

## FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS - UNLP

### CURSO DE POSGRADO:

## Tópicos avanzados de información y fundamentos de cuántica

### PROGRAMA

#### **Elementos introductorios a la teoría de la información: información, desigualdades**

- Entropía – medida de incerteza: Axiomas, entropía de Shannon, propiedades. Entropía diferencial – caso vectorial. Otras medidas de información.

- Información mutua – divergencias: Entropía condicional, información mutua. Divergencias.

Ejemplos

- Desigualdades – relaciones entre entropías: Desigualdades usuales. Cadenas de Markov. Desigualdad de la potencia entrópica. Estimación, relaciones entre medidas de información.

#### **Nociones de física cuántica**

- Introducción al formalismo de espacios de Hilbert y estados cuánticos.

- Entrelazamiento y correlaciones cuánticas.

- Estados cuánticos como medidas de probabilidad.

- Fundamentos de cuántica.

#### **Teoría de la información cuántica**

Nociones y fundamentos, relaciones de incerteza. Entropía y cuántica: principio de Heisenberg y versiones entrópicas. Desde versiones entrópicas hasta versiones con momentos estadísticos. Entropías cuánticas y propiedades.

#### **Geometría de la información cuántica**

Geometría de la información para sistemas cuánticos. Distancia entre estados cuánticos y medidas de distinguibilidad entre estados. Estructura geométrica del espacio de estados cuánticos inducida por una divergencia cuántica.

#### **Teoría de la mayorización y sus aplicaciones en problemas de información cuántica**

- Introducción a la teoría de mayorización: Definición y propiedades básicas de mayorización entre vectores de probabilidad, Curva de Lorenz; Matrices doblemente estocásticas; Funciones Schur-cóncavas y entropías generalizadas; Propiedades de orden y el retículo de mayorización, Métrica asociada al retículo; Matrices hermíticas y el teorema de Schur-Horn.

- Aplicaciones en información cuántica de la noción de orden parcial de la teoría de mayorización: Teorema de clasificación de ensambles; Mayorización entre matrices densidad y teorema de Uhlmann; Criterio de entrelazamiento a partir de consideraciones orden de los estados separables globalmente y localmente; Transformaciones de entrelazamiento por medio de operaciones locales y comunicación clásica; Principio y relaciones de incerteza.

## **Entrelazamiento e información cuántica en sistemas cuánticos de variables continuas**

- Definición de sistemas de variables continuas (VC) y ejemplos físicos relevantes: modos del campo electromagnético cuantizado, modos espaciales transversos de fotones individuales. Generación de estados entrelazados en estos sistemas (oscilador paramétrico óptico, conversión paramétrica descendente).
- Variables continuas: representación de los estados cuánticos en el espacio de fases a través de distribuciones de cuasi-probabilidad. Representación de Weyl-Wigner.
- Manipulación de estados en sistemas de VC: evoluciones cuadráticas en sistemas de VC (operaciones Gaussianas), el grupo simpléctico y su representación unitaria (grupo metapléctico). Generadores del grupo real simpléctico en óptica cuántica. Generadores del grupo real simpléctico en los modos espaciales transversos de fotones individuales.
- Estados Gaussianos: generación, detección y cuantificación de entrelazamiento cuántico. Condición necesaria y suficiente para certificar la detección de entrelazamiento bipartito en estados Gaussianos con número arbitrario de modos.
- Criterios de detección de entrelazamiento cuántico en VC basados en el criterio de separabilidad de la transpuesta parcial positiva. Criterios de detección de entrelazamiento cuántico bipartito y multipartito basados en la matriz de covarianza del estado cuántico (criterio de Simon para dos modos y generalización para número arbitrario de modos). Detección de entrelazamiento cuántico mas allá de los estados Gaussianos: criterios de entrelazamiento bipartito y multipartito basados en la matriz de momentos de orden arbitrario (criterio de Shchukin & Vogel y extensión a sistemas de muchos modos).
- Protocolo de teletransporte cuántico en sistemas de VC.

### Bibliografía:

- P.W. Lamberti, M. Portesi, S. Zozor (2018). *Geometría e información*. (en redacción)
- I. Bengtsson and K. Życzkowski (2017). *Geometry of Quantum States: An Introduction to Quantum Entanglement*. Cambridge: Cambridge University Press
- A. W. Marshall, I. Olkin and B. Arnold (2010). *Inequalities: Theory of Majorization and Its Applications*. New York: Academic Press.
- T.M. Cover and J.A. Thomas (2006). *Elements of Information Theory* (2nd ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- M.A. Nielsen and G. Vidal (2001). Majorization and the interconversion of bipartite states. *Quantum Information & Computation*, 1: 76-93.
- S.-I. Amari and H. Nagaoka (2000). *Methods of Information Geometry*. Rhode Island: Oxford University Press.