Paul Benioff - João

Em 1981, um físico do Argonne National Laboratory, Paul Benioff, foi o primeiro a aplicar os princípios da física quântica à computação, teorizando sobre a criação de uma máquina de Turing quântica.

Paul Anthony Benioff (1 de maio de 1930 - 29 de março de 2022) foi um físico americano que ajudou a ser pioneiro no campo da computação quântica . Benioff era mais conhecido por sua pesquisa em teoria da informação quântica durante as décadas de 1970 e 80, que demonstrou a possibilidade teórica de computadores quânticos ao descrever o primeiro modelo de mecânica quântica de um computador. Neste trabalho, Benioff mostrou que um computador poderia operar sob as leis da [mecânica quântica](https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_mechanics) , descrevendo uma descrição da equação de Schrödinger das [máquinas de Turing](https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_machines) . O corpo de trabalho de Benioff na teoria da informação quântica abrangeu computadores quânticos, robôs quânticos e a relação entre os fundamentos da lógica, matemática e física.

Benioff também estudou em Berkeley, onde obteve um diploma de graduação em botânica em 1951. Em 1959, obteve seu doutorado em química nuclear.

Benioff ensinou os fundamentos da mecânica quântica como professor visitante na Universidade de Tel Aviv em 1979, e trabalhou como cientista visitante no CNRS Marselha em 1979 e 1982.

## **Pesquisa adicional**

Ao longo de sua carreira em Argonne, Benioff conduziu pesquisas em muitos campos, incluindo matemática , física e química . Enquanto estava na Divisão de Química, conduziu pesquisas sobre a teoria da reação nuclear , bem como a relação entre os fundamentos da física e da matemática.

Em 2000, Benioff recebeu o Prêmio de Comunicação Quântica da Organização Internacional para Comunicação, Computação e Medição Quântica, bem como o Prêmio de Computação e Comunicação Quântica da [Universidade Tamagawa,](https://en.wikipedia.org/wiki/Tamagawa_University) no Japão. Ele se tornou membro da [American Physical Society](https://en.wikipedia.org/wiki/American_Physical_Society) em 2001. No ano seguinte, recebeu a Medalha Especial da Universidade de Chicago por Desempenho Distinto no [Laboratório Nacional de Argonne](https://en.wikipedia.org/wiki/Argonne_National_Laboratory) . Em 2016, Argonne realizou uma conferência em homenagem ao seu trabalho em computação quântica.

Apresentação das CPUs Quânticas - Vinicius Cardoso

O computador quântico pode ser a solução para grandes problemas no futuro próximo: tratam-se de máquinas super potentes, capazes de resolver cálculos em uma velocidade muito maior que os computadores tradicionais, mas como toda tecnologia em sua infância, ainda é bem cara e restrita. Ainda assim, as promessas são grandes.

Introdução a cpu quântica

Computação quântica é um campo multidisciplinar que compreende aspectos da ciência da computação, da física e da matemática e que utiliza a mecânica quântica para resolver problemas complexos mais rapidamente do que em computadores tradicionais. O campo da computação quântica inclui pesquisa de hardware e desenvolvimento de aplicações. Os computadores quânticos são capazes de resolver certos tipos de problemas mais rapidamente do que os computadores tradicionais, aproveitando os efeitos da mecânica quântica, como superposição e interferência quântica. Algumas aplicações em que os computadores quânticos podem fornecer esse aumento de velocidade incluem machine learning (ML), otimização e simulação de sistemas físicos. Eventuais casos de uso podem ser a otimização de portfólios em finanças ou a simulação de sistemas químicos, resolvendo problemas que atualmente são impossíveis até mesmo para os supercomputadores mais poderosos do mercado, mas como toda tecnologia em sua infância, ainda é bem cara e restrita. Ainda assim, as promessas são grandes.

Computador Quântico - Polayne Bastos

O campo da computação quântica inclui pesquisa de hardware e desenvolvimento de aplicações. Os computadores quânticos são capazes de resolver certos tipos de problemas mais rapidamente do que os computadores tradicionais, aproveitando os efeitos da mecânica quântica, como superposição e interferência quântica. Algumas aplicações em que os computadores quânticos podem fornecer esse aumento de velocidade incluem machine learning (ML), otimização e simulação de sistemas físicos.

