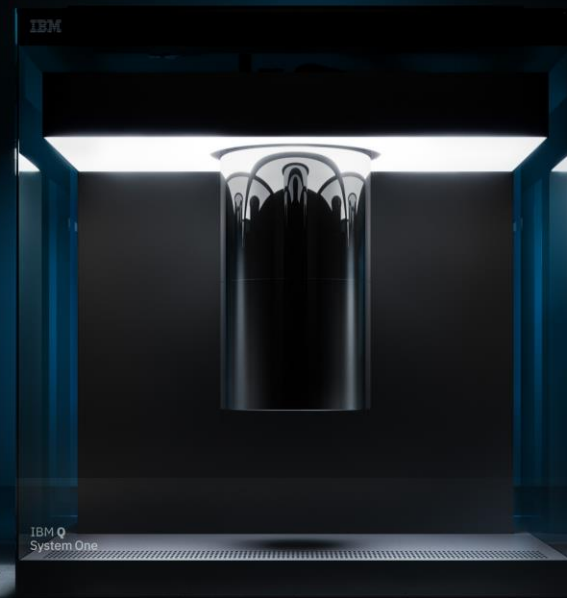


A Revolução da Computação Quântica

*Ulisses Mello, PhD
Diretor, IBM Research | Brasil
IBM Research*



Computação Quântica & IBM Q

#IBMQ

IBM Q System One

Nos próximos 20 minutos vou responder 5 questões?

1. Qual a diferença entre Computação Quântica e Clássica?
2. Como computadores quânticos funcionam?
3. Quais as áreas de aplicações de Computação Quântica?
4. Quando Computação Quântica vai fazer diferença?
5. O que posso fazer para estar preparado?

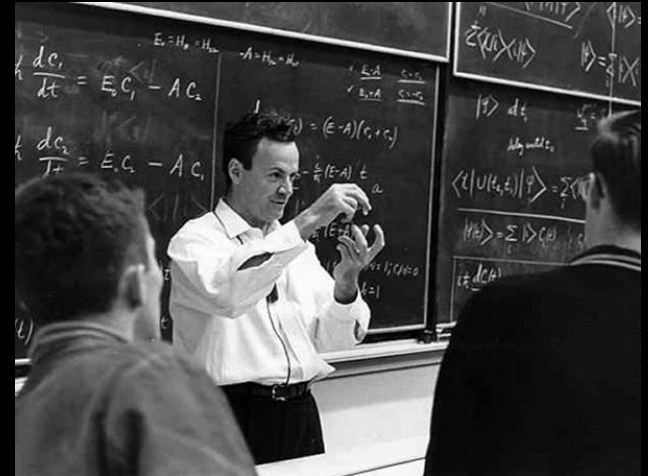
Eu não estou contente com todas essas análises que usam apenas a teoria clássica, **porque a natureza não é clássica**, poxa. Se você quiser fazer uma simulação da natureza, é melhor fazê-la com a mecânica quântica

*Revista Internacional de Física
Teórica, Vol 21, Nos. 6/7, 1982*

Simulando Física com Computadores

Richard P. Feynman

*Departamento de Física, Instituto de
Tecnologia da Califórnia, Pasadena,
Califórnia 91107*



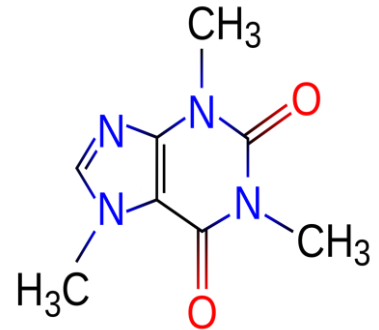
Exemplo: Cafeína

São necessários 10^{48} bits de um computador clássico para representar um único estado de energia de uma molécula:

1000

O número de átomos em nosso planeta é estimado entre 10^{49} e 10^{50} . Portanto, precisaríamos de uma memória equivalente de 1% a 10% de todos os átomos da Terra e isso claramente é impossível.

