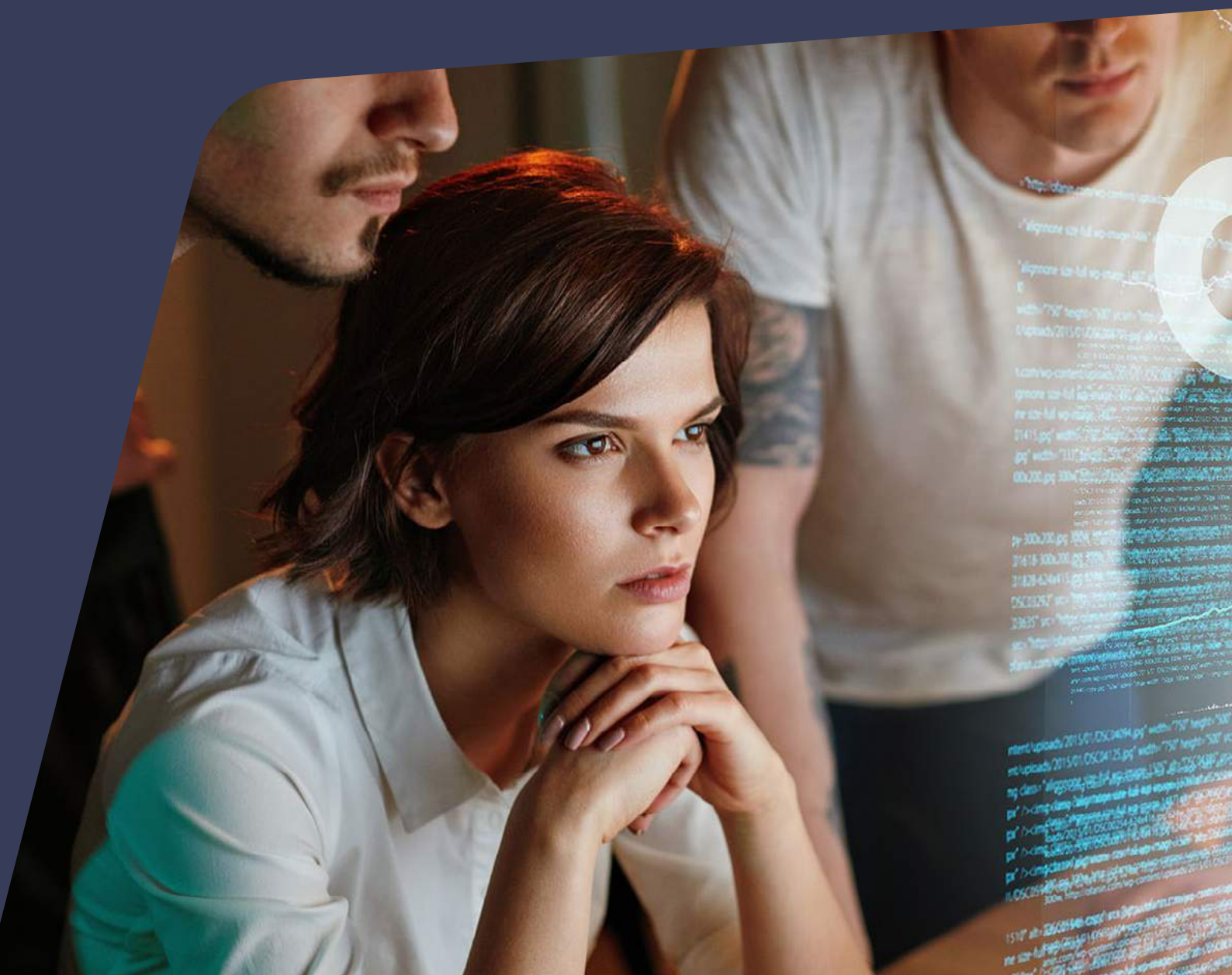


izertis

# COMPUTACIÓN CUÁNTICA

Qué es, situación actual y  
perspectivas futuras



Qué es

3

Historia

4

Supremacía cuántica

5

Quantum cloud

6

Aplicaciones

7

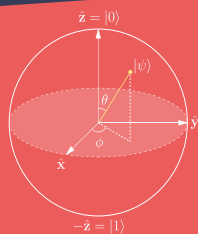
Y ahora qué hago

9

# Qué es la Computación Cuántica

La computación cuántica es un paradigma de computación distinto al de la computación clásica. La principal novedad es el uso de qubits:

Los qubits pueden tener el estado 1 y 0 a la vez



Frente a los bits de computación clásica, que solo pueden tomar uno de los valores en cada momento. Esto aumenta exponencialmente la capacidad de cómputo, ya que son necesarios mucho menos qubits para representar y/o procesar la información.

