



**POLITÉCNICA**

Universidad Politécnica de Madrid

# **Shannon entropy versus von Neumann entropy**

Esquema y definición del segundo trabajo

**Ricardo Alberto Ferreiro de Aguiar**

**Sergio Heras Álvarez**

# Introducción

La información cuántica es un campo de estudio que desafía nuestras intuiciones clásicas sobre la información y la probabilidad. En este trabajo, nos proponemos investigar la relación entre dos conceptos fundamentales en la teoría de la información cuántica: la Entropía de Shannon y la Entropía de von Neumann. Estas medidas de información ofrecen perspectivas únicas sobre la incertidumbre y la complejidad en sistemas cuánticos y clásicos, respectivamente.

El problema que abordaremos se centra en entender cómo las nociones clásicas de información, expresadas a través de la Entropía de Shannon, se traducen y extienden al ámbito cuántico mediante la Entropía de von Neumann. Exploraremos las diferencias fundamentales entre estos enfoques y cómo responden a las peculiaridades de la mecánica cuántica.

Este problema es esencial para nuestra comprensión de la información cuántica, ya que la transición de la información clásica a la cuántica implica conceptos no triviales. Abordar esta cuestión no solo ampliará nuestro conocimiento sobre la teoría cuántica, sino que también fortalecerá nuestra capacidad para analizar y entender sistemas cuánticos complejos.

Los objetivos son:

- Demostrar la comprensión de los fundamentos de la Entropía de Shannon y la Entropía de von Neumann.
- Explorar cómo estas medidas se aplican y difieren en el contexto clásico y cuántico.
- Analizar casos específicos para ilustrar las implicaciones prácticas de estas entropías en situaciones cuánticas.

Las conclusiones que queremos obtener son:

- ✓ Esperamos obtener una comprensión más profunda de cómo la información se maneja en sistemas cuánticos en comparación con sistemas clásicos.
- ✓ Buscaremos identificar las aplicaciones prácticas y teóricas de las entropías en cuestión.
- ✓ Resaltar las consecuencias que surgen al adaptar conceptos clásicos a la mecánica cuántica.

## Índice

1. Introducción
  - 1.1. Contextualización del problema
  - 1.2. Justificación y relevancia para la asignatura
2. Fundamentos Teóricos
  - 2.1. Descripción de la Entropía de Shannon
  - 2.2. Introducción a la Entropía de von Neumann

3. Relación Clásica-Cuántica
  - 3.1. Comparación detallada de la aplicación de ambas entropías
  - 3.2. Ejemplos ilustrativos
4. Aplicaciones prácticas
  - 4.1. Exploración de casos reales o teóricos donde estas entropías son relevantes
5. Resolución del problema
6. Conclusiones y Perspectivas Futuras

## Herramientas

En el desarrollo de este trabajo, utilizaremos diversas herramientas informáticas que nos permitirán realizar análisis teóricos, simulaciones y visualizaciones para profundizar en los conceptos de la Entropía de Shannon y la Entropía de von Neumann. Aseguramos tener acceso a las siguientes herramientas:

### 1. Software de Cálculo Numérico:

- Matlab: Utilizaremos software de cálculo numérico para realizar simulaciones y análisis de datos cuantitativos. Matlab es una poderosa herramienta que facilitará la implementación de algoritmos y la visualización de resultados.

### 2. Paquetes de Visualización Gráfica:

- Matplotlib (Python): Para la representación gráfica de datos y resultados, emplearemos Matplotlib, una biblioteca de visualización en Python. Crearemos gráficos claros e intuitivos para ilustrar conceptos y comparar datos obtenidos.

### 3. Plataforma de Colaboración Online:

- Word o GitHub: Para facilitar la colaboración entre miembros del equipo, almacenar y compartir documentos, utilizaremos plataformas en la nube como Word o GitHub.

### 4. Entornos de Desarrollo Integrado (IDE):

- Jupyter Notebooks (Python): Para la ejecución interactiva de código y la combinación de código, texto explicativo y visualizaciones, emplearemos Jupyter Notebooks. Esto facilitará la presentación clara de resultados y la comprensión del código utilizado.

### 5. Simuladores Cuánticos en la Nube:

- IBM Quantum Experience: En caso de necesitar recursos adicionales para simulaciones cuánticas más avanzadas, aprovecharemos servicios en la nube como IBM Quantum Experience para ejecutar experimentos cuánticos de manera remota.

## Bibliografía

- Zygelman, B. (2018). *A first introduction to quantum computing and information*.
- Is, W. k. (s/f). 1. *von Neumann Versus Shannon Entropy*. Rickbradford.co.uk.  
<http://rickbradford.co.uk/QM6Entropy.pdf>
- Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2012). *Quantum computation and quantum information*.
- Bellac, M. L. (2006). *A short introduction to quantum information and quantum computation*.