## **Quais são os princípios da computação quântica?**

* Superposição;
* Entrelaçamento;
* Decoerência.

Uma tecnologia emergente que utiliza as leis da mecânica quântica para resolver problemas complexos demais para computadores tradicionais.

## **Como Funciona a Computação Quântica?**

Não vá achando que pode construir seu próprio computador quântico como um PC montado em casa, com peças compradas na seção de ofertas das lojas de eletrônicos da cidade.

Os sistemas usados atualmente precisam de uma refrigeração que cria ambientes de trabalho com temperaturas pouco acima de zero. Eles precisam dessa computação ártica para preservar os estados quânticos frágeis que fazem os sistemas funcionarem.

Só para você ter uma ideia do quão difícil é montar um computador quântico, há um protótipo que suspende um átomo entre dois lasers para criar um qubit. Agora vá tentar fazer isso em casa.

A computação quântica exige músculos nano-hercúleos para criar algo chamado entrelaçamento. É quando dois ou mais qubits existem em um único estado quântico, uma condição às vezes medida por ondas eletromagnéticas de 1 mm de tamanho.

Se a energia nessa onda aumentasse um milímetro sequer, seria o fim do entrelaçamento, ou da superposição, ou de ambos. O resultado é um estado confuso chamado de decoerência, o equivalente na computação quântica à tela azul da morte.

Para entender como um computador quântico funciona, é preciso voltar ao básico da computação tradicional. No modelo simbólico que criamos para representar um bit, o menor valor que uma máquina pode entender, ele só suporta dois estados por vez:

**Exemplificação**

Ligado: ao qual atribuímos o valor 1;

Desligado: de valor 0.

É com base nos bits que computadores usam código binário, a linguagem mais básica.

Os computadores quânticos são completamente diferentes dos computadores comuns, como a mecânica quântica para processar informações, tendo em vista que suas informações de armazenamento se baseia em sistema quântico como spins dos elétrons (campo magnético dos elétrons computador quântico é uma forma revolucionária de computação que utiliza os elétrons), níveis de energia dos átomos e, até mesmo, polarização de fótons . Isso permite que os computadores quânticos realizem cálculos massivamente paralelos, proporcionando um potencial significativo para resolver problemas complexos de forma muito mais rápida do que os computadores clássicos.

Os bits quânticos podem apresentar, simultaneamente, os valores 0 e 1, em decorrência de um fenômeno quântico chamado superposição quântica. Esses valores representam o código binário dos computadores e são, de certa forma, a língua compreendida pelas máquinas.Grandes números primos, com 128 ou até 256 dígitos, são utilizados para criptografar senhas de banco, logins e senhas de e-mail, com o intuito de impedir que alguém os intercepte e consiga decifrar seu conteúdo.

O seu diferencial em propriedade que torna os computadores quânticos tão especiais é chamada de colapso da função de onda. Todos os sistemas quânticos são descritos completamente por uma respectiva função de onda, porém antes de observarmos um sistema quântico, em busca de alguma de suas grandezas físicas a função de onda pode admitir mais de um valor para cada uma delas existindo as probabilidades de que se meça cada um desses valores.

Alguns dos campos onde os computadores quânticos têm o potencial de fazer avanços significativos incluem criptografia, otimização, simulação molecular, inteligência artificial e análise de grandes conjuntos de dados.Atualmente, os computadores quânticos ainda estão em um estágio inicial de desenvolvimento e enfrentam desafios significativos, como a estabilidade dos qubits e a correção de erros quânticos. Espera-se que os computadores quânticos tenham um impacto significativo em diversas áreas nos próximos anos, entre meio empresas, pesquisas e investimentos.

Em 2017, a empresa norte-americana IBM conseguiu produzir um chip do tamanho de uma unha, com aproximadamente 30 bilhões de transistores de 5 nm (1 nanômetro = 10-9 m). Com isso, a empresa mostrou que, mesmo não sendo mais precisa, a previsão de Moore continua válida até os dias de hoje, mas alcançará seu limite mais cedo do que imaginávamos. Passando a comportar-se randomicamente, de forma probabilística, sujeitando-se às propriedades da Física Quântica.

