

"Partiu Hackear a Computação Quântica"

Daniele Nazaré Tavares

FÍSICA
QUÂNTICA



**Porquê estudar
Computação
Quântica?**

Física Quântica Vs. Física Newtoniana

constante de planck

Todas Imagens Vídeos Notícias Livros Mais Configurações Ferramentas

Aproximadamente 1.410.000 resultados (0,34 segundos)

constante de Planck =

$$6,62607004 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg} / \text{s}$$

Mais informações



$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

História

- **Deutsch**
 - Primeiro a levantar o questionamento sobre a potencialidade de um computador quântico



História

- **Deutsch**
 - Primeiro a levantar o questionamento sobre a potencialidade de um computador quântico
 - Teoria da Computação



História

- **Deutsch**
 - Primeiro a levantar o questionamento sobre a potencialidade de um computador quântico
 - Teoria da Computação
 - Desenvolvimento do computador quântico



História

- **Deutsch**
 - Primeiro a levantar o questionamento sobre a potencialidade de um computador quântico
 - Teoria da Computação
 - Desenvolvimento do computador quântico
 - Máquina de Turing quântica



História

- **Feynman**
- Sistema clássico \neq Sistema quântico



História

- **Feynman**
 - Sistema clássico != Sistema quântico
 - Que tal criar um computador quântico?



História

- **Feynman**
 - Sistema clássico \neq Sistema quântico
 - Que tal criar um computador quântico?
 - Prêmio Nobel de física em 1965



História

- **Shor**
- Algoritmo que resolve o problema da fatoração de números grandes



História

- **Shor**
- Algoritmo que resolve o problema da fatoração de números grandes
- Conhecido como "Killer application"





Lei de Moore

- "A cada ano a quantidade de transistores por chip irá dobrar de tamanho, sem alteração em seu preço"[1]

O que é
Computação
Quântica?

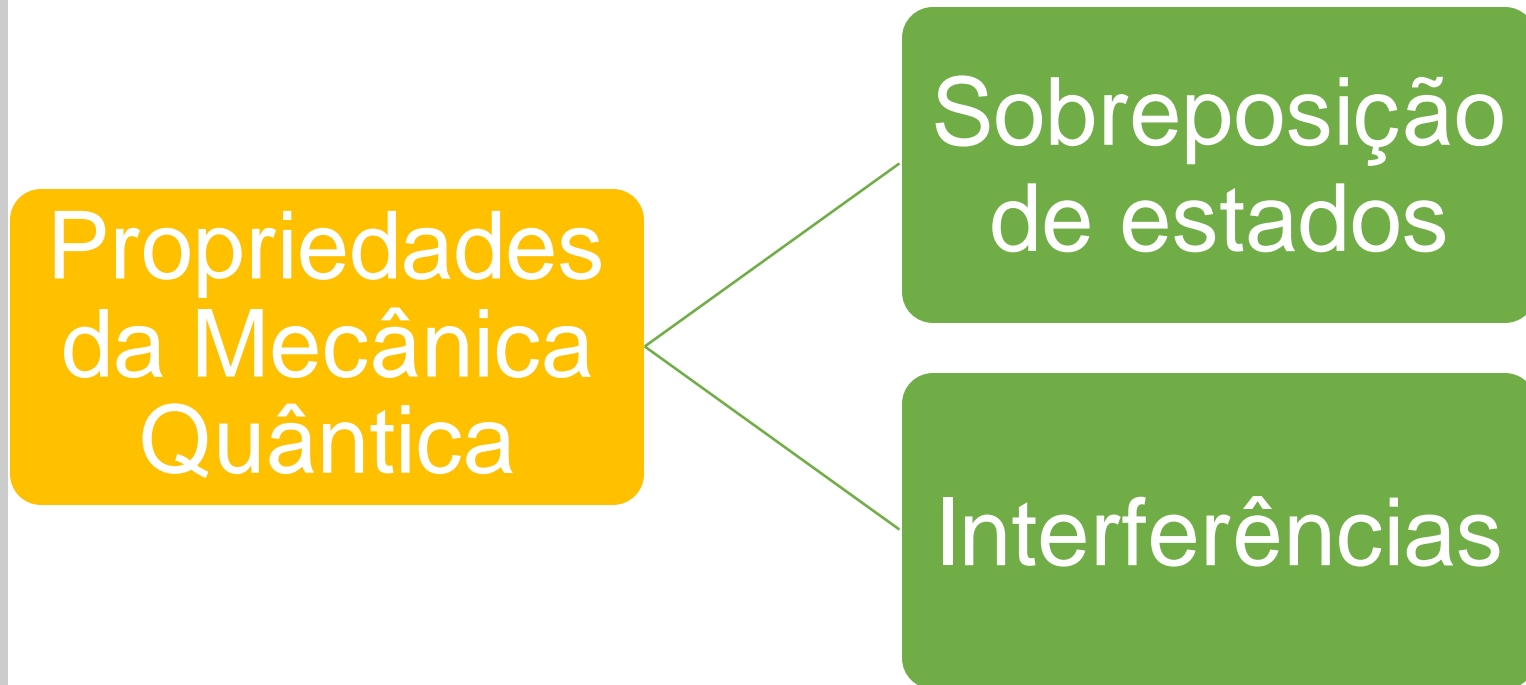
Propriedades da Mecânica Quântica

O que é Computação Quântica?

Propriedades
da Mecânica
Quântica

Sobreposição
de estados

O que é Computação Quântica?



O que é Computação Quântica?

Propriedades
da Mecânica
Quântica

Processamento
podencializado

Sobreposição
de estados

Interferências

O que é Computação Quântica?

