PIBIC-cq, atividade 01

Comentários sobre a primeira vídeo aula, “Computadores quânticos explicados” - Ciência Todo Dia

Eu sempre gostei muito do canal Ciência Todo Dia, para mim o Pedro Loos é um ótimo divulgador científico, e como eu esperava, o vídeo foi incrivelmente informativo. Os tópicos apresentados foram:

1. Apresentação do limite físico da computação e do conceito de computadores clássicos
2. Conceituação de um algoritmo
3. Apresentação do *qubit*
4. Apresentação da superposição
5. Quebra/medida do estado quântico de superposição
6. Conceito de interferência
7. Usos de um computador quântico

Todos estes conceitos foram apresentados nos 14 minutos de vídeo de uma maneira compreensível, impressionante.

Resumo do vídeo

Na atualidade, utilizamos em larga escala os “computadores clássicos”, que tem como sua menor unidade de informação o *bit*, representamos os bits com componentes elétricos, utilizando sua carga. Um bit pode assumir dois valores, 0 ou 1, e é com o uso de bits que os processadores modernos executam as instruções passadas por *algoritmos.*

Os algoritmos podem ser definidos como um conjunto de instruções que damos para um computador realizar, um ótimo exemplo utilizado no vídeo e em diversas outras aulas é o exemplo da “receita de bolo”, onde quebramos a manufatura de um simples bolo em partes, e as organizamos em ordem, desse jeito:

1. Separe os ovos
2. Junte-os com farinha
3. Adicione leite
4. Adicione açúcar
5. Adicione manteiga

De maneira simples, um algoritmo é exatamente o que vemos acima, um *set* de instruções que tem como objetivo entregar um resultado Y (nesse caso, um bolo) com um input X.

Porém, estamos chegando ao chamado “limite da computação clássica”, processadores utilizam múltiplos transistores para representar os bits, e por se tratarem de um objeto dentro dos limites da física clássica possui um tamanho mínimo definido, ao chegar nesse tamanho mínimo, podemos “lotar” um processador de transistores, chegando no limite final da velocidade de um computador clássico.

A computação quântica é mal interpretada nos dias de hoje, e aparece como uma espécie de substituição para computadores clássicos, o que está longe de ser verdade atualmente devido às diferenças fundamentais no funcionamento, e consequentemente no uso de computadores quânticos. A principal diferença que encontramos é na sua menor unidade de informação, enquanto utilizamos *bits* nos computadores clássicos representados por correntes elétricas, computadores quânticos utilizam *qubits* (quantum bits, ou bits quânticos) que por sua vez são representados por alguma propriedade que segue as leis da física quântica, por exemplo o spin de um elétron. Por serem representados por uma propriedade quântica, os *qubits* podem fazer coisas impossíveis na física clássica, por exemplo entrar em um estado de *superposição*.

A superposição é um dos conceitos essenciais para a computação quântica, é um conceito complexo que eu penso ser mais compreensível quando exemplificado. Para isso, é utilizado o spin de uma partícula, o spin é, muito resumidamente, uma propriedade física que todas as partículas têm, e que gera um campo magnético. O spin ½ possui apenas dois estados, para cima e para baixo, e antes de medir esse estado, se diz que o spin em questão está nos dois estados ao mesmo tempo, considerando um qubit neste estado, foi apresentado no vídeos duas operações que podemos realizar com ele*,* podemos tanto quebrar o estado de superposição ao medi-lo, ou influenciar as probabilidades finais por meio de interferências.

Finalmente, um computador quântico pode se aproveitar dessas propriedades anteriormente citadas (em especial, a interferência) para executar um algoritmo. O exemplo apresentado no vídeo é de um algoritmo simples, que busca um nome em uma enorme lista de nomes, um computador clássico teria que percorrer toda a lista realizando verificações em busca do nome que procuramos, o que demoraria cerca de X tentativas. Já utilizando um computador quântico, podemos colocar todos esses nomes em um estado de superposição e quebrar esse estado com o objetivo de receber um nome em específico, ao utilizar de interferências para modificar as probabilidades, conseguimos obter resultados muito mais satisfatórios em relação a velocidade e quantidade de tentativas quando comparado a um mesmo problema sendo resolvido por um computador clássico.

Comentários sobre o segundo vídeo, “Aprendendo Física Quântica com Minecraft - QCraft” do canal CoisaDeNerd

O mod de minecraft “QCraft” teve seu ápice de desenvolvimento por volta de 9 anos atrás, tendo a google como empresa responsável pelo projeto, o mod tem como principal objetivo a introdução da mecânica quântica a crianças, para assim espalhar tais conhecimentos na tentativa de despertar o interesse nas pessoas baixarem o mod.