Porem, poderíamos representar o mesmo estado usando somente 160 bits quânticos ou **qbits**



Química: representação de moléculas

	Fórmula Química	Bits Clássicos	Qubits
Água	H_2O	10^4	14
Etanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	10^{12}	42
Paracetamol	$\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$	10^{36}	120
Cafeína	$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$	10^{48}	160
Sacarose	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	10^{82}	274
Penicilina	$\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{NaO}_4\text{S}$	10^{86}	286

Dentro de alguns anos, esperamos poder representar de forma exata estados maiores de energia molecular em um computador quântico.

Qual a diferença entre Computação Quântica e Clássica?

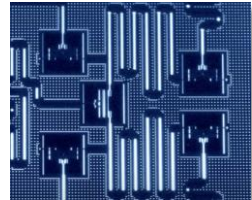
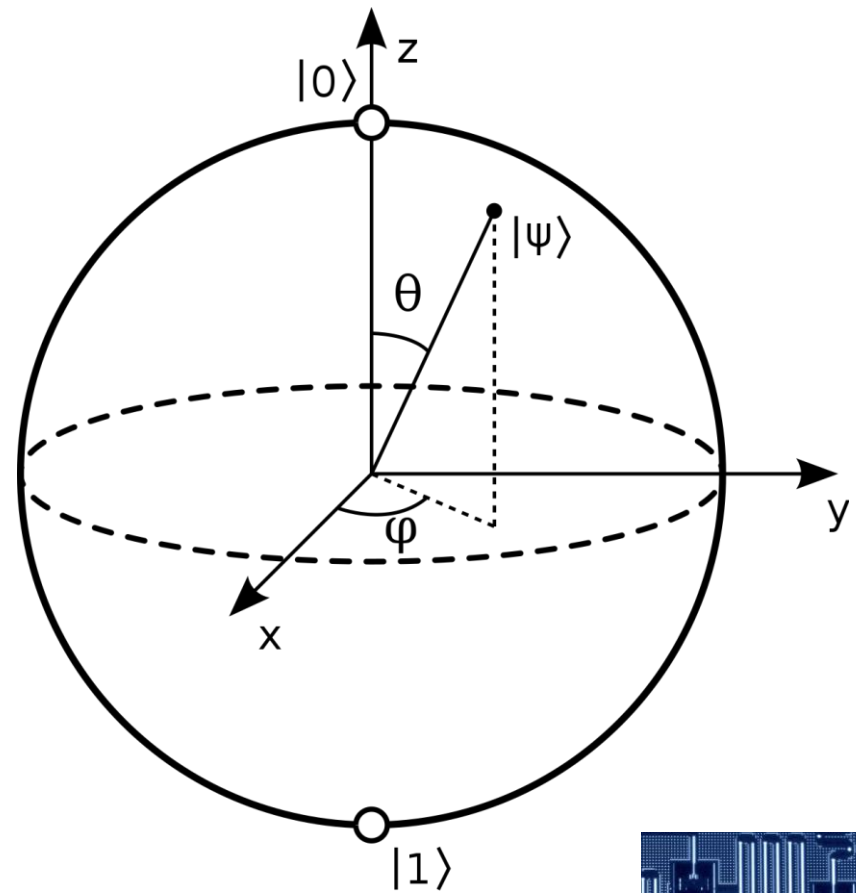
Bit vs. qubit

O bit é a unidade básica de informação e tem dois estados possíveis: 0 e 1.

O qubit é a unidade quântica de informação básica e também é 0 ou 1 quando você mede ou observa.