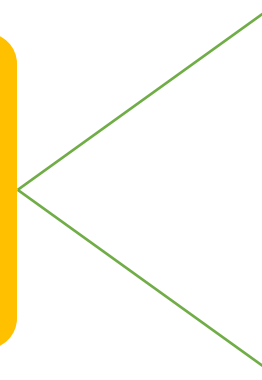
Regida em cima
das propriedades
da Mecânica
Quântica

Processamento
potencializado

Paralelismo

Sobreposição de
estados

Interferências



O que é Computação Quântica?

Propriedades
da Mecânica
Quântica

Processamento
potencializado

Paralelismo

Máquina de
Turing
Probabilística

Sobreposição
de estados

Interferências

O que é
Computação
Quântica?

Substitui os problemas de
dissipação de calor da
computação clássica
devido ao quantidade de
transistores no processador

O que é Computação Quântica?

Resolve problemas de
softwares insolúveis
na computação
tradicional

Substitui os
problemas de
dissipação de calor da
computação clássica

O que é Computação Quântica?

Isolamento
Perfeito

```
graph LR; A[Isolamento Perfeito] --- B[interferência eletromagnética]; A --- C[luminosa]; A --- D[Qualquer fonte de perturbação];
```

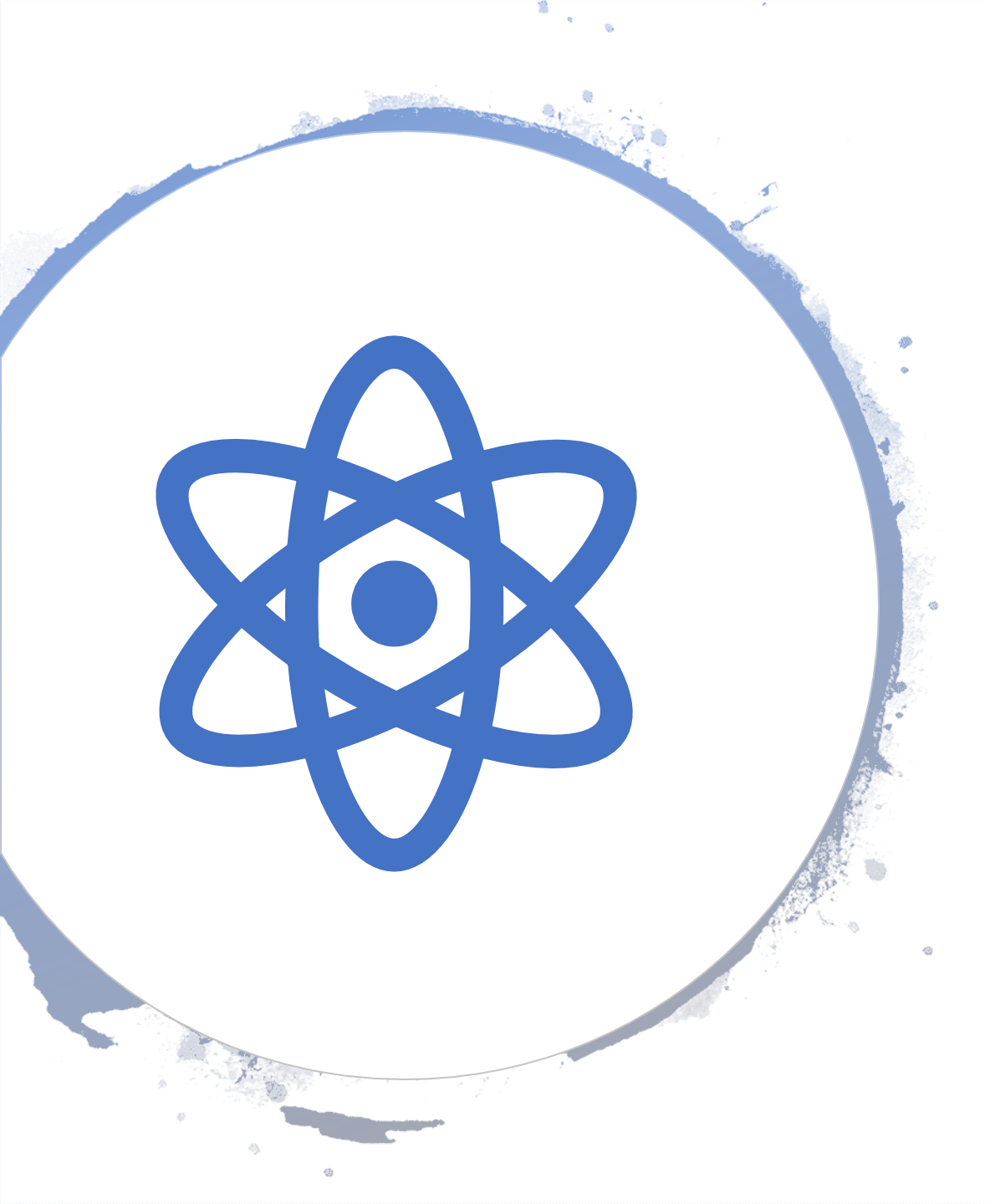
interferência
eletromagnética

luminosa

Qualquer fonte
de perturbação



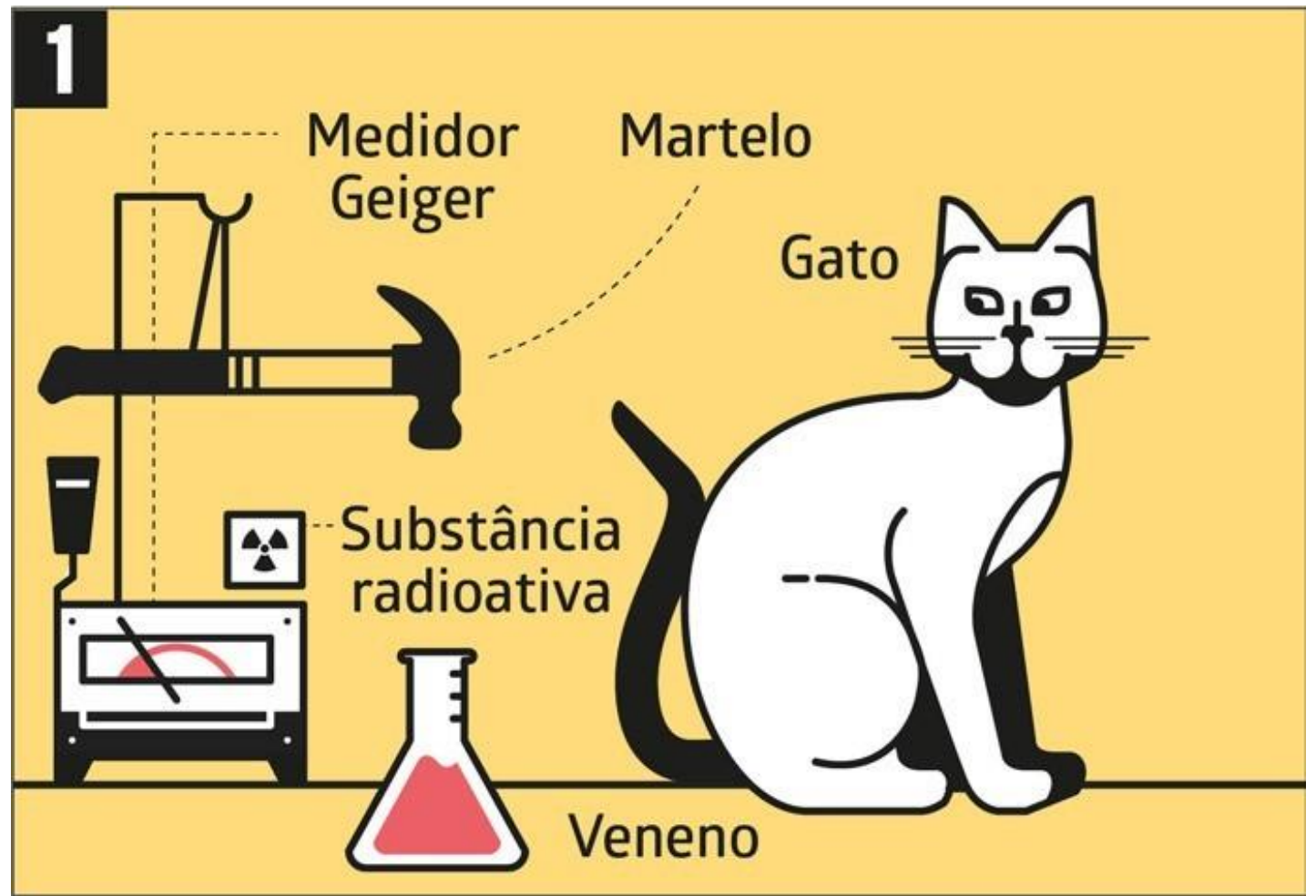
Binary Digit



QUantum BIT

Estado

Princípio da Superposição e Gato de Schrödinger



Princípio da Superposição e Gato de Schrödinger



Princípio da Superposição e Gato de Schrödinger

3

Sobreposição
de estados
quânticos

Gato vivo

