje genómico y para investigar cuál es su potencial impacto en el tratamiento de enfermedades mediante la comprensión de las causas genéticas subyacentes

El proyecto

La investigación innovadora de NTT DATA, hecha en colaboración entre NTT DATA Spain, NTT DATA Brazil y el NTT DATA Center for Quantum Innovation , plasmada en una prueba conceptual de computación cuántica, ha arrojado luz sobre el camino hacia la transformación del sector de la salud y las ciencias de la vida.

Resultados:

El reciente estudio resalta el profundo potencial de la computación cuántica en el ensamblaje del genoma y el tratamiento de enfermedades, para el desarrollo de nuevos tratamientos o terapias que se centren específicamente en las causas genéticas subyacentes de las enfermedades. Este proyecto sugiere un paso hacia un futuro donde la genómica y la atención médica se fusionan para mejorar la vida a nivel mundial.



Modelo Predictivo para cartera de activos del fondo de pensiones privado de Perú (POC)

Problema:

Los gestores de fondos buscan estrategias de inversión efectivas, pero los intentos actuales resultan en soluciones extremas. El problema identificado es una optimización cuadrática con alrededor de 1500 variables continuas.

Solución:

Se transformó el problema a una forma matricial y se utilizó el Quantum Hybrid Solver de D-Wave para abordar la complejidad computacional. El objetivo era probar las capacidades de las computadoras cuánticas .

Resultados:

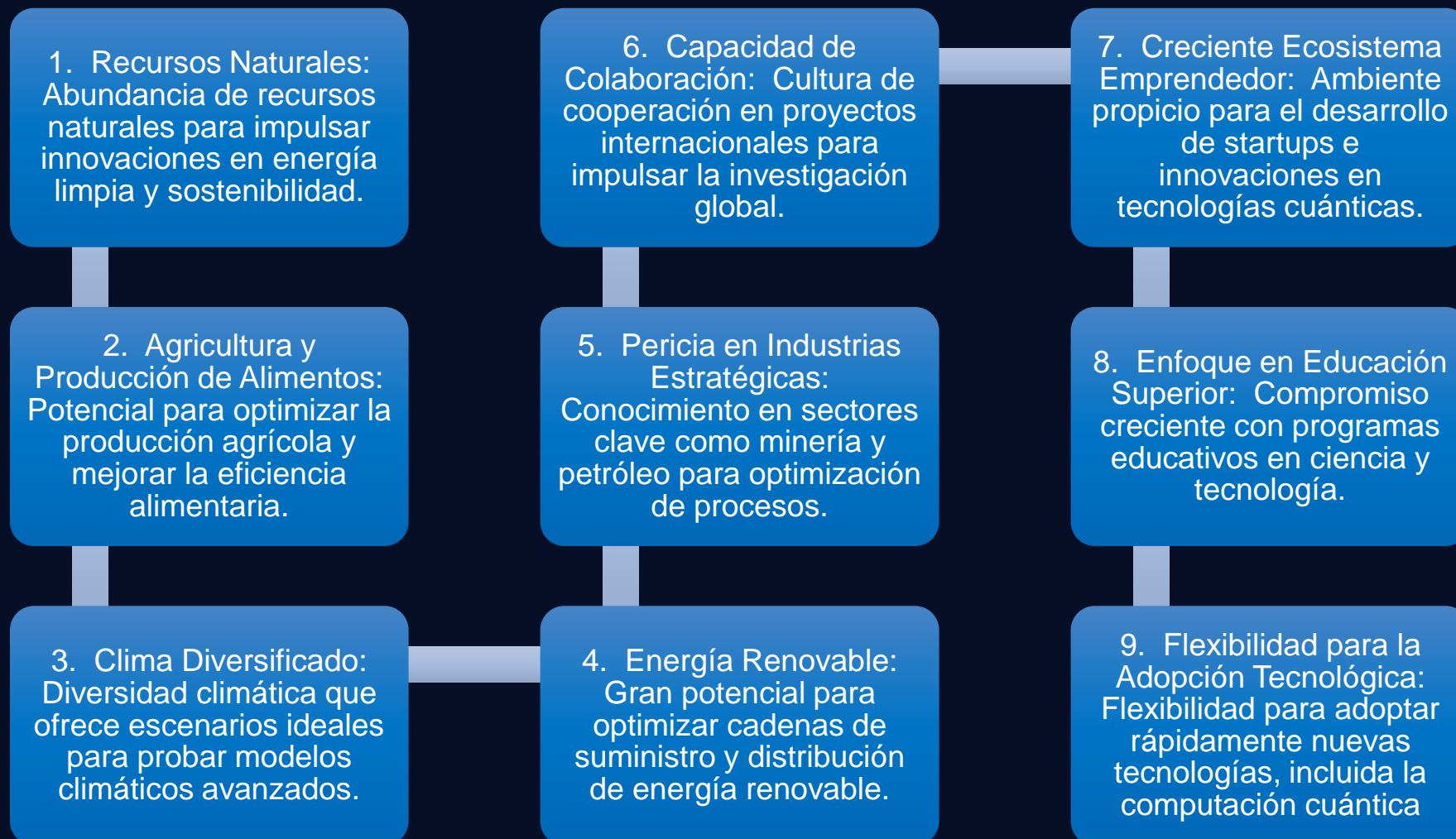
Se integraron percepciones sobre la composición agregada proporcionadas por la SBS y restricciones legales en el modelo. Los resultados fueron comparados con la composición real del fondo de pensiones agregado de un año atrás. Aunque los resultados predichos no reemplazaron las metodologías actuales, destacaron la importancia de la falta de información disponible.

