

INTRODUCCIÓN A LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

PERIODO 2023-2

NOMBRE DEL CURSO: Introducción a la computación cuántica

CÓDIGO DEL CURSO: FISI-XXXX

PROFESOR: Julián J. Rincón

UNIDAD ACADÉMICA: Departamento de Física

CORREQUISITOS: Ninguno

PRERREQUISITOS: Física Moderna (FISI-1548), Mecánica (FISI-2605), Métodos Computacionales 2 (FISI-2528)

I Descripción

Este curso ofrece una introducción a la teoría y práctica de la computación cuántica. El curso asume ningún conocimiento previo sobre física cuántica. En el curso se explorarán los aspectos fundamentales y las limitaciones tecnológicas de la computación cuántica actual. Los tópicos centrales de estudio se centran en los axiomas de la mecánica cuántica, la teoría básica de la computación clásica, circuitos cuánticos y otros modelos de computación cuántica, algoritmos cuánticos y clásicos de consulta, teletransportación, factorización, búsqueda y conteo. Adicionalmente se exploran los modelos de computación cuántica básicos usados para entender las propiedades fundamentales y limitaciones de los computadores cuánticos, tales como la llamada ventaaja cuántica.

II Objetivos

- Plantear los postulados que rigen de la física cuántica.
- Entender los conceptos básicos de la computación cuántica.
- Dominar los algoritmos que fundamentan la computación cuántica.

III Competencias a desarrollar

- Aplicar las leyes básicas que rigen la física cuántica para el entendimiento y la predicción de fenómenos físicos en el campo de la computación cuántica.
- Tener claridad sobre las ideas que hacen única la computación cuántica, cuáles son sus fundamentos, cómo aplicarlos y extenderlos a problemas algorítmicos.
- Entender los modelos básicos de computación cuántica y con estos entender las propiedades y limitaciones de los computadores cuánticos.
- Analizar la complejidad computacional de algoritmos clásicos y cuánticos, usando los modelos de computación correspondientes.

IV Contenido por semanas

Semana 1. Overview and quantum bits. Quantum gates and measurements.

Semana 2. Quantum circuits and quantum copying. Bell states and quantum teleportation.

Semana 3. Quantum parallelism and Deutsch's algorithm. Writing and running quantum programs.

Semana 4. Entanglement: definition and quantification. Linear algebra for quantum mechanics I.

↪ **Primera Tarea**

Semana 5. Linear algebra for quantum mechanics II. Postulates of quantum mechanics.

Semana 6. Quantum measurement and distinguishability. Superdense coding and quantum teleportation.

Semana 7. Einstein-Podolsky-Rosen states. The Bell inequality.

↪ **Segunda Tarea**

Semana 8. Models for classical computation. Energy and (reversible) computation.

Semana 9. Quantum algorithms. Universal quantum computation.

Semana 10. Simulation of quantum systems. Quantum queries: Deutsch-Jozsa algorithm.

↪ **Tercera Tarea**

Semana 11. Quantum Fourier transform. Applications of quantum Fourier transform.

Semana 12. Quantum phase estimation. Shor's algorithm for factoring I.

Semana 13. Shor's algorithm for factoring II. Quantum search: Grover's algorithm.

↪ **Cuarta Tarea**

Semana 14. Quantum counting. Conditions for quantum computation.

Semana 15. Quantum advantage and advanced topics.

V Metodología

El curso seguirá una modalidad basada en clases magistrales, clases prácticas y aprendizaje basado en proyectos. Dentro estas estrategias de aprendizaje se espera que el estudiante desarrolle una gran cantidad de trabajo independiente. Este trabajo consistirá en la revisión de conceptos vistos en clase, desarrollo de ejercicios, y finalmente, el desarrollo de un proyecto que se irá expandiendo a medida que el semestre avanza. Las lecturas correspondientes del texto guía deben ser estudiadas para la sesión correspondiente. Las actividades de evaluación comprenden quices, tareas y el proyecto final. Se asignarán tareas teóricas y computacionales periódicamente que deben ser entregadas en las fechas indicadas por el profesor.

VI Evaluación

60 %: Correspondiente a cuatro tareas; cada una con un peso de 15 %.

20 %: Proyecto en una temática seleccionada por el estudiante y aprobada por el profesor.

20 %: Quices (teóricos y computacionales).

VII Bibliografía

Bibliografía principal (textos guías):

- M. A. Nielsen and I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*; 10th Anniversary Edition. Cambridge University (2010).
- Abraham Asfaw *et al.*, *Learn Quantum Computation Using Qiskit*. Online Book (2020).

Bibliografía complementaria:

- T. G. Wong, *Introduction to Classical and Quantum Computing*; 3rd Printing. Rooted Grove (2022).
- N. D. Mermin, *Quantum Computer Science*; 1st Edition. Cambridge University (2007).
- P. Kaye, R. Laflamme and M. Mosca, *An Introduction to Quantum Computing*; 1st Edition. Oxford (2007).
- S. Aaronson, *Quantum Computing Since Democritus*; 1st Edition. Cambridge University (2013).