Gato morto



Princípio da Superposição e Gato de Schrödinger



Qu-bit

- [Puc-Rio] Estado de um Qu-bit
 - 0
 - 1
 - Sobreposição de 0 e 1

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

Qu-bit

- [Puc-Rio] Notação de Dirac para o Qu-bit:

$$|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } |1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Qu-bit

- [Puc-Rio] Interpretação
 - Sobreposição de estado
 - Energia infinita em nível quântico

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle.$$

Qu-bit

- [Puc-Rio] Amplitude de Probabilidade
 - Medidas que representa o mundo quântico no mundo clássico
 - Alfa e Beta números complexos
 - $|\alpha|^2 \Rightarrow "1"$
 - $|\beta|^2 \Rightarrow "0"$
- Normalização

$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$$

Qu-bit

**"Menor Unidade de
Informação"**

Qu-bit

- [Medium] 2 QUantum – Blnary Digit

$$|\psi_0\rangle = \alpha_0|0\rangle + \alpha_1|1\rangle, \quad |\psi_1\rangle = \beta_0|0\rangle + \beta_1|1\rangle$$

$$|\psi_0\rangle|\psi_1\rangle = \alpha_0\beta_0|00\rangle + \alpha_0\beta_1|01\rangle + \alpha_1\beta_0|10\rangle + \alpha_1\beta_1|11\rangle$$

2 qubits

$$|\alpha\rangle = \alpha_{00}|00\rangle + \alpha_{01}|01\rangle + \alpha_{10}|10\rangle + \alpha_{11}|11\rangle$$

Qu-bit

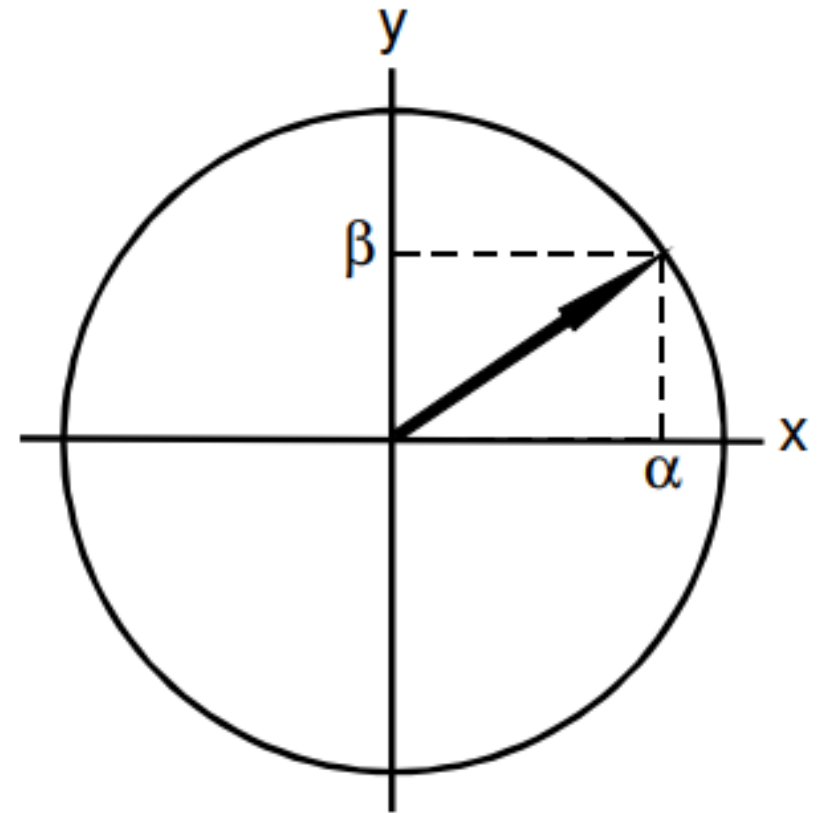
- [Medium] 3 QUantum – Blnary Digit

$$|\psi_2\rangle = a_0 |000\rangle + a_1 |001\rangle + a_2 |010\rangle + a_3 |011\rangle + a_4 |100\rangle + a_5 |101\rangle + a_6 |110\rangle + a_7 |111\rangle$$

Qu-bit

- [Puc-Rio] Normalizado para o mundo clássico:

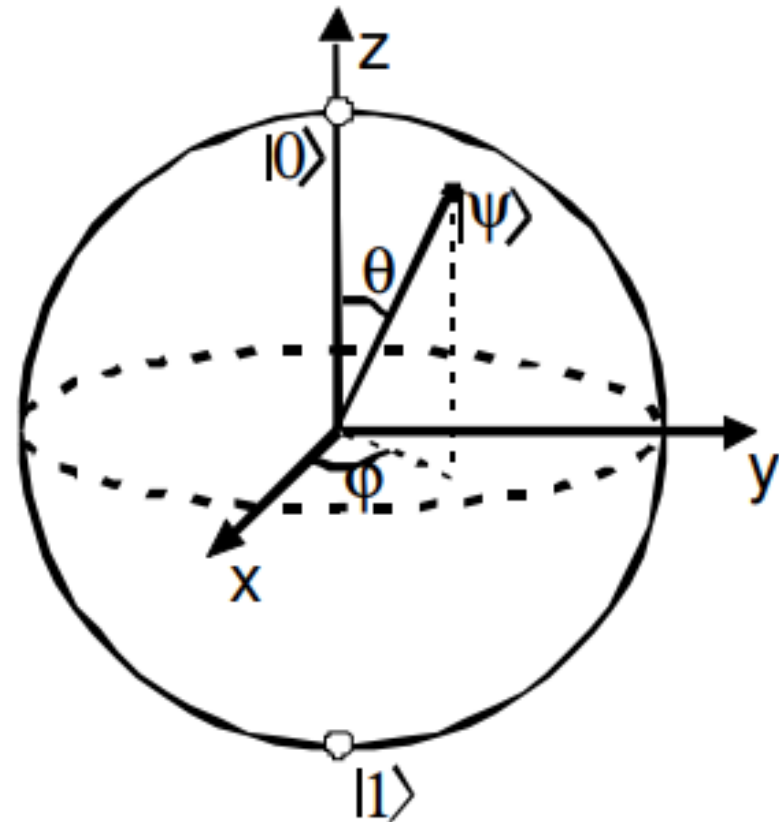
$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix}$$



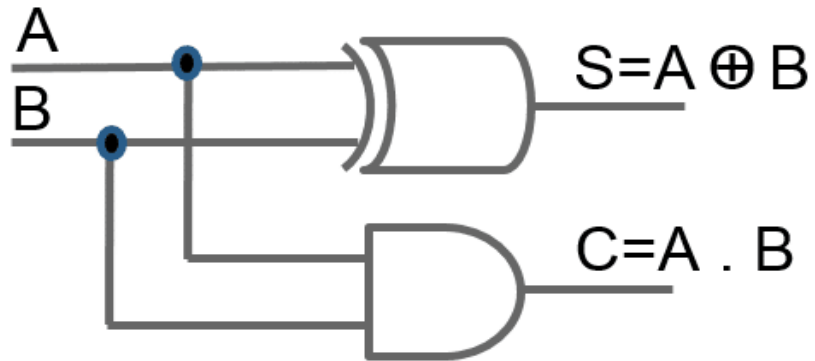
Qu-bit

- [Puc-Rio] Representação do estado quântico:

$$|\psi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$$



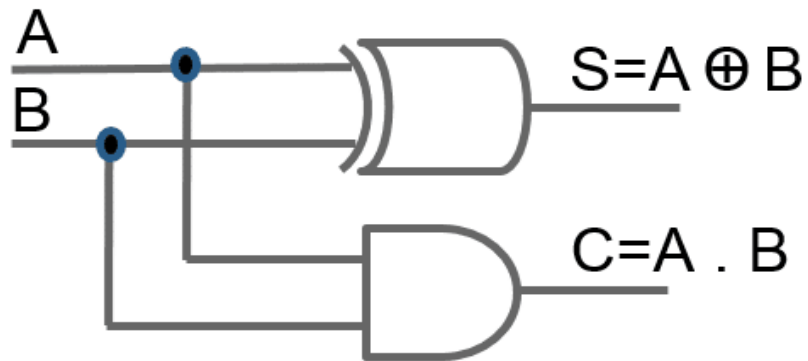
Circuito Digital Vs. Circuito Quântico



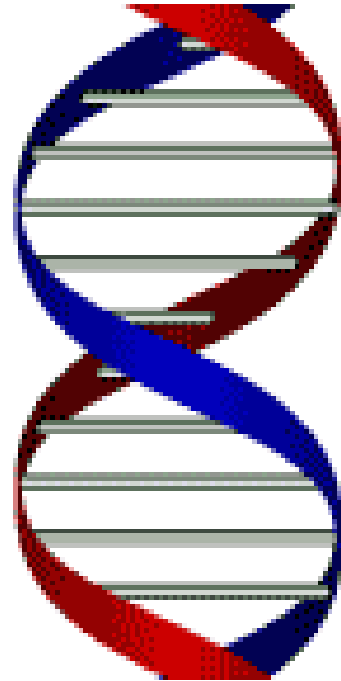
Meio Somador



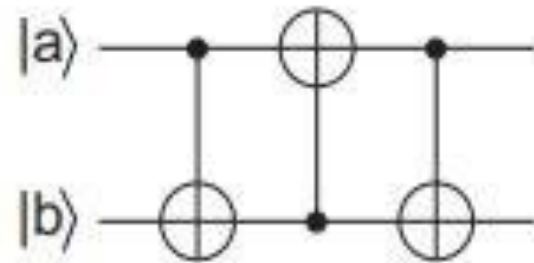
Circuito Digital Vs. Circuito Quântico



Meio Somador



Circuito Lógico
Quântico Swap

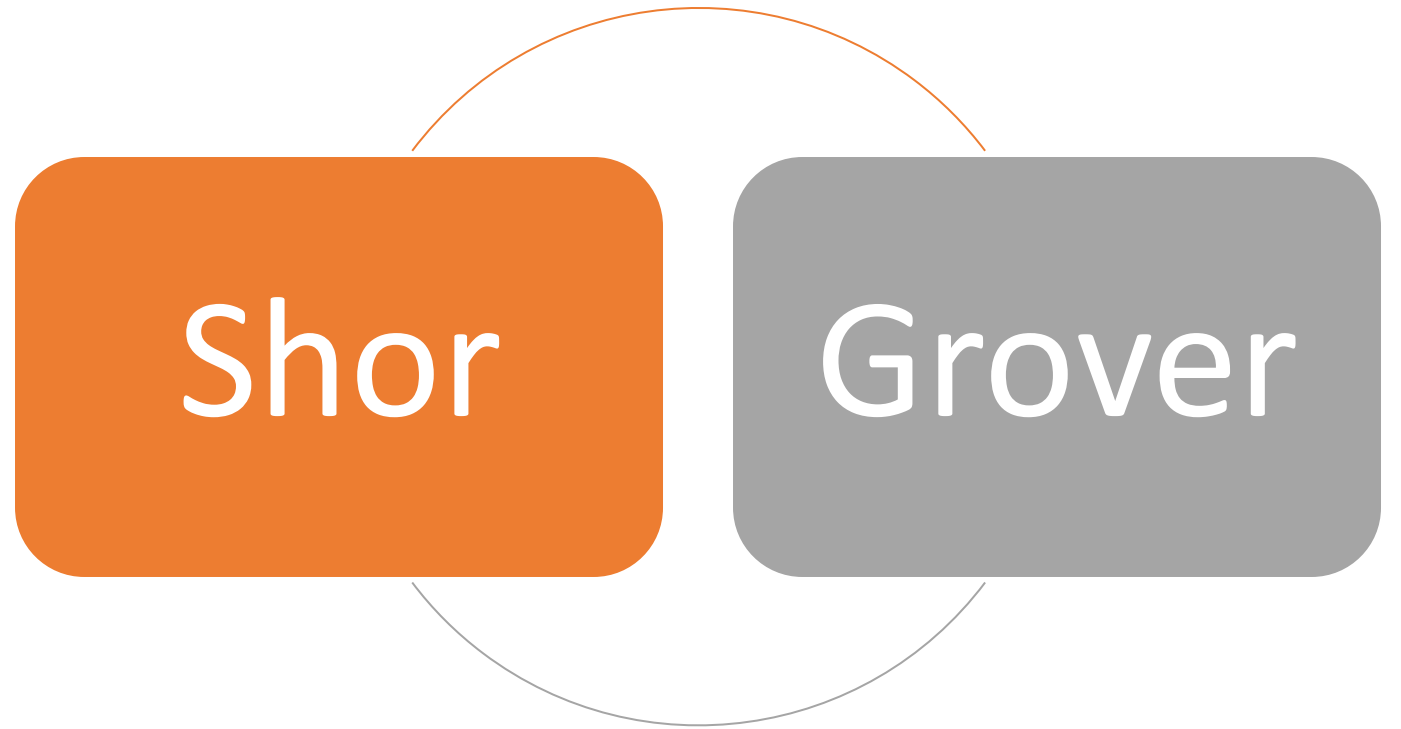


Entradas		Saídas	
$ a\rangle$	$ b\rangle$	$ a\rangle$	$ b\rangle$
$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$