En resumen, se exploró la capacidad de las computadoras cuánticas para resolver problemas financieros complejos, aunque no se logró reemplazar las metodologías existentes debido a limitaciones de información.



Sostenibilidad: el horizonte latino-americano

Al adoptar la computación cuántica, América Latina puede no solo abordar desafíos específicos relacionados con la energía limpia y la crisis climática, sino también posicionarse como una fuerza innovadora en un campo tecnológico que está dando forma al futuro global.



¿Por qué la computación cuántica? ¿Ahora?

POR AHORA, NO ES PARA TODOS

Explorar la computación cuántica es recomendado para empresas en sectores intensivos en datos o simulaciones complejas del mundo real, aunque su valor transformador pueda estar a algunos años de distancia.

PERO, ADELANTARSE ES UNA VENTAJA

La computación cuántica es una tecnología radical y con desafíos de aceleración significativos. Los primeros que adquieran experiencia y propiedad intelectual tendrán una ventaja a medida que la computación cuántica se vuelva más comercial.

AVANCES REPENTINOS SON ESPERADOS

No se espera que el progreso hacia la madurez de la computación cuántica siga una curva suave y continua. Más bien, la computación cuántica es candidata para un cambio brusco que puede llegar en cualquier momento. Los que han invertido en su integración tienen más probabilidades de capitalizar rápidamente, creando brechas difíciles de cerrar para competidores, especialmente en industrias con problemas computacionales intratables y limitaciones de ingresos.

MUCHOS ENFOQUES ALTERNATIVOS

En la actual carrera cuántica, además de la búsqueda de computadoras cuánticas universales, ya existen enfoques alternativos en el mercado eficaces para tareas de optimización. El desarrollo de algoritmos "inspirados en la cuántica" está en aumento, impulsando la creación de nuevas arquitecturas de hardware digital (clásicas) capaces de aprovechar estas innovaciones.



El equipo con 1QBit, NTT DATA y NTT Research, junto con la Universidad de Notre Dame, fue uno de los ganadores del BMW Quantum Computing Challenge en Q2B 2021, la conferencia líder para la aplicación de la computación cuántica, en la categoría "Optimización de la configuración de vehículos de preproducción".

El problema

Las pruebas de vehículos de preproducción pueden tener un costo sustancial para los fabricantes. El objetivo es realizar un número máximo de pruebas en un número mínimo de vehículos, al tiempo que se incorporan restricciones de edificabilidad y programación. Se trata de una tarea de optimización muy compleja.

Nuestra solución

Dos enfoques para resolver el problema completo (asignación y programación):

Computación cuántica tolerante a fallos- Una combinación del algoritmo de Dürr-Høyer para la búsqueda cuántica mínima (DH-QMF) y la amplificación de amplitud cuántica (QAA)

Optimización local híbrida nativa -Utilizar un solucionador rápido clásico/analógico o cuántico SAT o MaxSAT como subsolucionador.

Subsolucionador candidato: Máquina de Ising Coherente (CIM), un dispositivo cuántico que funciona a temperatura ambiente

