A dark blue, irregular ink splatter shape centered on a white background. The splatter has a textured, painterly appearance with some lighter blue and white areas visible within and around the main dark blue mass. The text is centered within this shape.

# "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  $\neq$  Sistema quântico
  - Que tal criar um computador quântico?



# História

- **Feynman**
  - Sistema clássico != Sistema quântico
  - Que tal criar um computador quântico?
  - Prêmio Nobel de física em 1995



# 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

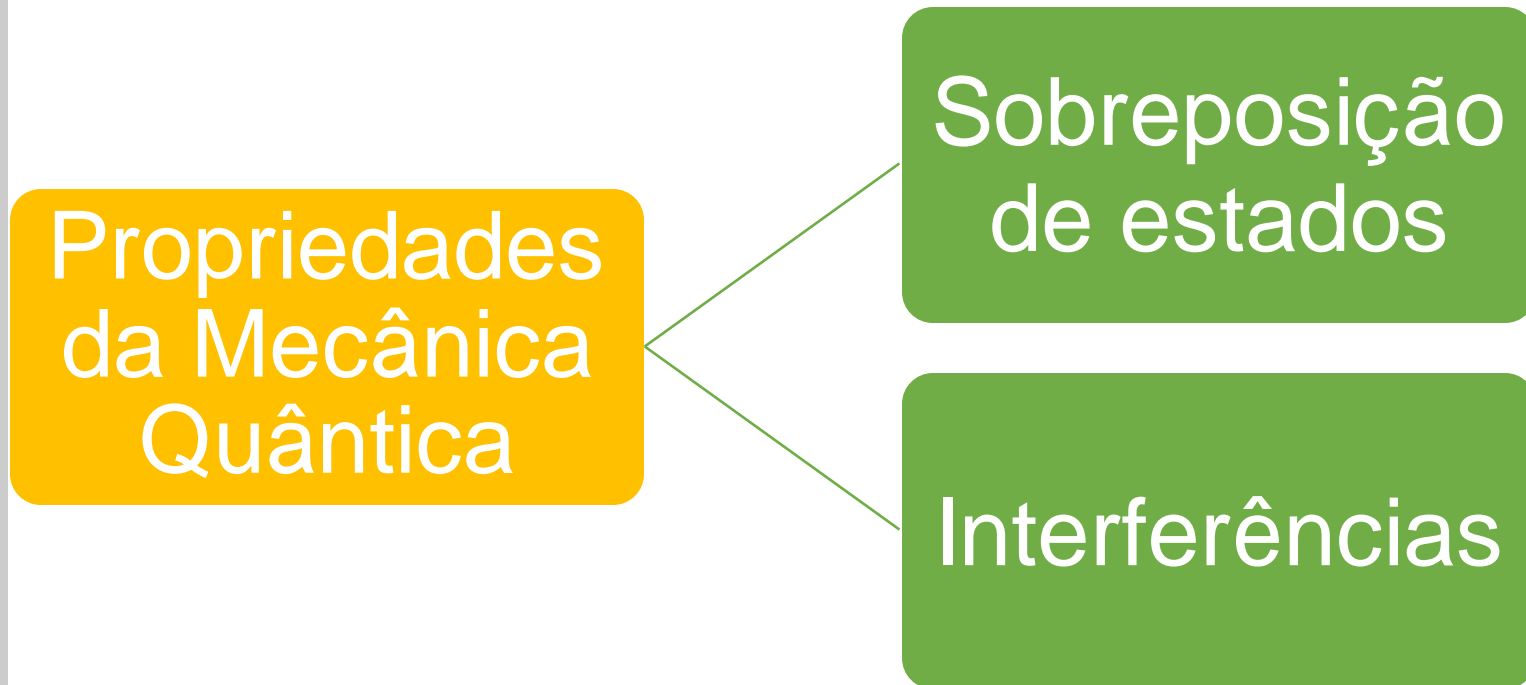


# O que é Computação Quântica?

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?

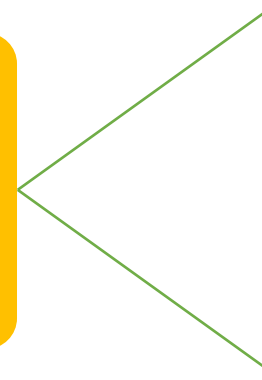
Regida em cima  
das propriedades  
da Mecânica  
Quântica

