

**Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos**

**Semana Integrada do Instituto de Física
de São Carlos**

13^a edição

Livro de Resumos

**São Carlos
2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Informação do IFSC

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos
(13: 21-25 ago.: 2023: São Carlos, SP.)
Livro de resumos da XIII Semana Integrada do Instituto de
Física de São Carlos – Universidade de São Paulo / Organizado
por Adonai Hilário da Silva [et al.]. São Carlos: IFSC, 2023.
358p.

Texto em português.
1. Física. I. Silva, Adonai Hilário da, org. II. Título.

ISSN: 2965-7679

PG49

Geometria e performance de circuitos quânticos de dois qubits.

HABERMANN, Gustavo¹; SOARES-PINTO, Diogo¹

gustavohabermann@usp.br

¹Instituto de Física de São Carlos – USP

O desenvolvimento de computadores quânticos promete ser a solução para diversas aplicações, como simulação de sistemas quânticos ou resolução de problemas de álgebra linear de grande escala, cujo custo computacional excede a capacidade dos mais poderosos computadores clássicos. O estudo de circuitos quânticos parametrizados (PQC's) vem sendo um importante ponto de discussão no desenvolvimento dos chamados *Variational Quantum Algorithms*.(VQAs), que integram computadores quânticos com técnicas de otimização clássicas (similares a machine learning) para encontrar soluções de maneira computacionalmente eficiente para os problemas citados anteriormente. Com o intuito de melhor entender como a escolha de circuito parametrizado se relaciona com a performance dos VQAs podemos adotar uma abordagem geométrica, investigando a geometria gerada pelos circuitos parametrizados. Neste trabalho vamos nos restringir ao caso de circuitos de dois *qubits*. Este caso específico, ainda que limitado, tem uma geometria bastante rica. Iniciamos o estudo com uma descrição geométrica do espaço de estados de um sistema de dois *qubits*. evidenciando sua compatibilidade com a estrutura de fibrado de Hopf, especificamente, o fibrado $S^3 \hookrightarrow S^7 \rightarrow S^4$ (1). A partir da estrutura de fibrado é possível verificar que surge naturalmente uma interpretação geométrica o emaranhamento, quantificado pela concorrência, relacionando-o a curvatura escalar (escalar de Ricci) do espaço de estados sob a métrica de Fubini-Study.(1) Este resultado nos permite investigar o ganho de performance obtido quando se faz uso do chamado *Natural gradient descent*.como algoritmo de optimização no lugar de algoritmos de descida de gradiente usuais.(2) Utilizando de ferramentas da geometria de informação, podemos explicar o ganho de performance, além de outras vantagens, como a invariância por reparametrização, associadas ao *Natural gradient descent*.através da métrica de informação de Fisher e sua relação com a métrica de Fubini-Study, a métrica natural do espaço de estados quânticos puros.

Palavras-chave: Informação quântica. Computação quântica.

Agência de fomento: CAPES (88887.702987/2022-00)

Referências:

1 LEVAY, P. The geometry of entanglement: metrics, connections and the geometric phase. *Journal of Physics A: general physics*, 2003. DOI: 37.10.1088/0305-4470/37/5/024.

2 KATABARWA, A. et al. Connecting geometry and performance of two-qubit parameterized quantum circuits. *Quantum*, v. 6, p. 782, 2022. DOI: 10.22331/q-2022-08-23-782.