XXXII Encontro Anual de Iniciação Científica
IX Encontro Anual de Iniciação Científica Jr.
EAIC 2023

EMARANHAMENTO EM CAMINHADAS QUÂNTICAS NÃO HOMOGÊNEAS

Bruna Regina de Jesus (PROVIC), Fabiano Manoel de Andrade (Orientador), e-mail: fmandrade@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Departamento de matemática e estatística.

Física/ Física Geral/ Métodos Matemáticos da Física.

Palavras-Chave: *Caminhada quântica, emaranhamento, grafo, espalhamento, difusão.*

Resumo

As caminhadas quânticas representam uma generalização das caminhadas aleatórias clássicas. Neste trabalho realizamos o estudo das caminhadas quânticas homogêneas e não homogêneas. Aqui, focamos em estudar a dinâmica e a difusão das caminhadas quânticas em redes homogêneas.

Introdução

Nas caminhadas clássicas em uma linha, uma partícula clássica se move deslocando para direita *ou* esquerda dependendo do resultado do lançamento de uma moeda. Já nas caminhadas quânticas, uma partícula quântica se desloca para a direita *e* esquerda, em superposição, dependendo do resultado do lançamento da moeda quântica [1]. A caminhada quântica pode ser homogênea ou não homogênea dependendo do operador moeda utilizado, este operador é unitário e vai definir a evolução temporal do sistema. Na caminhada quântica homogênea, a partícula se desloca sobre a ação de um mesmo operador moeda em todos os passos e posições durante a evolução.

Materiais e Métodos

Este trabalho baseia-se no estudo de conceitos fundamentais da teoria de caminhadas quânticas e usamos como materiais literatura estrangeira e nacional.

Resultados e Discussão

Neste trabalho, vamos estudar a caminhada quântica com moeda (CQM). Nesse modelo, precisamos de dois espaços de Hilbert o espaço de Hilbert de posição, $\mathcal{H}_p$, e um espaço de Hilbert adicional, associado a uma moeda quântica, $\mathcal{H}_c$, o qual é necessário para introduzir as noções de deslocamento para a esquerda e para a direita. Assim, a dinâmica da caminhada quântica acontece no espaço de Hilbert total $\mathcal{H} = \mathcal{H}_p \otimes \mathcal{H}_c$. Para fazer uma rotação na moeda quântica, utilizamos o operador Hadamard

$$H_c|\pm\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|+\rangle \pm |-\rangle)$$

sendo $|+\rangle$ e $|-\rangle$ os estados moeda. Os estados quânticos de posição $|j\rangle$ são definidos nos vértices, de tal forma que o estado total do sistema é descrito por $|j\rangle \otimes |\sigma\rangle$, onde $j \in \mathbf{Z}$ e $\sigma = \pm$. Um passo da caminhada consiste em duas etapas: 1. A aplicação de uma rotação no espaço de moeda através do operador Hadamard; 2. A aplicação de um operador de deslocamento condicional S_p nos estados $|j\rangle$

$$S_p|j\rangle \otimes |\pm\rangle = |j \pm 1\rangle \otimes |\pm\rangle.$$

Um passo na evolução discreta da caminhada é então dado pelo operador unitário $U_c = S_p(\mathbf{1} \otimes H_c)$ e para n passos é $|\psi_n\rangle = U_c^n|\psi_i\rangle$. Na Fig. 1 mostramos a distribuição de probabilidades para 100 passos.

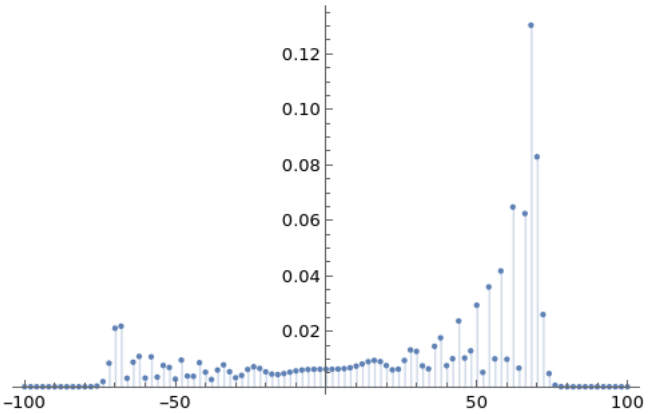


Figura 1. Distribuição de probabilidade para uma caminhada quântica após n=100 passos, usando o operador moeda Hadamard e estado inicial $|\psi_i\rangle = |0\rangle \otimes |+\rangle$

Conclusão ou Conclusões

Neste trabalho, realizamos o estudo das CQM e observamos que a distribuição de probabilidades é assimétrica e o desvio padrão aumenta linearmente com o número de passos ao contrário de com sua raíz quadrada, como o que acontece no caso clássico.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e ao INCT-IQ.

1. F. M Andrade. **Métodos de função de Green na análise de grafos quânticos e caminhadas quânticas**. Tese de Doutorado, 2009.