



Computación Cuántica con Python

Eduardo Mosqueira-Rey

Profesor Titular de Universidad



eduardo@udc.es

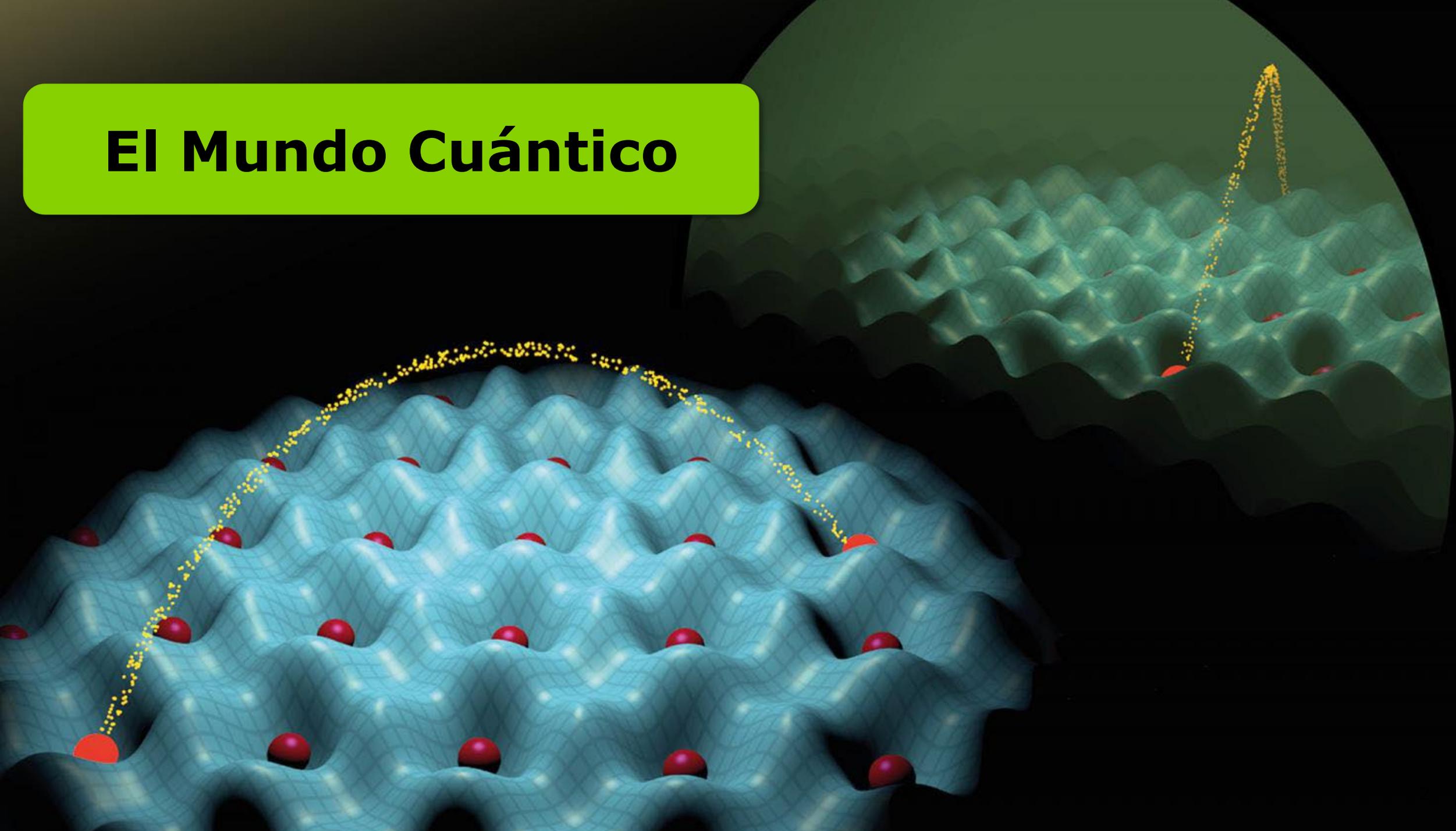


[@emosqueira](https://twitter.com/emosqueira)