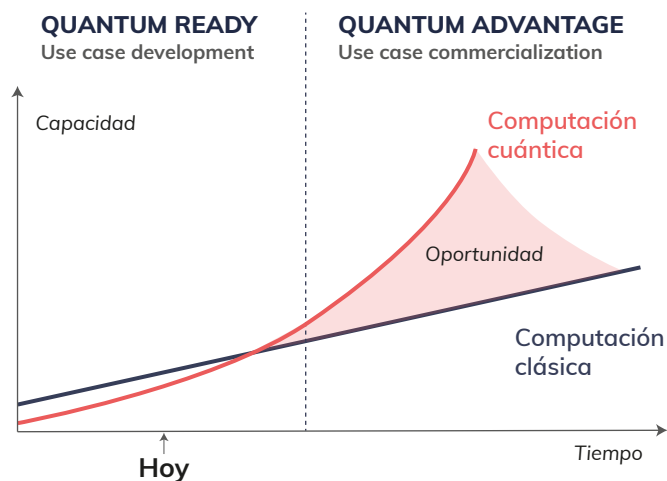
QUBITS	BITS ADICIONALES EQUIVALENTES
2	512 bits
3	1.024 bits
10	15 kilobytes
16	1 megabyte
20	17 megabytes
30	17 gigabytes
35	550 gigabytes
100	Más bytes que átomos en la Tierra
280	Más bytes que átomos en el Universo

Y el tiempo de resolución de problemas exponenciales se reduce significativamente:

TIPO DE ESCALA	TIEMPO DE RESOLUCIÓN		
Computación clásica	330 años	3300 años	Edad del universo
Computación cuántica	10 minutos	11 minutos	24 minutos aprox.

En la computación Clásica, para doblar la capacidad de cálculo es necesario doblar el número de transistores de los procesadores.

En la Computación Cuántica, para doblar la capacidad de cálculo, basta con añadir 1 solo qubit, lo que nos sitúa ante un escenario de crecimiento exponencial.



<https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/quantumstrategy>

**La Computación Cuántica NO es Big Data:** en un problema de Big Data se pretende manejar de forma eficiente un cantidad de información más o menos fija pero muy grande, que crece de forma controlada.

En un problema de escalado exponencial la cantidad de información asociada al problema a modelizar crece exponencialmente por cada incremento unitario de información.

# Breve historia de la Computación Cuántica

1981	<b>Paul Benioff</b> imagina un ordenador tradicional que trabaje con algunos principios de la computación cuántica.	2000	<b>Los Álamos National Laboratory</b> presenta el ordenador de 7 qubits.
1982	<b>Richard Feynman</b> propone el uso de fenómenos cuánticos para realizar cálculos computacionales y expone que algunos cálculos de gran complejidad se realizarían más rápidamente en un ordenador cuántico.	2005	La <b>Universidad de Innsbruck</b> presenta el primer ordenador de 1 Qbyte (8 qubits).
1985	<b>David Deutsch</b> describe el primer computador cuántico universal.	2011	La empresa <b>D-Wave Systems</b> vende la primera computadora cuántica a Lockheed Martin por 10 millones de dólares.
1993	<b>Dan Simon</b> demuestra la ventaja práctica que tendría un computador cuántico frente a uno tradicional. <b>Charles Benett</b> descubre el teletransporte cuántico.	2012	<b>IBM</b> anuncia un chip lo suficientemente estable como para permitir que la informática cuántica llegue a hogares y empresas.
1995	<b>Peter Shor</b> define el algoritmo que lleva su nombre y que permite calcular los factores primos de números a una velocidad mucho mayor que en cualquier computador tradicional, lo que permite romper sistemas criptográficos en minutos.	2017	<b>IBM</b> presenta un nuevo procesador cuántico comercial de 17 qubits.
1996	<b>Lov Grover</b> define el algoritmo cuántico de búsqueda que lleva su nombre.	2019	<b>IBM</b> presenta el IBM Q System One, el primer ordenador cuántico para uso comercial, con 20 qubits de capacidad.
1999	La <b>Universidad de Berkeley</b> presenta el primer ordenador de 2 qubits. <b>IBM</b> presenta el ordenador de 3 qubits y ejecuta con éxito el algoritmo de Grover.		<b>Google afirma haber alcanzado la Supremacía Cuántica</b>

