



| Entanglement Partners_ >



Nuevos materiales y nuevas finanzas

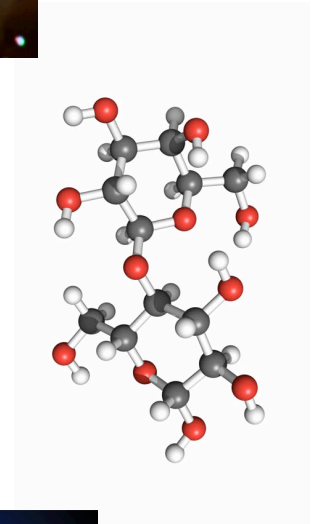
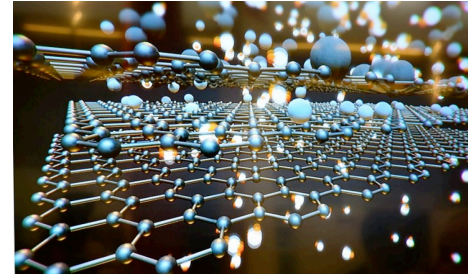
Román Orús

DIPC, Ikerbasque, Entanglement Partners, QWA, Multiverse Computing

14 de Mayo de 2019

Tecnologías cuánticas

- Materiales
- Finanzas
- Química
- Optimización
- Machine learning
- Comunicaciones
- Criptografía
- ... ¡Infinitas posibilidades!



Tecnologías cuánticas

- Materiales

- Finanzas

← hoy

- Química

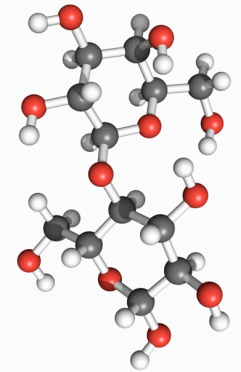
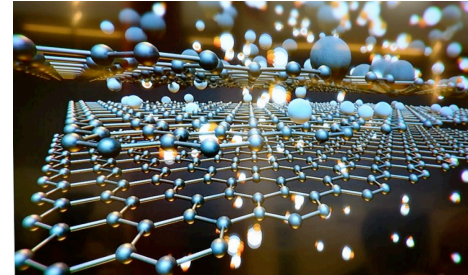
- Optimización

- Machine learning

- Comunicaciones

- Criptografía

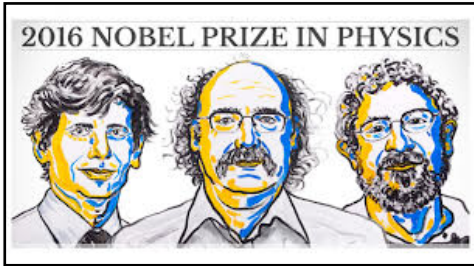
- ... ¡Infinitas posibilidades!





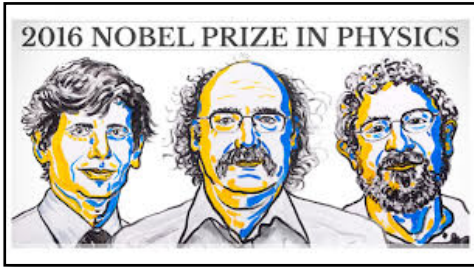
**Nuevos
materiales**

Materiales topológicos



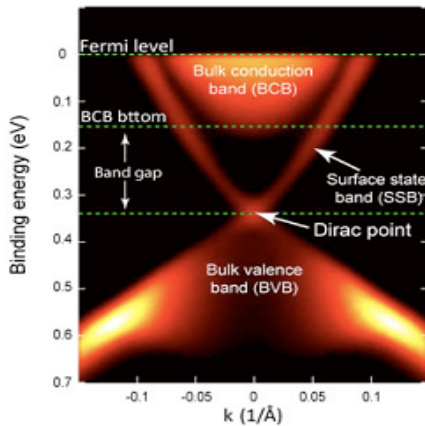
Entrelazamiento cuántico
por causas topológicas

