

SISANDES - UNIANDES

Computación Cuántica: la tecnología que podría transformar el futuro



Del bit al qubit: entendiendo la próxima revolución tecnológica

La computación cuántica es uno de los avances científicos y tecnológicos más importantes de la actualidad. Aunque durante muchos años pareció una idea de ciencia ficción, hoy ya existen computadores cuánticos reales funcionando en universidades, centros de investigación y laboratorios tecnológicos alrededor del mundo.

En Colombia, la Universidad de los Andes cuenta con uno de los primeros computadores cuánticos educativos del país: el *SpinQ* Gemini Lab, conocido también como *Quipu*. Este equipo permite que estudiantes e investigadores aprendan y experimenten con conceptos de computación cuántica de manera práctica.

Pero ¿qué hace tan especial a un computador cuántico? ¿Por qué esta tecnología podría cambiar áreas como la medicina, las finanzas o la seguridad informática?

¿Qué es la computación cuántica?

La computación cuántica es una nueva forma de procesar información utilizando principios de la física cuántica, la rama de la ciencia que estudia el comportamiento de las partículas más pequeñas del universo, como los electrones y los átomos.

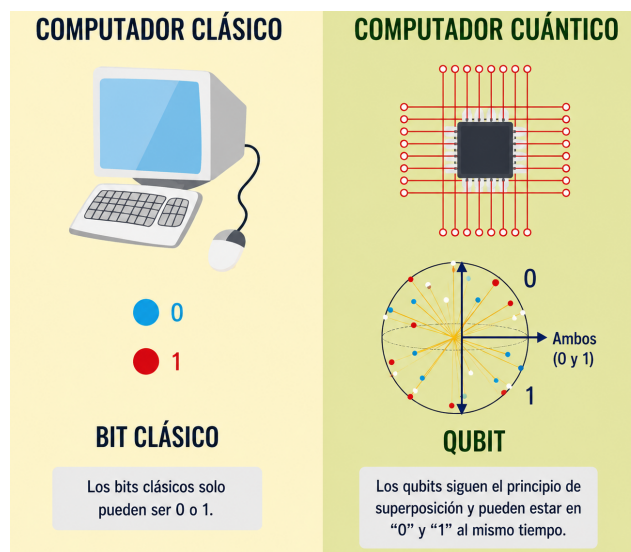
Los computadores tradicionales, como los celulares o laptops, trabajan usando bits. Un bit solamente puede tener dos valores posibles: 0 ó 1

Toda la información digital del mundo funciona gracias a millones de bits combinados.

Los computadores cuánticos funcionan de manera diferente. En lugar de bits utilizan *qubits*, que pueden representar varios estados al

mismo tiempo gracias a fenómenos cuánticos como la superposición y el entrelazamiento.

Esto les permite resolver ciertos problemas muchísimo más rápido que los computadores clásicos.



Diferencia entre computación clásica

Computación clásica	Computación cuántica
Usa bits	Usa qubits
Un bit solo puede ser 0 o 1	Un qubit puede ser 0 y 1 al mismo tiempo
Procesamiento secuencial	Procesamiento altamente paralelo
Ideal para tareas cotidianas	Ideal para problemas extremadamente complejos
Tecnología madura	Tecnología emergente

La principal diferencia entre ambas tecnologías está en la forma como procesan la información.

Un computador clásico es excelente para navegar en internet, usar aplicaciones o jugar videojuegos. Sin embargo, existen problemas tan complejos que podrían tardar miles de años en resolverse usando computadores tradicionales.

La computación cuántica promete acelerar enormemente tareas como:

- simulación molecular
- optimización logística
- descubrimiento de medicamentos
- inteligencia artificial
- análisis financiero
- criptografía avanzada

¿Qué es un qubit?

El qubit es la unidad básica de información en la computación cuántica.

Mientras un bit clásico solo puede representar un valor a la vez, un qubit puede representar múltiples estados simultáneamente.

Una manera sencilla de entenderlo es imaginar una moneda:

- Un bit clásico sería como una moneda quieta sobre una mesa: solo puede estar en cara o sello.
- Un qubit sería como una moneda girando en el aire: mientras gira, puede representar ambos estados al mismo tiempo.