## 2020

Junio	Científicos de la Universidad de Chicago consiguen enviar información entre dos nodos de comunicación cuántica de fotones a través de un cable de microondas sin que los fotones sean enviados a través del cable.
Septiembre	DWave presenta el DWave Advantage, el primer computador cuántico de propósito específico (optimización) con más de 5.000 qubits. BM presenta su roadmap cuántico con previsión de poder ofrecer un ordenador cuántico de propósito general basado en superconductores con más de <b>1.000 qubits</b> en 2023. Google's Quantum Computer performed a record-breaking simulation of a chemical reaction.
1999	Physicists in China challenge Google's 'quantum advantage' Photon-based quantum computer does a calculation that ordinary computers might never be able to do.

# Supremacía Cuántica

La Supremacía Cuántica marca el momento en el que podemos construir procesadores cuánticos capaces de realizar tareas que no pueden ser ejecutadas por ordenadores clásicos en un tiempo razonable.

Google anunció en 2019<sup>[1]</sup> haber llegado a la Supremacía Cuántica al ejecutar en 200 segundos en un ordenador de 53 qubits una operación para calcular números aleatorios que al superordenador más potente del mundo le hubiera llevado al menos 10.000 años.

**El concepto Supremacía Cuántica no implica una sustitución de los ordenadores clásicos por los ordenadores cuánticos. Durante las próximas décadas ambos tipos de ordenadores convivirán y se comunicarán y combinarán para resolver problemas.**

Imaginen que hay una biblioteca repleta de millones y millones de libros que son cantidades de conocimientos ingentes. Cojo un libro y escojo una página, que contiene información que quiero recuperar. Si le pido esto a un ordenador tradicional que encuentre la “X”, ese ordenador clásico o supercomputador podría tardar lo que tarda la luz en cruzar el universo de extremo a extremo, porque tendría que mirar cada una de las páginas de cada libro, una a una. Sin embargo, un ordenador cuántico podría entrar en la misma biblioteca y mirar todas y cada una de las páginas de todos y cada uno de los libros a la vez y encontrar la información o la “X” en una fracción de tiempo.

Tanisha Bassan

**IBM lo ha puesto en duda que esto suponga la Supremacía Cuántica al considerar que la operación llevaría 2,5 días en un ordenador clásico, con lo que “solo” sería 1000 veces más rápido –lo cual continua siendo un éxito.**



# Quantum Cloud

Quantum Computing as a Service, QCaaS, es un modelo que facilita el acceso a la tecnología cuántica a través de la nube.



**Existen varios proveedores que permiten ejecutar programas cuánticos en la nube y descargar los resultados:**

- 1 **IBM Quantum Experience**, <https://quantum-computing.ibm.com/>, lanzada en mayo de 2016.
- 2 **Alibaba Quantum Cloud**, <http://quantumcomputer.ac.cn/>, presentada en marzo de 2018.
- 3 **D-Wave Leap Cloud Service**, <https://www.dwavesys.com/take-leap>, presentada en octubre de 2018.
- 4 **Rigetti QCS**, <https://qcs.rigetti.com>, lanzada en enero de 2019.
- 5 **Amazon Braket**, <https://aws.amazon.com/es/braket/>, lanzada en diciembre de 2019, que permite seleccionar entre tres proveedores de hardware cuántico: D-Wave, IonQ y Rigetti.
- 6 **Microsoft Azure Quantum**, <https://azure.microsoft.com/es-es/services/quantum/>, que permite seleccionar entre varios proveedores de hardware cuántico: 1QBit, Honeywell, IonQ y QCI.
- 7 **Google's Quantum Computing Service**, <https://quantumai.google/quantum-computing-service>

