



VERÃO NO CAMPUS

UMinho

UMinho

UMinho

UMinho

UMinho

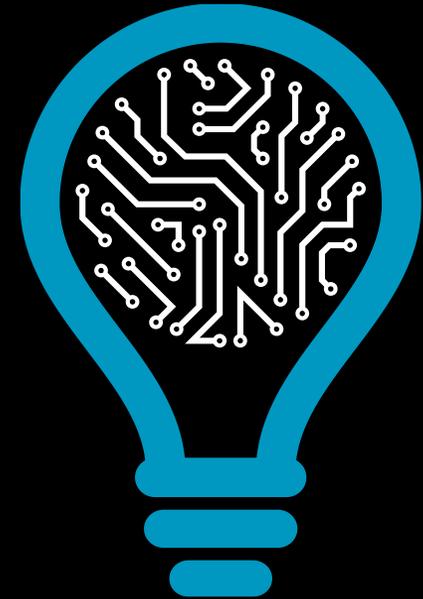
UMinho

COMPUTAÇÃO SEM FRONTEIRAS



TOMORROW
NEEDS

ENGINEERING





Universidade
do Minho

VERÃO N  CAMPUS

18
22 julho
2022

Computação Quântica

Ana Neri

1. Já existem computadores quânticos?

Verdadeiro

Falso

2. Os computadores quânticos são diferentes dos que temos acesso porque são muito sofisticados.

Verdadeiro

Falso

O Mundo Clássico

Tecnologia no limite? Como assim?

Computadores Clássicos



O que é um computador



Memoria principal



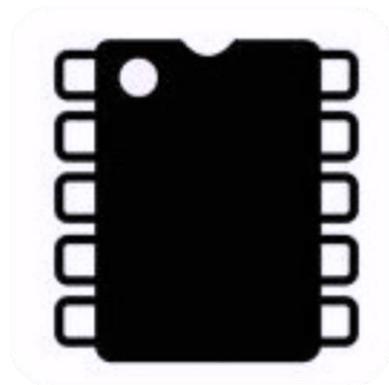
Unidade lógica e aritmética



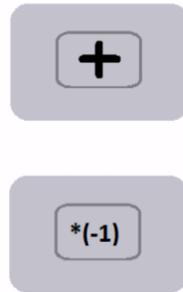
Unidade de controlo

CPU

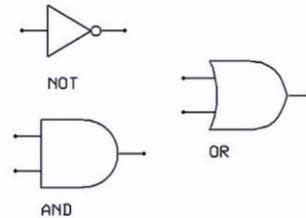
Dentro de cada um deles



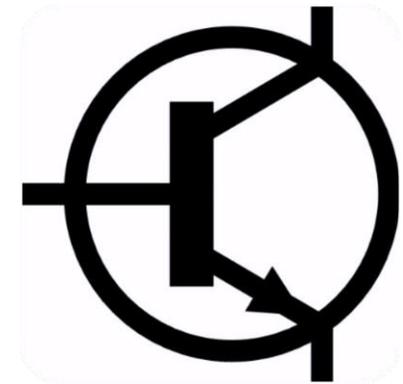
Chips



Módulos



Gates

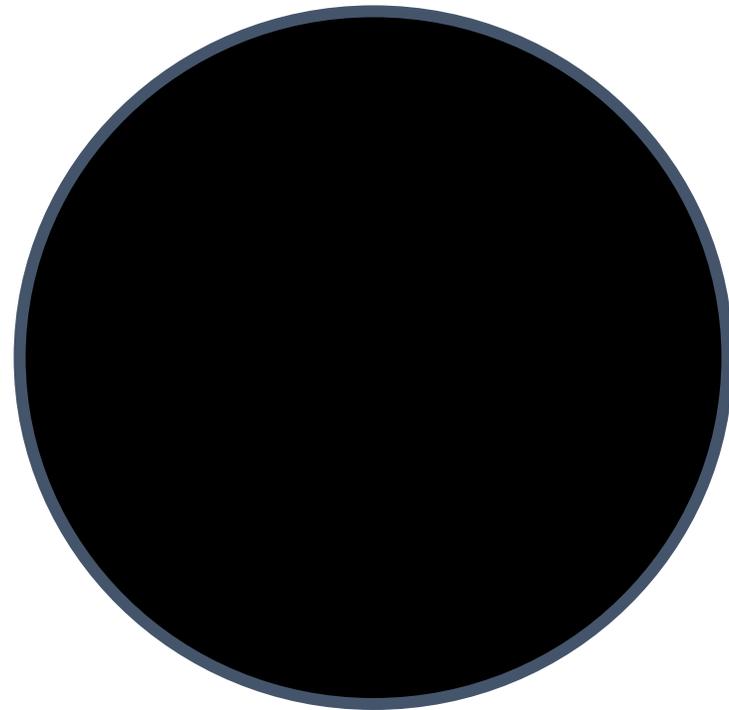
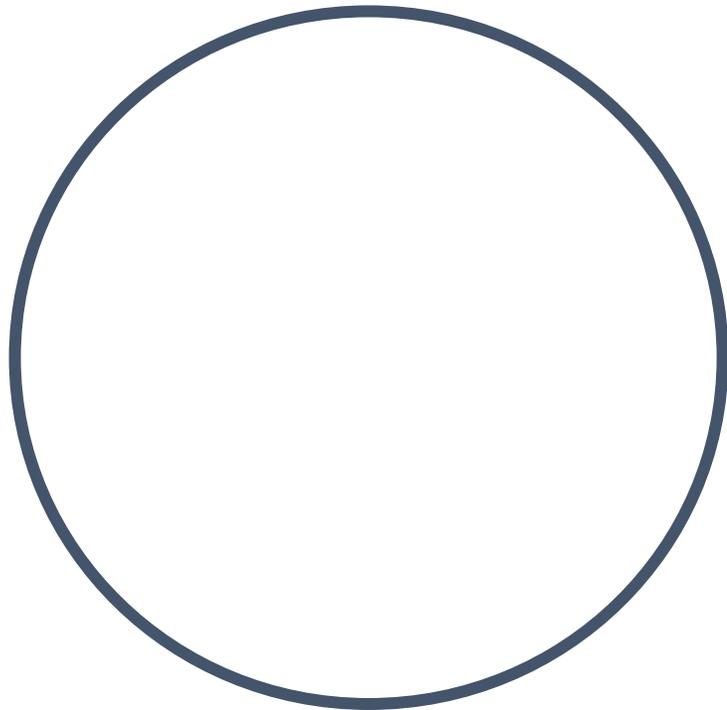


Transístores

Transístor



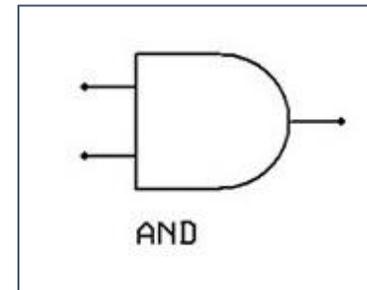
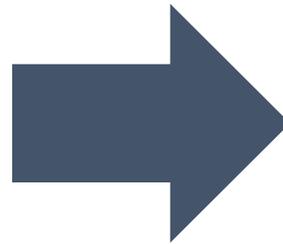
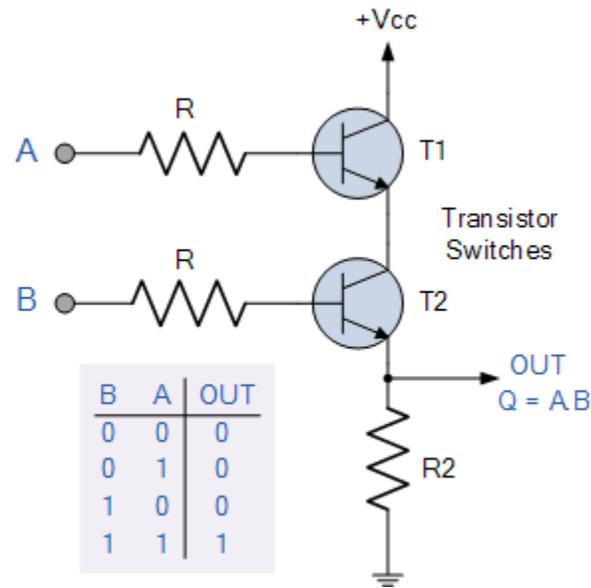
Bit