Processamento  
potencializado

Paralelismo

Sobreposição de  
estados

Interferências



# O que é Computação Quântica?

Propriedades  
da Mecânica  
Quântica

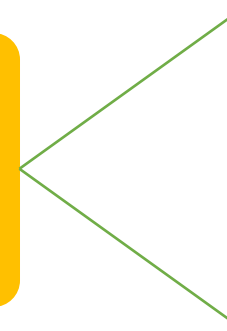
Processamento  
potencializado

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];
```

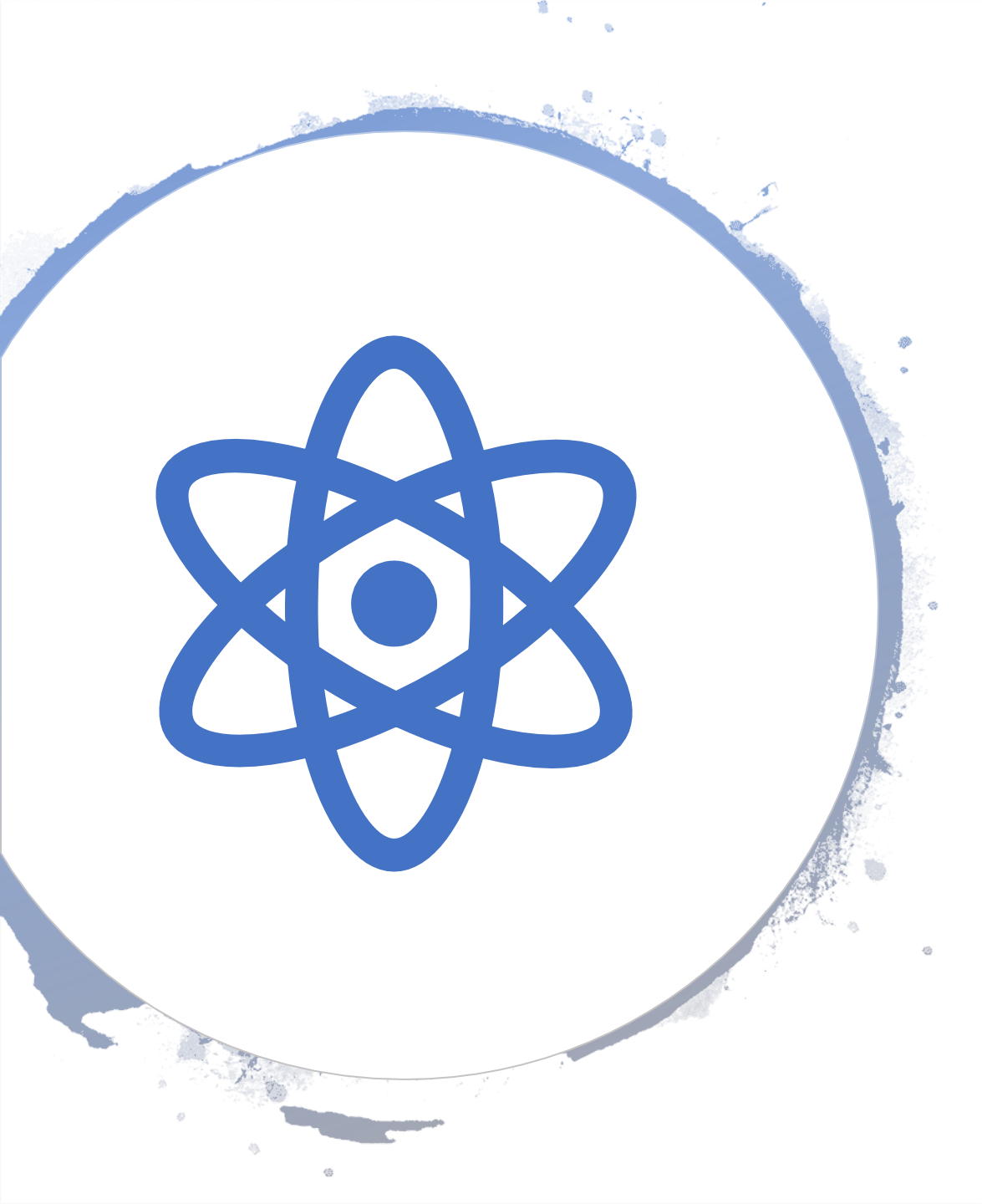