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

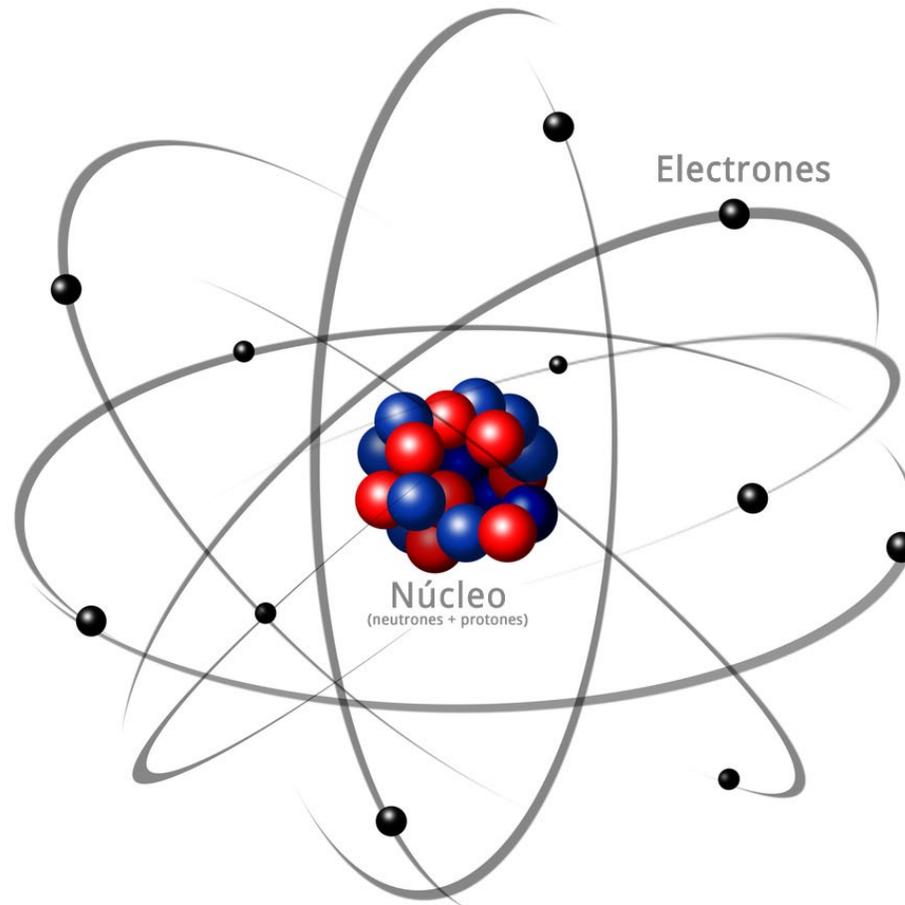
El Mundo Cuántico





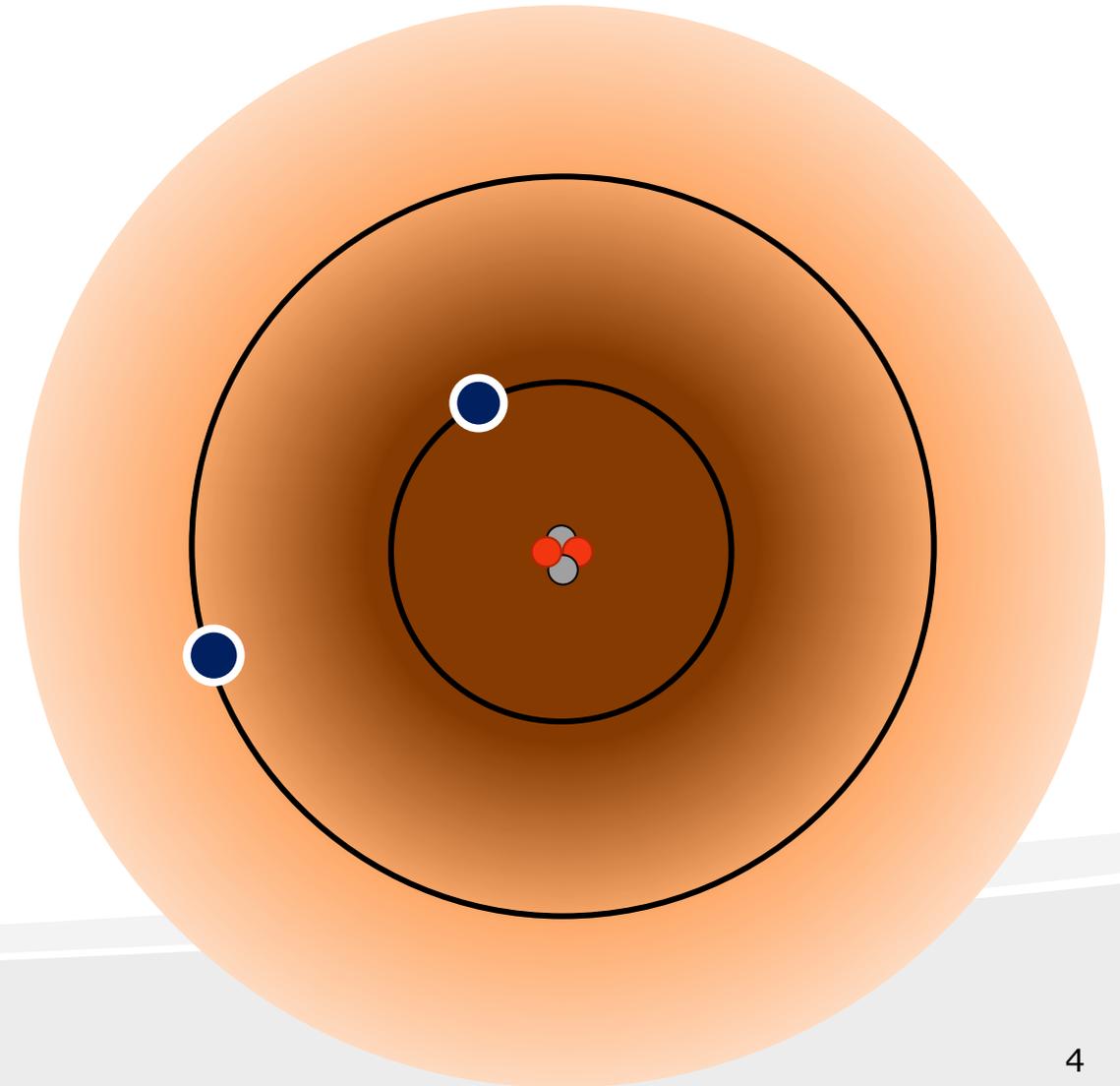
Las partículas subatómicas...

¿son bolitas? ¿no?



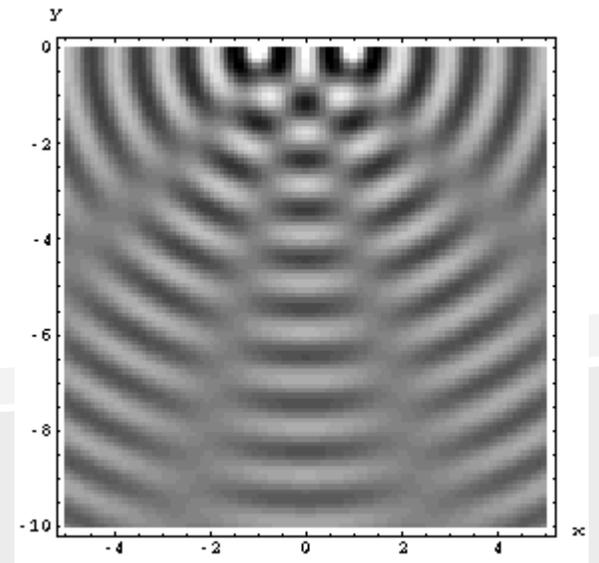
Superposición cuántica

- Una partícula puede encontrarse en varios lugares al mismo tiempo pero con diferentes probabilidades
- Esto es **superposición cuántica**.
- Al realizar una medición, la partícula aparece en uno de estos lugares.
- La **medición** anula la superposición



Interferencia cuántica

- Mientras no midamos una partícula, es como una onda de cuya amplitud define su probabilidad (**función de onda**).
- Cuando dos ondas chocan, algunas partes se anulan y otras se amplifican.
- Esto es **interferencia cuántica**.