Bit

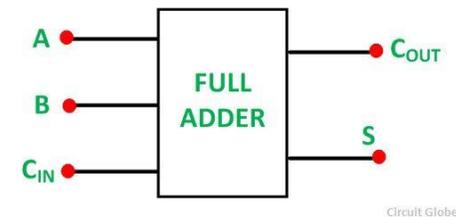
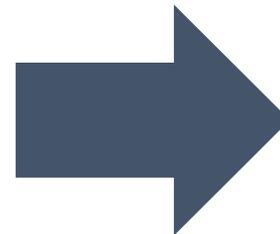
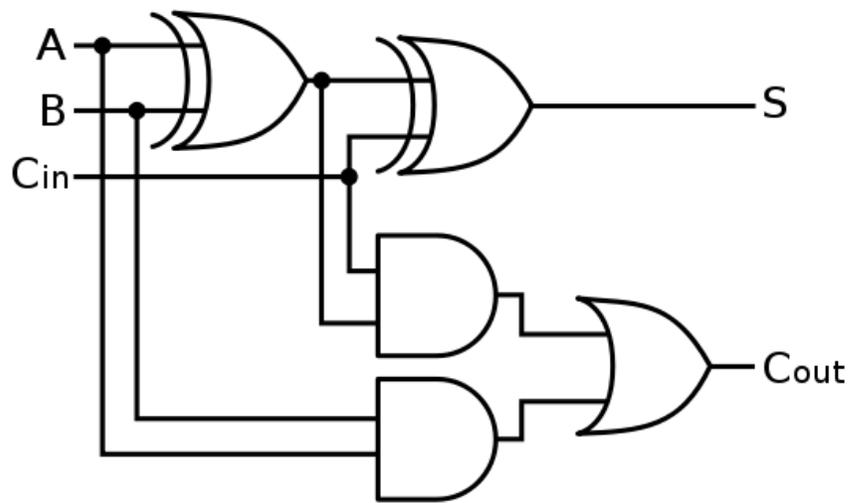
- Unidade mínima de informação
 - Tem apenas dois estados possíveis
 - As interações são determinísticas
 - É acedido livremente
- A letra **A** é vista pelo computador como a combinação 1000 0001

Gates: combinação de transístores



| B | A | OUT |
|---|---|-----|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Módulos: combinação de gates



Circuit Globe

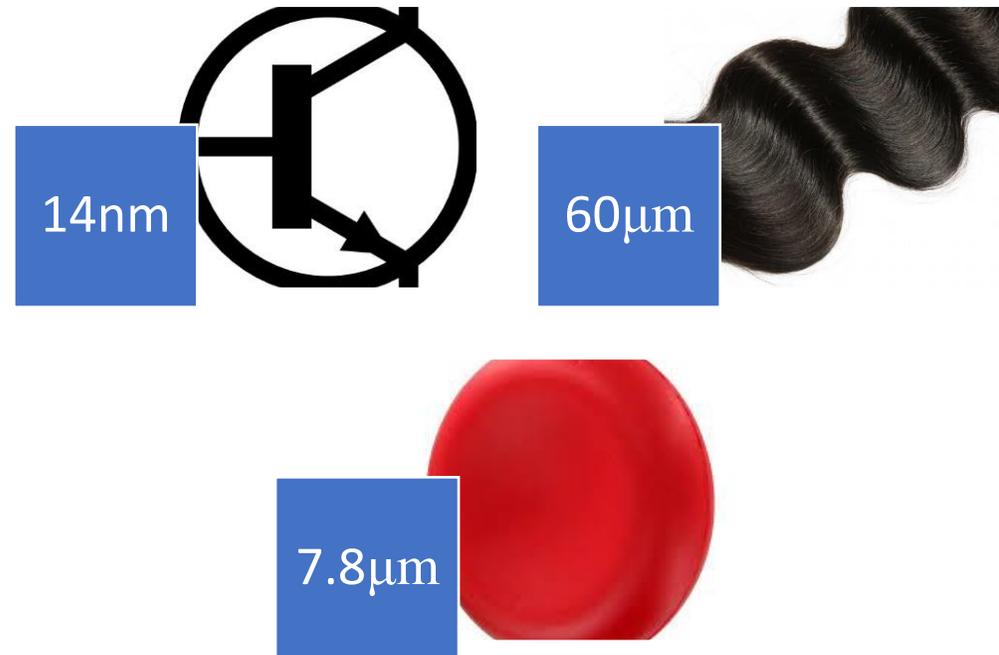
Abstração

Computador podem ser crianças todas a responder a perguntas matemáticas muito básicas

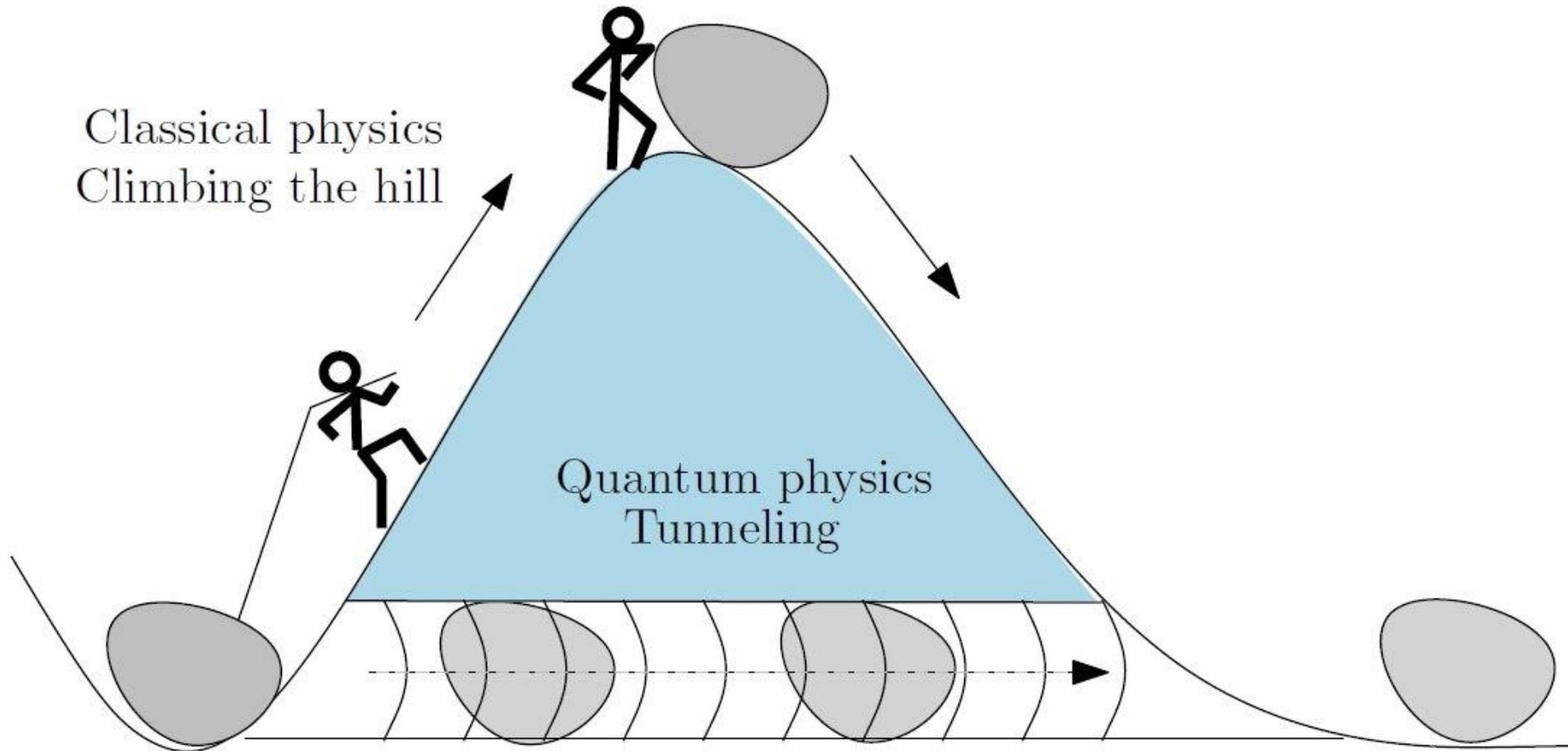


No limite!

