



CENTRO UNIVERSITÁRIO CTC

DEPARTAMENTO Programa de Pós-graduação em Metrologia

---

## MQI2957 Tópicos Especiais em Metrologia – Informação Quântica

CARGA HORÁRIA TOTAL: 45 HORAS (3-0-0)

CRÉDITOS: 3

---

<b>OBJETIVOS</b>	Apresentar ao aluno a área do conhecimento de Informação Quântica e as ferramentas matemáticas necessárias para modelar o funcionamento dos dispositivos e protocolos de computação quântica e comunicação quântica.
<b>EMENTA</b>	Espaços de Hilbert. Sistemas de dois níveis: qubits. Representação vetorial e matricial. Matrizes de densidade. Estados puros e mistos. Operadores de Medidas com Valores Positivos. Transformações sobre qubits. Estados emaranhados. Computação Quântica: os limites da computação clássica e classes de complexidade. Circuitos Quânticos. Algoritmos Quânticos: Algoritmo de Shor; Algoritmo de Grover. O canal quântico e ruído quântico. Correção de erros. Entropia de von Neumann. Exemplos de aplicação: teletransporte quântico, entanglement swapping. Criptografia quântica.
<b>PROGRAMA</b>	<p><b>Qubits</b></p> <p>Revisão de conceitos básicos de álgebra linear. Postulados da física quântica. Espaços de Hilbert. Teorema de Representação de Riesz. Notação de Dirac. Qubits. Estados mistos e o operador de densidade. Parâmetros de Stokes e a Esfera de Bloch-Poincaré. Sistemas compostos: estados separáveis e emaranhados. Carga horária: 12 horas</p> <p><b>Medidas em Qubits</b></p> <p>O postulado da medida. Medidas projetivas. Operadores de Medidas com Valores Positivos. Medidas em estados mistos e estados emaranhados. Purificação. O operador de densidade reduzido. Caracterização de estados: tomografia de estado quântico. Carga horária: 3 horas</p> <p><b>Operações em Qubits</b></p> <p>Evolução no tempo e a Equação de Schrödinger. Transformações em qubits. Portas lógicas quânticas. A operação CNOT. Carga horária: 3 horas</p> <p><b>Computação Quântica</b></p>

O computador quântico universal. Comparação com a computação clássica. O problema da descoerência. Simulação de processos quânticos. A Transformada de Fourier quântica. Algoritmos de Deutch, Grover e Shor. O estado da arte da computação quântica. A linguagem de programação Q#. Carga horária: 6 horas

### **O Canal Quântico**

O canal quântico. Tipos de ruído introduzidos pelo canal quântico. Tomografia quântica de processo. Medidas de distância de informação quântica. Correção de erros. Distilação de emaranhamento. Carga horária: 3 horas

### **Entropia e Informação Quântica**

Entropias de Shannon e Von Neumann. Sub-aditividade forte. O problema da distinção de estados quânticos. Teorema da Não-Clonagem. Compressão de dados. Carga horária: 6 horas

### **Criptografia Quântica**

Criptografia de chave pública e chave privada. A cifra de Vernam. Protocolo BB84. Amplificação de privacidade. A Desigualdade de Bell-CHSH. O protocolo de Ekert. Protocolos "device-independent". Violações da Desigualdade de Bell como provas de aleatoriedade. Carga horária: 6 horas

### **Redes de Comunicação Quântica**

Teletransporte quântico e entanglement swapping. Redes quânticas: roteamento, distribuição de emaranhamento, limites de geração de chaves secretas. Repetidores quânticos. Simulação de redes quânticas. Carga horária: 6 horas

### **Outras Aplicações**

Exemplos de outras aplicações da informação quântica ou assuntos relacionados: Post-Quantum Cryptography; Quantum Coin-Tossing; Quantum Internet; etc. Carga horária: 3 horas

**AValiação** Listas de exercícios (individuais), prova (individual) e trabalho (individual ou em grupo).

**BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL** NIELSEN, M. e CHUANG, I. "Quantum Computation and Quantum Information". Cambridge University Press, 2010  
D. BOUWMEESTER, A. EKERT e A. ZEILINGER, "The Physics of Quantum Information". Springer, 2000.  
VEDRAL, V. "Introduction to Quantum Information Science". Oxford University Press, 2007

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR** MANDEL, L. e WOLF, E. "Optical Coherence and Quantum Optics". Cambridge University Press, 1995.  
VEDRAL, V. "Modern Foundations of Quantum Optics". Imperial College Press, 2006.