



INTERNATIONAL YEAR OF  
Quantum Science  
and Technology



# Cuarta Escuela de Cómputo Cuántico

Día 1

Adair Campos-Uscanga  
Agosto 4, 2025

# El éxito de la computación clásica

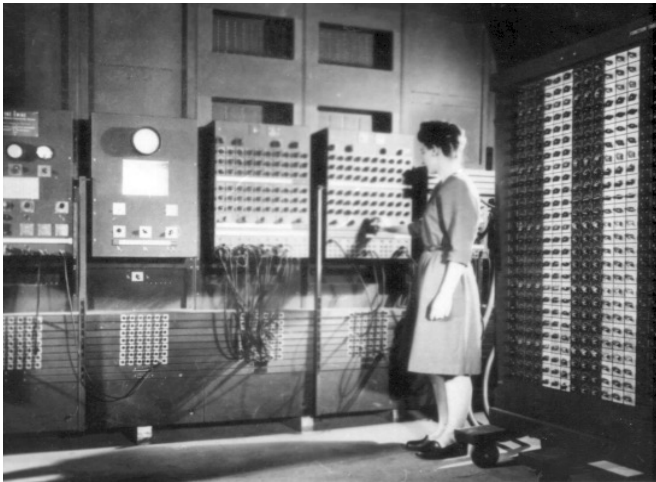


ENIAC  
(1945)

Transistor  
(1947)

El Capitán  
(2025)

80 años



$10^3$  FLOPS

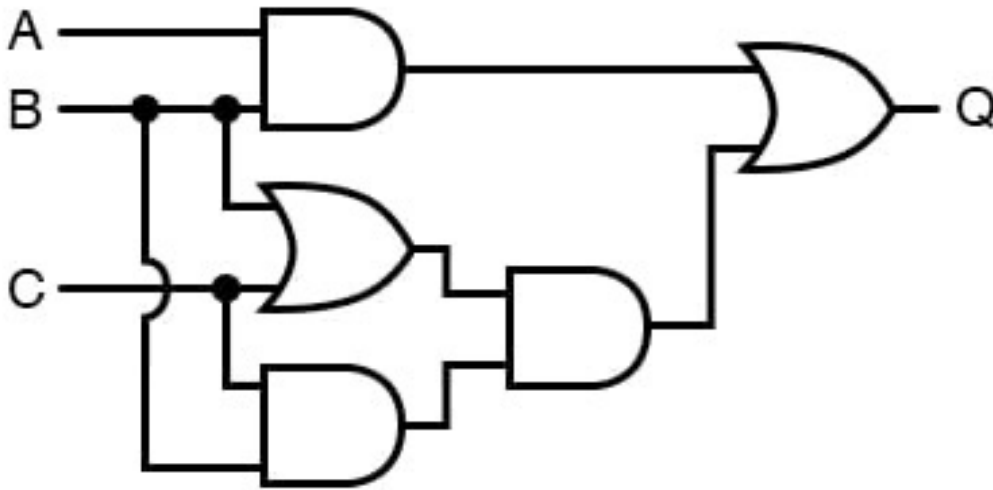


$1.742 \times 10^{18}$  FLOPS

# El bit

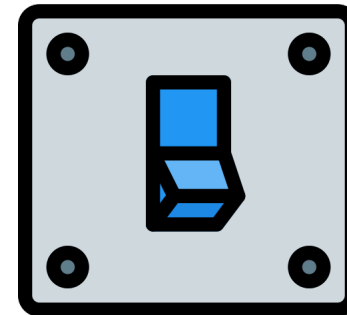
*Definición 1:* Un sistema físico con dos configuraciones distinguibles.

*Definición 2:* La unidad mínima en la cual se puede descomponer a la información.

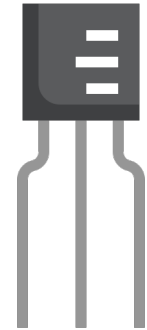


Un circuito lógico

Ejemplos físicos de un bit:



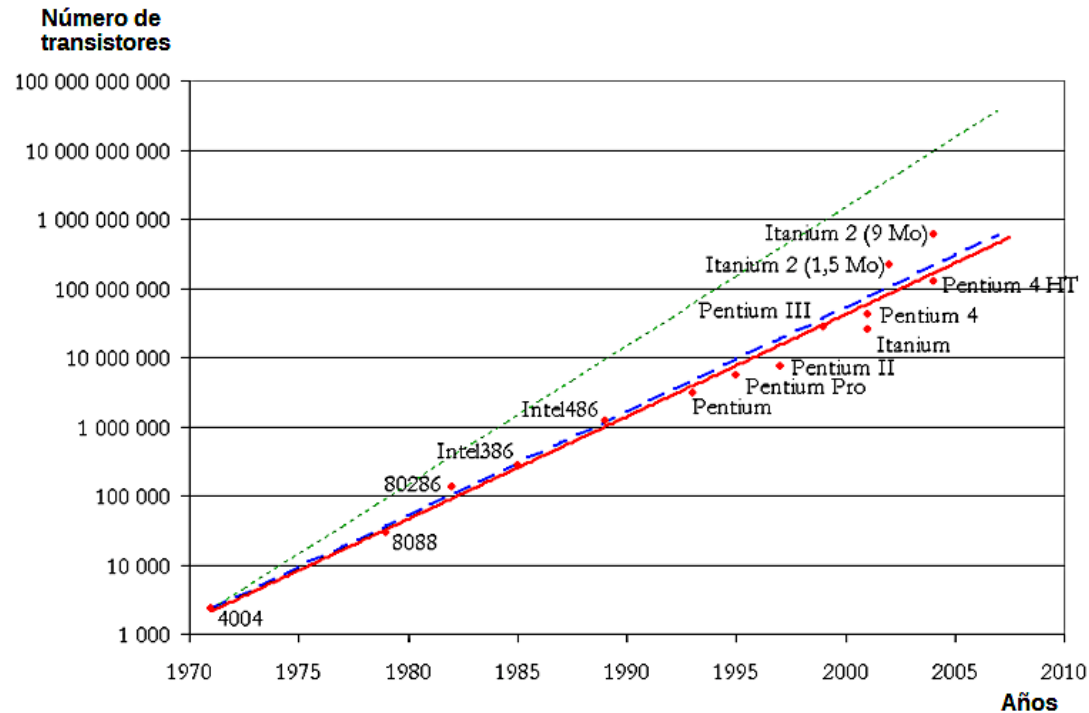
Un interruptor



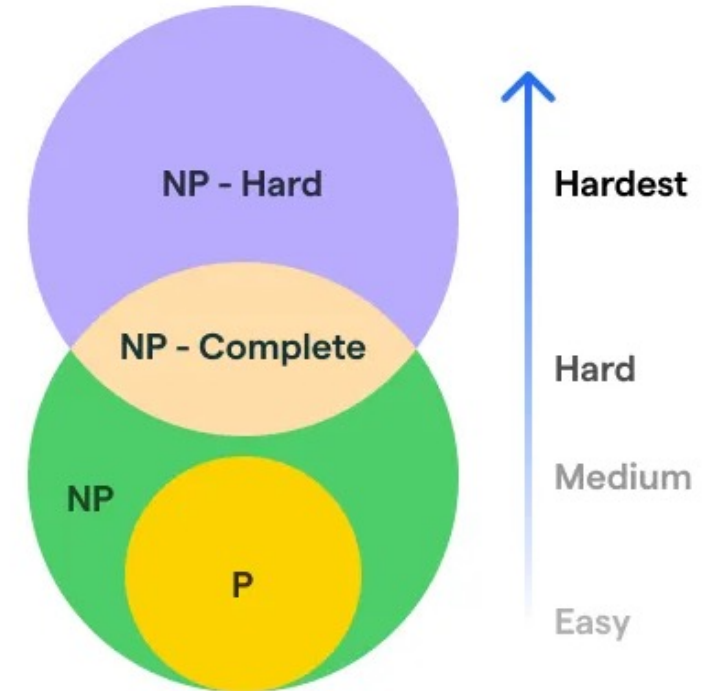
Un transistor

# Dos desafíos importantes

## 1. Miniaturización de los componentes lógicos



## 2. Problemas insolubles (en términos prácticos)



# La computación cuántica

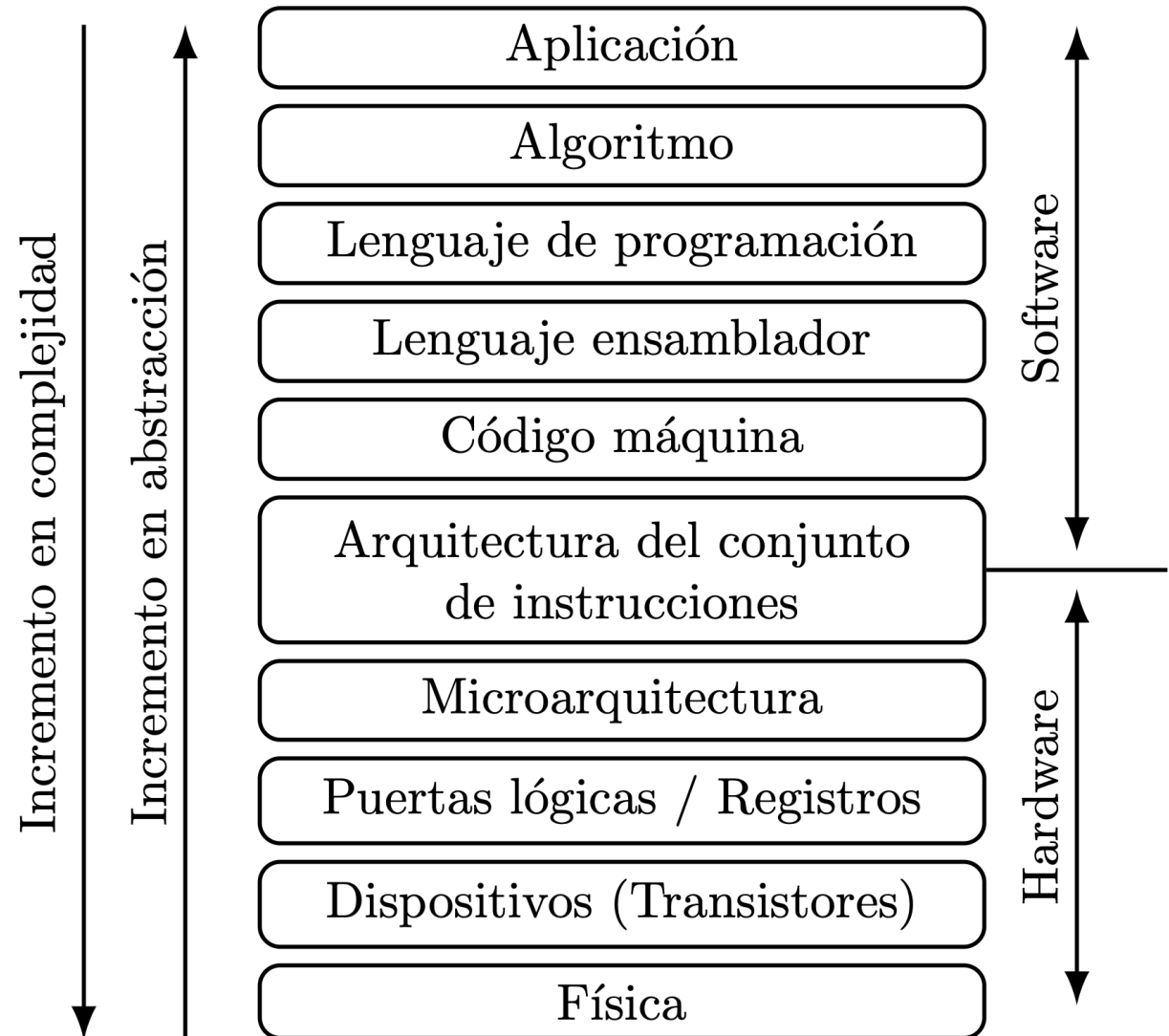