- A industria exige que a tecnologia trabalhe cada vez melhor mas também a um nível cada vez mais pequeno.



O transístor com efeitos do mundo quântico

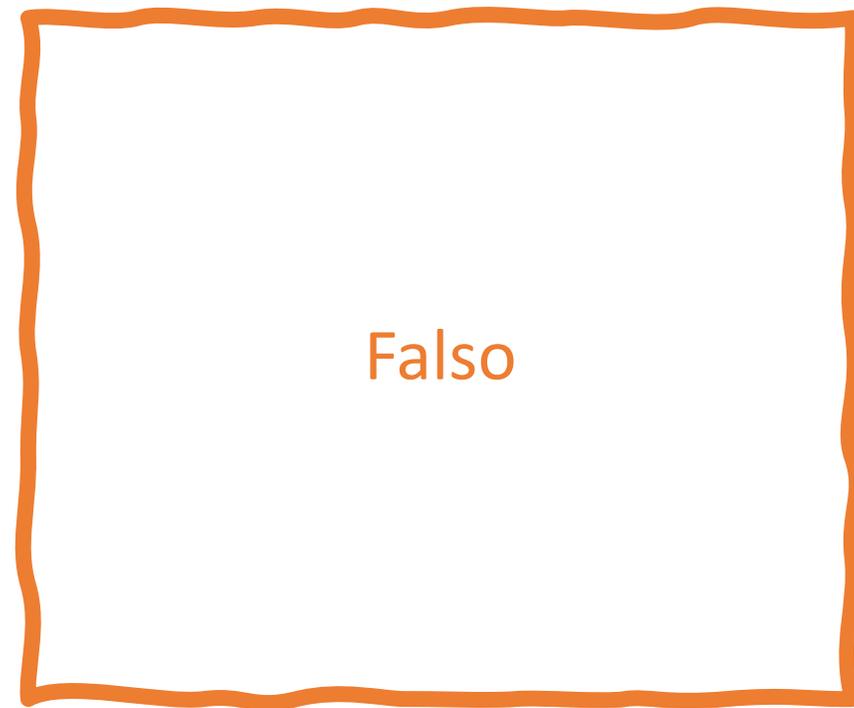


3. Os efeitos quânticos são responsáveis por estragar o computador clássico.

Verdadeiro

Falso

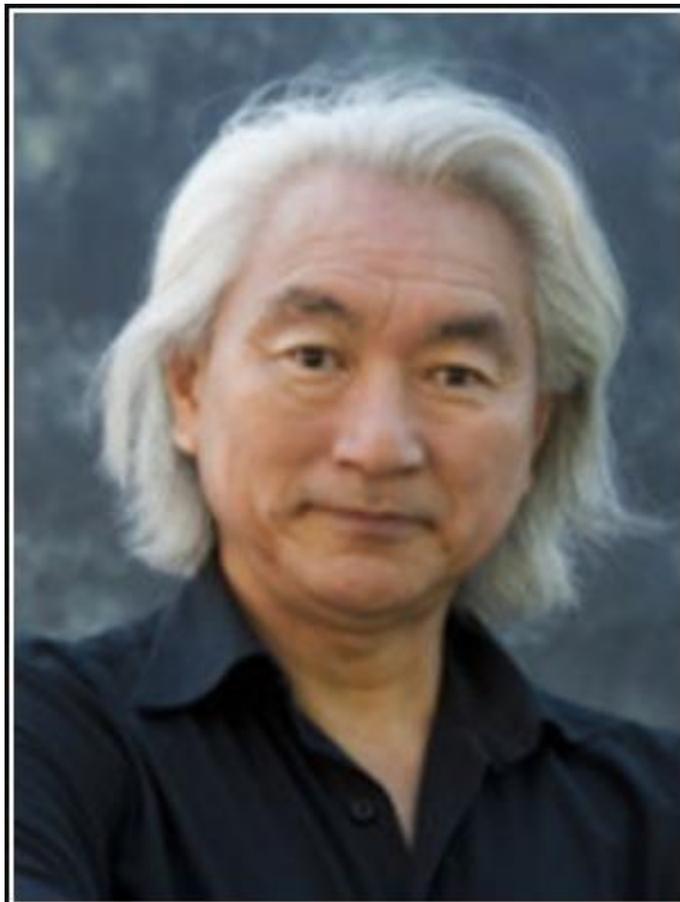
4. Há problemas que os computadores clássicos não conseguem resolver.



O mundo quântico

Onde nada faz muito sentido

A quântica

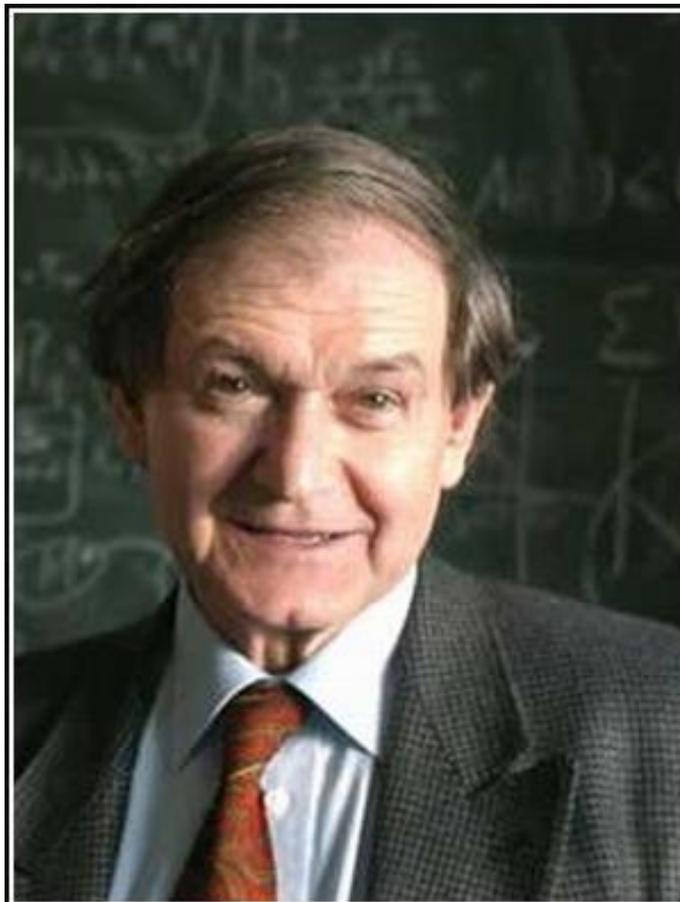


Common sense has no place in
Quantum Mechanics.

— *Michio Kaku* —

AZ QUOTES

A quântica



Quantum mechanics makes
absolutely no sense.

— *Roger Penrose* —

AZ QUOTES

A quântica

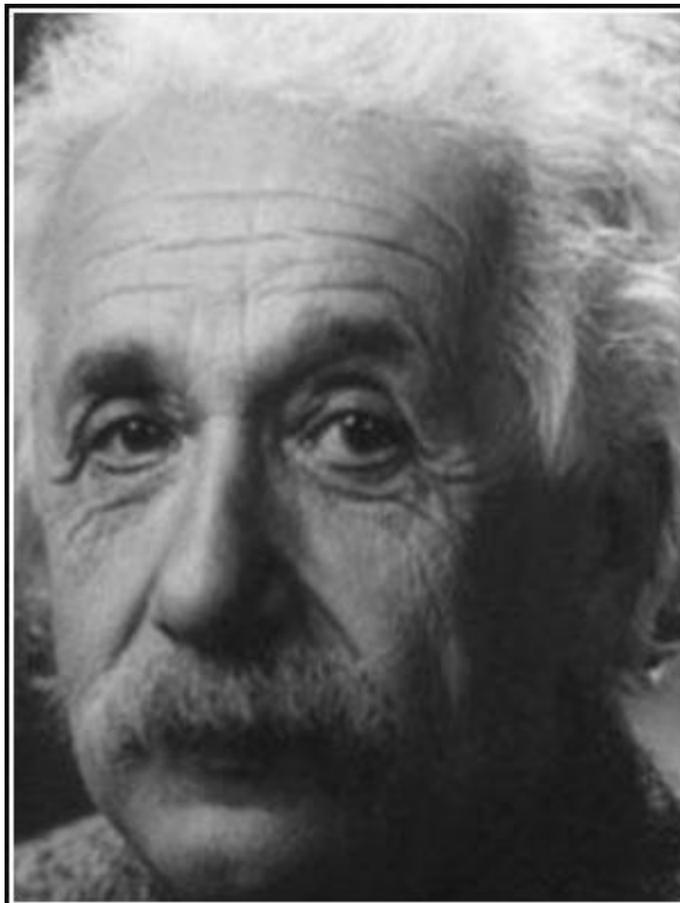


If you think you understand
quantum mechanics, you don't
understand quantum mechanics.