Os computadores quânticos, definitivamente, não servirão para os mesmos fins que os computadores clássicos, por isso não devemos esperar ou nos preocupar com a descontinuação das tecnologias usadas atualmente.

**Mecânica Quântica - Eduardo Lucas**

A mecânica quântica é a área da física que estuda o comportamento das partículas em um nível microscópico. Em níveis subatômicos, as equações que descrevem como as partículas se comportam são diferentes daquelas que descrevem o mundo macroscópico ao nosso redor. Os computadores quânticos aproveitam esses comportamentos para realizar cálculos de uma maneira completamente nova.

A Mecânica Quântica (Física Quântica) é a teoria Física que obtém sucesso no estudo dos sistemas físicos cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica, tais como moléculas, átomos, elétrons, prótons e de outras partículas subatômicas, muito embora também possa descrever fenômenos macroscópicos em diversos casos. A Mecânica Quântica é um ramo fundamental da Física com vasta aplicação.

A física quântica é uma das áreas mais bem-sucedidas da ciência humana, e graças à mecânica quântica temos hoje tecnologias de ponta que cabem na palma das nossas mãos.

A mecânica quântica (também conhecida como física quântica e teoria quântica) é a teoria física que obtém sucesso no estudo dos sistemas físicos cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica, tais como moléculas, átomos, elétrons, prótons e outras partículas subatômicas, muito embora também possa descrever fenômenos macroscópicos em diversos casos.

A mecânica quântica é um ramo fundamental da física com vasta aplicação. A teoria quântica fornece descrições precisas para muitos fenômenos previamente inexplicados tais como a radiação de corpo negro e a estabilidade dos átomos. Apesar de, na maioria dos casos, a mecânica quântica ser relevante para descrever sistemas microscópicos, os seus efeitos específicos não são somente perceptíveis em tal escala.

## O conceito de estado na mecânica quântica

Em física, chama-se "sistema" um fragmento concreto da realidade que foi separado para estudo. Dependendo do caso, a palavra sistema refere-se a um elétron ou um próton, um pequeno átomo de hidrogênio ou um grande átomo de urânio, uma molécula isolada ou um conjunto de moléculas interagentes formando um sólido ou um vapor. Em todos os casos, sistema é um fragmento da realidade concreta para o qual deseja-se chamar atenção

**Principios da Mecânica quantica**

### princípio da superposição

### medida de grandezas físicas

### evolução do sistema

Qubit - Guilherme

Assim como um bit binário é a unidade básica de informações na computação clássica (ou tradicional), um qubit (ou um bit quântico) é a unidade básica de informações na computação quântica.

Bits quânticos, ou qubits, são representados por partículas quânticas. A manipulação de bits quânticos por dispositivos de controle é a essência da capacidade de processamento de um computador quântico. Bits quânticos em computadores quânticos são análogos aos bits em computadores tradicionais. Em sua essência, o processador de uma máquina tradicional realiza todo o seu trabalho ao manipular bits. De forma semelhante, o processador quântico realiza todo o seu trabalho ao processar bits quânticos.

## **Como os bits quânticos são diferentes dos bits clássicos?**

Na computação clássica, o bit corresponde a um sinal eletrônico que está positivo ou negativo. O valor do bit clássico pode ser um (positivo) ou zero (negativo). No entanto, como o bit quântico é baseado nas leis da mecânica quântica, ele pode ser colocado em uma superposição de estados.

## **Quanto mais qubits, melhor**

Os ditos computadores clássicos são baseados na lógica binária, isto é, realizam operações com base em bits. Um bit deve assumir um estado representado por 0 ou 1, mas não ambos ao mesmo tempo.

Já a computação quântica tem como base o qubit (simplificação de “bit quântico”), que pode assumir 0, 1 ou uma superposição de ambos os valores. Essa abordagem abre um leque de possibilidades para a computação, desde que o computador consiga lidar com um número significativo de qubits.