Área multidisciplinar que busca aprovechar propiedades intrínsecas de los sistemas cuánticos para el procesamiento de información.



Figura: Willow, computadora cuántica de Google.

# Computing stack

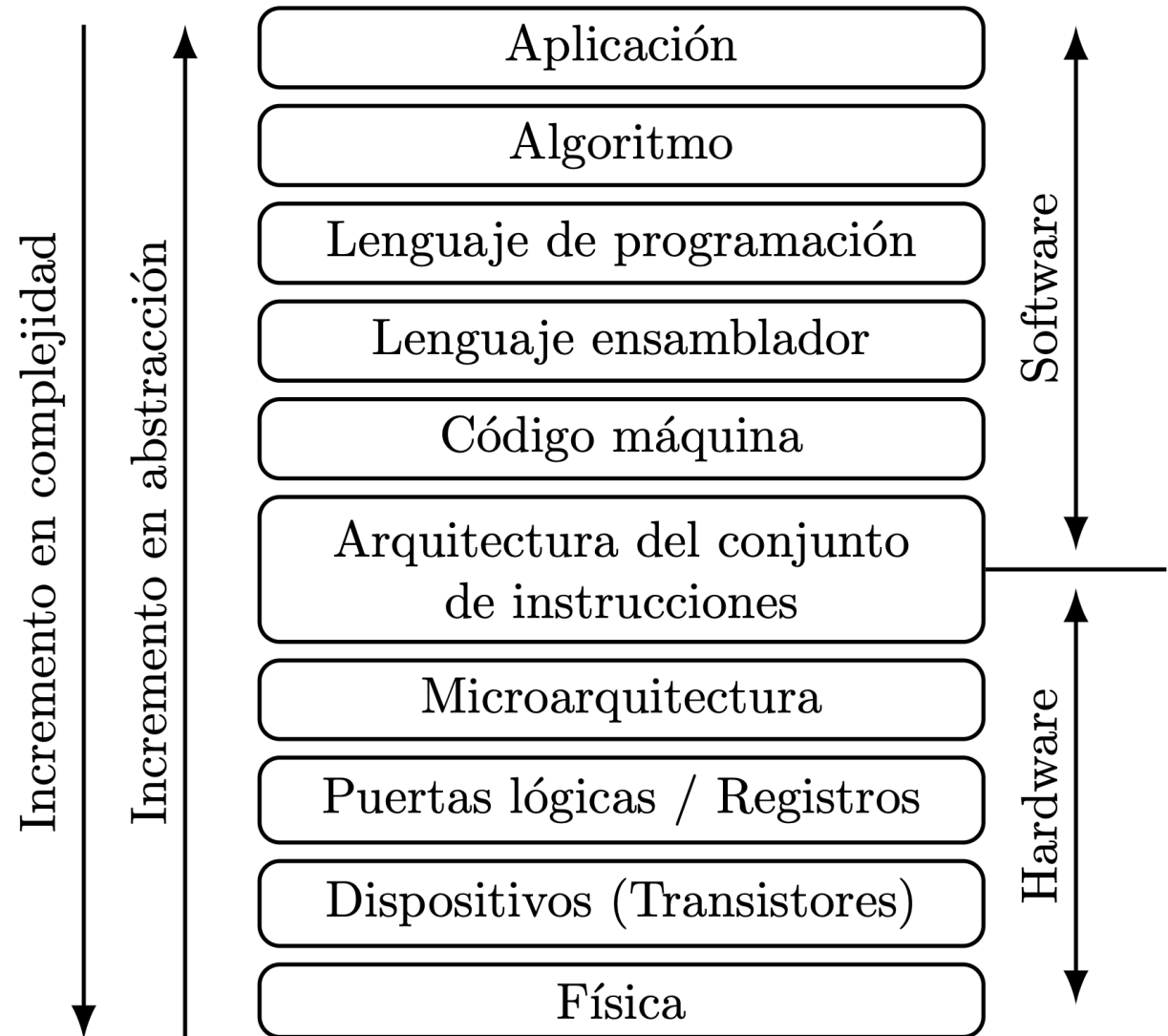
La computación requiere esfuerzos en distintos niveles. Cada uno es muy amplio, por lo que es necesario delimitar la contribución.