— *Richard P. Feynman* —

AZ QUOTES

A quântica



The more success the quantum theory has, the sillier it looks

— *Albert Einstein* —

AZ QUOTES

A quântica



Although quantum mechanics has been around for nearly 70 years, it is still not generally understood or appreciated, even by those that use it to do calculations.

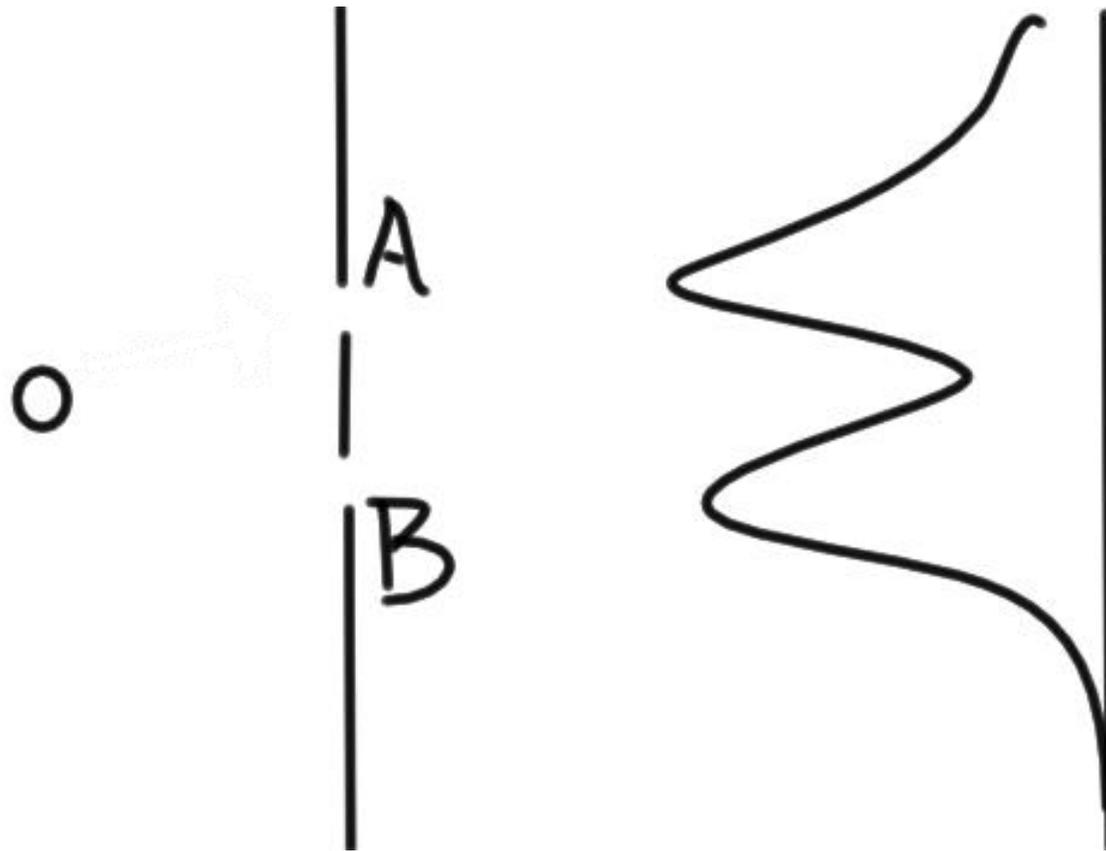
— *Stephen Hawking* —

AZ QUOTES

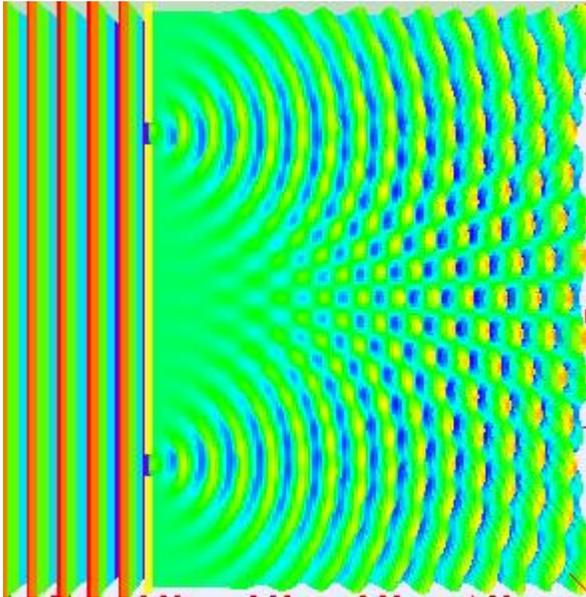
VERÃO N  CAMPUS

Hora da experiência

Experiência da dupla fenda



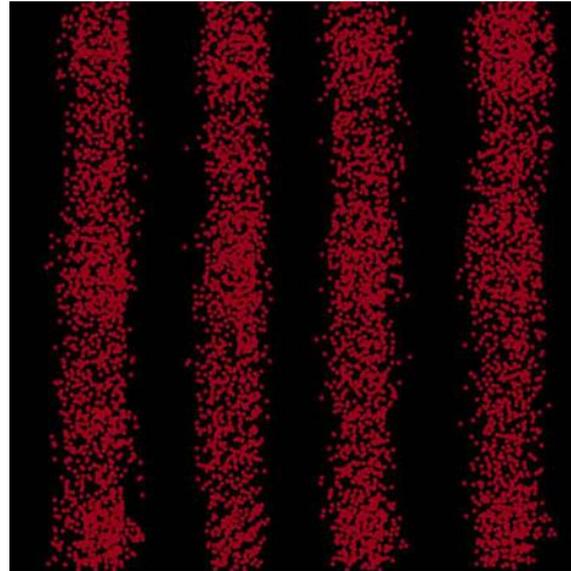
Não faz sentido mas funciona!