**Tipos de Qubit**

Quais empresas oferecem o serviço da Computação Quântica - João

1 - IBM

International Business Machines Corporation (IBM) é um nome notável que fez avanços significativos na computação quântica ao longo dos anos. Por exemplo, ao usar seu “computador quântico Eagle de 127 qubits”, a IBM conseguiu resolver problemas complexos que há muito confundiam os principais métodos clássicos. Apesar dos desafios de ruído e erros em sistemas quânticos, a IBM conseguiu gerar resultados precisos usando uma técnica avançada de “mitigação de erros” que foi verificada executando o problema em um supercomputador tradicional para níveis mais baixos de complexidade.

Desde o lançamento de seu computador quântico Eagle, a IBM já desenvolveu um sistema de 433 qubits conhecido como ‘Osprey’ e deverá lançar em breve um sistema de 1,121 qubits conhecido como Condor. Cada uma dessas gerações sucessivas melhora muito em relação ao seu antecessor, ao mesmo tempo que amplia a lacuna entre o que é possível com um supercomputador tradicional

2 - Intel corporation

A Intel é pioneira em transistores de silício para computação tradicional. Seja um desktop ou laptop, há boas chances de que, independentemente do formato do PC, você tenha utilizado um computador equipado com um chip Intel.

À medida que avançamos em 2023, a Intel criou uma estratégia clara, mas divergente, para o futuro que envolve a computação quântica. Aproveitando sua experiência existente, a Intel está aproveitando sua experiência na fabricação de transistores em alto volume para desenvolver qubits de spin de silício. Por exemplo, a Intel desenvolveu o que chama de “chip de controle quântico criogênico Horse Ridge II”, que supostamente melhora a integração, enquanto seus “crio-sondas” permitem testes de alto volume.

Trabalhando ao lado de outras empresas determinadas a desenvolver computadores quânticos comercializados, a Intel também está fazendo a sua parte para ajudar. Atualmente, a Intel apresenta o chip spin qubit ‘Tunnel Falls’ como sua oferta mais avançada até o momento e é, “… disponibilizar o chip para a comunidade de pesquisa quântica para estimular avanços na área.”

3 - Alphabet inc (goog)

Operando em Santa Bárbara está a 'Quantum AI' – um empreendimento da Alphabet, que é a controladora do Google. O objetivo da IA ??Quântica é, “…construir computadores quânticos escaláveis ??que permitam à humanidade resolver problemas que de outra forma seriam impossíveis.”

Além de desenvolver o hardware, como o processador Sycamore, para sua própria versão de um computador quântico, a Quantum AI do Google também disponibiliza um conjunto de software projetado para auxiliar os cientistas no desenvolvimento de algoritmos quânticos.

--Processador quantico

Um computador quântico é um dispositivo que executa cálculos fazendo uso direto de propriedades da mecânica quântica, tais como sobreposição e interferência. Teoricamente, computadores quânticos podem ser implementados e o mais desenvolvido atualmente, o D-Wave Two, trabalha com 512 qubits de informação. O principal ganho desses computadores é a possibilidade de resolver algoritmos num tempo eficiente, alguns problemas que na computação clássica levariam tempo impraticável (exponencial no tamanho da entrada), como por exemplo, a fatoração em primos de números naturais. A redução do tempo de resolução deste problema possibilitaria a quebra da maioria dos sistemas de criptografia usados atualmente. Contudo, o computador quântico ofereceria um novo esquema de canal mais seguro. Computadores quânticos são diferentes de computadores clássicos tais como computadores de DNA e computadores baseados em transístores, ainda que estes utilizem alguns efeitos da mecânica quântica.

-Processador IBM

O desenvolvimento da computação quântica, destinada a revolucionar a informática conforme a conhecemos, por elevar exponencialmente a capacidade de cálculo das máquinas, está experimentando avanços notáveis nos últimos anos. O mais novo deles tem como protagonista a norte-americana IBM, que apresentou em um evento seu, na terça-feira, o Eagle, um processador quântico de 127 bits quânticos, ou qubits. Sua potência duplica a do Zuchongzhi, desenvolvido por engenheiros da Universidade de Ciência e Tecnologia da China e da Universidade Tsinghua de Pequim, e que até agora era a mais avançada —seus criadores disseram na revista Science que ele era capaz de resolver em cerca de três minutos um problema de geração de números aleatórios que os mais poderosos supercomputadores habituais levariam 600 milhões de anos.