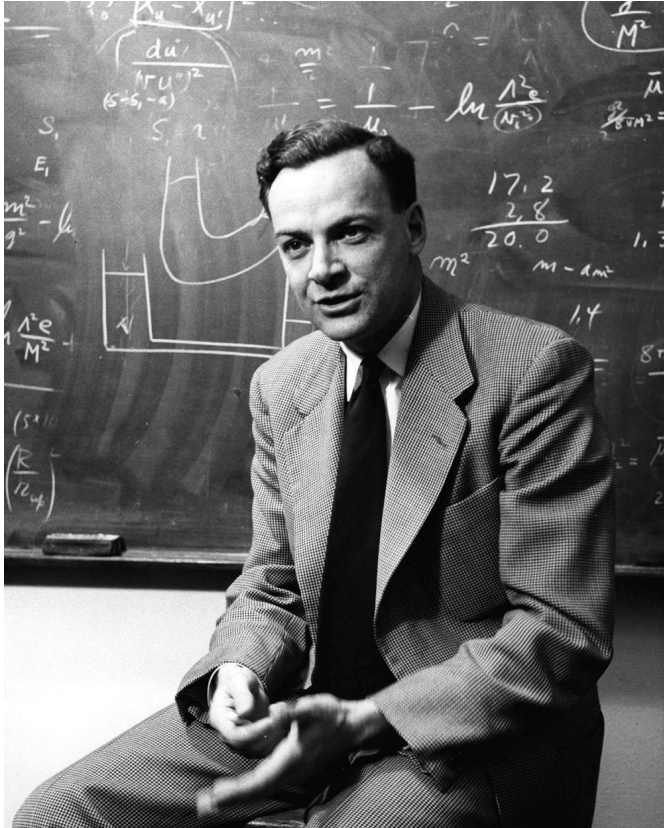


# Computing stack

La computación requiere esfuerzos en distintos niveles. Cada uno es muy amplio, por lo que es necesario delimitar la contribución.



# Los inicios de la computación cuántica



Richard Feynman  
(1918-1988)

## Simulating Physics with Computers

Richard P. Feynman

*Department of Physics, California Institute of Technology, Pasadena, California 91107*

*Received May 7, 1981*

### 1. INTRODUCTION

On the program it says this is a keynote speech—and I don't know what a keynote speech is. I do not intend in any way to suggest what should be in this meeting as a keynote of the subjects or anything like that. I have

simulation of physics, seem to me to be an excellent program to follow out. He and I have had wonderful, intense, and interminable arguments, and my argument is always that the real use of it would be with quantum mechanics, and therefore full attention and acceptance of the quantum mechanical phenomena—the challenge of explaining quantum mechanical phenomena—has to be put into the argument, and therefore these phenomena have to be understood very well in analyzing the situation. And I'm not happy with all the analyses that go with just the classical theory, because nature isn't classical, dammit, and if you want to make a simulation of nature, you'd better make it quantum mechanical, and by golly it's a wonderful problem, because it doesn't look so easy. Thank you.



