

Introducción a la Información Cuántica (6h)

Prof. Dr. André T. Cesário

Universidad Nacional del Altiplano (UNA) - Puno
Facultad de Ingeniería Estadística e Informática

Índice

1. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO	1
1.1. Nombre y Código del Curso	1
1.2. Docente	1
1.3. Universidad y Facultad	1
2. DESCRIPCIÓN DEL CURSO (versión condensada)	2
2.1. Objetivos del Curso	2
2.2. Justificación	2
2.3. Requisitos Previos	2
2.4. Competencias Desarrolladas	2
2.5. Metodología	3
3. CONTENIDOS DEL CURSO (versión condensada, 6h)	3
4. BIBLIOGRAFÍA	4
4.1. Bibliografía Básica	4
4.2. Bibliografía Adicional	4

1. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

1.1. Nombre y Código del Curso

Introducción a la Información Cuántica.

1.2. Docente

Prof. Dr. André Tanus Cesário de Souza

1.3. Universidad y Facultad

Universidad Nacional del Altiplano (UNA) Puno, Facultad de Ingeniería Estadística e Informática.

2. DESCRIPCIÓN DEL CURSO (versión condensada)

2.1. Objetivos del Curso

Este curso brinda una introducción compacta y rigurosa a la Información Cuántica, una disciplina que combina mecánica cuántica, teoría de la información, matemáticas y computación. El enfoque será desarrollar una comprensión conceptual de los principios fundamentales de la teoría cuántica de la información y su aplicación en tareas como codificación, transmisión y procesamiento cuántico de información.

2.2. Justificación

El curso responde a una demanda creciente de formación básica en computación e información cuántica en América Latina. Su importancia se fundamenta en:

- La revolución emergente de la computación cuántica y la necesidad de formación introductoria en este campo.
- La escasez de material y cursos especializados en español, lo que limita el acceso a este conocimiento.
- La falta de programas breves accesibles para estudiantes de grado interesados en esta área.

2.3. Requisitos Previos

Este curso está dirigido a estudiantes de las ciencias exactas, incluyendo física, ingeniería, computación, estadística y matemáticas. Para un adecuado aprovechamiento, se requiere familiaridad con nociones básicas de álgebra lineal, tales como vectores, matrices, operaciones elementales y producto escalar. No se exige formación previa en mecánica cuántica, ya que los conceptos fundamentales serán introducidos y desarrollados desde una perspectiva accesible y rigurosa.

2.4. Competencias Desarrolladas

Al finalizar el curso, los estudiantes habrán desarrollado las siguientes competencias básicas:

- Comprensión conceptual de los principios fundamentales de la mecánica cuántica aplicados a la teoría de la información.
- Capacidad para interpretar y utilizar la notación de Dirac, así como describir el estado de sistemas cuánticos simples (uno o dos qubits).

- Habilidad para identificar y analizar el fenómeno del entrelazamiento cuántico y su relevancia en protocolos de información cuántica.
- Comprensión de los protocolos básicos de codificación densa y teleportación cuántica, incluyendo su estructura general y significado físico.
- Desarrollo de una actitud crítica e interdisciplinaria frente a las implicaciones de la información cuántica en la ciencia y la tecnología contemporáneas.
- Fortalecimiento de habilidades de comunicación científica básica mediante la discusión de conceptos clave de forma clara y fundamentada.

2.5. Metodología

Las clases combinan exposiciones teóricas, resolución de ejercicios y análisis conceptual de protocolos cuánticos. Se incentivará la participación activa de los estudiantes y la discusión de ideas, promoviendo un aprendizaje significativo y contextualizado.

3. CONTENIDOS DEL CURSO (versión condensada, 6h)

1. **Fundamentos de la Mecánica Cuántica para la Información Cuántica - 22/04 - 2h**
 - a) Notación de Dirac y revisión rápida de Álgebra Lineal
 - b) Estados puros de un *qubit*
 - c) Postulados de la mecánica cuántica
 - d) Medición proyectiva
 - e) Esfera de Bloch: visualización de estados
2. **Sistemas de múltiples *qubits* y entrelazamiento 23/04 - 2h**
 - a) Producto tensorial y espacios compuestos
 - b) Base computacional de dos *qubits*
 - c) Estados separables y entrelazados
 - d) Estados de Bell
 - e) Medición y correlaciones
3. **Algunos Protocolos cuánticos fundamentales 24/4 - 2h**
 - a) Codificación densa: comunicación de dos bits clásicos con un solo *qubit*
 - b) Teleportación cuántica: transferencia de un estado cuántico mediante entrelazamiento y comunicación clásica
 - c) Discusión sobre aplicaciones de la información cuántica

4. BIBLIOGRAFÍA

Se propone tomar apuntes de clase en español con el objetivo de transformarlos posteriormente en un libro, ya que actualmente hay escaso material de información cuántica disponible en este idioma. Aunque no es exclusivo, la mayoría de los recursos sobre este conocimiento específico se encuentran en inglés y portugués, lo que motiva la necesidad de ampliar el acceso en español.

4.1. Bibliografía Básica

1. Barnett, S. (2009). *Quantum Information* (Oxford Master Series in Physics). Oxford University Press. ISBN: 978-0-19-852762-6.
2. Nielsen, M., & Chuang, I. (2010). *Quantum Computation and Quantum Information*: 10th Anniversary Edition. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9781107002173.

4.2. Bibliografía Adicional

1. Wilde, M. (2017). *Quantum Information Theory*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. ISBN: 9781107176164.
2. Preskill, J. (2011). *Quantum Computation*. Online Lecture Notes.
3. Watrous, J. (2018). *The Theory of Quantum Information*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9781316848142.
4. Le Bellac, M. (2006). *A Short Introduction to Quantum Information and Quantum Computation*. Cambridge University Press. ISBN: 9780521860567.
5. Aaronson, S. *Introduction to Quantum Information Science*. Scott Aaronson Blog.
6. Parthasarathy, H. (2022). *Classical and Quantum Information Theory for the Physicist*. CRC Press. ISBN: 9781003353454.
7. Schleich, W. P., & Walther, H. (2007). *Elements of Quantum Information*. Wiley-VCH. ISBN: 9783527611072.
8. Petz, D. (2008). *Quantum Information Theory and Quantum Statistics*. Springer. ISBN: 978-3-540-74634-8.
9. Renes, J. M. (2022). *Quantum Information Theory: Concepts and Methods*. De Gruyter. ISBN: 978-3110570243.
10. Hayashi, M. (2006). *Quantum Information: An Introduction*. Springer. ISBN: 978-3-540-30266-7.
11. Jaeger, G. (2007). *Quantum Information: An Overview*. Springer. ISBN: 9780387357258.

12. Vathsan, R. (2016). *Introduction to Quantum Physics and Information Processing*. CRC Press. ISBN: 9780429076398.
13. Benenti, G., Casati, G., & Strini, G. (2004). *Principles of Quantum Computation and Information Volume I: Basic Concepts*. ISBN: 978-981-279-479-6.
14. Benenti, G., Casati, G., & Strini, G. (2007). *Principles of Quantum Computation and Information Volume II: Basic Tools and Special Topics*. ISBN: 978-981-256-345-3.
15. Fayngold, M., & Fayngold, V. (2013). *Quantum Mechanics and Quantum Information: A Guide through the Quantum World*. Wiley-VCH. ISBN: 9783527674725.
16. Vedral, V. (2006). *Introduction to Quantum Information Science*. Oxford University Press. ISBN: 9780199215706.