Algoritmos Quânticos

Shor

Grover



Linguagens Abstratas para Computação quântica



QCL(1ª Linguagem)



Linguagens Abstratas para Computação quântica

Python Qiskit IBM Q



Linguagens Abstratas para Computação quântica

Rigetti Forest SDK



Linguagens Abstratas para Computação quântica

Xanadu PennyLane and
Strawberry

BlackBird Xanadu Strawberry
Fields



Linguagens Abstratas para Computação quântica

Q#



Desafios

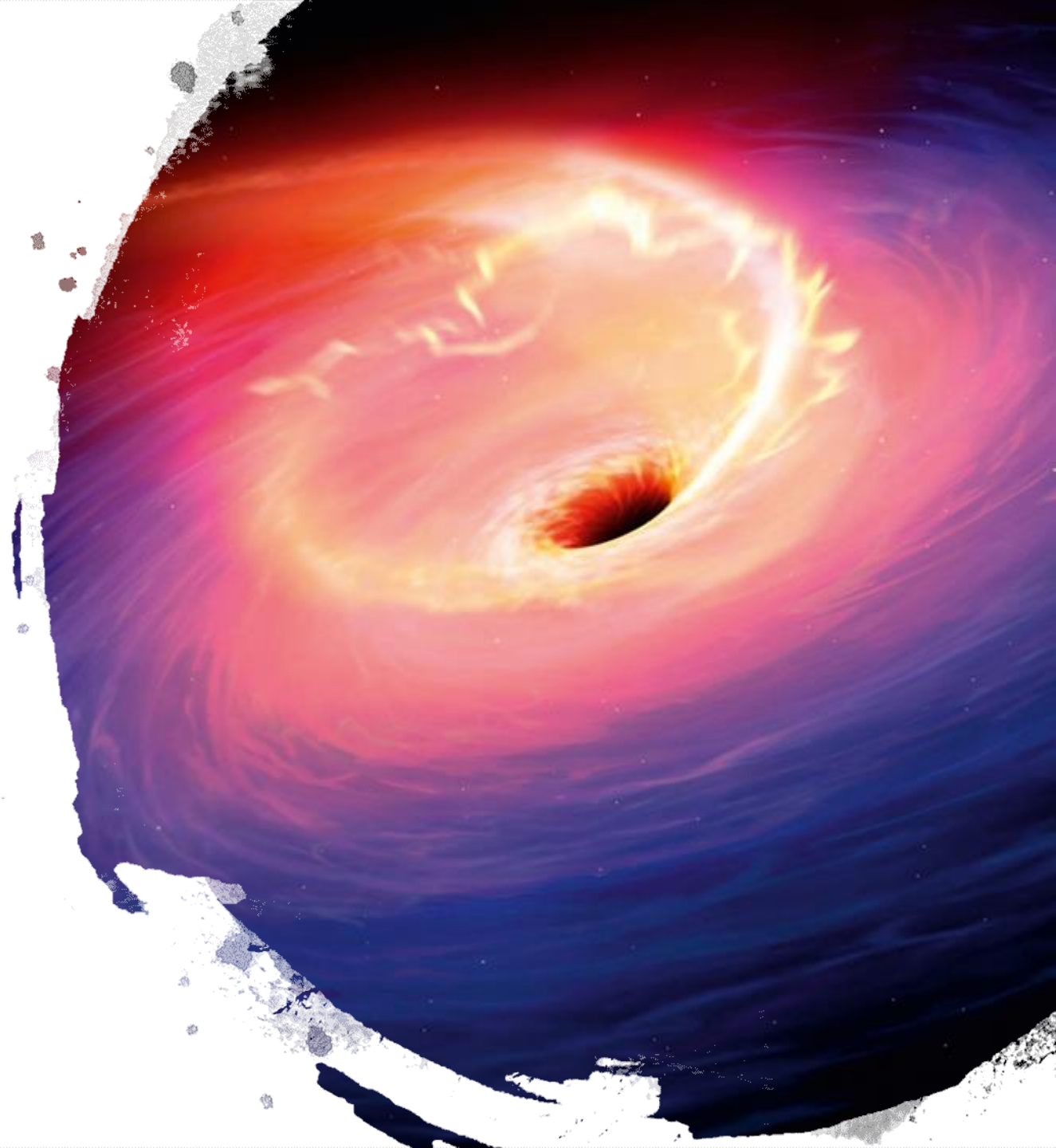
Desenvolvimento
de hardware que
viabilizam o seu
uso

Desafios

Desenvolvimento de algoritmos que tenha desempenho superior em máquina quântica em relação as máquinas clássicas