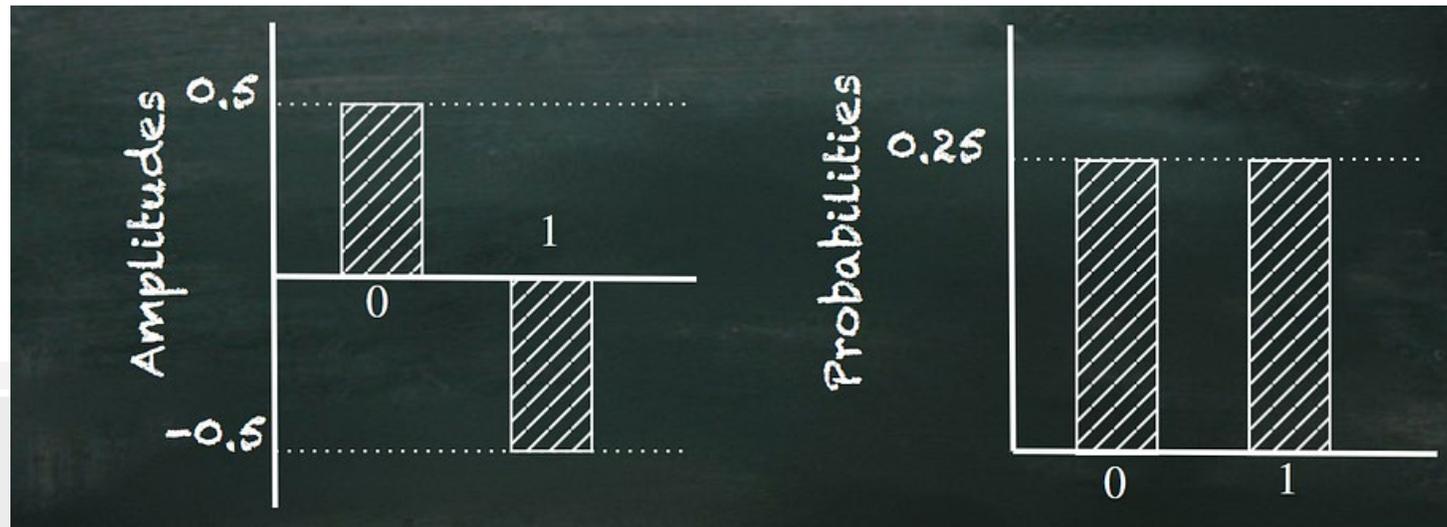
Amplitudes y probabilidades

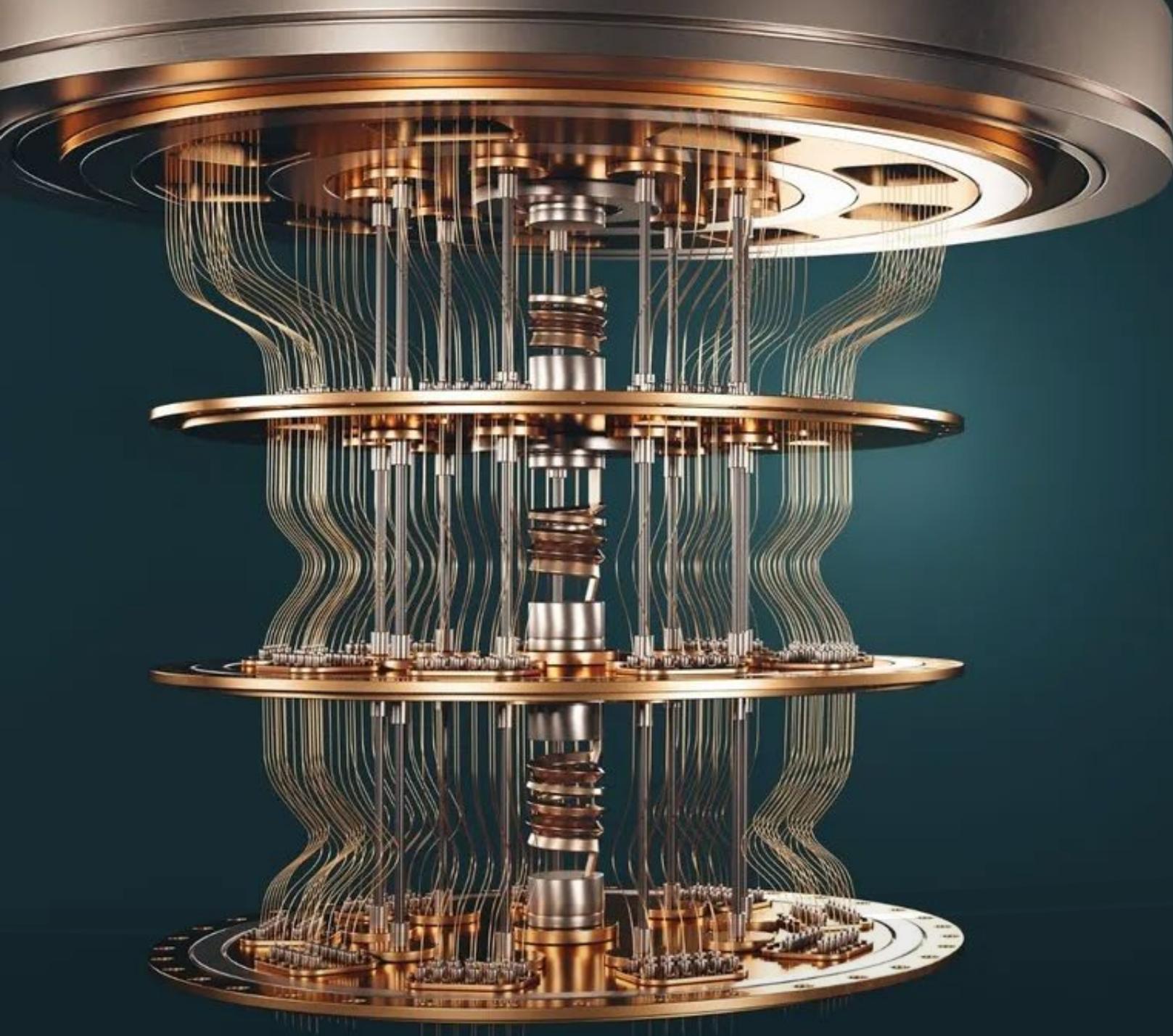
- **Amplitud**

- Número complejo ($4+5i$)
- Pueden ser negativos
- Las amplitudes se convierten en probabilidades elevándolas al cuadrado.

- **Probabilidad**

- Número real entre 0 y 1.
- La suma de probabilidades tiene que ser 1.





Ordenadores cuánticos

Bit y Qubits

- Bit

- Un bit puede estar en un estado 0 o 1
- Con cinco bits representamos uno de los $2^5 = 32$ posibles estados

- Qubit

- Un qubit está a la vez en el estado 0 y 1 con diferentes probabilidades
- Con 5 qubits representamos los 32 posibles estados a la vez