interferência  
eletromagnética

luminosa

Qualquer fonte  
de perturbação



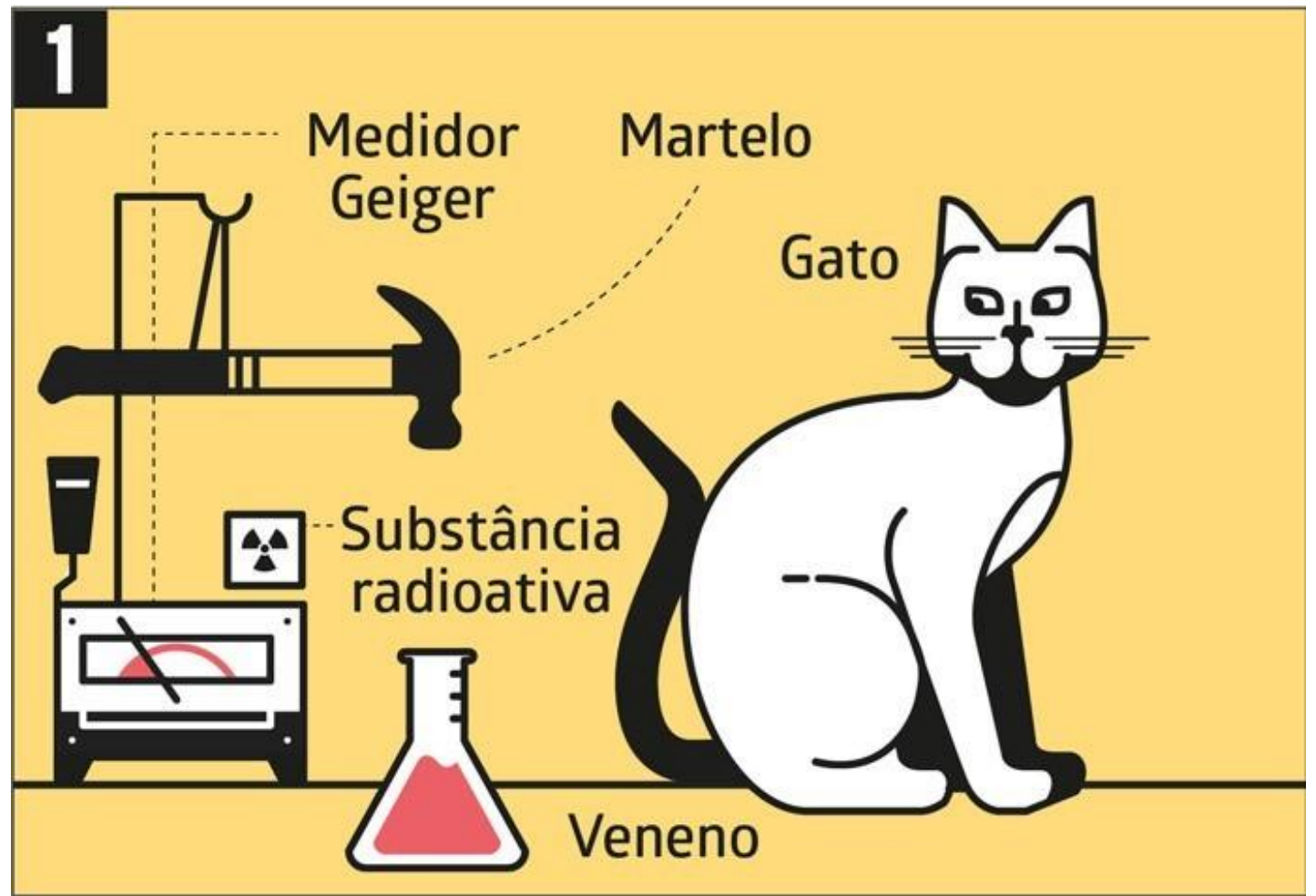
**Binary Digit**



# **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] 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

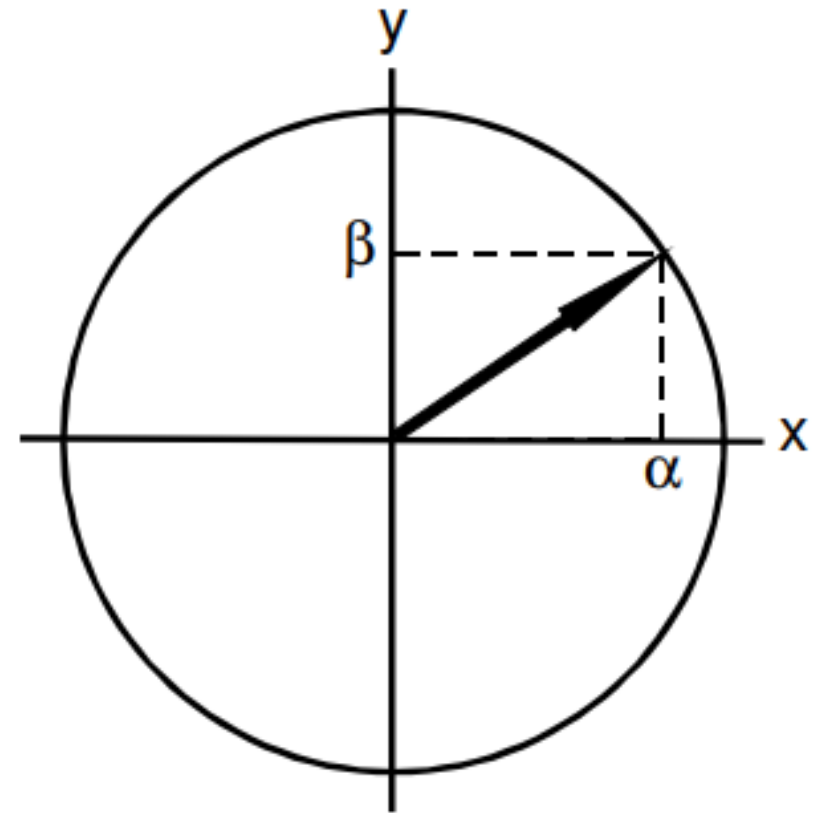
