



PLANO DE ENSINO 2024.1

Em acordo com a Resolução nº 003/CEPE/8405 de Abril de 1984

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
FSC 7152	COMPUTAÇÃO QUÂNTICA I	4 HA	00	72 HA

II. PRÉ-REQUISITO(S)(Código(s) e nome da(s) disciplina(s))

MTM5245 | ÁLGEBRA LINEAR

III. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

NOME DO CURSO	TURMA	HORÁRIO
Física Bacharelado	09002	308202/508202

IV. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

Eduardo Inacio Duzzioni

V. EMENTA

Álgebra linear com a notação de Dirac. Postulados da Mecânica Quântica. Conceitos básicos de computação clássica. Portas lógicas clássicas. Portas lógicas quânticas. Circuitos quânticos. Protocolos e algoritmos quânticos.

VI. OBJETIVOS

Ao final do curso o(a) aluno(a) deverá ser capaz de:

- Diferenciar a computação clássica da computação quântica;
- Entender os elementos lógicos da computação quântica;
- Compreender os algoritmos quânticos apresentados no curso.

VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Revisão de álgebra linear com a notação de Dirac

- 1.1 - Números Complexos
- 1.2 - Notação de Dirac
- 1.3 - Espaço Vetorial, Base e Dimensão
- 1.4 - Produto Interno, Norma e Produto Exterior
- 1.5 - Transformações Lineares
- 1.6 - Autovalores, Autovetores e Decomposição Espectral
- 1.7 - Tipos Especiais de Operadores
- 1.8 - Produto Tensorial

2. Introdução à Mecânica Quântica

- 2.1 - Postulados da Mecânica Quântica
- 2.2 - Matrizes de Pauli
- 2.3 - Estados de Bell
- 2.4 - Teorema da Não-Clonagem

3. Modelo de Circuitos da Computação Quântica

- 3.1 - O Qubit
- 3.2 - Notação de Circuitos
- 3.3 - Portas Lógicas Clássicas
- 3.4 - Portas Lógicas Quânticas
- 3.5 - Identidades de Circuitos
- 3.6 - Universalidade das Portas Lógicas Quânticas.

4. Protocolos Quânticos

- 4.1 - Codificação Superdensa
- 4.2 - Circuito de Teletransporte
- 4.3 - Oráculos Quânticos
- 4.4 – Teste SWAP

5. Algoritmos Quânticos

- 5.1 - Algoritmo de Deutsch-Jozsa
- 5.2 - Algoritmo de Simon
- 5.3 - Algoritmo de Busca de Grover
- 5.4 - Algoritmo de Shor
- 5.5 - Algoritmo para resolver sistemas de equações lineares
- 5.6 - Outros algoritmos de interesse

VIII. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

O semestre 2024-1 terá 18 semanas de aula, as quais serão presenciais e expositivas, tendo como principal recurso a utilização da lousa. Recursos alternativos como vídeos e simulações também serão usados quando necessários.

Utilização do laboratório de informática do Departamento de Física também poderá ser feita para demonstração do funcionamento dos algoritmos quânticos.

Para o melhor acompanhamento dos conteúdos lecionados no curso o(a) estudante(a) precisará resolver listas de exercícios.

IX. ATIVIDADES PRÁTICAS (se houver)

O curso não possui atividades práticas.

X. FORMAS DE AVALIAÇÃO E REGISTRO DE FREQUÊNCIA

As avaliações serão compostas de listas de exercícios e o desenvolvimento de um projeto de pesquisa. Para o desenvolvimento do projeto serão formadas equipes no início do semestre, as quais serão responsáveis ao final do semestre pela apresentação dos projetos na forma escrita e da defesa oral dos mesmos. Os projetos serão definidos conjuntamente com a turma envolvendo os temas da disciplina.

A nota final NF será dada por

$$NF = 0,4xNL + 0,6xNP$$

NL – médias das listas de exercícios

NP – nota final do projeto

XI. LIMITES LEGAIS DO DIREITO DE AUTOR E IMAGEM (em acordo com a Lei nº 9.610/98 –Lei de Direitos Autorais)

A gravação ou a fotografia de trechos da aula com a finalidade exclusiva de anotação do conteúdo para posterior utilização própria pelo aluno em seus estudos são permitidas. Porém, é expressamente vedada a publicação ou a distribuição da aula ou de material usado em aula em qualquer formato, o que inclui compartilhamento pela internet, redes sociais, etc.

XII. ATENDIMENTO AO ESTUDANTE (horário/Monitoria - se houver)

Os alunos terão um horário de atendimento todas as terças-feiras das 16:00-18:00h para tirar dúvidas com o professor, que atenderá na sala 121 do Departamento de Física.

XIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Básica e Complementar)

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

POLLACHINI, G. G. - Computação Quântica: uma abordagem para estudantes de graduação em ciências exatas. Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado em Engenharia Eletrônica – UFSC, Florianópolis, 2018.

WONG, T. G., Introduction to classical and quantum computing, Rooted Grove, 2022.

NIELSEN, M. A. e CHUANG, I. L. - Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press, 10th edition, 2010.

SHOR, P. e CHUANG, I. - Quantum Information Science I, part II, edX, MIT, <https://courses.edx.org/courses/course-v1:MITx+8.370.2x+1T2018/course/>. Acesso em abril de 2018.

STEINBRUCH, A. e WINTERLE, P. - Álgebra Linear. Pearson, 2ª edição, 1987.

WIDMER, N. S., MOSS, G. L., e TOCCI, R. J. - Digital Systems: Principles and Applications. Pearson, 12th edition, 2017.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

GRIFFITHS, D. J. - Introduction to Quantum Mechanics. Prentice Hall, 1995.

SHANKAR, R. – Principles of Quantum Mechanics. Plenum Press, 2nd edition, 1994.

XIV.CRONOGRAMA

Semana 1 (11/03/24 - 15/03/24)

Apresentação do curso e panorama geral da computação quântica

Números complexos

Notação de Dirac

Espaço vetorial, base e dimensão

Espaço dual

Produto interno e norma

Espaço de Hilbert

Semana 2 (18/03/24 - 22/03/24)

Bases ortonormais

Transformações lineares

Representação de produto externo

Projetores

Relação de completeza

Operadores hermitianos, unitários, positivos e normais

Semana 3 (25/03/24 – 29/03/24)

Representação de operadores e mudança de base

Autovalores, autovetores e decomposição espectral

Produto tensorial

Estados emaranhados

Operadores em sistemas compostos

Semana 4 (01/04/24 – 05/04/24)

Produto de Kronecker

Função de operadores
Postulados da Mecânica Quântica: espaço de estados

Semana 5 (08/04/24 - 12/04/24)

Postulados da Mecânica Quântica: evolução temporal
Operador de evolução
Obtenção do estado evoluído
Conexão com operações lógicas

Semana 6 (15/04/24 - 19/04/24)

Postulados da Mecânica Quântica: medida
Valores esperados de observáveis
Incerteza na medida de um observável

Semana 7 (22/04/24 – 26/04/26)

Sistemas compostos
Valores esperados de observáveis em sistemas compostos
Desigualdade de Bell

Semana 8 (29/04/24 - 03/05/24)

Notação de Circuitos
Portas Lógicas Clássicas
Universalidade das Portas Lógicas Clássicas
Portas lógicas clássicas reversíveis

Semana 9 (06/05/24 – 10/05/24)

Portas Lógicas Quânticas
Notação
Portas lógicas genéricas de 1 qubit
Portas lógicas de 2 e 3 qubits
Identidades de Circuitos
Teste SWAP

Semana 10 (13/05/24 – 17/05/24)

Operações multi-controladas
Teletransporte Quântico
Teorema da Não-Clonagem
Universalidade das Portas Lógicas Quânticas

Semana 11 (20/05/24 - 24/05/24)

Notação assintótica
Oráculos Quânticos
Algoritmo de Deutsch-Jozsa
Algoritmo de Simon

Semana 12 (27/05/24 – 31/05/24)

Feriado Paixão de Cristo 30/05/2024
Algoritmo de Simon
Algoritmo de Busca de Grover

Semana 13 (14/11/22 - 18/11/22)

Transformada de Fourier Quântica

Algoritmo de estimação de fase

Algoritmo de fatoração de Shor

Semana 14 (10/06/24 - 14/06/24)

Algoritmo de fatoração de Shor

Algoritmos variacionais

Semana 15 (17/06/24 - 21/06/24)

Algoritmos variacionais

Semana 16 (24/06/24 - 28/06/24)

Apresentação dos projetos

Semana 18 (08/07/24 - 12/07/24)

Apresentação dos projetos

Semana 18 (19/12/22 - 23/12/22)

Apresentação dos projetos