Materiales topológicos

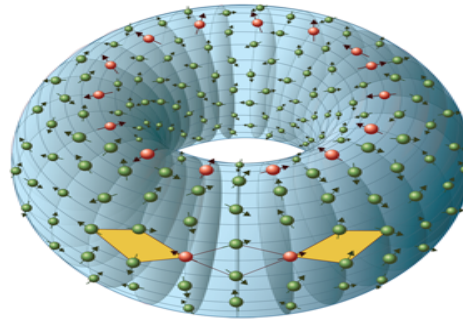


Entrelazamiento cuántico por causas topológicas

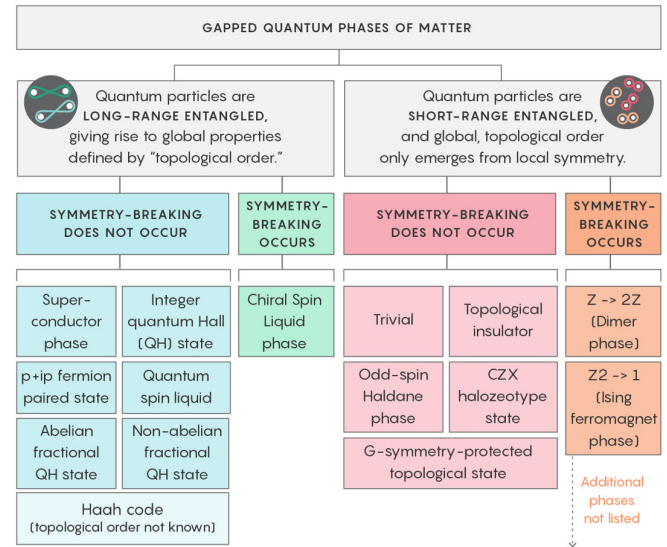
Aislantes topológicos



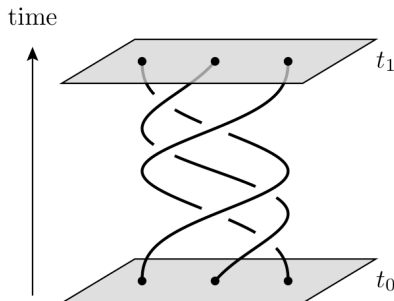
Líquidos de spin



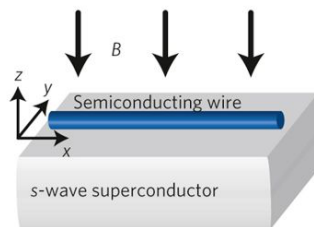
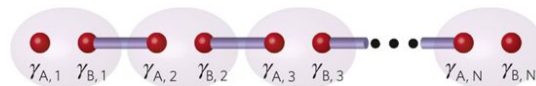
Fases de la materia



Aniones



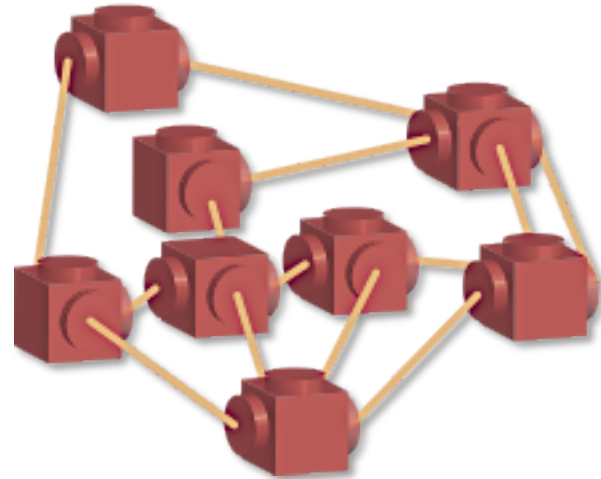
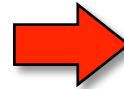
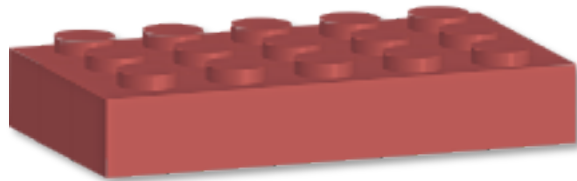
Majoranas



Simulación clásica: redes de tensores

$$|\Psi\rangle = \sum_{i's} \Psi_{i_1 i_2 \dots i_N} |i_1\rangle \otimes |i_2\rangle \otimes \dots \otimes |i_N\rangle$$