Classical bit



Quantum bit





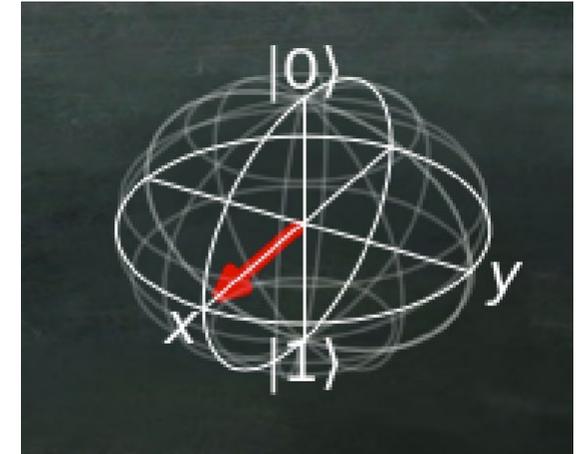
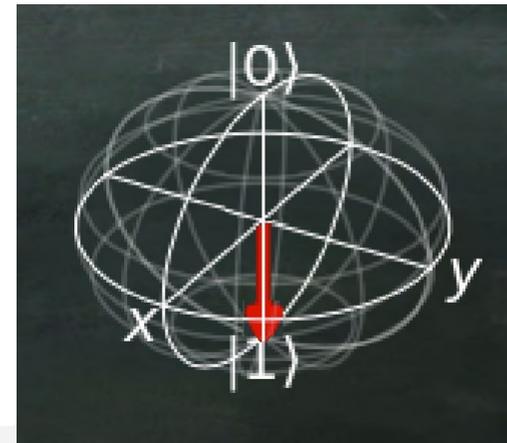
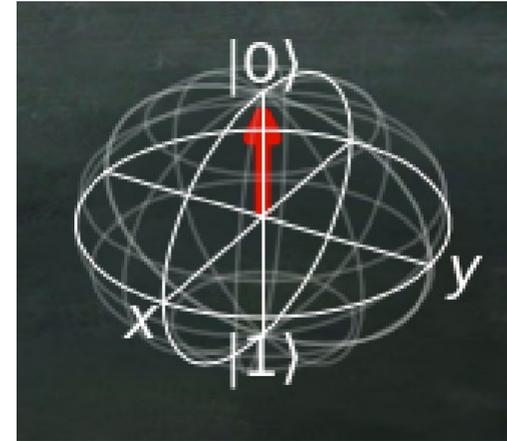
Complejidad exponencial



- En el tablero tenemos mas de 18 trillones de granos
 - 18 000 000 000 000 000 000
- Equivale a las todas cosechas mundiales de arroz desde que existe la agricultura.

Computación Cuántica: Estados

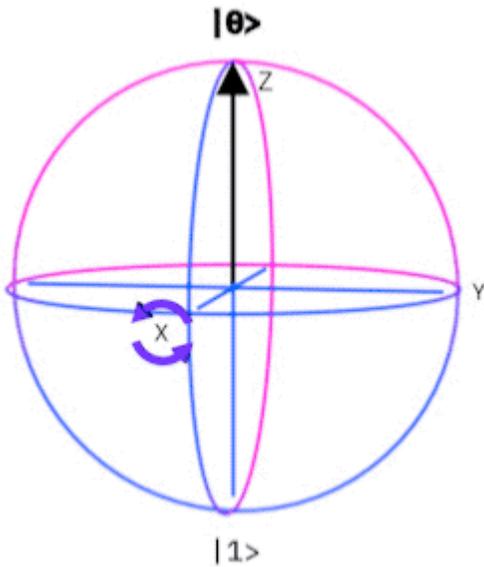
- Los estados son una superposición entre "0" y "1"
- La forma más sencilla de representarlos es como puntos en la llamada "Esfera de Bloch"
- La "latitud" nos va a indicar la probabilidad de ser "0" o "1" cuando midamos.