- [Medium] 3 QUantum – Blnary Digit

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

# Qu-bit

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

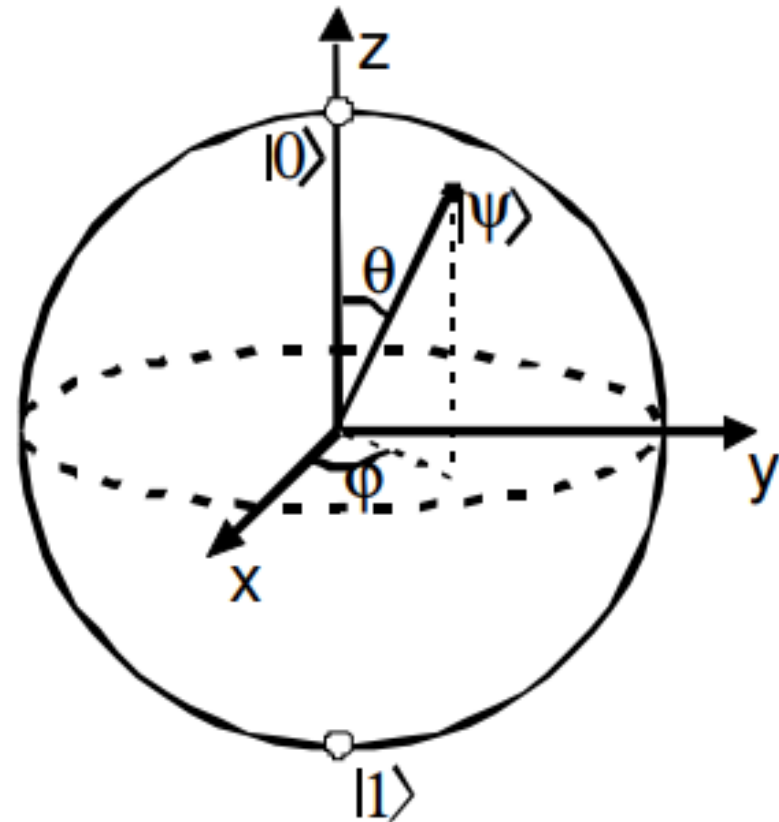
$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix}$$



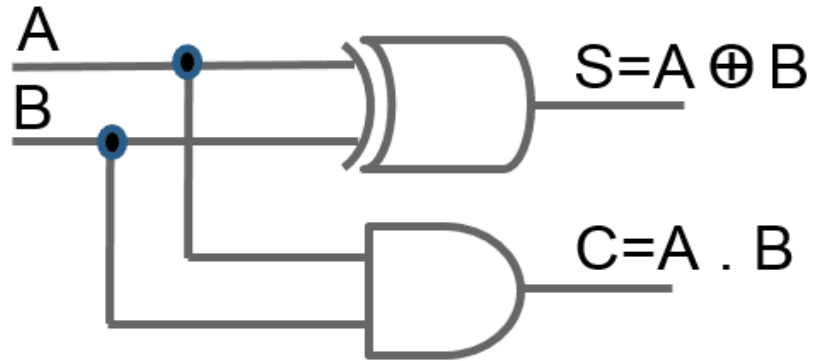
# Qu-bit

- [Puc-Rio] Representação do estado quântico:

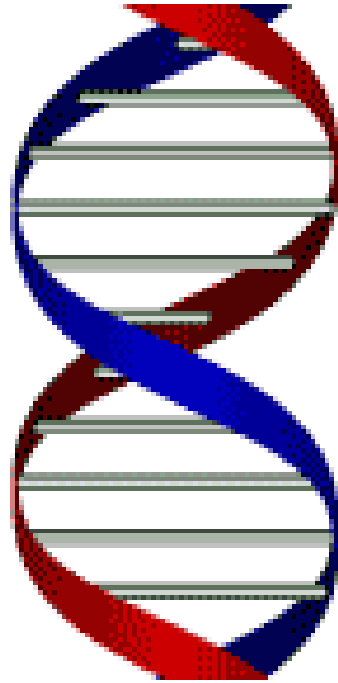
$$|\psi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$$



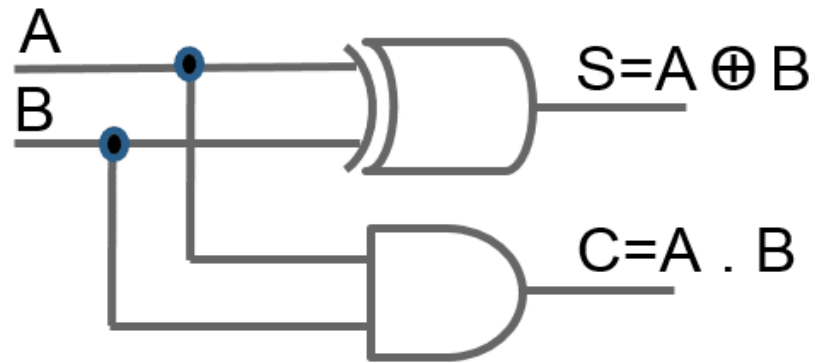
# Circuito Digital Vs. Circuito Quântico



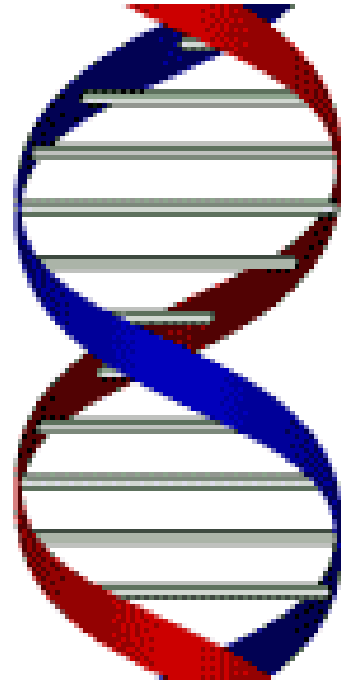
Meio Somador



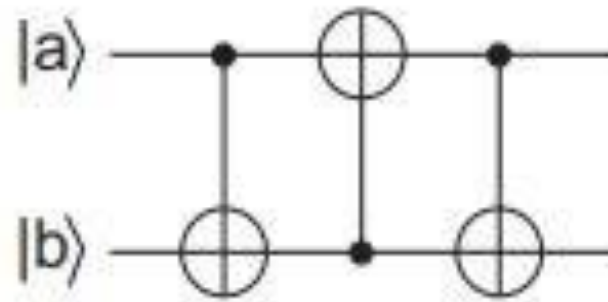