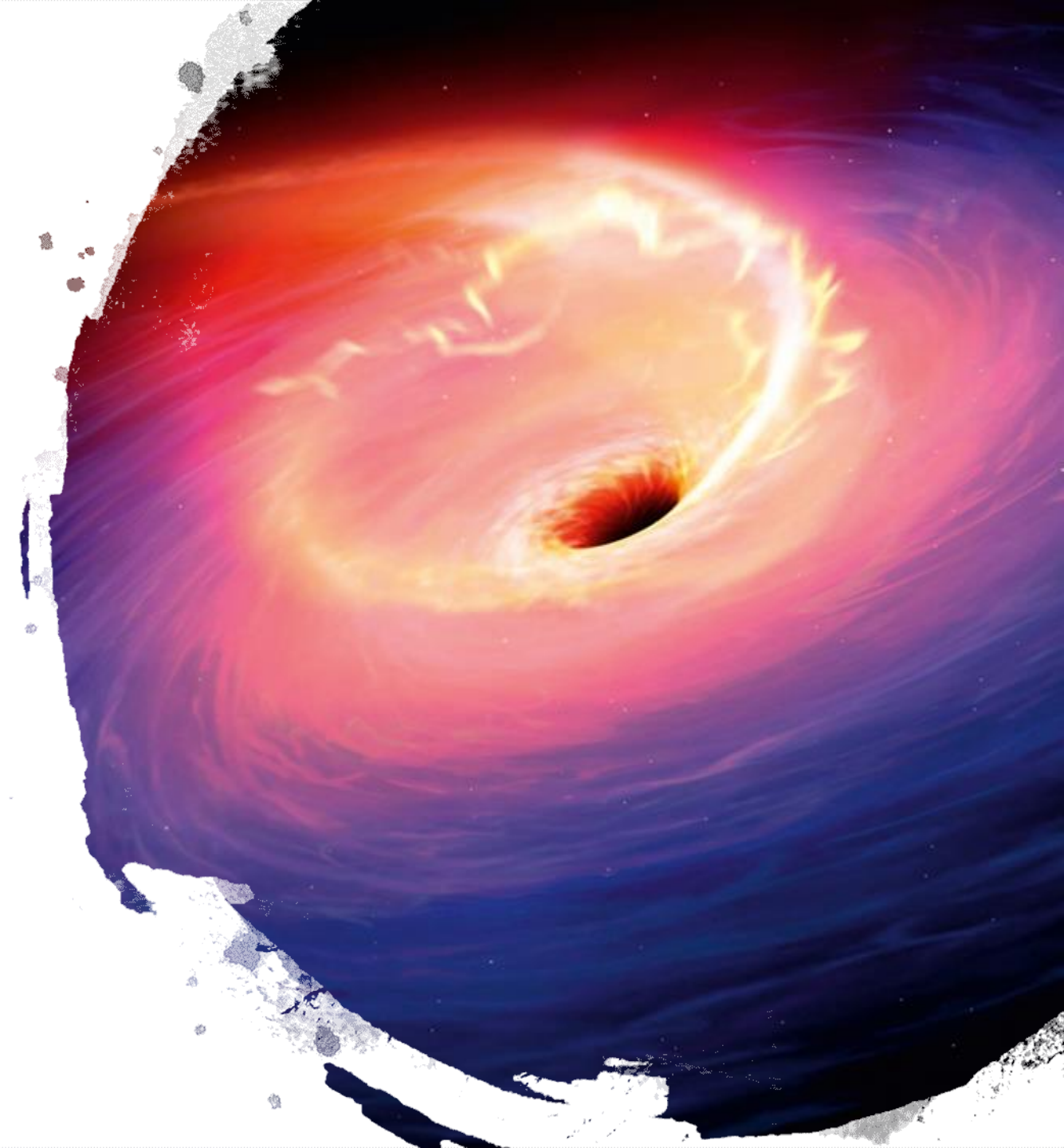
Alerta!

- Como será a segurança no futuro?



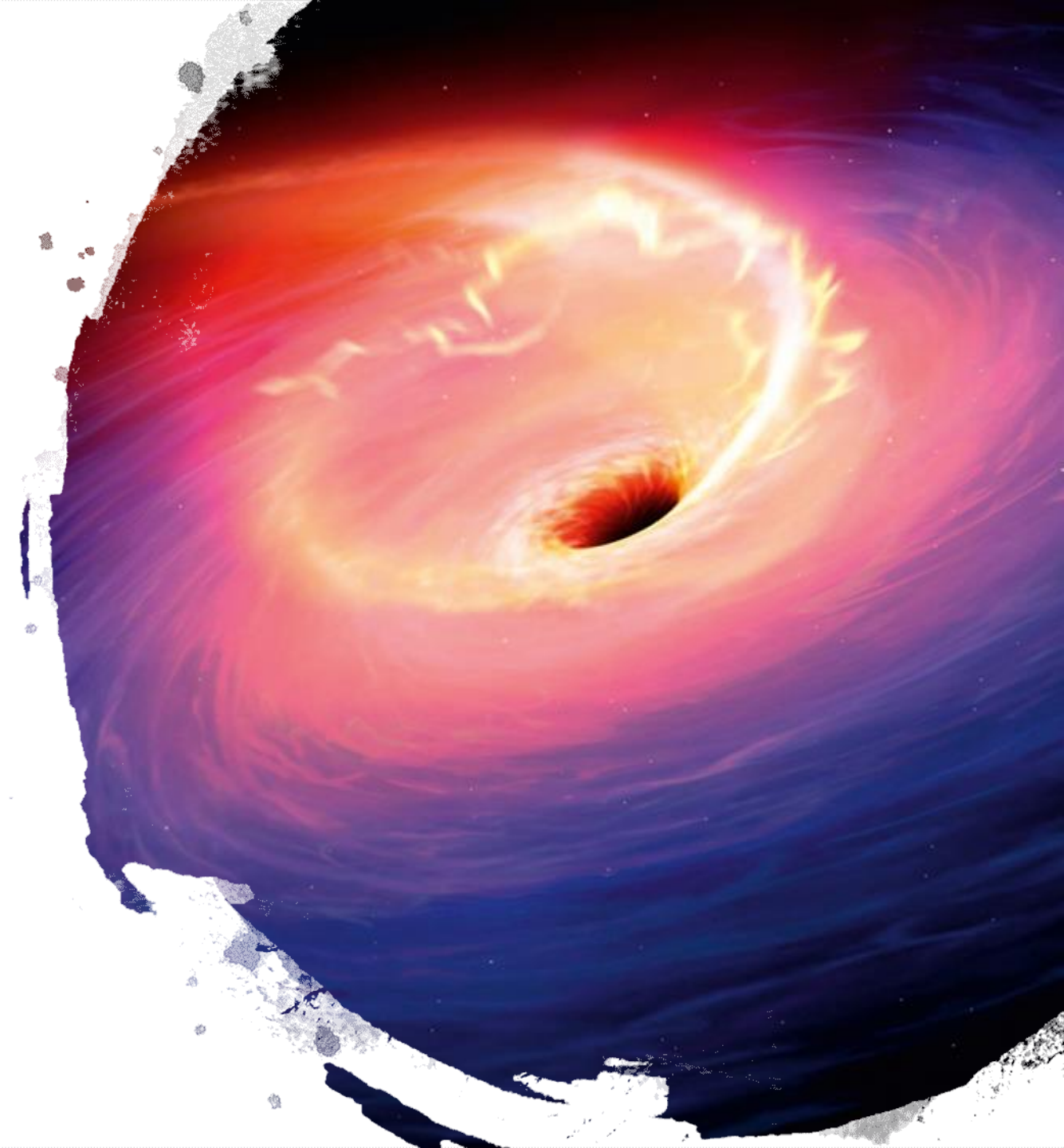
Alerta!

