













## PLANO DE ENSINO

| Identificação da disciplina e dos dados da oferta   |  |
|---|--|
| Código e nome da disciplina: FSC835 - TÓPICOS ESPECIAIS EM FÍSICA III   |  |
| Curso: PG Física - Mestrado e PG Física - Doutorado   |  |
| Turma: 910 e 949  |  |
| Docente responsável: Jonas Maziero  |  |
| Ano/período: 2021/2   |  |
| Objetivos da disciplina:<br>Conhecer o Quantum Information Science Kit (qiskit), um conjunto de ferramentas para programação e controle de computadores quânticos. Utilizar o qiskit pra simular e implementar, no hardware quântico real da IBM, alguns protocolos e algoritmos quânticos. |  |
| Carga horária: 60ha   |  |
| Conteúdo programático:  |  |
| 1   | IBMQ: qubits e sistema                                |
| 2   | Composer: Portas lógicas                              |
| 3   | qiskit: Instalação e hello world                      |
| 4   | qiskit: Mais ferramentas                              |
| 5   | Representação de estados na Esfera de Bloch          |
| 6   | Tomografia de estados                               |
| 7   | Swap de estados  |
| 8   | Teleportação                                        |
| 9   | Codificação superdensa                              |
| 10  | Preparação remota de estados   |
| 11  | Violação de desigualdades de Bell                   |
| 12  | Emaranhamento  |
| 13  | Swap de emaranhamento                               |
| 14  | Máquinas de copiar quânticas   |
| 15  | Criptografia: BB84 e E91   |
| 16  | Discórdia quântica   |
| 17  | Complementariedade                                  |
| 18  | Correção de erros  |
| 19  | Mitigação de erros   |
| 20  | Medidas projetivas não reveladoras   |
| 21  | Canais quânticos; POVMs  |
| 22  | Algoritmo de Deutsch   |
| 23  | Algoritmo de Shor  |
| 24  | Algoritmo de Grover  |
| 25  | Algoritmo quântico para sistemas de equações lineares  |
| 26  | Redes neurais artificiais quânticas  |
| 27  | Variational quantum eigensolver (VQE)  |
| 28  | Quantum approximate optimization algorithm (QAOA)  |
| 29  | Química quântica   |
| 30  | Jogos quânticos  |
| Bibliografia básica:  |  |
| - <a href="https://quantum-computing.ibm.com/">https://quantum-computing.ibm.com/</a>   |  |
| - <a href="https://qiskit.org/textbook-beta">https://qiskit.org/textbook-beta</a>   |  |

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- M. A. Nielsen e I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, Cambridge, 2000)</li> <li>- G. F. de Jesus, M. H. F. da Silva, T. G. Dourado, L. Q. Galvão, F. G. de Oliveira Souza, and C. Cruz, "Computação quântica: uma abordagem para a graduação usando o Qiskit," <i>Rev. Bras. Ensino Fís.</i>, vol. 43, Jun. 2021, doi: <a href="https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0033">10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0033</a>.</li> <li>- A. C. Santos, "O Computador Quântico da IBM e o IBM Quantum Experience," <i>Rev. Bras. Ensino Fís.</i>, vol. 39, Sep. 2016, doi: <a href="https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0155">10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0155</a>.</li> </ul>  |
| <p>Bibliografia complementar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- E.F. Galvão, O Que é Computação Quântica? - Coleção Ciência no Bolso (Ed. Vieira &amp; Lent, Rio de Janeiro, 2007).</li> <li>- A. Barenco, C.H. Bennett, R. Cleve, D.P. DiVincenzo, N. Margolus, P. Shor, T. Sleator, J.A. Smolin and H. Weinfurter, <i>Phys. Rev. A</i> 52, 3457 (1995).</li> <li>- MESSIAH, A. Quantum Mechanics. Dover, Mineola: 1999.</li> <li>- S. J. Devitt, "Performing Quantum Computing Experiments in the Cloud," <i>Phys. Rev. A</i>, vol. 94, no. 3, p. 032329, Sep. 2016, doi: <a href="https://doi.org/10.1103/PhysRevA.94.032329">10.1103/PhysRevA.94.032329</a>.</li> <li>- Mauro B. Pozzobom, <a href="#">Estudo experimental de recursos quânticos usando os computadores quânticos da IBM</a>, Tese de doutorado, UFSM, 2021.</li> <li>- Jhordan S. de Borba, <a href="#">Implementação de técnicas de aprendizado de máquina em computadores quânticos</a>. Trabalho de Graduação em Física, UFSM, 2021.</li> </ul> |
| <p><b>Descrição do plano</b></p>   |
| <p>Metodologia:</p> <p>Serão gravadas aulas usando OBS Studio, Ipad com Bamboo Paper e Reflector Teacher. Essas aulas serão disponibilizadas via Youtube. Serão disponibilizadas notas de aula produzidas usando Jupyter Notebooks e Sympy. Essas notas de aula podem ser acessadas em <a href="https://github.com/jonasmaziero/mecanica_quantica_1900-1925">https://github.com/jonasmaziero/mecanica_quantica_1900-1925</a>, visualizadas em <a href="https://nbviewer.jupyter.org">https://nbviewer.jupyter.org</a>, e executadas em <a href="https://mybinder.org">https://mybinder.org</a> ou no computador pessoal dos alunos. Na 1ª aula da semana será feita uma aula tira-dúvidas síncrona sobre o conteúdo das aulas da semana anterior.</p>  |
| <p>Cronograma de atividades:</p> <p>A disciplina seguirá o cronograma detalhado no Moodle.</p>   |
| <p>Atividades práticas:</p> <p>Os alunos realizarão experimentos na nuvem através de seus computadores pessoais.</p>   |
| <p>Critérios de avaliação:</p> <p>Cada aluno deve apresentar um seminário sobre um dos tópicos da disciplina, e deve implementar um experimento relacionado a esse tópico.</p>   |
| <p>Informações complementares:</p>   |

Santa Maria, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Jonas Maziero  
Docente Responsável

---

Coordenador(a) do Curso