# Circuito Digital Vs. Circuito Quântico



Meio Somador



Circuito Lógico  
Quântico Swap

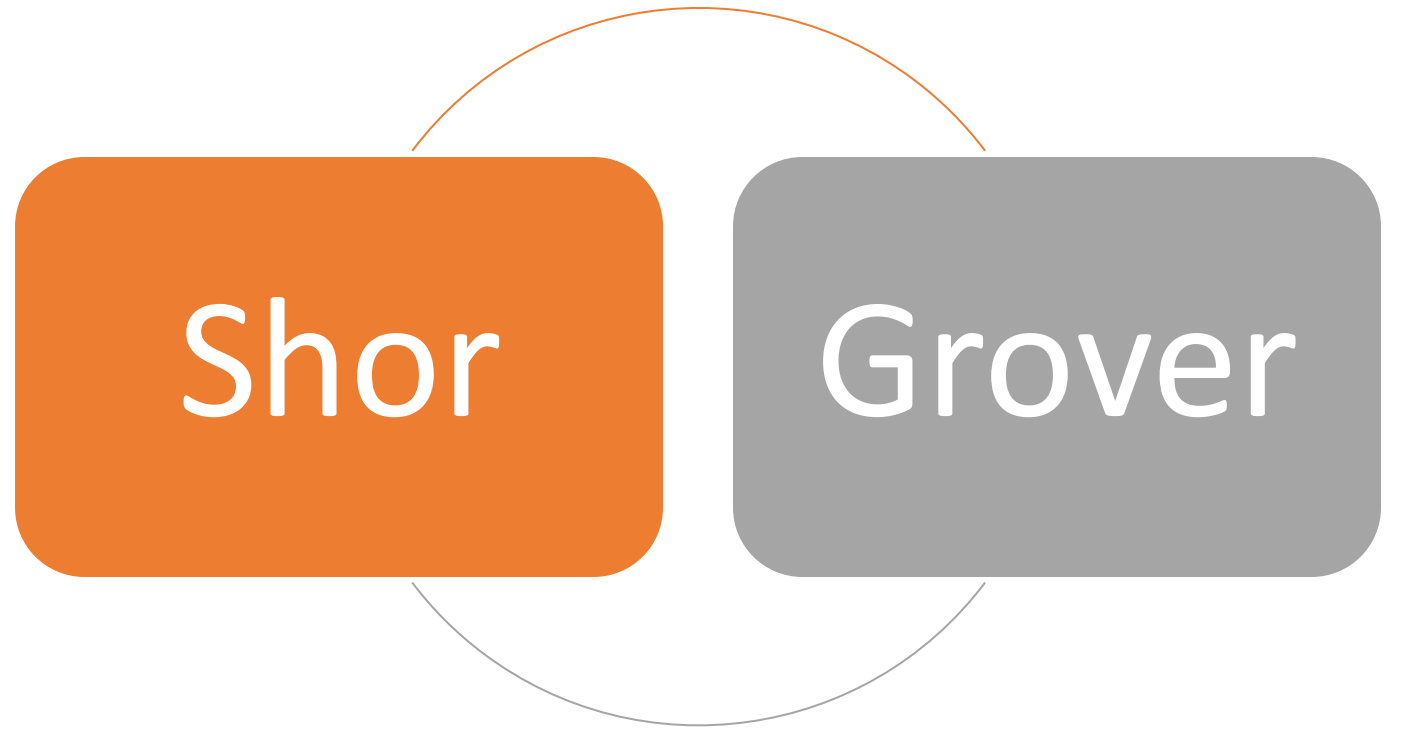


Entradas		Saídas	
$ a\rangle$	$ b\rangle$	$ a\rangle$	$ b\rangle$
$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$

# 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

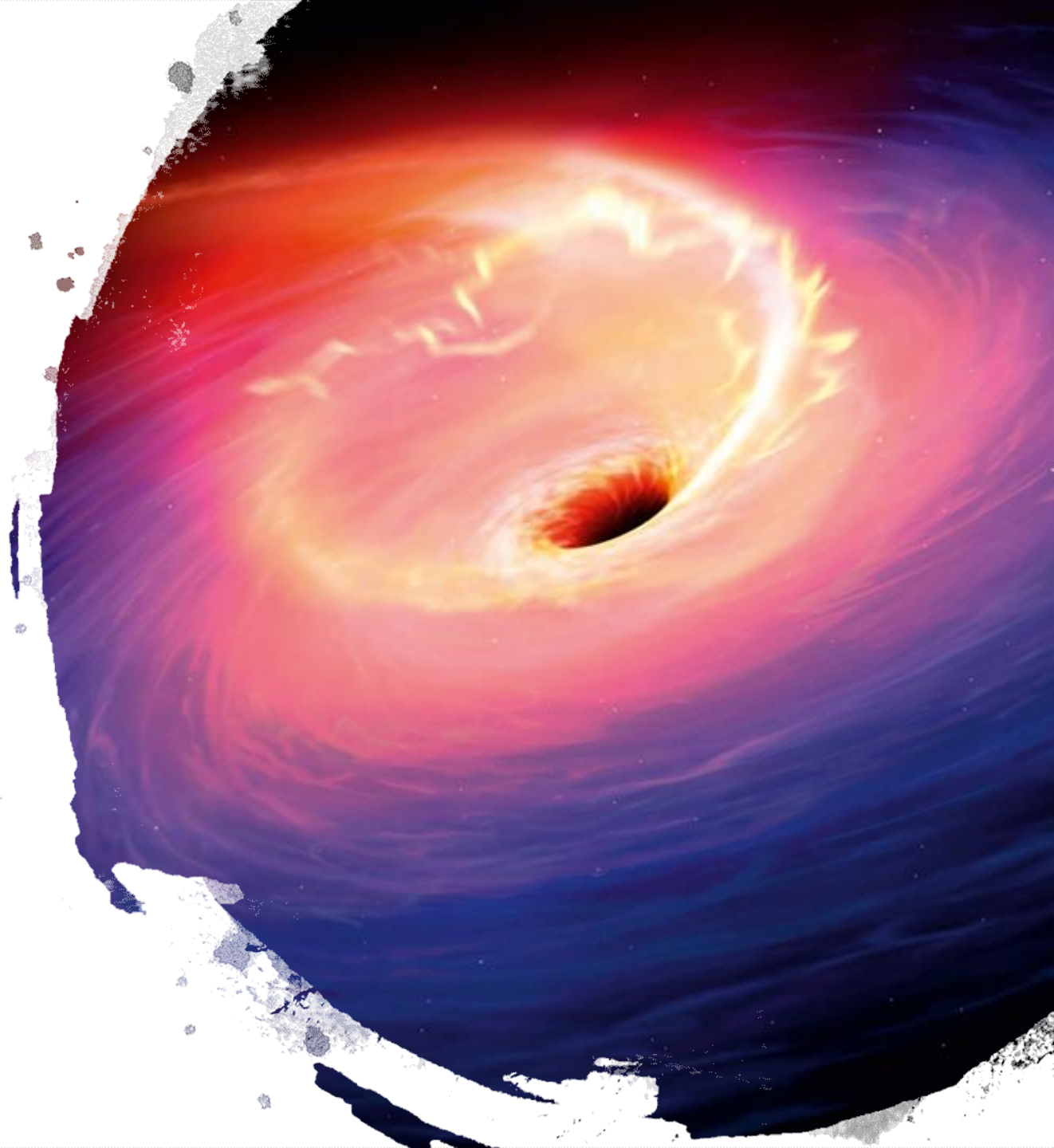