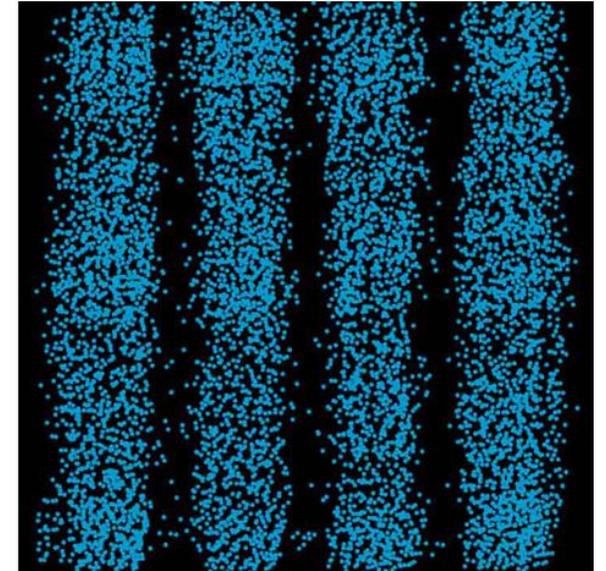
By Lookang

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17014507>

Imagem das ondas a interferirem umas com as outras



(a) Electrons



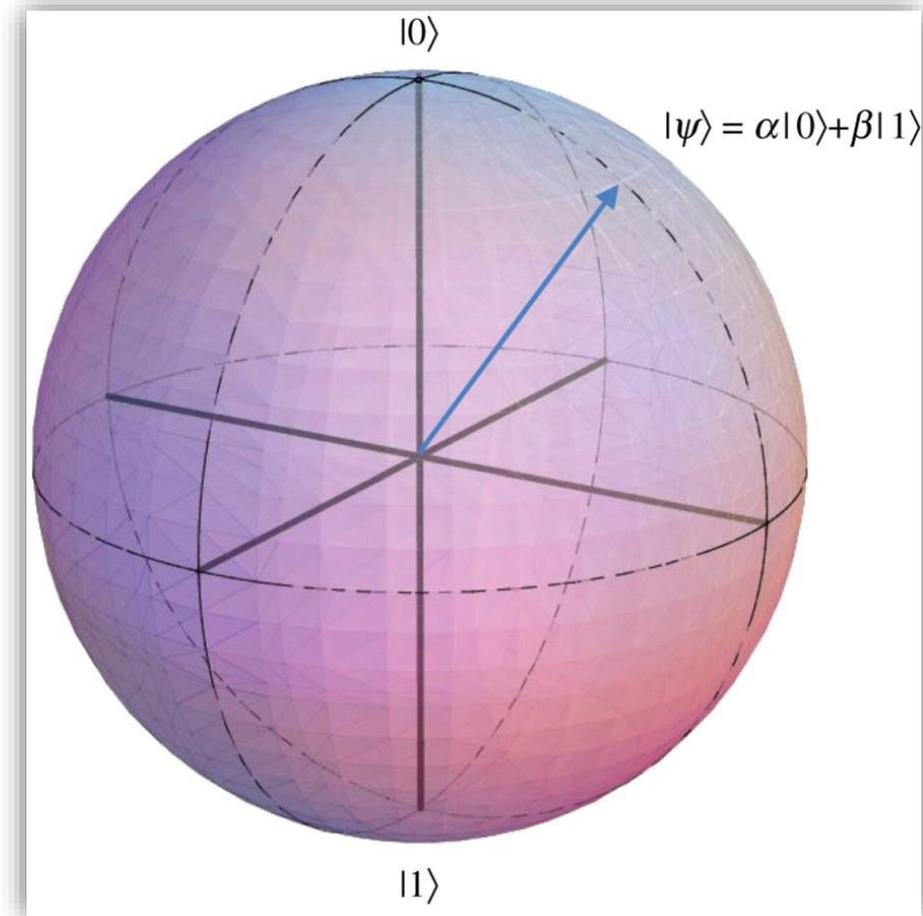
(b) Protons

Quantum bit



Qubit

- Pode estar nos dois estados ao mesmo tempo – **sobreposição**
- Quando medimos o valor do qubit, a sobreposição colapsa para um dos estados
- Fisicamente podem ser o spin ou um fóton
- Não determinísticos



Bit vs Qubit

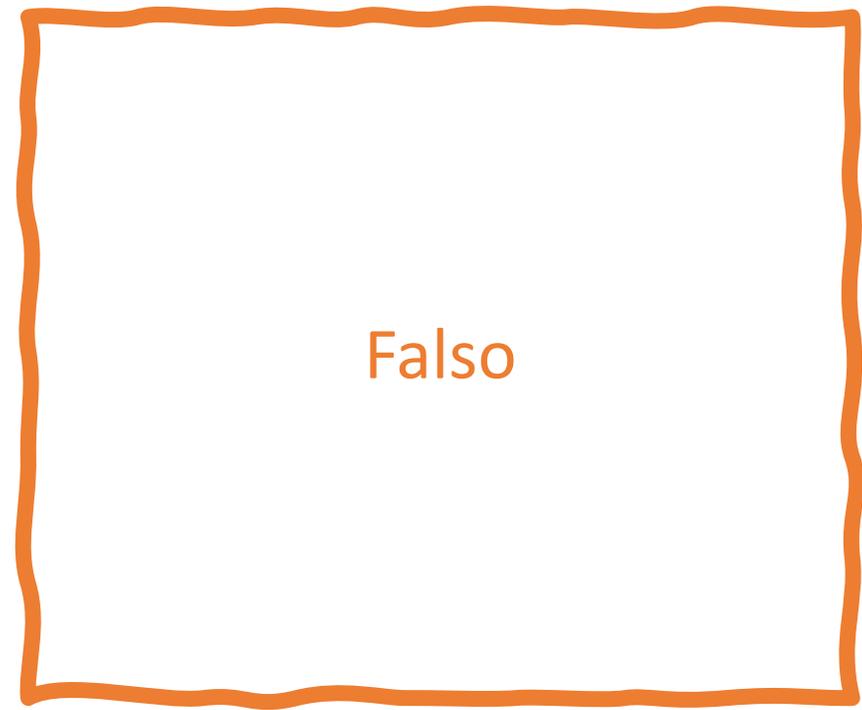
Bit tem de escolher um estado

0000 0001 0010 0011
0100 0101 0110 0111
1000 1001 1010 1011
1100 1101 1110 1111

Qubit pode ser uma combinação de vários estados

0000 0001 0010 0011
0100 0101 0110 0111
1000 1001 1010 1011
1100 1101 1110 1111

5. Podemos testar muitos estados ao mesmo tempo.



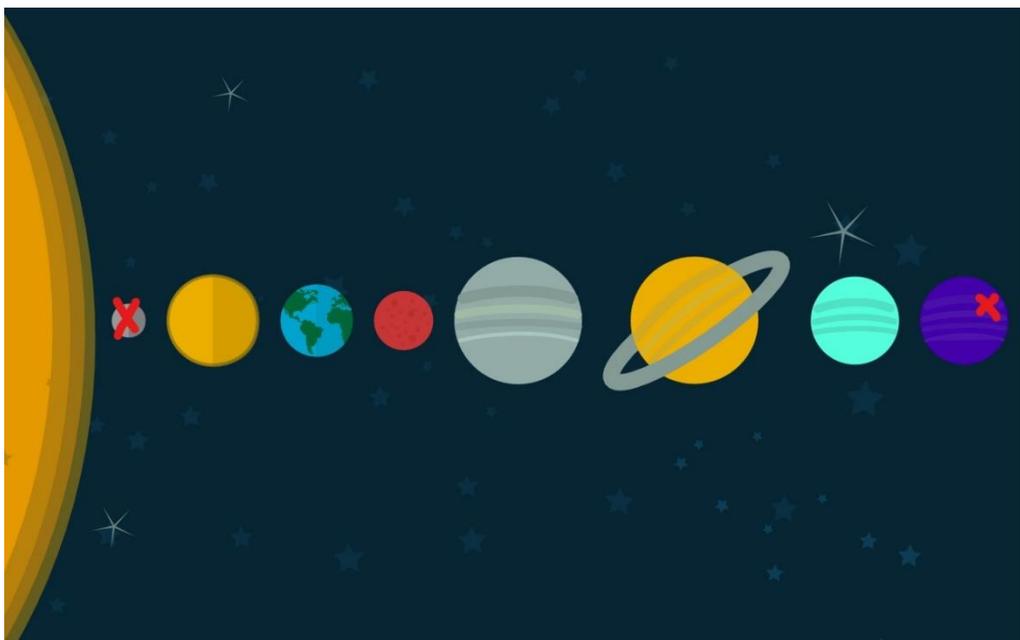
Entrelaçamento



- Quando 2 qubits estão entrelaçados a medição de um afeta o estado do outro.
- Independentemente da distância.

- Isto significa que medindo apenas 1 qubit podemos saber informação sobre os parceiros sem os vermos.

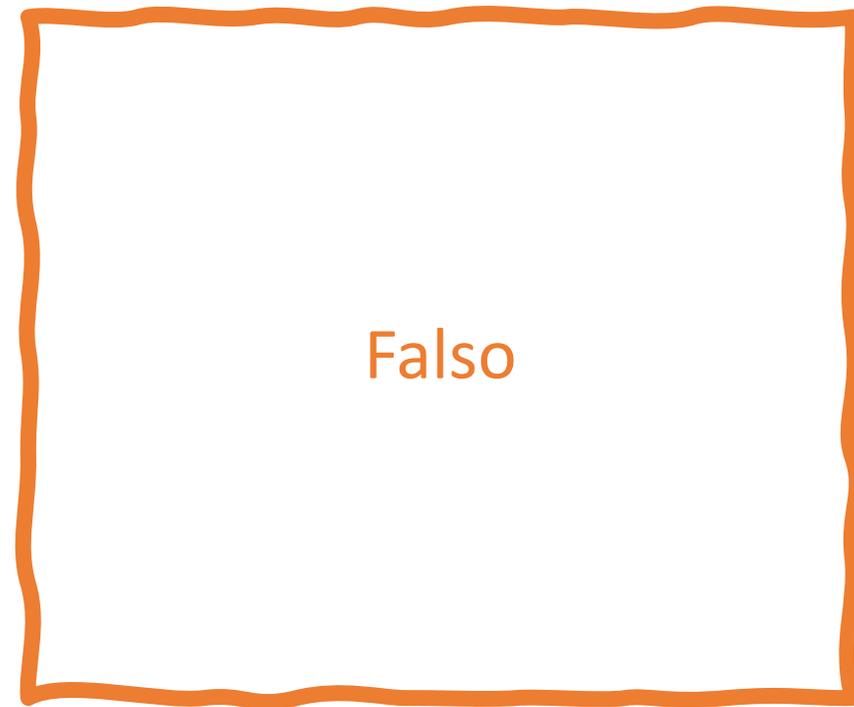
Entrelaçamento



- Quando 2 qubits estão entrelaçados a medição de um afeta o estado do outro.
- Independentemente da distância.