- Como será a segurança no futuro?
- Os computadores quânticos vão ser massificados?



Alerta!

- Como será a segurança no futuro?
- Os computadores quânticos vão ser massificados?
- Até onde essa quebra de paradigma vai nos levar?



The five Black holes

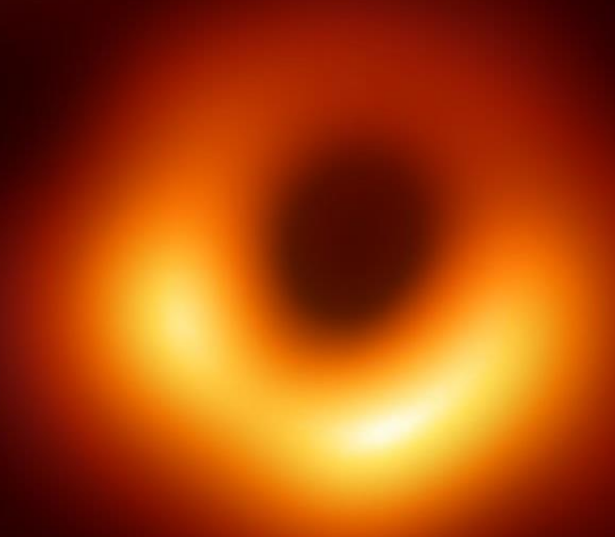
The first black hole image: what can we really see?

Last week scientists produced the first image of a black hole, shining a light on one of the universe's great mysteries

Advertisement



DANGER



O céu já não é mais o limite!

Vamos Hackear a Computação Quântica?[2]



<https://quantiki.org/>



<https://nbview>



<https://nbviewer.jupyter.org/github/Qiskit/qiskit-tutorial/blob/master/index.ipynb>



<https://qiskit.org/>



<https://www.rigetti.com/forest>

Vamos Hackear a Computação Quântica?[2]



<https://www.microsoft.com/en-us/quantum/development-kit>



<http://qutip.org/>



<https://pennylane.readthedocs.io/en/latest/>



<https://algassert.com/quirk#circuit=%7B%22cols%22%3A%5B%5B%22H%22%2C%22H%22%5D%2C%5B%22Z%5E%22%2C%22Z%5E-t%22%2C%22Y%5E%22%2C%22Y%5E-t%22%2C%22X%5E%22%2C%22X%5E-t%22%5D%5D%7D>

O que está
dentro da
Caixa?



Gato(0 | & 1)
Vs.
Pandora(0 & | 1)
Vs..
????????
Not Found





IBM Q
System One



IBM Q



Muito Obrigado!

Volte
Sempre

????????

Volte
Sempre

Referências

- [1] <http://producao.virtual.ufpb.br/books/edusantana/old-arq/livro/livro.chunked/ch01s07.html>
- [2] <https://www.linkedin.com/pulse/quero-ser-quantum-programmer-por-onde-venho-walxiney-galv%C3%A3o/>
- [The Guardian] <https://www.theguardian.com/science/2019/apr/14/the-new-black-hole-what-can-we-really-see>

Referências

- [Puc-Rio] https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/17224/17224_3.PDFXXvmi=Sj7dxshH877tJSwattbPJCt46cpPKrGELOSkia2qhaU23rcxWonG1RK84bxPEFtqumLNwOfPZbS3E5BBuZiwR4FWgEMUkhIPF7EdVU3V6WZL3AmxAG5sKKp1odWJuJAaqennarkgpk2sUp1v660RRpThDQ29aCjCRI12bljBGm4CM69Td9L5zFndvqmH3HjVqkZCHjeoGi1tpbnDk9JUP88Izv3DenAFJAiqTxPBRR6i3tWnEHjtPsQpZU3ejET3

Referências

- [Medium] https://medium.com/@jonathan_hui/qc-what-are-qubits-in-quantum-computing-cdb3cb566595