CAMINHADAS QUÂNTICAS: PROPRIEDADES E APLICAÇÕES

Maria Eduarda Oshiro Paixão (PIBIC/CNPq), Thiago Takaji Tsutsui (Coorientador), Fabiano Manoel de Andrade (Orientador), e-mail: fmandrade@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Matemática e Estatística

Ciências Exatas e da Terra/Física/Física Geral.

Palavras-Chave: *Caminhadas quânticas, emaranhamento, grafo, espalhamento e difusão*

Resumo

Neste trabalho, abordamos as chamadas caminhadas quânticas com tempo discreto. Estudamos as propriedades de difusão e de emaranhamento, e suas aplicações em computação e informação quântica.

Introdução

As caminhadas quânticas (CQ) representam a versão quântica das caminhadas aleatórias clássicas (CAC) [1,2]. Neste trabalho, estudamos as CQ com moeda (CQM), nas quais a dinâmica é baseada em estados moeda [3]. Em uma CQM, uma partícula evolui em uma rede (grafo) que pode ser homogênea ou não homogênea dependendo da moeda utilizada. As CQM podem ser caracterizadas através de suas propriedades: o desvio padrão, que mede a dispersão da partícula na rede, e o emaranhamento, determinado pela Entropia de von Neumann, que reflete a não-separabilidade dos estados.

Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado com base em artigos científicos, encontros com o orientador e reuniões do grupo.

Resultados e Discussão

A CQM é descrita pelo operador de evolução temporal U_c, composto pelo operador moeda C_c e pelo operador deslocamento S, da seguinte forma:

$$U_c = \left(S \otimes |+\rangle\langle +| + S^{\dagger} \otimes |-\rangle\langle -|\right)(1_p \otimes C_c),$$

onde $|+\rangle$ e $|-\rangle$ correspondem aos movimentos da partícula para a direita e para a esquerda, respectivamente. Na Fig. 1(a), mostramos que após 100 passos, a CQM se caracteriza por um espalhamento balístico na rede, ao contrário da CAC, que demonstra um comportamento difuso. A análise por meio da Entropia de von Neumann mostra que o emaranhamento, mostrado na Fig. 1(b), entre os espaços de moeda e posição tende ao valor 0,872, resultado que independe do estado inicial e que caracteriza a não-separabilidade do estado.

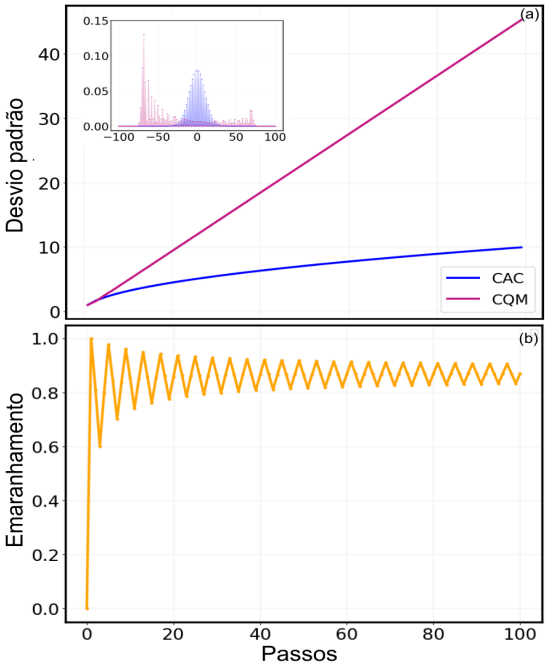


Figura 1. (a) Desvio padrão em função do número de passos para a CAC e CQM. (Box: Distribuição de probabilidades de posição da CAC e da CQM). (b) Emaranhamento entre o estado de posição e o estado de moeda para o estado inicial $|\psi(0)\rangle = |0\rangle \otimes |-\rangle$.

Conclusão ou Conclusões

Os resultados destacam o comportamento singular das CQ, o qual é caracterizado por um deslocamento balístico, em comparação ao deslocamento difuso das CAC. Isto possibilita buscas mais eficientes em redes. Além disso, a CQ pode ser considerada uma primitiva computacional universal.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

[1] KEMPE, J. Quantum random walks: overview. **Contemporary Physics**, London, v. 44, n. 4, p. 307-327, 2003.
[2] AHARONOV, D.; et al. Quantum walks on graphs. In: *STOC '01: **Proceedings of the thirty-third annual ACM symposium on Theory of Computing***, New York, NY, USA, p. 50-59, 2001.
[3] ANDRADE, F. M. **Métodos de Função de Green na Análise de Grafos Quânticos e Caminhadas Quânticas**. 2009. Tese (Doutorado em Física), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2009.

ISSN 1676-0093