- Isto significa que medindo apenas 1qubit podemos saber informação sobre os parceiros sem os vermos.

6. Com o entrelaçamento podemos ter informação mais rápida do que a luz.

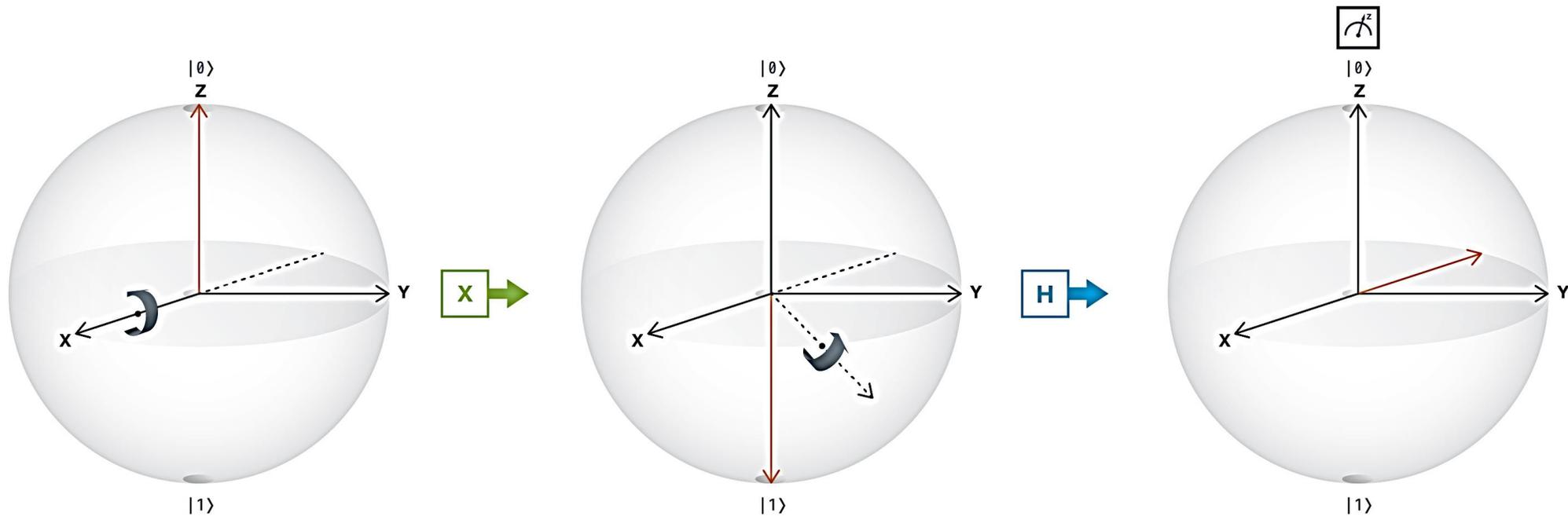


7. Os computadores quânticos conseguem resolver problemas muito mais rápido.

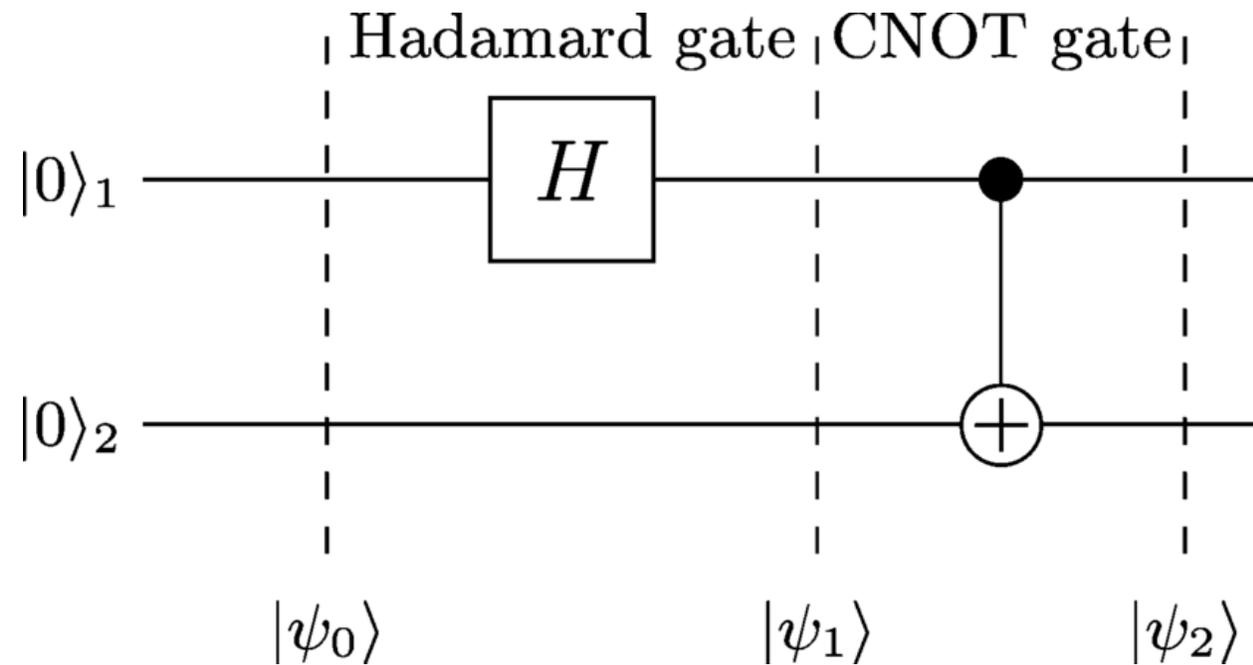
Verdadeiro

Falso

A manipulação de qubits – gates quânticas

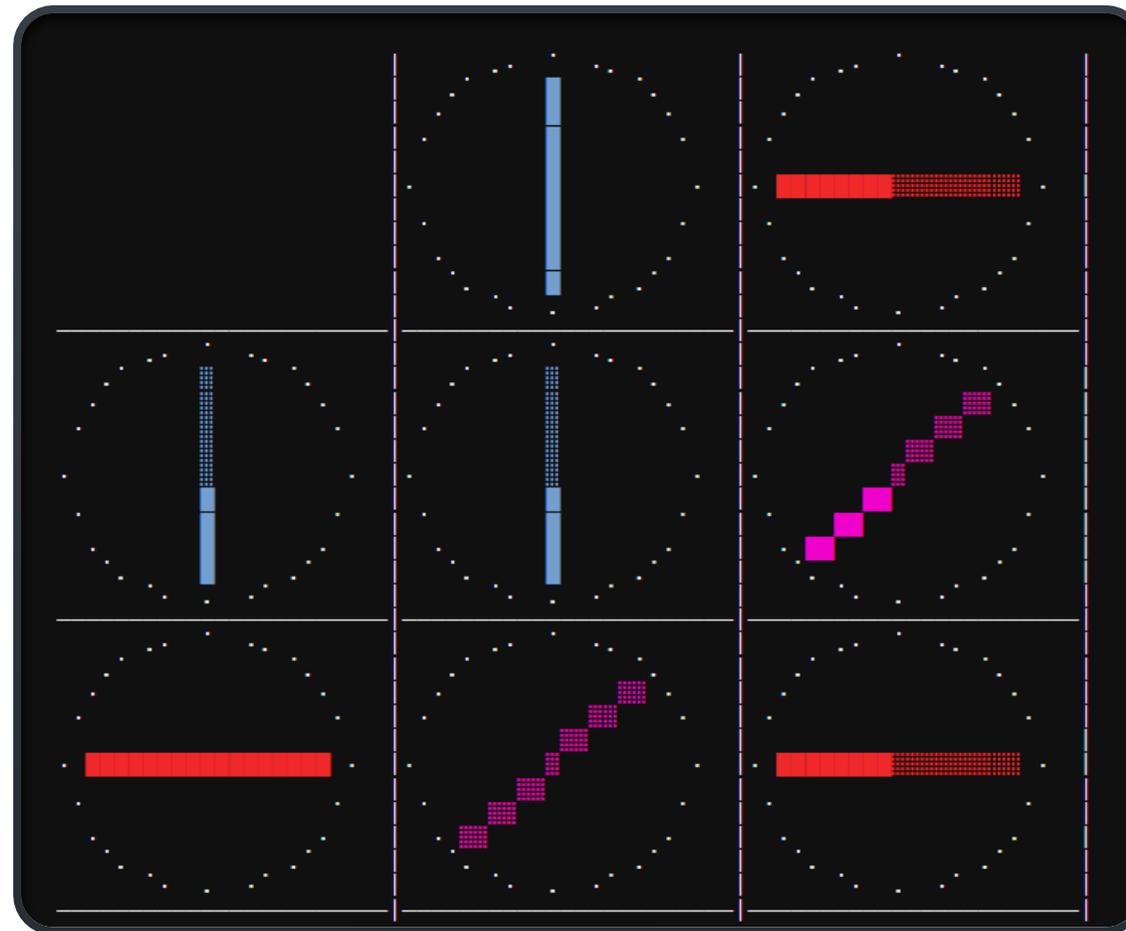


Circuitos quânticos: combinação de gates quânticos



Já estão prontos para jogar

<https://bit.ly/2J54pNA>



Vantagens do Computador Quântico

Vamos usar estes computadores para ver gatinhos na Internet?

Procura o erro na base de dados:

- | | | | |
|-------------|--------------|----------------------------|---------------|
| 1. Maria | 9. Jeremias | 17. Helena | 24. Guilherme |
| 2. João | 10. Jaime | 18. Paulo | 25. Rute |
| 3. Pedro | 11. Ana | 19. Margarida | 26. Ernesto |
| 4. Manuel | 12. Catarina | 20. Mário | 27. Paula |
| 5. Isaura | 13. Joaquim | 21. Rui | 28. Beatriz |
| 6. Tiago | 14. Matias | 22. Dobby o elfo livre! | 29. Luísa |
| 7. Patrícia | 15. Alice | 23. Luís | 30. Mariana |
| 8. Henrique | 16. Cátia | | 31. Nuno |

O computador vê a lista caso a caso!

- O problema é no 1?
- Não
- Ok então continuo
- O problema é no 2?
- Não
- Ok então continuo
- ...

Claro que já existem formas de otimizar isto mas mesmo assim isto ainda é um problema

Procura em base de dados

Clássica

- Com uma lista de N dados podemos ter de testar N dados para encontrar o que queremos, em média conseguimos fazê-lo em $N/2$.
- $N=1000\ 000$
- Casos testados em média = 500 000

Quântica

- Em quântica a mesma lista precisa apenas de testar \sqrt{N}
- Casos testados em média = 1000

Criptografia

Clássica

- O sistema RSA que mantém os dados das ligações á internet seguros pode ser quebrado através de muitos... muitos... muitos cálculos.
- Num computador clássico este processo demora anos.

Quântica

- Um computador quântico com a aceleração exponencial pode fazer isto facilmente.