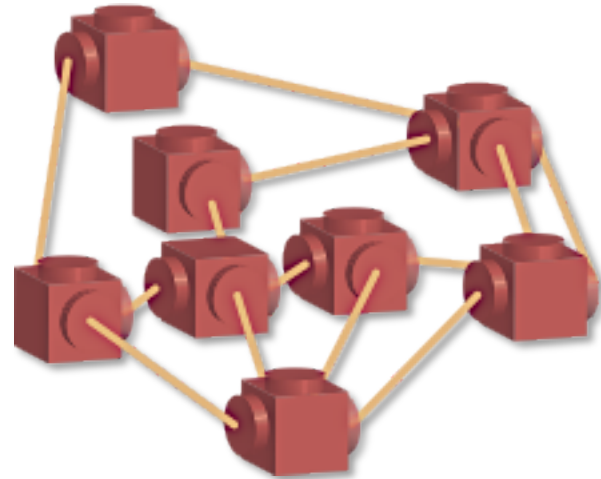
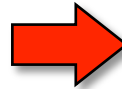
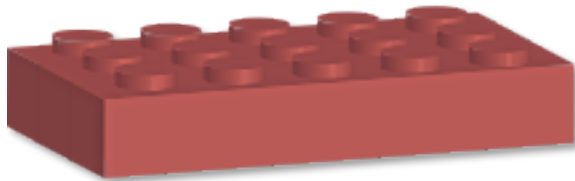
Fragmentación debida al entrelazamiento cuántico



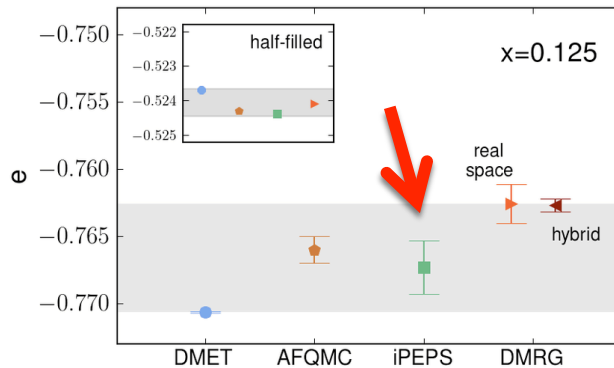
Simulación clásica: redes de tensores

$$|\Psi\rangle = \sum_{i's} \Psi_{i_1 i_2 \dots i_N} |i_1\rangle \otimes |i_2\rangle \otimes \dots \otimes |i_N\rangle$$

Fragmentación debida al entrelazamiento cuántico



Mejores cálculos para modelos de superconductividad

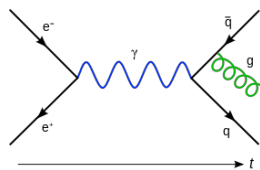


- Estados fundamentales
- Dinámica
- Disipación
- Optimización
- ... **Enorme versatilidad**