# El qubit

**Def. 1:** Un sistema cuántico con dos configuraciones distinguibles.

**Def. 2:** La unidad mínima de información en la computación cuántica digital.

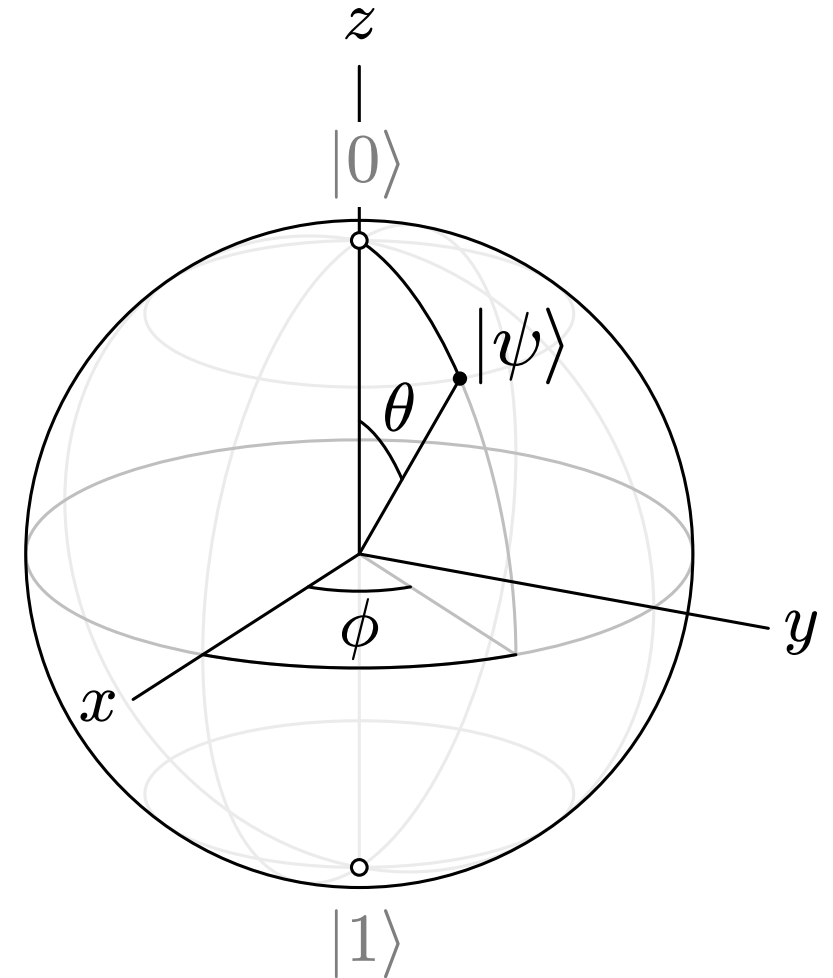
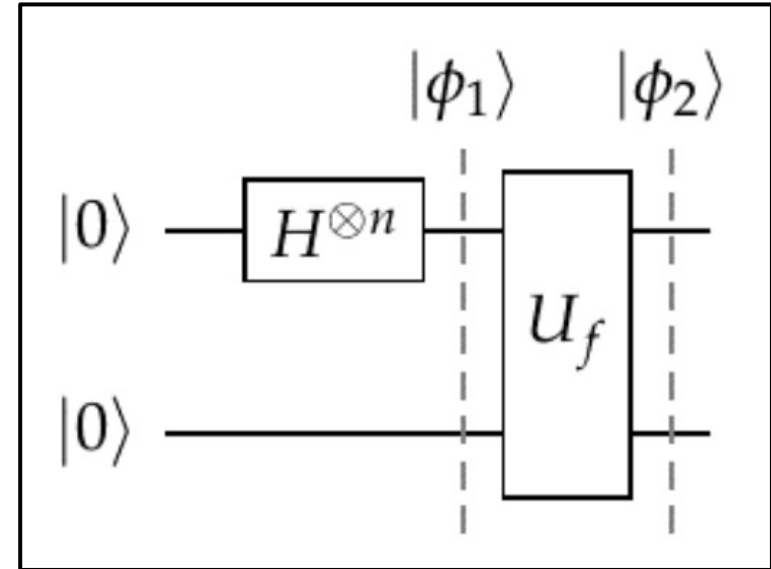


Figura: La esfera de Bloch

# Recursos para la computación cuántica

## **Superposición:**

Previo al proceso de medición, se consideran todos los posibles estados del sistema con su respectiva probabilidad.



## **Paralelismo cuántico:**

Evaluación de un operador unitario sobre un estado de superposición.

# Recursos para la computación cuántica

## **Interferencia:**

Fenómeno en el que los estados cuánticos se combinan de manera que modifican las probabilidades de los posibles resultados.