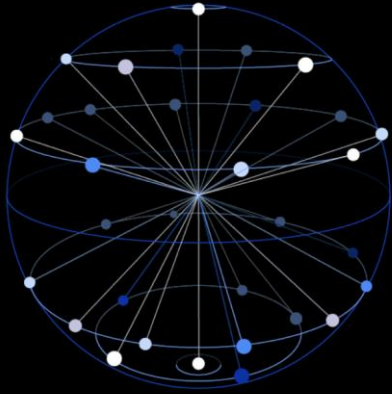
A diferença é que o estado de um qubit também pode ser uma superposição, ou combinação, de 0 e 1 enquanto em uso. Podemos afirmar isso como

$$a |0\rangle + b |1\rangle$$



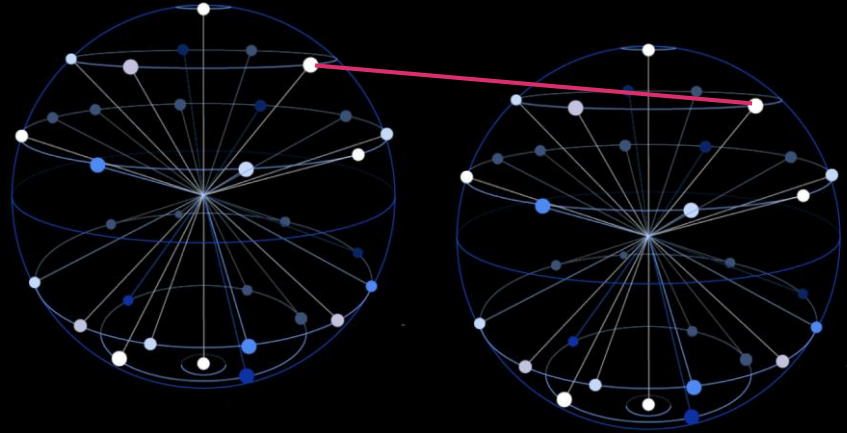
Como os computadores quânticos funcionam?

Computadores quânticos universais aproveitam as propriedades mecânicas quânticas de superposição e emaranhamento para criar estados que se expandem exponencialmente com o número de qubits, ou bits quânticos.



Superposição

Um único bit quântico pode existir em uma superposição de 0 e 1, e N qubits permitem uma sobreposição de todas as 2^N combinações possíveis



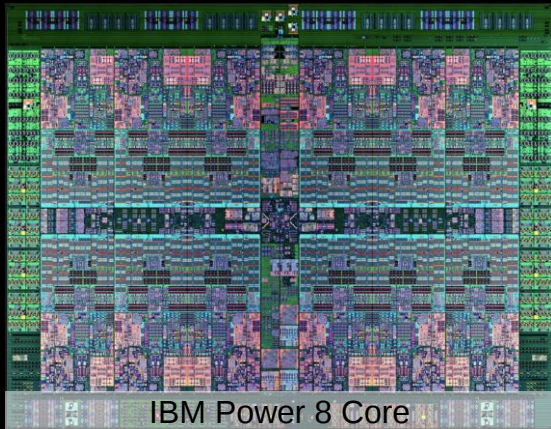
Emaranhamento

Os estados de qubits emaranhados não podem ser descritos independentemente um do outro.

O poder da computação quântica

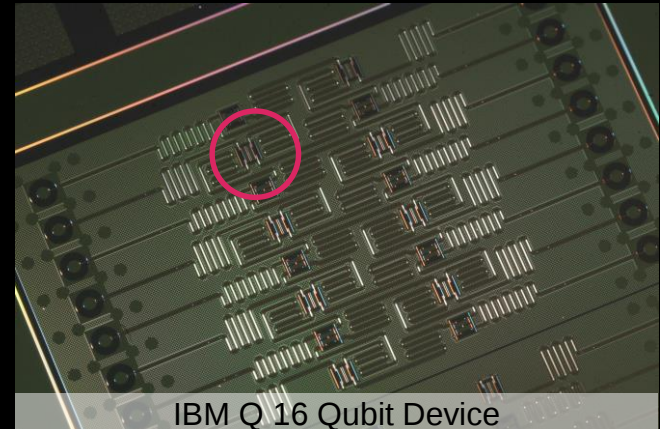
Computadores Clássicos

O poder de um computador clássico dobra cada vez que você dobra o número de transistores.