O novo processador da IBM tem a capacidade de pulverizar essa marca. “O Eagle é um marco porque supera a barreira dos 100 qubits. Já chegou ao limite em que sua potência de cálculo não pode mais ser simulada com processadores clássicos”, diz Zaira Nazario, diretora técnica de Teoria e Aplicações de Computação Quântica da IBM, por videoconferência. Segundo a empresa, o número de bits clássicos necessários para igualar a potência de cálculo do processador de 127 qubits supera o número total de átomos contidos nos 7,5 bilhões de seres humanos vivos atualmente.

Prós e Contras / Vantagens e Desvantagens - Lucas Marcelino

* criptografia pós quântica

Assim como qualquer técnica, a criptografia quântica tem seus pontos positivos e negativos. Suas vantagens, que vêm inspirando vários estudos na área há algumas décadas, incluem a confiabilidade e a garantia de segurança com base em leis físicas e não em suposições de computabilidade. Por outro lado, existem sérias dificuldades de implementação, o que, aliado ao alto custo de se construir um computador quântico confiável, impedem a adoção da computação e da criptografia quântica em larga escala.

Uma das principais vantagens da computação quântica é sua capacidade de realizar cálculos paralelos. Como os qubits podem existir em vários estados ao mesmo tempo, um computador quântico pode realizar muitos cálculos simultaneamente, o que pode acelerar significativamente o tempo necessário para resolver problemas complexos. Tais características são propícias para ações como criptografia, otimização e aprendizado de máquina.

Outra vantagem da computação quântica é sua capacidade de lidar com grandes quantidades de dados. Os computadores clássicos têm uma quantidade limitada de memória, o que pode dificultar o processamento de conjuntos de dados muito grandes. As CPUs quânticas, por outro lado, podem lidar com grandes quantidades de dados com mais facilidade, visto que usam qubits, que podem armazenar mais informações do que os bits clássicos. Isso os torna adequados para analisar sistemas complexos, como mercados financeiros ou padrões climáticos.

A fragilidade dos qubits se apresentam como um grande desafio, visto que podem ser facilmente interrompidos por fatores externos, como calor ou radiação eletromagnética. Isso dificulta a construção de computadores quânticos estáveis e também significa que os cálculos quânticos devem ser realizados em ambientes controlados.

Outro desafio é a falta de algoritmos eficientes para computadores quânticos. Embora os computadores clássicos existam há décadas e existam muitos algoritmos bem estabelecidos para resolver uma ampla gama de problemas, o campo da computação quântica ainda está em sua infância. Isso significa que existem muitas questões e desafios em aberto no desenvolvimento de algoritmos eficientes para computadores quânticos. Além disso, o ultra processamento rápido de dados pode se tornar uma ameaça nas mãos erradas, visto que sua facilidade em decodificar criptografias pode comprometer elementos de segurança de sites importantes.

## Confiabilidade

Devido ao Princípio da Incerteza de Heisenberg, um espião que esteja monitorando a comunicação em uma troca de chaves pode ser detectado, pois a medição dos qubits enviados altera o próprio valor destes dados. Quando percebe-se a existência do intruso, a transmissão é abortada, garantindo que a informação permaneça secreta.

## Ataques

Apesar da confiabilidade proporcionada pela distribuição quântica de chaves, nem todos os tipos de ataques podem ser evitados. A própria natureza probabilística da mecânica quântica impede que todas as chances de intrusão sejam eliminadas com garantia absoluta. Citaremos abaixo alguns dos problemas que se mantém.

## Ataque de Captura e Reenvio

A criptografia quântica provê segurança absoluta quando o espião pode escutar o meio passivamente. Porém, caso ele tenha o poder de interceptar os dados transmitidos e depois reenviá-los, há uma possibilidade de escolher os dados corretos, obter acesso aos dados confidenciais e enganar ambas as partes sem que elas percebam.