Criptografia



Simulações

Clássica

- Para perceber o mundo quântico fazer simulações é essencial mas os computadores clássicos não conseguem lidar com recursos tão intensos.
- O mesmo problema acontece com as moléculas. Os computadores clássicos não conseguem descreve-las de forma precisa.

Quântica

- Simular efeitos quânticos com computadores quânticos parece ser a melhor solução.
- Isto poderá ter um impacto enorme na medicina

Paralelo com a história

Estamos no início da história!

Ontem e Hoje

Inícios dos computadores clássicos



Inícios dos computadores quânticos

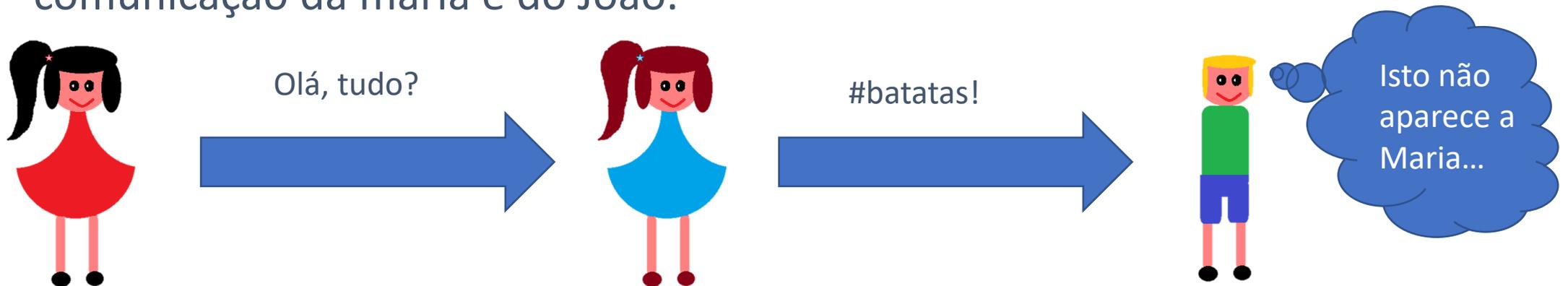


Informação quântica

Um campo de investigação próximo da computação quântica

Criptografia

- Quando se mede um qubit alteramos a informação que está no qubit.
- A maria e o João querem mandar mensagens secretas um para o outro mas a Joaquina quer mesmo muito ouvir a conversa.
- Se o João e a maria mandarem o segredo via qubits podem saber quando a Joaquina está a ouvir, porque ela estraga a mensagem interferir com a comunicação da maria e do João.



Teleportação

MENU

INÍCIO / SOCIEDADE

O primeiro satélite quântica do mundo

China quer investigar a teleportação e formas de c

Lusa
16 Agosto 2016 — 09:32

TÓPICOS

- China
- Sociedade
- Satélite

Relacionados

SATÉLITES



© China Daily/via REUTERS

INTERNET

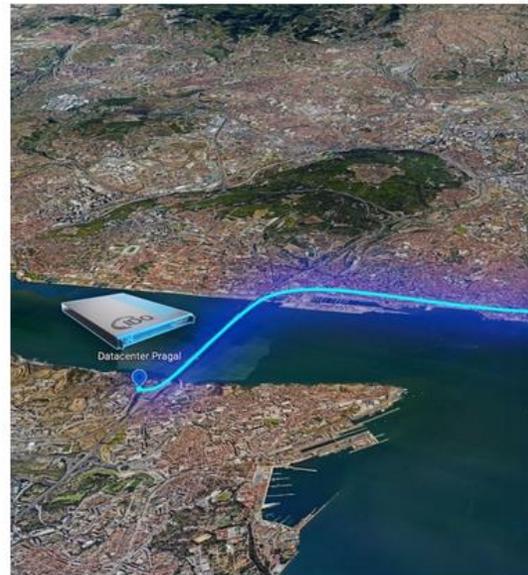
12.10.2021 às 18h35



RUI DA ROCHA FERREIRA

f t w e

Portugal já tem um 'cabo' de 20 km para garantir comunicações ultrasseguras



pplware

Guerra Ucrânia Apple Ciência Android Windows Linux Smartphones Humor Dicas

NASA anuncia sucesso de teletransportação quântica

25 DEZ 2020 · CIÊNCIA 22 COMENTÁRIOS

Há uns anos, pensar em teletransportação era uma utopia. De facto, com o evoluir da tecnologia, como lhe mostramos diariamente, há determinadas coisas que vão começando a ser viáveis, realizáveis, pela investigação por detrás e a vontade dos cientistas em fazer acontecer.

Em 2020, a NASA atinge a teletransportação quântica sustentada a longa distância.