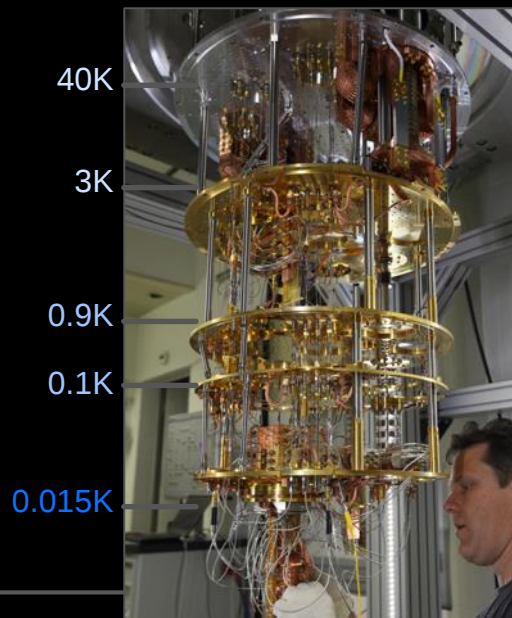
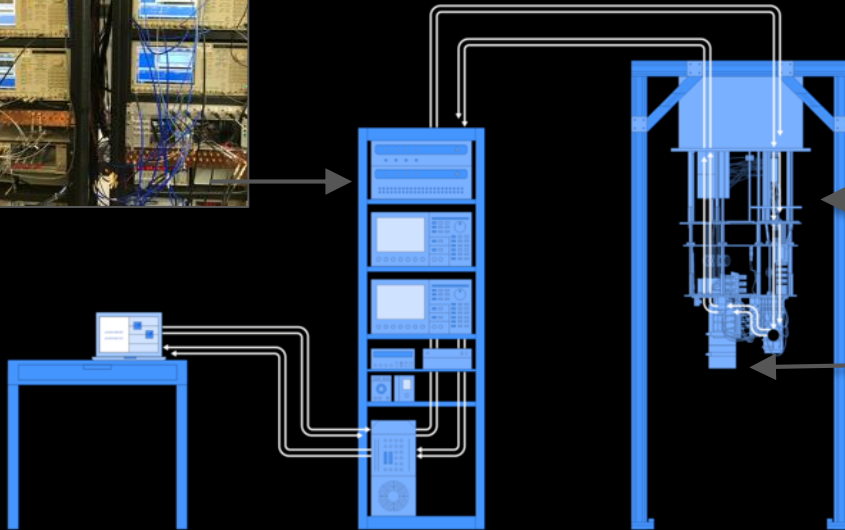
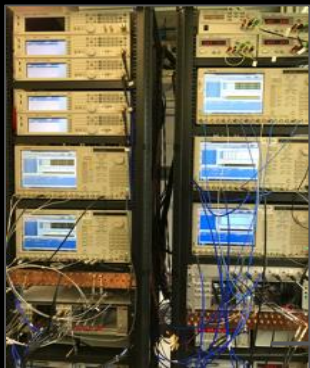
Computadores Quânticos

O poder de um computador quântico dobra cada vez que você adiciona um qubit

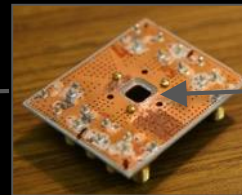


Dentro do sistema de computação quântica da IBM Q

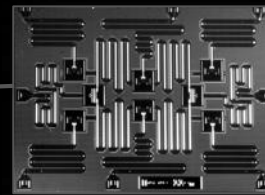
Eletrônica de micro-ondas



Refrigeração de qubits a 15 mK com mistura de ^3He e ^4He



PCB com o chip qubit
15 mK
Protegido do ambiente
por múltiplos campos



Chip com qubits super
condutores

Quais as áreas de aplicações de Computação Quântica?

As seguintes áreas são as primeiras aplicações da computação quântica:

Química

Desenho de novos materiais, catalisadores, descoberta de medicamentos

Inteligência artificial

Classificação, aprendizado de máquina, álgebra linear

Serviços financeiros

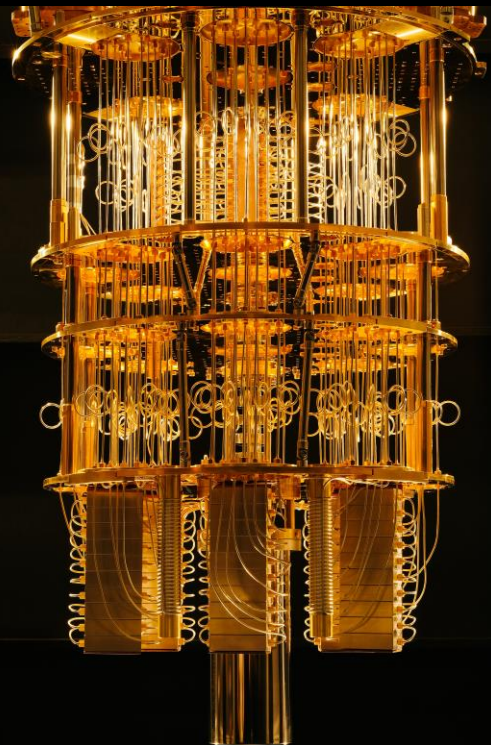
Otimização de portfólio, análise de cenário, precificação e criptografia



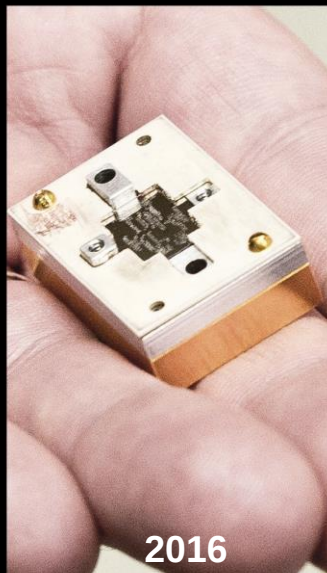
Quando Computação Quântica vai fazer diferença?

Quantos qubits são necessários para computação quântica fazer diferença?

Estimativa do número qubits necessários até que a computação quântica mostre vantagem em relação aos convencionais:



Problema	Tipo de CQ	# Qubits para a vantagem (est)	Anos até chegarmos lá (est)
Química Quântica	NISQ/Aproximado QC	$10^2 \sim 10^3$	< 5 ?
Otimização (específica)	NISQ/Aproximado QC	$10^2 \sim 10^3$	< 5 ?
Aprendizagem de máquina heurística	NISQ/Aproximado QC	$10^2 \sim 10^3$	< 5 ?
O algoritmo de Shor	QC Universal tolerante a falhas	$> 10^8$	> 10~15 if possible
Grandes programas de álgebra linear (FEM)	QC Universal tolerante a falhas	$> 10^8$	> 10~15 if possible



2016



2018



2019

A IBM lançou o "primeiro sistema de computação quântica universal instalado fora de um laboratório de pesquisa" na CES no início desta semana - e, com ele, a próxima era da computação. Isso não é apenas sobre a aparência. Essa caixa representa um salto gigantesco na área. É difícil relatar a importância de trazer computadores quânticos para fora dos laboratórios.

IBM's latest quantum computer is a 20-qubit work of art.

TNW, janeiro de 2019

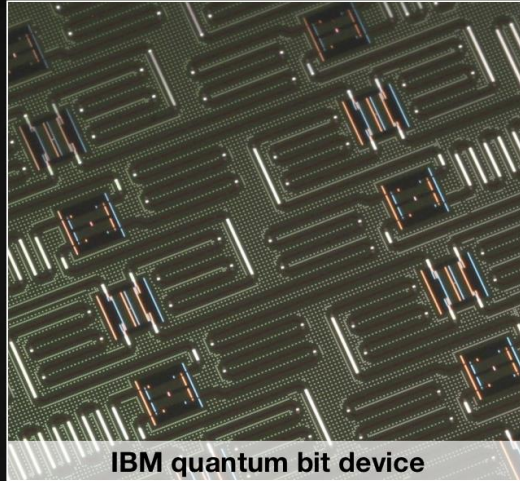
engadget, January 2019

O que posso fazer para estar
preparado?