Recurso utilizado en:

Algoritmos de búsqueda  
Problemas de decisión

qubits



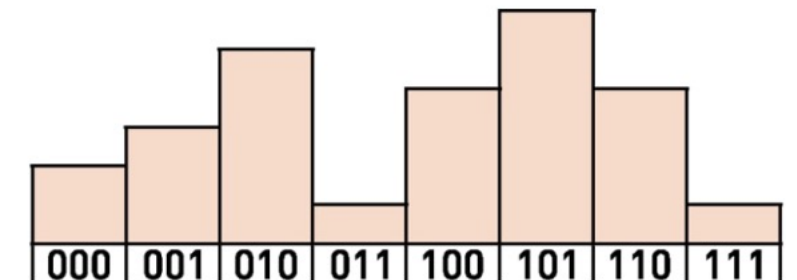
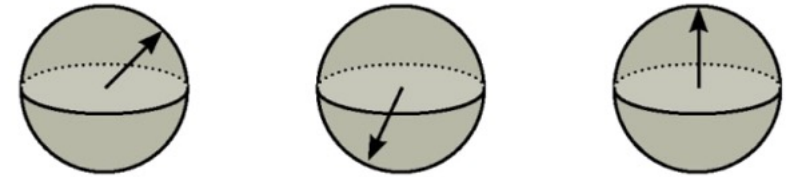
quantum  
wavefunctions