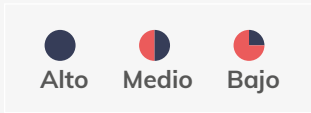
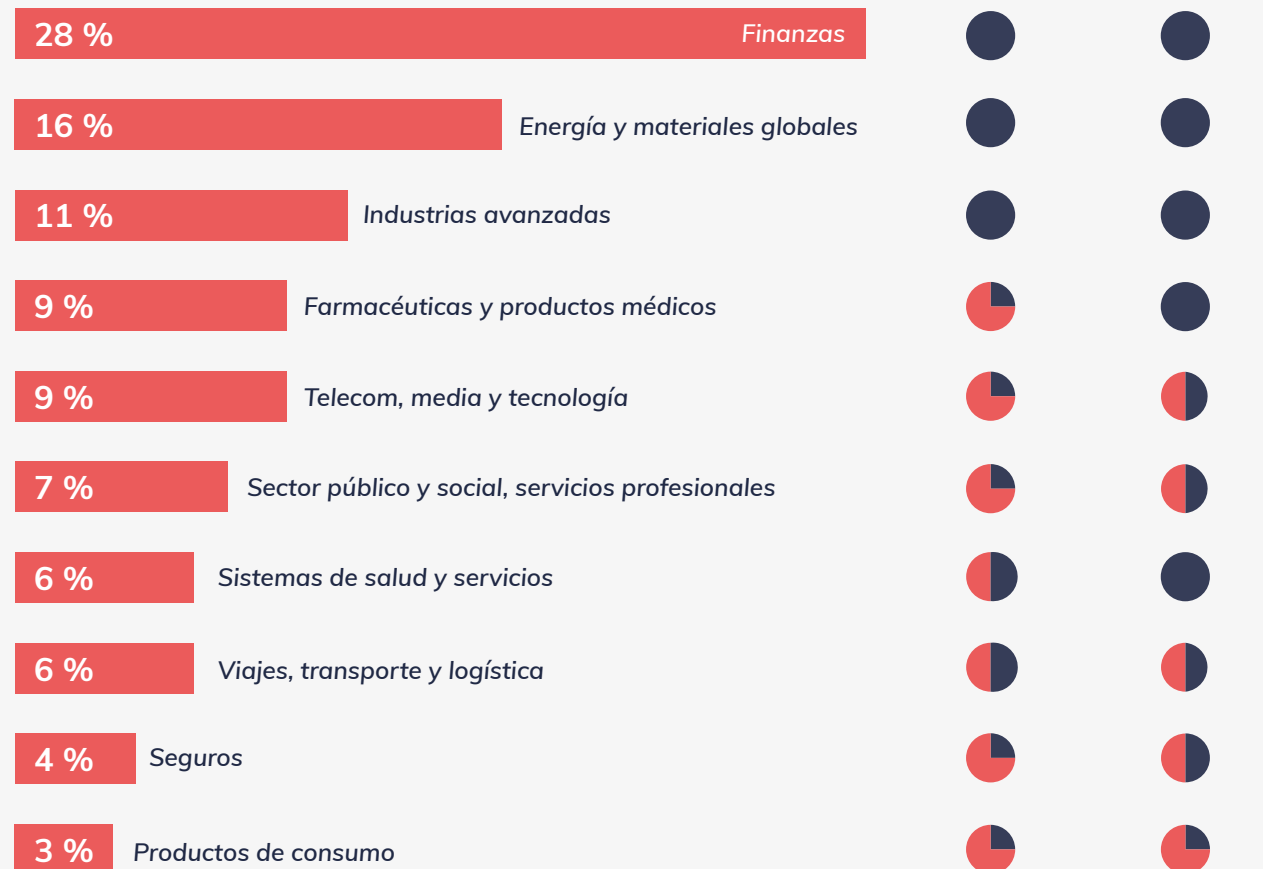
# Aplicaciones de la Computación Cuántica



La distribución actual de los casos de uso son los siguientes:

## Distribución de los casos de uso

## Valor añadido estimado





## Servicios financieros

Actualmente existen métodos para detectar y prevenir el fraude, la segmentación de clientes o el análisis de riesgos. Sin embargo, se encuentran limitados por las capacidades de la tecnología actual. Con la proliferación de computadoras cuánticas y algoritmos diseñados para este tipo de tecnología, en el futuro veremos aplicaciones mejor preparadas para optimizar procesos financieros clave.

Los sistemas cuánticos podrían ser utilizados para la elaboración de modelos financieros complejos y la gestión de riesgos dentro de la industria financiera. Podría ayudar a encontrar nuevas formas de modelar datos financieros y en aislar factores de riesgo globales.

A nivel nacional, ya se está investigando el uso potencial de la computación cuántica en áreas tales como optimización de portfolios, fijación del precio del activo, presupuestación de proyectos de capital, y seguridad de datos.



## Industria aeroespacial y aviación

Las capacidades para resolver problemas de optimización ayudarán a la planificación de misiones, por ejemplo, para encontrar la mejor ruta o para optimizar la gestión del tráfico aéreo. Otros casos incluyen la optimización de vuelos y diseño de piezas, o el análisis y simulación de corrientes de aire y consumo de combustible.



## Ciencias de la vida

Las empresas biomédicas están buscando aplicaciones de computación cuántica en medicina personalizada, detección de drogas, identificación de la expresión génica de células tumorales o el estudio de la estructura química de nuevos tipos de medicamentos.

Los problemas de optimización son habituales en el desarrollo de nuevas terapias, donde cada proceso puede tener innumerables permutaciones y combinaciones. Disponer de capacidades de computación cuántica podría hacer avanzar el diseño y el análisis de estos problemas de manera masiva.



## Diseño de nuevos materiales

A nivel industrial, permitirá explorar y diseñar nuevos materiales, como podrían ser superconductores de alta temperatura, componentes más ligeros, o mejores aislantes térmicos.

Descubrir nuevos diseños de alta densidad podrían ampliar la capacidad de las baterías usadas en una amplia variedad de dispositivos, desde electrónica portátil hasta vehículos eléctricos.



## Agricultura

La industria química, por ejemplo, puede trabajar para identificar un nuevo catalizador para fertilizantes que ayude a reducir emisiones de efecto invernadero y mejorar la producción mundial de alimentos. Esto requiere de modelaje de interacciones moleculares muy complejas para las computadoras clásicas, pero adecuadas para las computadoras cuánticas.

Los procesos estándar para fabricar fertilizantes usan entre un 2 y un 5% de la producción global de gas natural cada año; la simulación cuántica podría llevar al descubrimiento de un proceso más eficiente que ahorre anualmente billones de dólares y trillones de metros cúbicos de gas natural.



## Machine Learning

La Inteligencia Artificial se apoya en el análisis de grandes conjuntos de datos, imágenes, videos y textos. En este momento no escasea la cantidad de datos, podríamos decir que se encuentra en una fase de sobreabundancia. Las computadoras cuánticas permitirían analizar y gestionar más datos en mucho menos tiempo, gracias a su potencia para procesar volúmenes exponenciales de combinaciones.

También, las computadoras cuánticas podrían potenciar el aprendizaje automático multisectorial al permitir que los programas de IA busquen en estos conjuntos de datos gigantescos elementos relacionados con la investigación médica, el comportamiento de los consumidores y los mercados financieros, y les den sentido.



# Y ahora qué hago

Es el momento de tomar el control, siguiendo estos pasos



## Paso 1



Selecciona el equipo de tu organización que liderará la incursión en la Computación Cuántica.

No es necesario que se encarguen de toda la investigación, pueden apoyarse en organizaciones externas y funcionar como Product Owner.

## Paso 2



Identifica las oportunidades de negocio que te ofrece la Computación.

Analiza las ventajas que te ofrecerían frente a tus competidores.

## Paso 3



Experimenta con la tecnología actual.

Descubre resolver los problemas de negocio planteados. Ten en cuenta que una solución cuántica puede no ser adecuada para todos los problemas de la empresa.

Céntrate en los casos de uso prioritarios que ordenadores clásicos no pueden resolver actualmente.

## Paso 4



### Prepárate para la tecnología cuántica

Construye una hoja de ruta de la informática cuántica, que incluya los próximos pasos viables, con el propósito de perseguir los problemas que podrían crear formidables barreras competitivas y una ventaja empresarial sostenible.

## Paso 5



### Logra una ventaja cuántica

La informática cuántica evoluciona rápidamente. Busca las tecnologías y los conjuntos de herramientas de desarrollo que se estén convirtiendo en el estándar de la industria.

Ten en cuenta que los nuevos avances pueden obligarte a ajustar su enfoque del proceso de desarrollo cuántico.

# izertis

[www.izertis.com](http://www.izertis.com)