Teleportação



Na terra

É enviada a informação da maria



Depois ela é reproduzida no outro lado

- Apenas feita com qubits
- São enviados os estados
- Usa o entrelaçamento
- Atualmente as distancias ainda não são muito grandes

Na lua

Teleportação



Na terra

É enviada a informação da maria



Depois ela é reproduzida no outro lado

- Apenas feita com qubits
- São enviados os estados
- Usa o entrelaçamento
- Atualmente as distancias ainda não são muito grandes

Na lua

Teleportação

É enviada a informação da maria



Depois ela é reproduzida no outro lado

- Apenas feita com qubits
- São enviados os estados
- Usa o entrelaçamento
- Atualmente as distancias ainda não são muito grandes



Na terra

Na lua

Teleportação

É enviada a informação da maria



Depois ela é reproduzida no outro lado

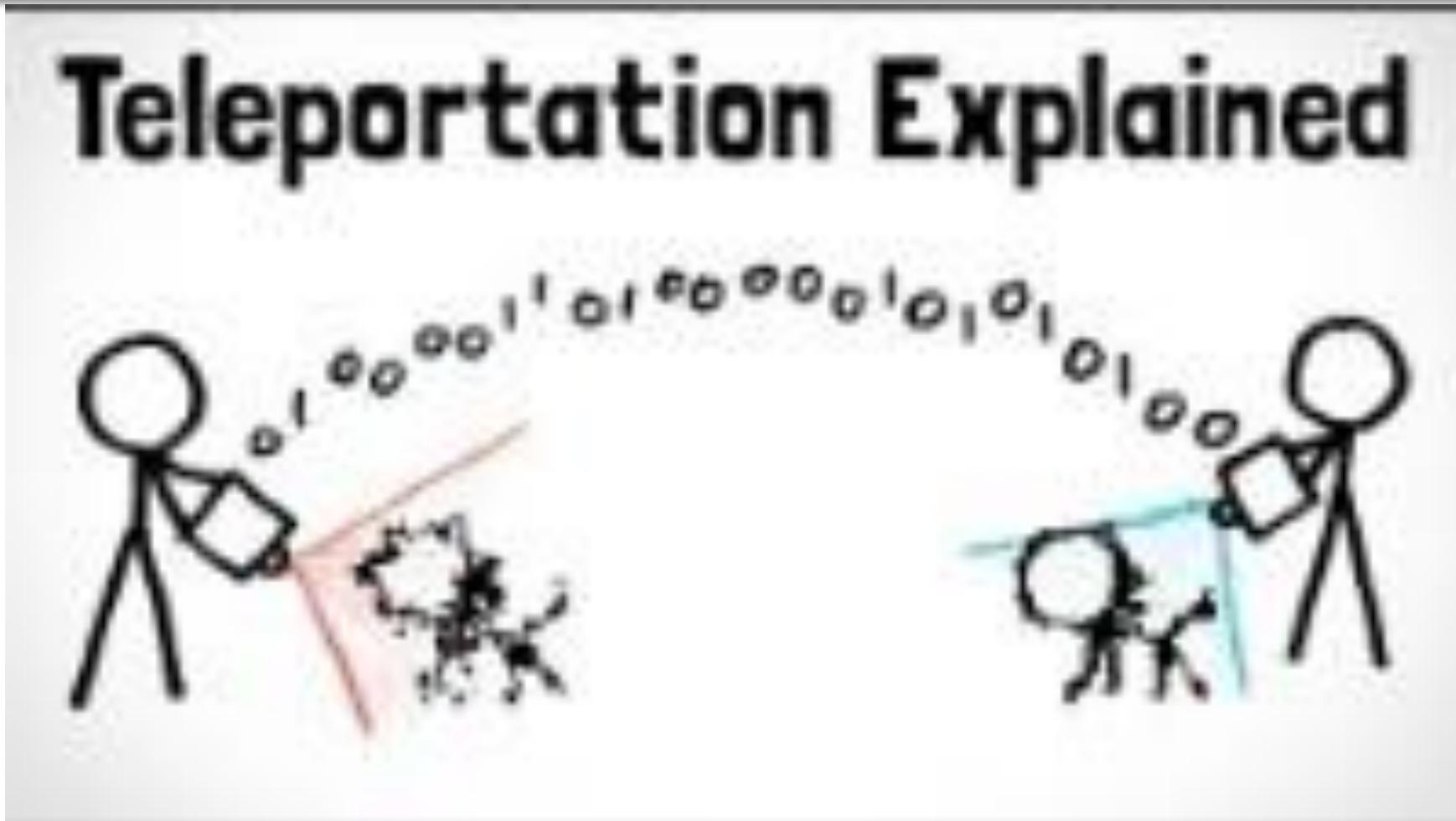
- Apenas feita com qubits
- São enviados os estados
- Usa o entrelaçamento
- Atualmente as distancias ainda não são muito grandes

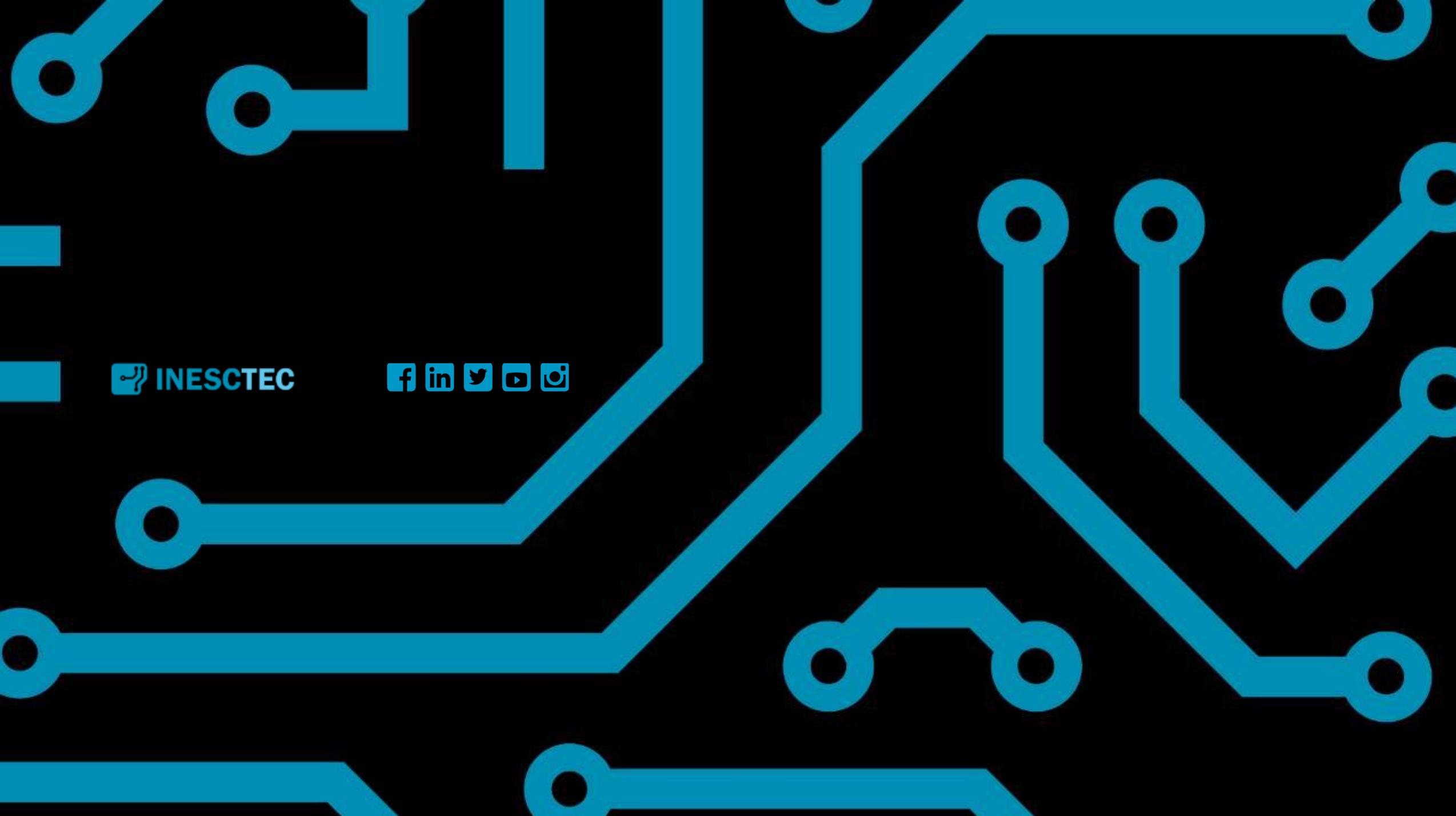


Na terra

Na lua

Teleportação





 INESC TEC