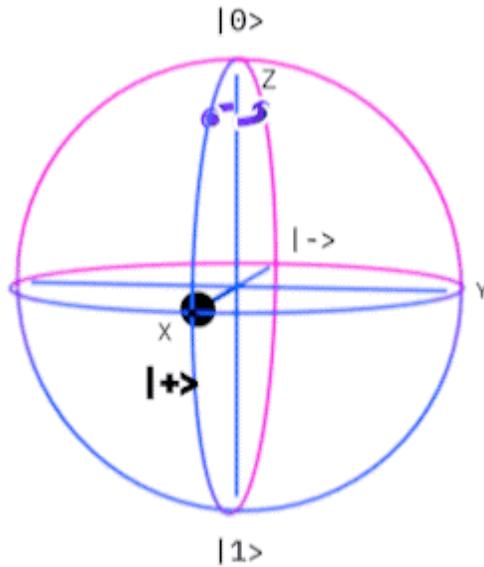


Puertas cuánticas de un qubit

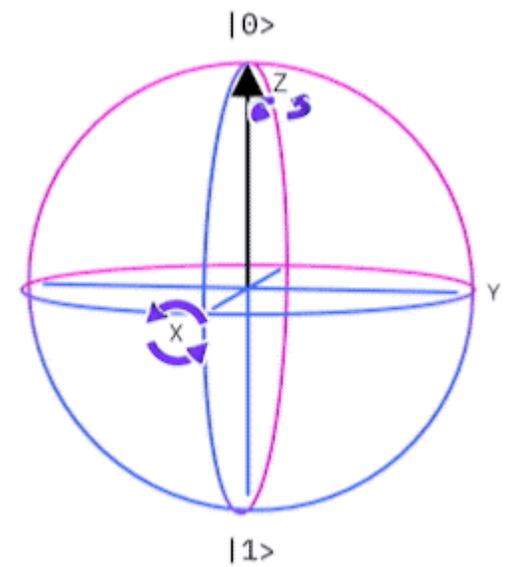
Puerta X



Puerta Z



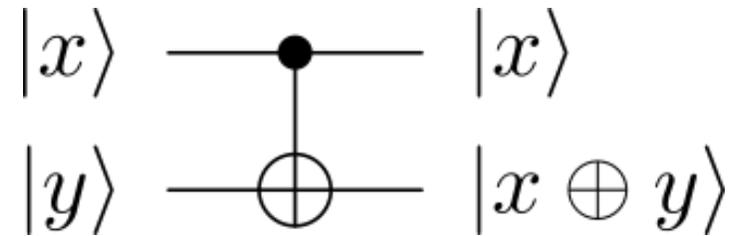
Puerta de Hadamard





Puertas multi-qubit y circuitos

Puerta CNOT



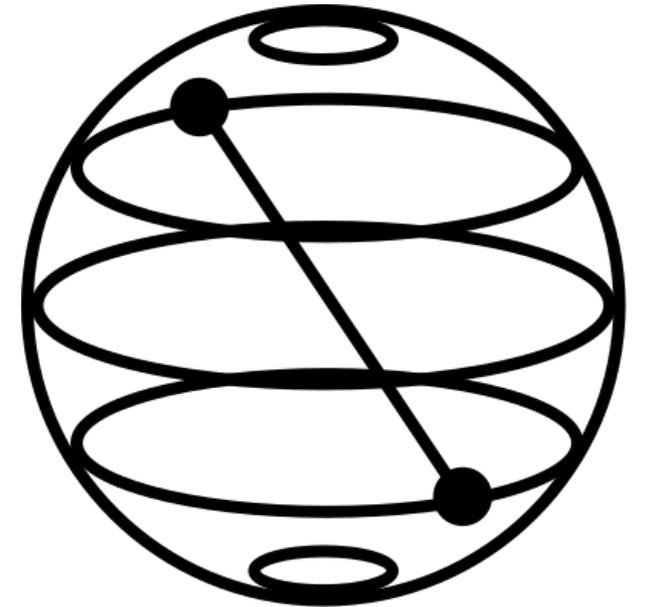
x	y	out
0	0	0
0	0	0
0	1	1
0	1	1
1	0	1
1	0	1
1	1	0
1	1	0