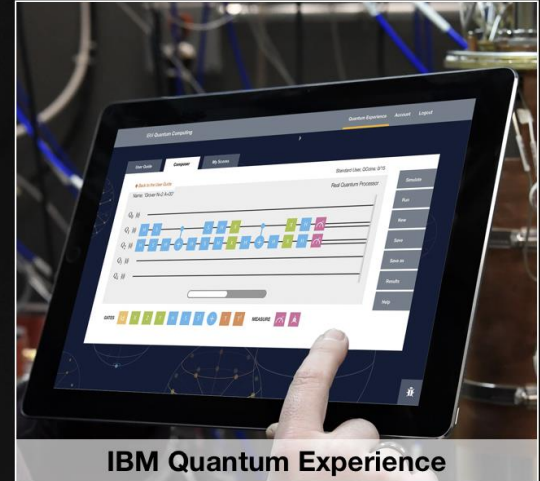
IBM lançou o IBM Q Experience em 2016



Quantum computer at IBM Research



IBM quantum bit device



IBM Quantum Experience

Em maio de 2016, a IBM disponibilizou uma plataforma de computação quântica através da IBM Cloud, oferecendo aos estudantes, cientistas e entusiastas acesso prático para executar algoritmos e experimentos para acelerar pesquisas, estudar viabilidade de aplicações comerciais e educar.

IBM Q Network

Hubs Startups



Parceiros

JPMORGAN CHASE & CO.



DAIMLER



Academia



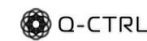
National University of Taiwan



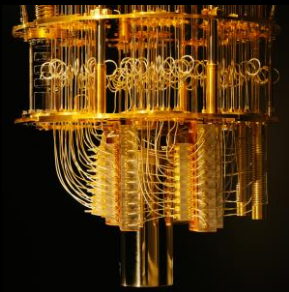
Academia



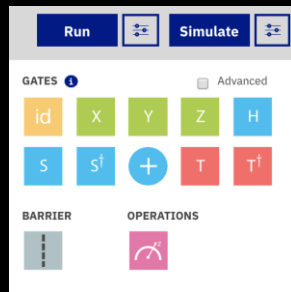
Membros



Seus próximos passos para estar preparado em CQ



Saiba mais sobre
a iniciativa de
computação
quântica da IBM



Explore o IBM Q
Experience e
comece a usar
hoje



Aprenda e
comece a usar o
kit de
desenvolvimento
de software da
Qiskit



Colabore,
pesquise e
comece a aplicar
a computação
quântica através
da **IBM Q
Network**

OBRIGADO !



IBM Q Network

Em dezembro de 2017, a IBM lançou o IBM Q Network, uma colaboração com as principais empresas da Fortune 500 e instituições de pesquisa com uma missão compartilhada para...

Acelerar a pesquisa

Colaborar com as organizações acadêmicas e de pesquisa mais avançadas para aprimorar a tecnologia de computação quântica.

Lançar aplicações comerciais

Envolver os líderes de indústrias para combinar o conhecimento de computação quântica da IBM com o conhecimento específico das indústrias e acelerar o desenvolvimento dos primeiros casos de uso comercial.

Educar e Preparar

Expandir e treinar o ecossistema de usuários, desenvolvedores e especialistas em aplicativos que serão essenciais para a adoção e expansão da computação quântica.

“Fazer parte da IBM Q Network nos permite realizar pesquisas de computação quântica de última geração, e enquanto ajudamos o IBM Q Hub na Keio University, membros da equipe exploram sua própria estratégia quântica”.

Kohei Itoh
Reitor da Escola de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia Keio