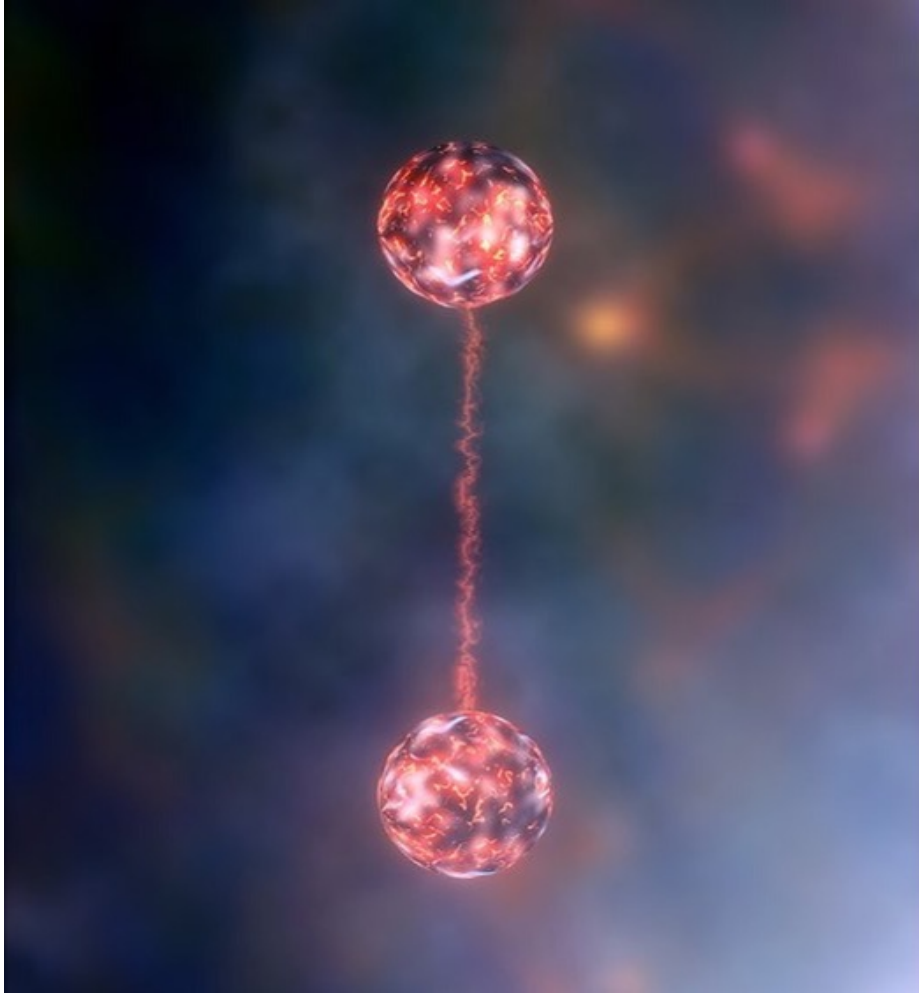
overall  
wavefunction



probability  
distribution



# Recursos para la computación cuántica



## **Entrelazamiento:**

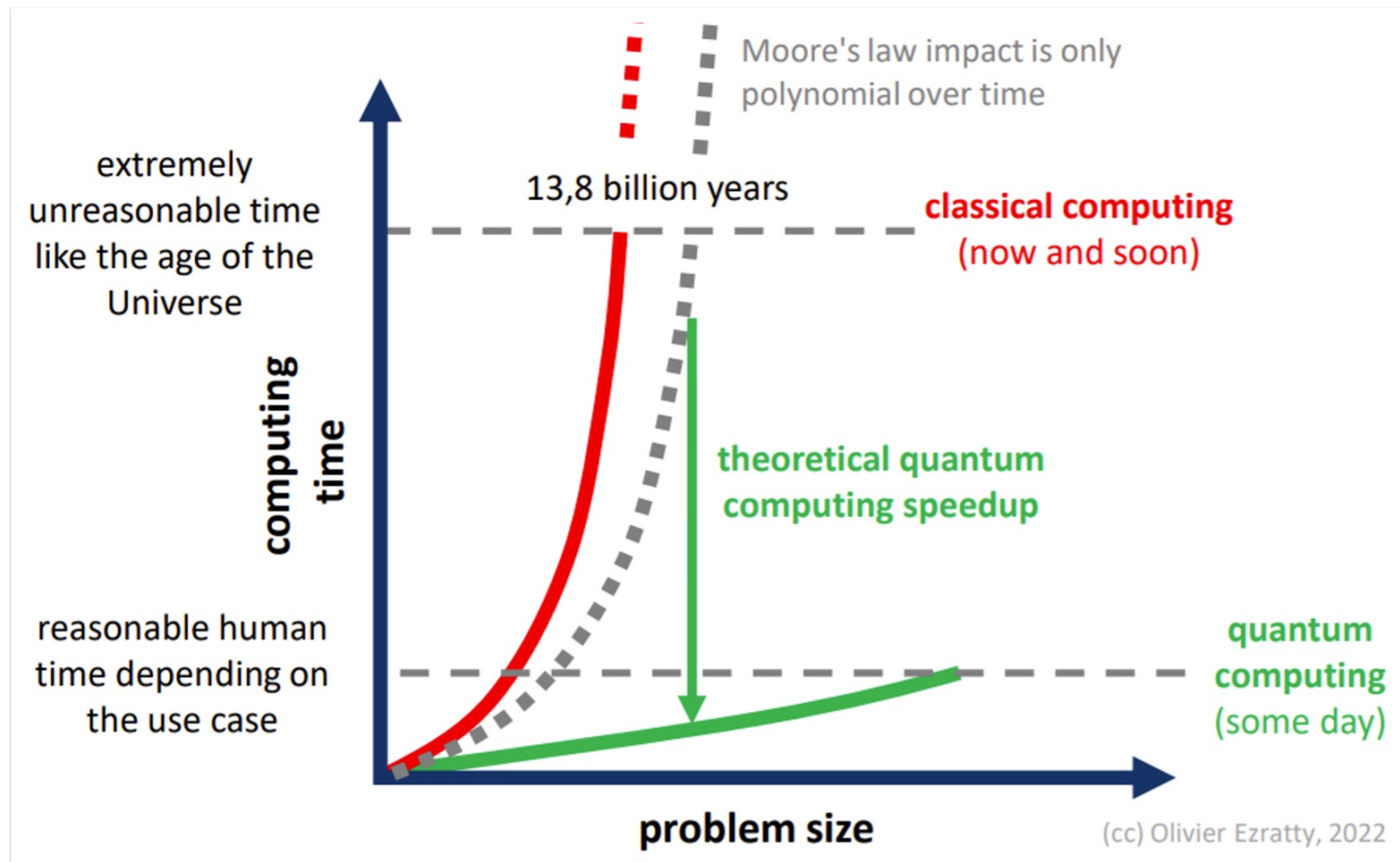
Propiedad de algunos estados de muchos qubits en el cual el estudio individual de los mismos da menor información que el conjunto completo.

Recurso utilizado en:

Comunicación cuántica  
Corrección de errores cuántica

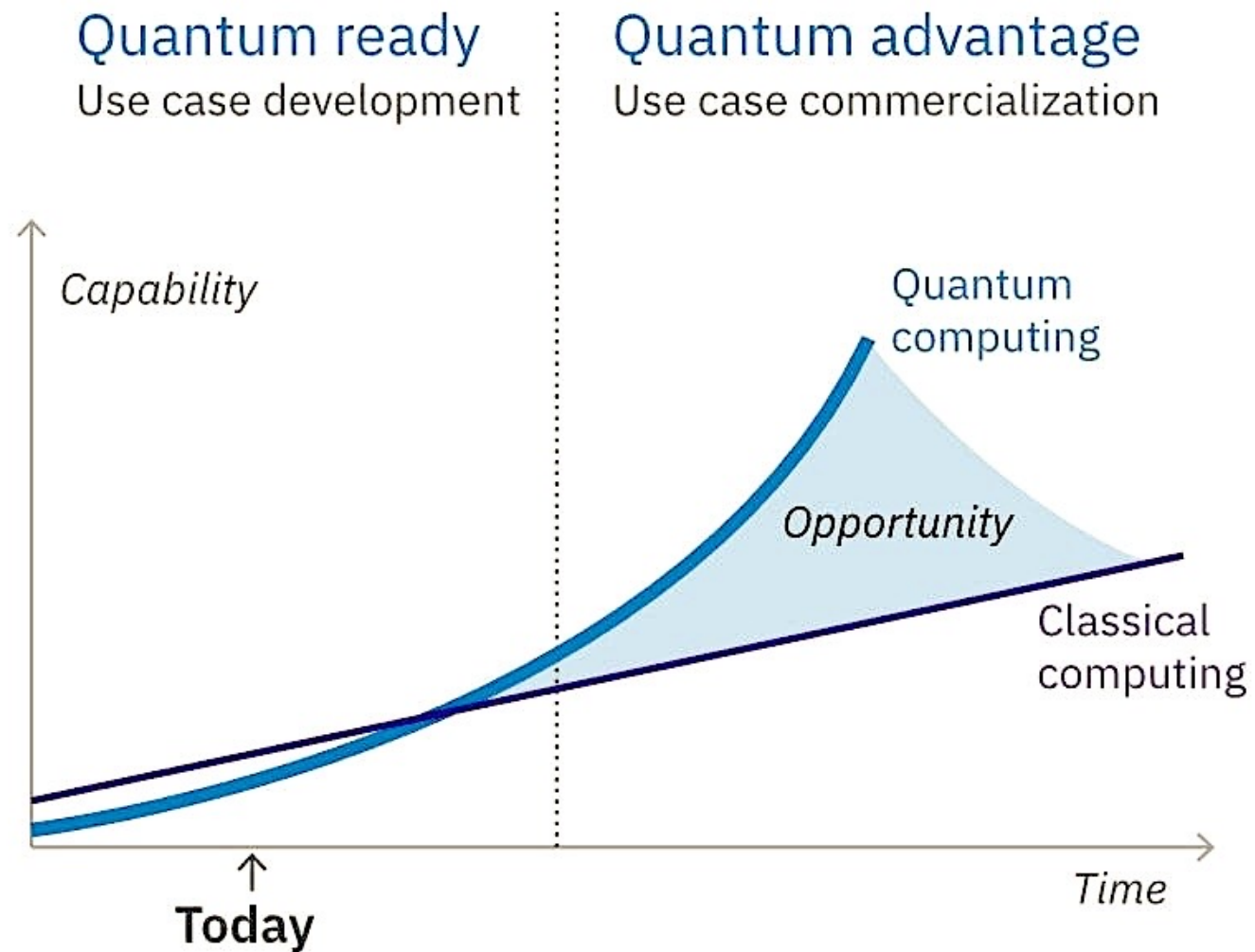
# Ventaja cuántica

Se espera que las computadoras cuánticas resuelvan problemas que las computadoras clásicas no pueden abordar de manera eficiente en términos de complejidad.

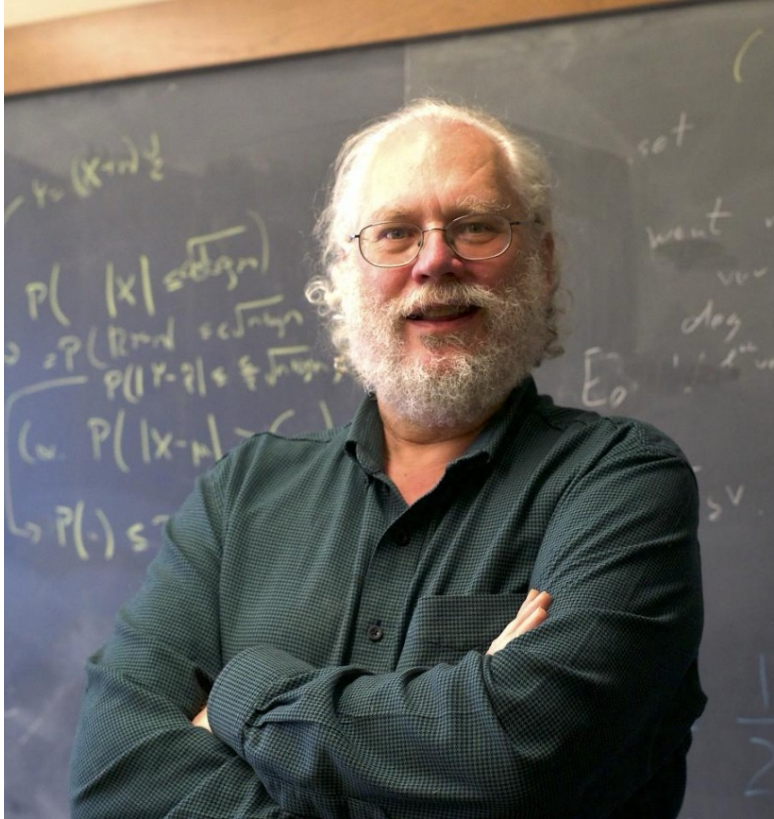




# Ventaja cuántica



# Unas valiosas aportaciones



Peter Shor  
(1959 - presente)

- Algoritmo eficiente para la factorización de números primos (ventaja exponencial).
- Uno de los pioneros en Teoría cuántica de corrección de errores.

# La era NISQ (2018 -??)

Noisy

Los qubits y la aplicación de las compuertas son imperfectos.

Intermediate  
Scale

Las computadoras cuánticas actuales tienen pocos qubits físicos ( $10^3$ ).

Quantum

Procesamiento de información con sistemas cuánticos.

# Panorama de implementaciones físicas



Circuitos  
superconductores



Cómputo cuántico  
fotónico



Iones atrapados



Átomos neutros



Cómputo cuántico  
topológico

<sup>1</sup> El financiamiento para proyectos de computación cuántica en 2024 fue de aprox. 2.4 mil millones de dólares.

# Comencemos con la teoría:

