

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

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

Livro de Resumos

**São Carlos
2022**

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos

SIFSC 12

Coordenadores

Prof. Dr. Osvaldo Novais de Oliveira Junior

Diretor do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Javier Alcides Ellena

Presidente da Comissão de Pós Graduação do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Tereza Cristina da Rocha Mendes

Presidente da Comissão de Graduação do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Comissão Organizadora

Adonai Hilario

Arthur Deponte Zutião

Elisa Goettems

Gabriel dos Santos Araujo Pinto

Henrique Castro Rodrigues

Jefter Santiago Mares

João Victor Pimenta

Julia Martins Simão

Letícia Martinelli

Lorany Vitoria dos Santos Barbosa

Lucas Rafael Oliveira Santos Eugênio

Natasha Mezzacappo

Paulina Ferreira

Vinícius Pereira Pinto

Willian dos Santos Ribela

Normalização e revisão – SBI/IFSC

Ana Mara Marques da Cunha Prado

Maria Cristina Cavarette Dziabas

Maria Neusa de Aguiar Azevedo

Sabrina di Salvo Mastrandiono

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Informação do IFSC

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos

(12: 10 out. - 14 out. : 2022: São Carlos, SP.)

Livro de resumos da XII Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos/ Organizado por Adonai Hilario [et al.]. São Carlos: IFSC, 2022.

446 p.

Texto em português.

1. Física. I. Hilario, Adonai, org. II. Titulo

ISBN: 978-65-993449-5-4

CDD: 530

PG3

A complexidade quântica na presença de correção e prevenção de erros quânticos

HILARIO, Adonai

adonai.silva@usp.br

Teoria de complexidade é o estudo de recursos temporais e espaciais necessários para a resolução de problemas computacionais. Com o advento da computação quântica, a complexidade de algoritmos quânticos foi usualmente tratada sob o escopo de como o número de portas lógicas quânticas necessárias cresciam conforme o tamanho do *input* do problema. Uma abordagem relativamente nova, por M. A. Nielsen (1), é baseada na ideia de que geodésicas na variedade do grupo de simetria das transformações de n qubits, o grupo $SU(2^n)$, dada uma escolha adequada de métrica, são curvas cujo comprimento corresponde a um limitante inferior da definição usual de complexidade quântica, isto é, o número de portas lógicas quânticas necessárias. A proposta de Nielsen é usar uma métrica Riemanniana para penalizar certas direções. Uma abordagem alternativa (2-3) consiste em usar geometria sub-Riemanniana, onde algumas direções são de fato proibidas, e as geodésicas só podem evoluir em direções que correspondem a um sub-espacô do espaço tangente. O objetivo deste trabalho de doutorado é usar este formalismo de geometria sub-Riemanniana para estudar como a presença de ruídos, e posteriormente, como a presença de métodos de correção, influenciam na complexidade de um problema. Inicialmente estamos estudando o caso de um único *qubit* sujeito a ruído de decoerência. Tal sistema pode ser simulado fazendo uso do conceito de purificação quântica e um *qubit* auxiliar. O objetivo é encontrar geodésicas que conectam a identidade a uma operação unitária suficientemente próxima da ideal, apesar da presença de ruídos. O principal problema é que a equação de geodésica para uma operação unitária desejada é dependente de condições iniciais para o operador Hamiltoniano que são, em princípio, desconhecidas. Como uma primeira tentativa, pretendemos usar aprendizado de máquina, especificamente redes neurais, que consigam correlacionar operações unitárias às condições iniciais do Hamiltoniano para a equação da geodésica. Isto constitui apenas o primeiro estágio deste trabalho. A intenção é que possamos generalizar este método para sistemas multi-qubit e sob a ação de outros tipos de ruído, como de amortecimento de fase. Eventualmente, pretendemos também analisar a influência que algoritmos de correção de erro e métodos de proteção, como desacoplamento dinâmico, exercem sobre a complexidade.

Palavras-chave: Complexidade. Geodésica. Unitária.

Agência de fomento: CNPq (160849/2021-7)

Referências:

- 1 NIELSEN, M. A. **A geometric approach to quantum circuit lower bounds**. 2005. Disponível em: arXiv preprint quant-ph/0502070. Acesso em: 23 ago. 22.
- 2 SWADDLE, M. et al. Generating three-qubit quantum circuits with neural networks. **Physics Letters A**, v. 381, n. 39, p. 3391-3395, 2017.

3 PERRIER, E.; TAO, D.; FERRIE, C. Quantum geometric machine learning for quantum circuits and control. **New Journal of Physics**, v. 22, n. 10, p. 103056, 2020.