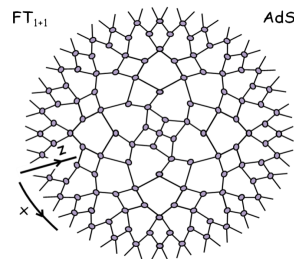
Información y Computación cuánticas



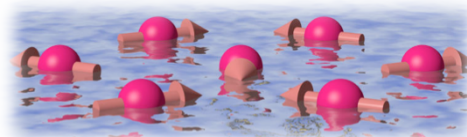
Altas energías



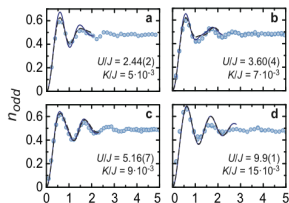
Gravedad cuántica



Sistemas fuertemente correlacionados

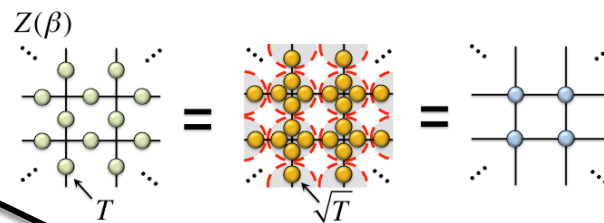


Simulación cuántica

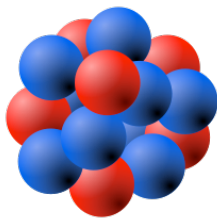


Entrelazamiento y Redes de Tensores

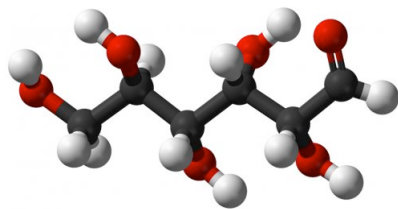
Física estadística clásica



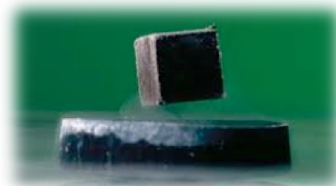
Física nuclear



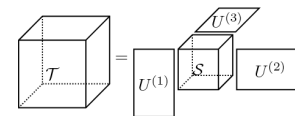
Química cuántica



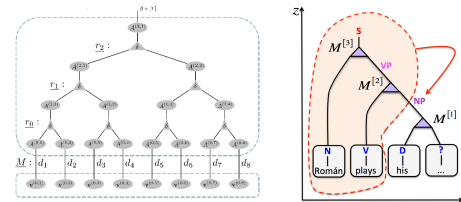
Materiales



Cálculo tensorial



Intel. artificial & Lingüística



Simulación cuántica

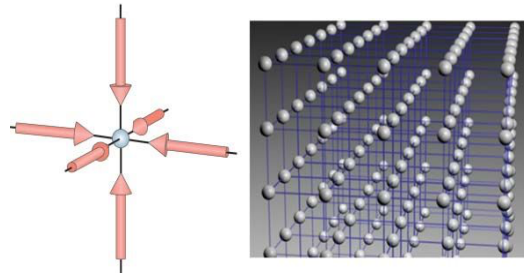
R. P. Feynman: ¡Usar
“hardware” cuántico
para simular sistemas
cuánticos!



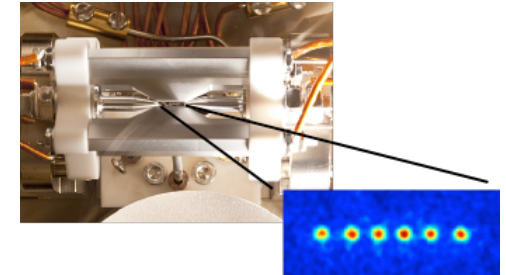
Simulación cuántica

R. P. Feynman: ¡Usar “hardware” cuántico para simular sistemas cuánticos!

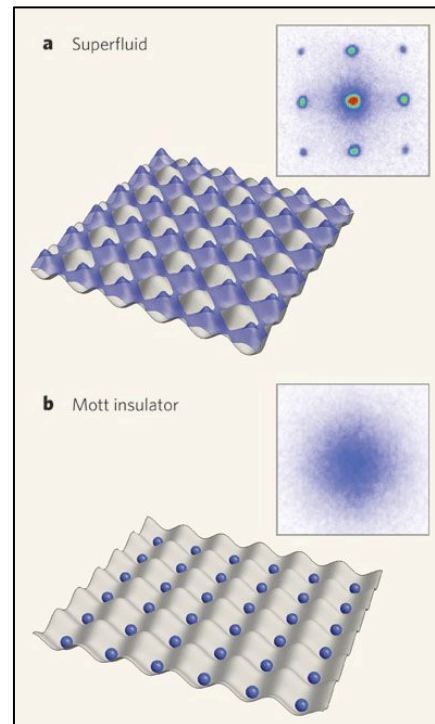
Redes ópticas



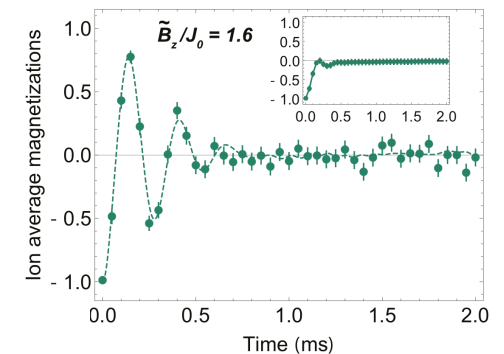
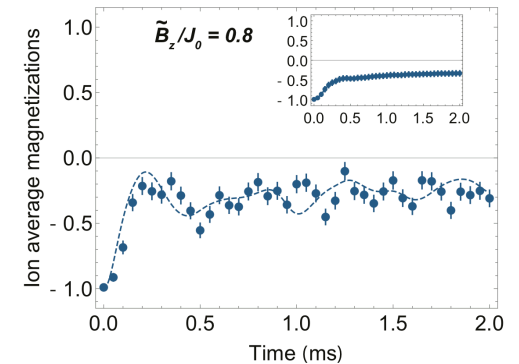
Trampas de iones



Transición de fase cuántica 2d



Dinámica, 53 qubits





Nuevas finanzas

Repleto de problemas duros!

- Sistemas complejos
- Correlaciones fuertes
- Difíciles de predecir

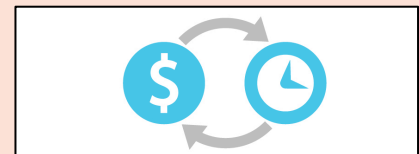


- **Muy matemático:** optimización, Monte Carlo, ecuaciones diferenciales estocásticas, inteligencia artificial...

El ordenador cuántico es ideal para esto

- **Menos tiempo = Más dinero**

Ventaja competitiva



Tres tendencias



(1) Annealing cuántico

Optimización dinámica de carteras

“Scoring” de crédito

Oportunidades de arbitraje

Predicción de crashes

(2) Quantum machine learning (QML)

Clasificadores

Análisis de comp. principales

Variational Quantum
Eigensolvers (VQE)

Regresión

Redes neuronales

y Autoencoders (VQA)

(3) Quantum amplitude estimation (QAE)

Sampling Monte Carlo

Precios de derivados

Análisis de riesgos

The background of the image is a blurred financial market display. It features a grid of numbers, some in green and some in red, representing stock prices and their changes. Overlaid on this is a prominent, thick, 3D red line graph that starts high on the left and trends downwards with some volatility, ending lower on the right. This graph symbolizes a market crash. The overall color palette is dark with highlights of red and green.

Ejemplo: predecir crashes financieros



Dada una red financiera en equilibrio, si hay un cambio pequeño en los precios de los valores, podría darse un fallo masivo de las instituciones? (NP-Hard)



Dada una red financiera en equilibrio, si hay un cambio pequeño en los precios de los valores, podría darse un fallo masivo de las instituciones? (NP-Hard)

$$\left(\vec{v} - \tilde{\mathbf{C}}(\mathbb{I} - \mathbf{C})^{-1} \left(\mathbf{D}\vec{p} - \vec{b}(\vec{v}, \vec{p}) \right) \right)^2 \geq 0$$

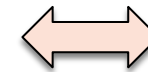
Auto-posesión precios Término de fallo (no línea)
 ↓ ↓ ↓
 ↗ ↖ ↖
 Valores de mercado cross-holdings Posesión de valores

Igualdad → Equilibrio financiero

¡Problema variacional!

Es equivalente a encontrar el estado de mínima energía de un **sistema magnético**
(crash ~ transición de fase de 1r orden)

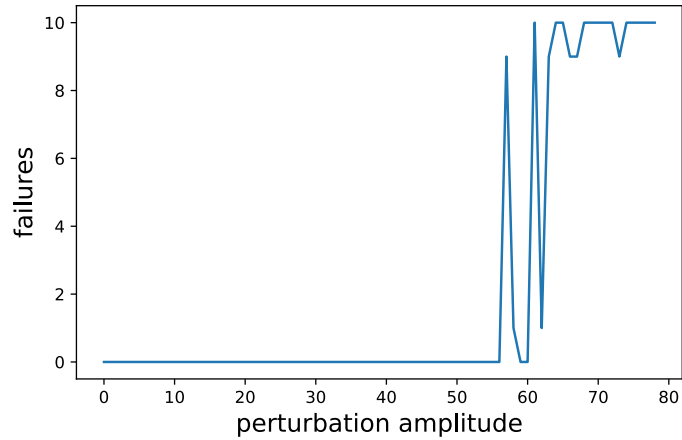
$$H_P = \sum_i h_i \sigma_i^z + \sum_{i,j} J_{ij} \sigma_i^z \sigma_j^z$$



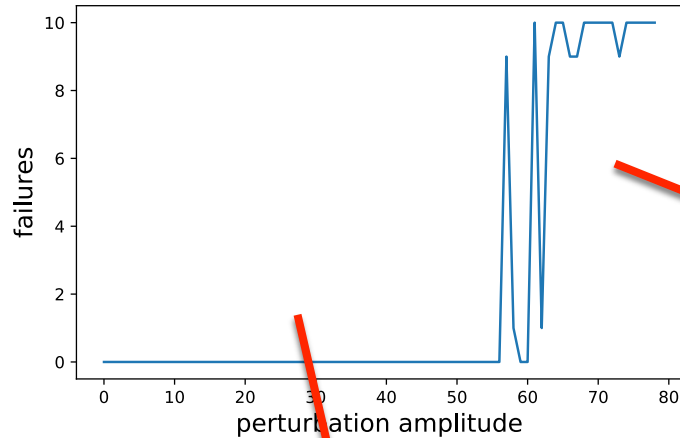
Problema standard para annealing cuántico