Computación cuántica en Python

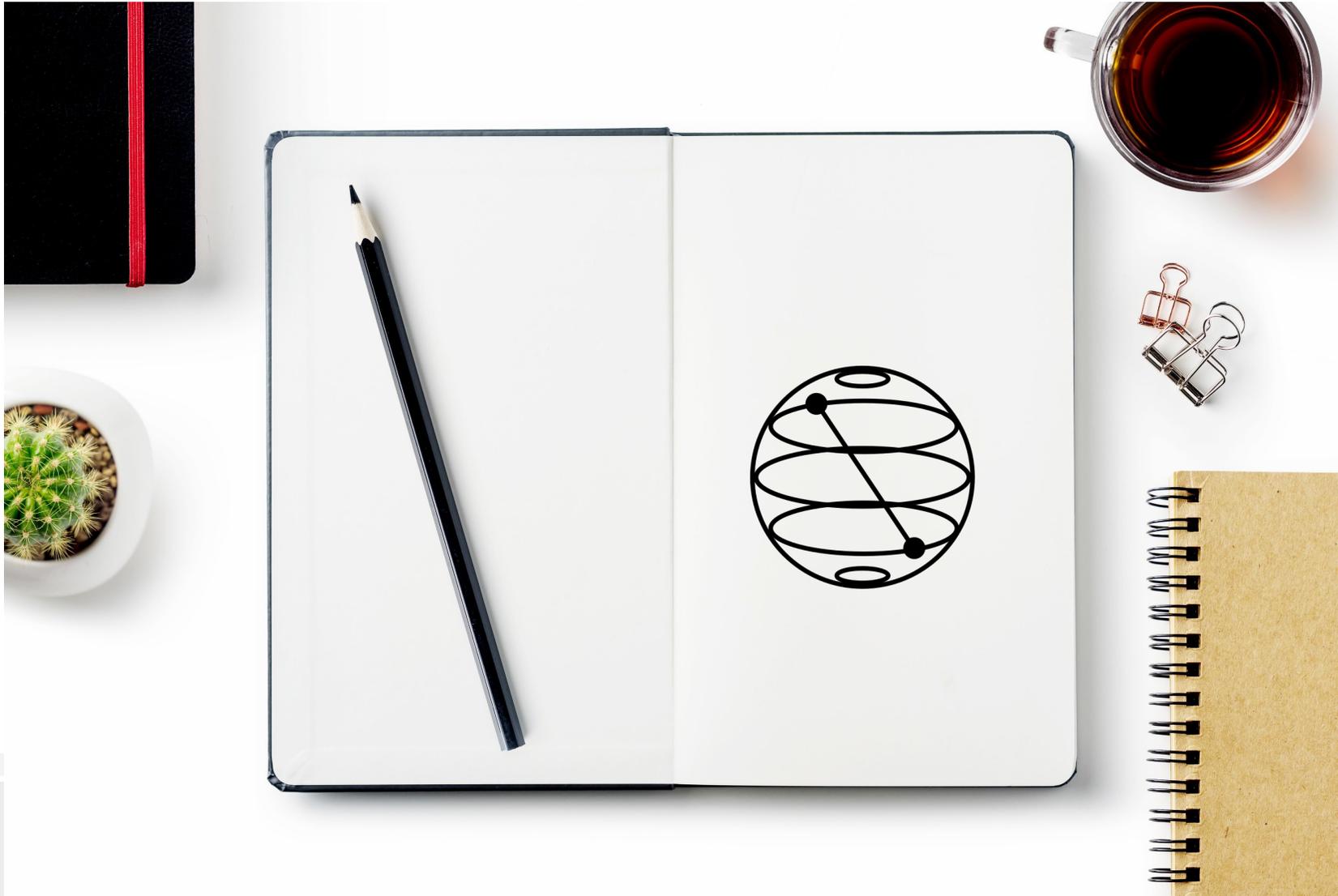
Qiskit

- <https://qiskit.org/>
- Kit de desarrollo de código abierto para trabajar con ordenadores cuánticos desarrollado por IBM.
- Incluye
 - Librería de puertas cuánticas y circuitos pre-construidos.
 - Acceso a simuladores cuánticos.
 - Acceso a ordenadores cuánticos reales
 - Otras utilidades: transpiladores, simulación de ruido, etc.





Qiskit notebook...



Preguntas...



eduardo@udc.es



[@emosqueira](https://twitter.com/emosqueira)