## Implementações Parciais

Por razões práticas, é muito difícil seguir à risca o modelo teórico, enviando fótons polarizados individuais, e normalmente trabalha-se com o envio de pequenas rajadas de luz polarizada. Isso torna possível que o espião separe o feixe de luz e leia as informações do feixe interceptado sem alterar a polarização do feixe que chega ao receptor (alterando apenas a intensidade), produzindo assim uma chance do espião descobrir a chave transmitida. Em todo caso, o espião terá de acertar as bases de medição para que as informações obtidas sejam úteis.

## Ruídos

A transferência dos fótons pode sofrer interferência devido a ruídos do meio mesmo quando não há espiões passivos, e tais interferências são indistinguíveis entre si. Emissor e receptor, portanto, devem aceitar um certo grau de interferência na transmissão sem considerá-la contaminada. Desta forma, o espião, apesar de não conseguir obter os dados, pode sabotar a transmissão introduzindo interferências até que esta falhe, frustrando o objetivo do emissor.

## Dificuldades e custos

Apesar de todos os estudos teóricos e experimentos práticos já realizados sobre o assunto, tanto a computação quântica quanto a criptografia quântica ainda não são factíveis para uso em larga escala.

Existem sérias dificuldades físicas para montar um computador quântico com poder de processamento suficiente para torná-lo útil, a custos igualmente altos. Por exemplo, fatorar um número de 200 algarismos usando o algoritmo de Shor requer 3500 qubits estáveis – entretanto, além da própria dificuldade de fazer com que estes qubits fiquem emaranhados, eles sofrem gradativamente de um efeito chamado *descoerência*, na qual eles passam a ficar emaranhados com o meio ambiente e perdem a ligação entre si. Mesmo em uma caixa isolada a descoerência já ocorre a partir de dezenas de nano-segundos.

A transmissão dos fótons também é bastante sensível a erros, cuja taxa cresce à medida que a velocidade de transferência ou a distância entre os pontos finais aumenta. A correção de erro quântica (QEC) é uma saída possível, pois estudos indicam que ela é mais eficiente do que as técnicas de correção usadas na comunicação tradicional.

## As Principais Vantagens da Computação Quântica:

1. Capacidade de realizar cálculos paralelos, o que pode aumentar significativamente a velocidade de processamento de informações.
2. Capacidade de lidar com grandes conjuntos de dados, o que torna a computação quântica ideal para analisar sistemas complexos.
3. Maior capacidade de armazenamento de informações, já que os qubits podem armazenar mais informações do que bits clássicos.
4. Potencial para aprimorar a criptografia, o que pode tornar as comunicações mais seguras.
5. Melhor capacidade de otimização, o que pode tornar a computação quântica útil em diversas áreas, como finanças e logística.
6. Capacidade de simular fenômenos físicos complexos, o que pode ser útil em campos como a química e a física.
7. Potencial para aprimorar a inteligência artificial, já que os algoritmos quânticos podem ser utilizados para treinar redes neurais.
8. Maior precisão em cálculos numéricos, já que os erros de arredondamento são menos comuns na computação quântica.
9. Possibilidade de resolver problemas que são intratáveis para computadores clássicos, como o *problema do caixeiro viajante.*
10. Capacidade de realizar cálculos em estados quânticos, o que pode abrir caminho para novas formas de processamento de informações.