RO, S. Mugel, E. Lizaso, arXiv:1810.07690

“fase magnetica” → “fase finanziaria”



“fase magnetica” → “fase finanziaria”



“normal”

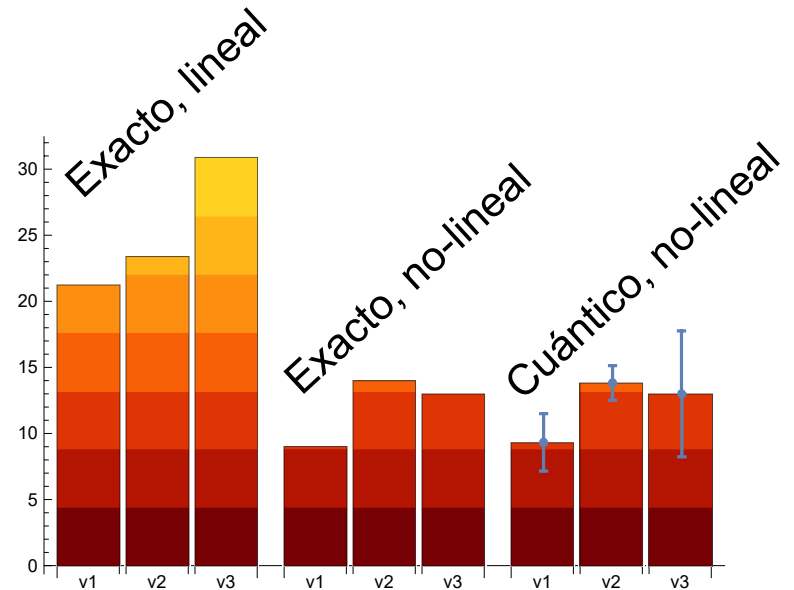
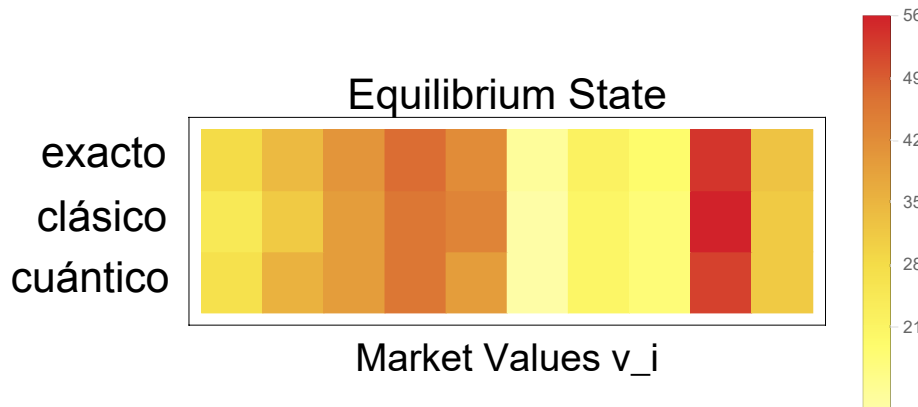
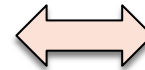
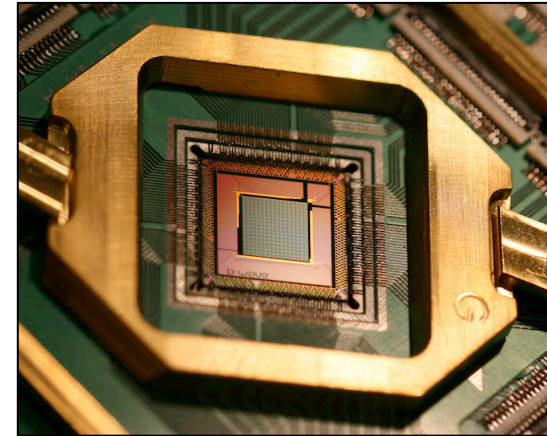
“crash”



Equilibrio económico con D-Wave 20000



2048 qubits *incoherentes*



Y. Ding et al, arXiv:1904.05808
(DIPC + Multiverse Comp. + Bilbao + Shanghai)

¡GRACIAS!

