

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Introdução à Computação Quântica e Passeios Quânticos

Ivan de Oliveira Franco ¹

INFI - UFMS

Leandro Bezerra de Lima²

CPAq - UFMS

1 Introdução

A mecânica quântica é a parte da física que descreve o comportamento de átomos e moléculas, cujos postulados foram desenvolvidos através de um longo processo de tentativa e erro. São eles: Postulado 1: Existe um espaço vetorial complexo, com produto interno, associado a qualquer sistema físico fechado (sistema que não interage com outros sistemas). Um estado desse sistema é completamente descrito por um vetor unitário, chamado vetor de estado. Postulado 2: A evolução de um sistema quântico fechado é descrita por um operador linear que preserva o produto interno (operador unitário). O estado $|\psi_1\rangle$ do sistema, no tempo t_1 , está relacionado ao estado $|\psi_2\rangle$, no tempo t_2 , através de um operador unitário U que depende apenas de t_1 e t_2 . Ou seja, $|\psi_2\rangle = U|\psi_1\rangle$. Postulado 3: As medidas sobre sistemas quânticos são descritas por operadores hermitianos M ($M^\dagger = M$), chamados observáveis. Postulado 4: Postulado da composição de sistemas, no qual é definido o produto de Kronecker como produto tensorial utilizado no sistema quântico para dizer quando um sistema está ou não emaranhado [6]. Mesmo para os especialistas, a compreensão do real significado dos postulados é uma questão não resolvida. Iremos considerá-los como sendo a estrutura matemática para tratar o estudo proposto neste trabalho.

2 Objetivos

O objetivo deste trabalho de iniciação científica é apresentar alguns conceitos de computação quântica, como a interpretação física e matemática de um q-bit, ou "bit quântico", em analogia ao bit clássico, onde os q-bits podem ser elétrons em estado de emaranhamento ou fóton polarizados. Se tivermos n sistemas, cada um no estado $|\psi_i\rangle$, o estado do sistema completo é $|\psi\rangle = |\psi_1\rangle \otimes |\psi_2\rangle \otimes \dots \otimes |\psi_n\rangle$ e, se um estado posterior a evolução do sistema é não fatorável, temos um sistema em emaranhamento quântico [8]. A partir

¹profivanfranco@gmail.com

²leandro.lima@ufms.br

da definição de sistemas emaranhados, estudamos a (1) representação geométrica de um q-bit, figurada pela Esfera de Bloch [4], (2) no circuito quântico em análogo ao clássico e (3) em algoritmos quânticos de busca (algoritmo de Grover) e em algoritmos de fatoração (algoritmo de Shor) [7]. No estudo do passeio quântico na reta como a aplicação n vezes, sem medição, do operador unitário $U = S(H \otimes I)$ para a evolução do sistema, com H denotando o operador de Hadamard aplicado a “moeda” seguido do operador deslocamento S . Comparamos a distribuição de probabilidades após 100 passos de um passeio quântico com moeda de Hadamard com o corresponde clássico. Introduzimos a noção de velocidade de deslocamento para comparar, em um caso de busca a um banco de dados aleatórios na reta, o “quão rápido” os algoritmos (clássicos e quânticos) chegariam aos extremos da lista, denotando o ganho do caso quântico em relação ao clássico [1].

Referências

- [1] N. M. Cristimann, Passeios Aleatórios Quânticos e a Quantização dos Tempos de Primeiro Retorno, T.C.C. de Bacharelado em Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.
- [2] J. Kempe, Quantum random walks - an introductory overview, *Contemporary Physics*, vol. 44 (4), pp. 307-327, 2003.
- [3] L. B. Lima, Contribuições em codificação no espaço projetivo e proposta de códigos quânticos de subespaços na grassmanniana, Tese Doutorado em Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp. Campinas, 2017.
- [4] L. B. Lima, Aplicações de Álgebra Linear em Ruídos Quânticos, Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Unicamp, Campinas, 2007.
- [5] L. B. Lima and R. Palazzo Junior, Geometrically uniform n-shot subspace codes, *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, vol. 57, pp. 47-54, 2017.
- [6] M. A. Nielsen and I. L. Chuang, Quantum computation and quantum information, *Cambridge University Press*, Cambridge, 2000.
- [7] R. Portugal, C. Lavor, N. Maculan e L.M. Carvalho, Uma Introdução à computação quântica, *Notas em Matemática Aplicada*, vol. 8, SBMAC, São Carlos, 2004.
- [8] D. G. G. Souza, Passeios Aleatórios Clássicos e Quânticos em Tapetes de Sierpiński, Dissertação de Mestrado em Ciências em Modelagem Computacional, Laboratório Nacional de Computação Científica, 2014.