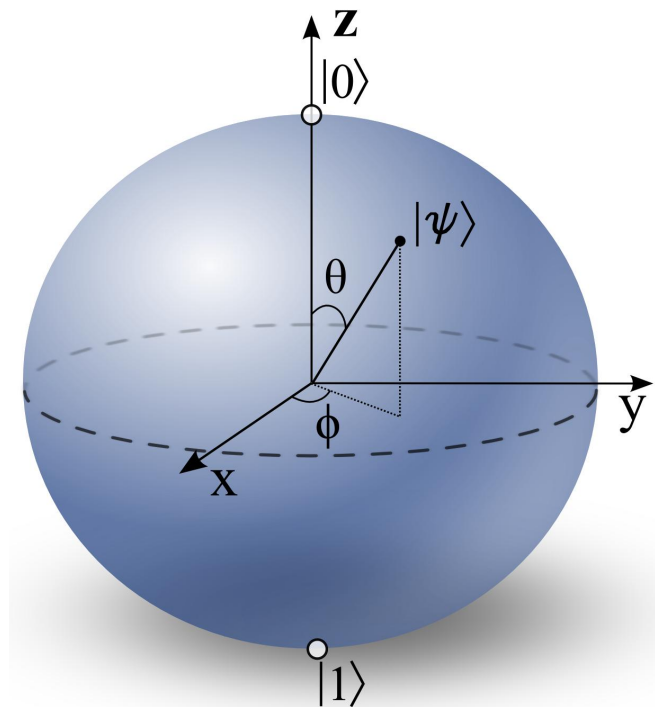
Gracias a esto, varios qubits trabajando juntos pueden explorar muchísimas posibilidades simultáneamente.

Superposición cuántica

La *superposición* es una propiedad fundamental de la física cuántica.

Esto permite que los computadores cuánticos realicen cálculos paralelos de una forma que los computadores tradicionales no pueden lograr.

Un qubit puede estar en 0, en 1 o en una combinación de ambos estados al mismo tiempo.



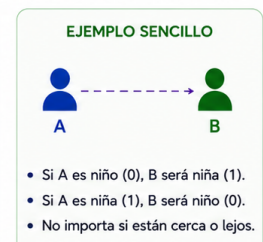
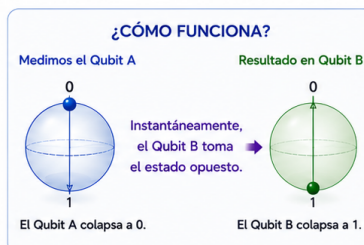
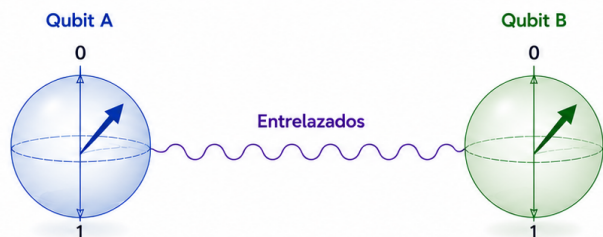
Entrelazamiento cuántico

Otro fenómeno sorprendente es el *entrelazamiento cuántico*.

Albert Einstein llamó a este fenómeno “acción fantasmal a distancia”.

El entrelazamiento permite coordinar múltiples qubits y es una de las bases del enorme poder potencial de los computadores cuánticos.

Dos qubits entrelazados están conectados de tal manera que el estado de uno depende instantáneamente del estado del otro, sin importar la distancia que los separe.



El computador cuántico de la Universidad de los Andes: Quipu

La Universidad de los Andes cuenta con un computador cuántico educativo llamado *Quipu*, basado en la plataforma *SpinQ Gemini Lab*.

Este equipo llegó a la universidad en 2024 y permite que estudiantes e investigadores aprendan conceptos de computación cuántica de forma práctica.

A diferencia de los enormes computadores cuánticos industriales que requieren temperaturas extremadamente bajas, el SpinQ Gemini Lab utiliza una tecnología basada en resonancia magnética nuclear (NMR), lo que permite operar en un entorno más accesible para fines educativos.



El computador cuenta con:

- 2 qubits
- Interfaz gráfica para diseñar circuitos cuánticos
- Experimentos educativos
- Simulaciones y prácticas de algoritmos cuánticos

Interfaz de programación cuántica

La siguiente imagen muestra la interfaz utilizada para construir circuitos cuánticos mediante puertas lógicas como Hadamard, CNOT y rotaciones cuánticas.

Esta plataforma permite a los estudiantes aprender conceptos como:

- Puertas cuánticas
- Superposición
- Entrelazamiento
- Algoritmos básicos
- Simulación molecular



El impacto de la computación cuántica en el futuro

Muchos expertos consideran que la computación cuántica podría generar una revolución comparable a la llegada de internet o de la inteligencia artificial.

Aunque todavía existen importantes desafíos técnicos, el potencial es enorme.

En las próximas décadas podríamos ver avances significativos en:

- Medicina personalizada
- Inteligencia artificial avanzada
- Diseño de nuevos materiales
- Energías limpias
- Optimización del tráfico y logística mundial
- Predicción climática
- Ciberseguridad cuántica

Sin embargo, la computación cuántica no reemplazará completamente a los computadores clásicos. Ambas tecnologías probablemente coexistirán y trabajarán juntas.