# Desafios

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



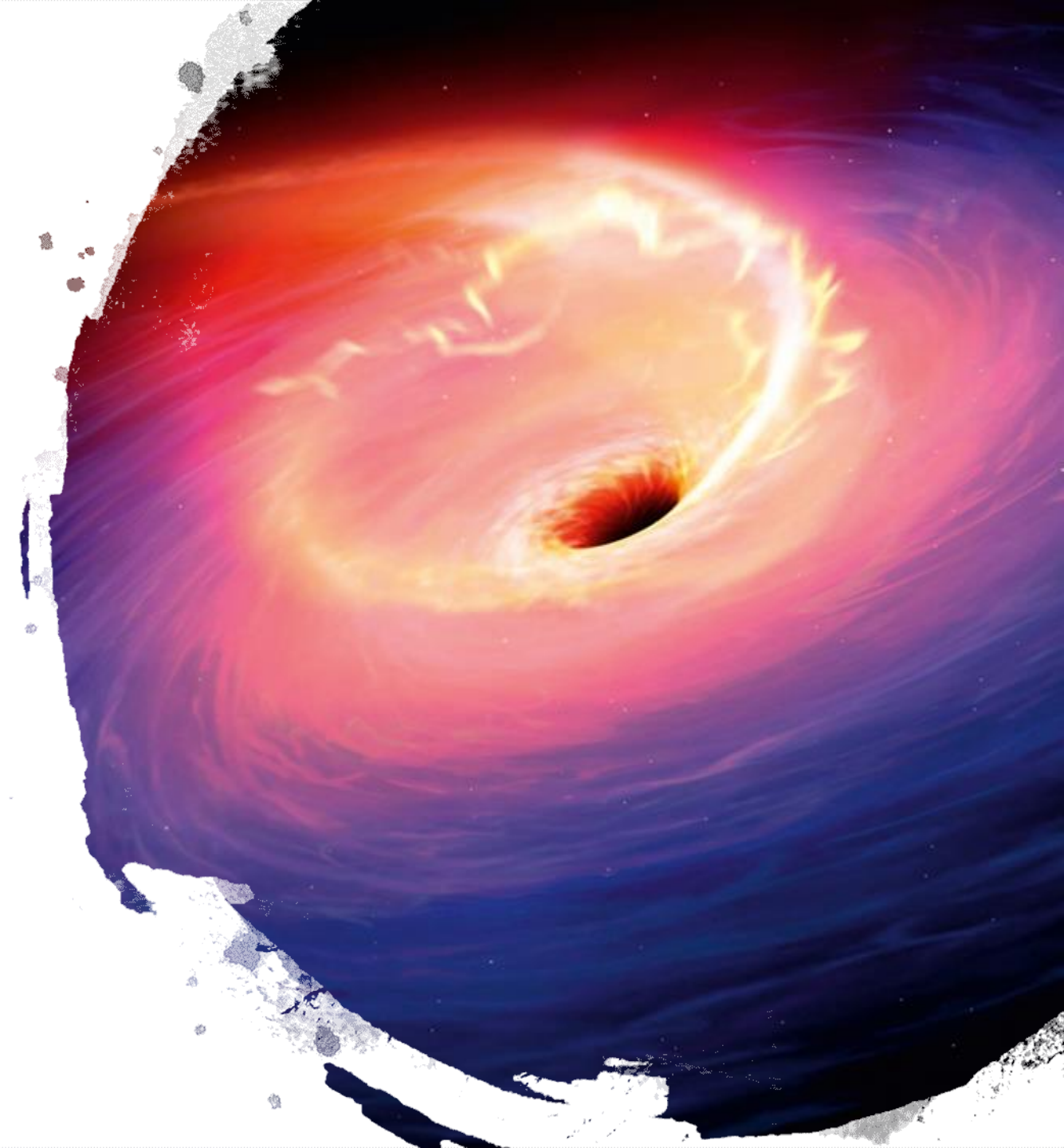
# Alerta!

- Como será a segurança no futuro?



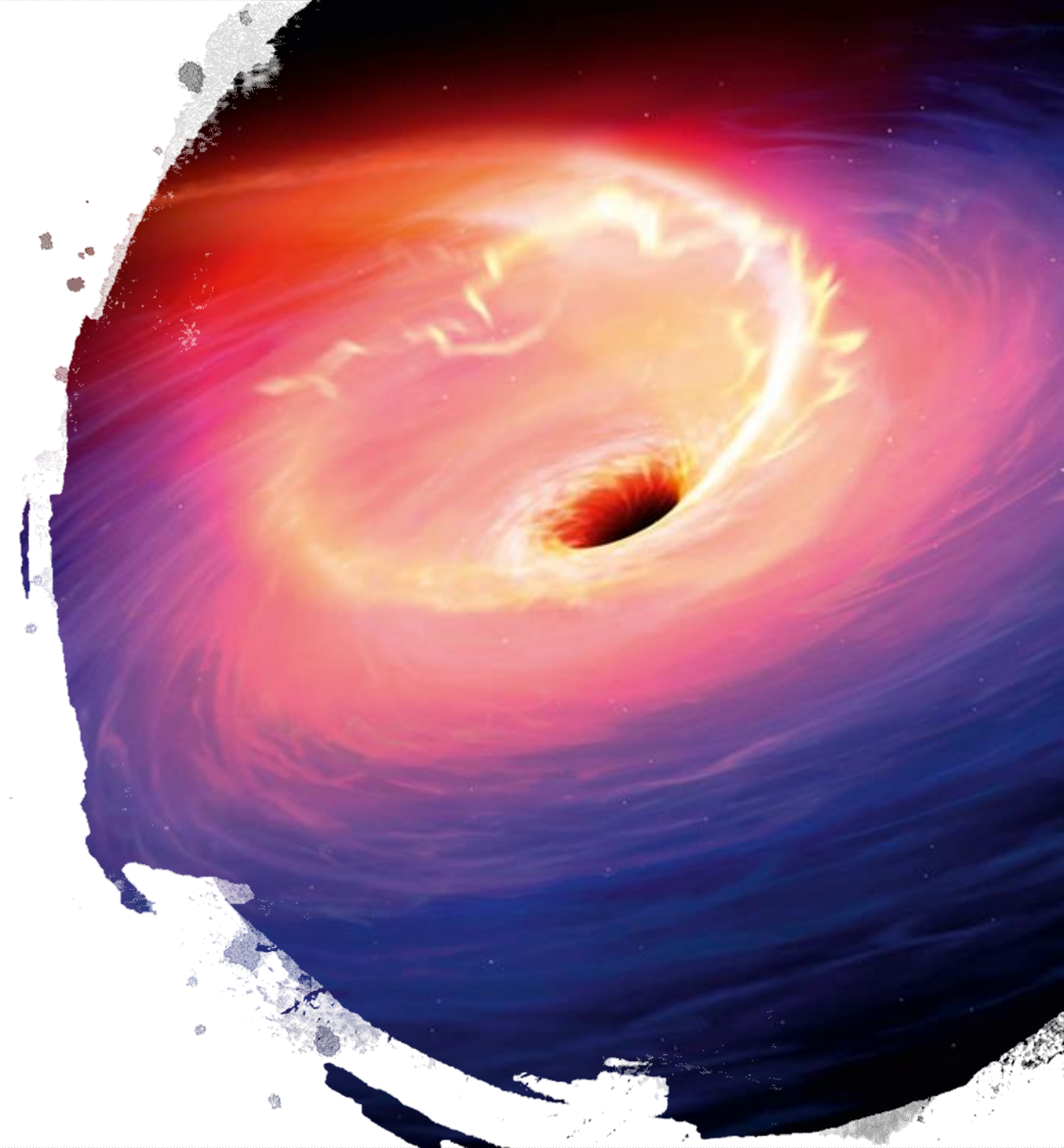
# Alerta!

- 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

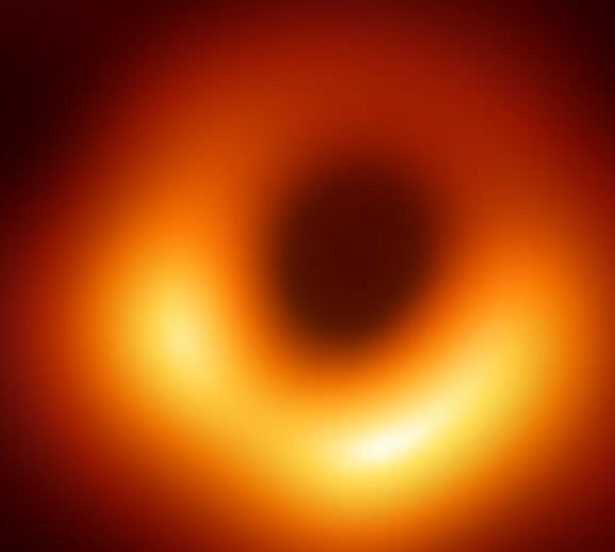
## The first black hole image: what can we really see?

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-come%C3%A7o-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](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](https://medium.com/@jonathan_hui/qc-what-are-qubits-in-quantum-computing-cdb3cb566595)