## Alguns dos desafios enfrentados pelos computadores quânticos incluem:

1. A dificuldade em construir e manter os qubits (unidades de informação quântica) em um estado coerente e controlado.
2. O problema de resfriamento é um dos maiores desafios enfrentados pelos computadores quânticos, pois os qubits precisam estar em temperaturas extremamente baixas para funcionar corretamente. Isso requer o uso de tecnologia avançada e materiais especiais, como supercondutores, para criar e controlar os qubits a essas temperaturas.
3. A construção de computadores quânticos é extremamente difícil e complexa, pois requer tecnologia avançada e materiais especiais, como supercondutores, para criar e controlar os qubits. Além disso, os qubits são extremamente sensíveis a perturbações externas, o que pode causar erros e ruído nos cálculos quânticos.
4. A dificuldade em lidar com perturbações externas, como ruído e vibrações, que podem causar erros nos cálculos quânticos, e ainda não existe uma forma confiavel de corrigir esses erros.
5. A falta de padronização e interoperabilidade entre diferentes tipos de computadores quânticos, o que dificulta a comparação de resultados e a colaboração entre diferentes grupos de pesquisa.
6. A programação de computadores quânticos é difícil e requer conhecimentos avançados em física quântica e matemática.
7. Os computadores quânticos ainda são muito caros e pouco acessíveis, o que limita o seu uso e o desenvolvimento de aplicações práticas.

Bibliografia

Dia 02/03/2024 19:34

* <https://azure.microsoft.com/pt-br/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-a-qubit#:~:text=Qubit%20explicado,de%20informa%C3%A7%C3%B5es%20na%20computa%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%A2ntica>.
* <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/07/o-que-e-processador-quantico-entenda-como-funciona-a-tecnologia.ghtml>
* <https://g1.globo.com/inovacao/noticia/2021/11/18/processador-eagle-como-funciona-o-computador-quantico-mais-avancado-da-ibm.ghtml>
* <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-um-computador-quantico/>
* <https://blog.nvidia.com.br/2021/05/11/o-que-e-computacao-quantica/>
* <https://www.ibm.com/br-pt/topics/quantum-computing#:~:text=Os%20computadores%20qu%C3%A2nticos%20s%C3%A3o%20m%C3%A1quinas,aquele%20encontrado%20em%20um%20notebook>
* <https://www.techtudo.com.br/listas/2019/12/computador-quantico-cinco-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-o-modelo-poderoso.ghtml>

Dia 08/03/2024 20:18

* <https://www.iberdrola.com/inovacao/o-que-e-computacao-quantica#:~:text=CONDI%C3%87%C3%95ES%20OPERACIONAIS%20DE%20UM%20COMPUTADOR,isolamento%20para%20funcionar%20sem%20erros>
* <https://universosquanticos.wordpress.com/2017/04/26/pioneiros-quanticos-paul-benioff/>
* <https://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Benioff>
* <https://aws.amazon.com/pt/what-is/quantum-computing/#:~:text=O%20campo%20da%20computa%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%A2ntica,como%20superposi%C3%A7%C3%A3o%20e%20interfer%C3%AAncia%20qu%C3%A2ntica>.
* <https://www.ibm.com/br-pt/topics/quantum-computing>
* <https://www.fisica.net/mecanica-quantica/#:~:text=A%20Mec%C3%A2nica%20Qu%C3%A2ntica%20>(F%C3%ADsica%20Qu%C3%A2ntica,descrever%20fen%C3%B4menos%20macrosc%C3%B3picos%20em%20diversos
* <https://canaltech.com.br/ciencia/o-que-e-fisica-quantica-e-mecanica-quantica-187154/>

19/03/2024 00:04

* <https://tecnoblog.net/noticias/ibm-anuncia-processador-quantico-eagle-127-qubits/>
* <https://www.gta.ufrj.br/grad/08_1/quantica/cap4.html>

20/03/2024 11:06

* <https://www.pensador.com/frases_concluir_trabalho/>
* <https://universosquanticos.wordpress.com/2017/05/26/o-bit-do-lado-quantico-da-forca/> imagem
* <https://m.facebook.com/ifspguarulhos/> imagem
* <https://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Benioff> imagem

22/03/2024 19:28

* <https://pt.linkedin.com/pulse/computa%C3%A7%C3%A3o-qu%C3%A2ntica-seusbenef%C3%ADcios-e-desafios-danilo-jorge>
* https://pt.quora.com/Quais-s%C3%A3o-as-vantagens-e-desvantagens-da-computa%C3%A7%C3%A3o-qu%C3%A2ntica#:~:text=A%20desvantagem%20%C3%A9%20que%20o,efici%C3%AAncia%20usando%20um%20computador%20qu%C3%A2ntico.