O mod apresenta os seguintes conceitos da mecânica quântica:

1. Estado de superposição, e quebra desse estado
2. Princípio da incerteza
3. Emaranhamento quântico
4. Introdução a computadores quânticos

Um dos novos materiais que o mod adiciona no jogo é a “essência do observador” que permite ao jogador criar blocos que assumem estados de superposição até serem observados, e dependendo da direção que são observados, estes blocos podem se transformar em outros. Tal feature pode ser comparada a observação (e consequentemente, a quebra) do estado de superposição do spin de um elétron, que, ao contrário do que o apresentador do vídeo fala, não é literalmente uma “rotação” do elétron, o spin é uma grandeza exclusivamente quântica.

Outro material introduzido pelo QCraft é a “essência de superposição”, utilizando esse material, pode-se construir um bloco que permanece em um estado de superposição até ser observado, da mesma maneira que os blocos criados utilizando a essência do observador, porém o grande diferencial é que com estes blocos, a direção que você os olha não importa, pois eles sempre irão entregar um resultado probabilístico, tendo amplitudes iguais para todos os blocos que ele pode assumir as características.

O emaranhamento é uma propriedade quântica muito especial na computação quântica, quando dois elétrons estão emaranhados e isolados de frequências externas, independente da distância entre eles, ao medir/quebrar o estado de superposição de seu spin, sabe-se instantâneamente que o spin do outro elétron irá assumir o valor oposto de acordo com o princípio da exclusão de Pauli. No QCraft esse conceito é representado por blocos criados utilizando a “entangled essence”, e sempre que um dos blocos que estão entrelaçados for observado, os outros irão instantâneamente assumir o mesmo valor.

No QCraft, os computadores quânticos são bem simplificados, um detalhe interessante é que para funcionar, um computador quântico precisa de um bloco de gelo ao seu lado, uma boa maneira de representar a necessidade de uma baixíssima temperatura. Os computadores quânticos do QCraft funcionam com o teletransporte de blocos, uma referência ao teletransporte de informação por meio do emaranhamento quântico.

O vídeo foi bastante informacional ao mesmo tempo descontraído e nostálgico, sinceramente eu gostei bastante.

Comentários sobre ao terceiro vídeo, “Entenda: o que são computadores quânticos” - TecMundo

Logo ao início do vídeo o apresentador explica de modo simples o conceito de bit, logo após introduzindo o conceito de *qubit* como uma espécie bit probabilístico que consegue assumir os valores 0, 1 e pela superposição dos dois valores, similar ao experimento mental do *gato de schrodinger,* onde o gato encontra-se vivo e morto ao mesmo tempo dentro de uma caixa. Ao explicar tais propriedades do qubit, chega-se à conclusão de que a quantidade de informação contida é um qubit, é múltiplas vezes maior a contida em um bit clássico, explicando assim a superioridade quântica, que pode analisar múltiplos cenários e realizar múltiplos cálculos ao mesmo tempo. Um fato interessante e desconhecido por mim até então, é que os computadores quânticos são mais econômicos ao tratar da energia gasta em comparação aos atuais supercomputadores.

Para o funcionamento próprio de um computador quântico, é necessário um ambiente isolado de ruídos e com baixíssima temperatura, para que assim seja mantido o que o apresentador chama de “estado quântico”. Logo após esta breve introdução, o apresentador do vídeo informa o espectador da diferença no funcionamento de um computador quântico relativo a um computador pessoal clássico, deixando bem claro que computadores quânticos possuem funções bem diferentes daquelas exercidas por computadores clássicos. Em seguida são citadas as desvantagens de um computador quântico, como o alto custo de mantimento derivado da necessidade de isolamento do núcleo do computador, logo após é apresentado o conceito de *computação híbrida*, onde utiliza-se um computador clássico para enviar instruções a um computador quântico via nuvem, que envia os resultados de seus cálculos de volta para o computador clássico.

Em certo momento do vídeo, são apresentados alguns modelos de computadores quânticos, como o “2000Q” da empresa canadense D-Wave, a grande quantidade de qubits nesse computador me surpreendeu bastante, então após algumas pesquisas descobri que apenas o número de qubits não é o suficiente para medir quão bom é um computador quântico, sendo algumas outras importantes variáveis as seguintes: Conectividade entre os qubits, eficiência do compilador clássico que envia os comandos para o computador quântico na computação híbrida, “erros sistemáticos” (não entendi muito bem esse conceito), e alguns outros a mais.