

¿De qué manera es posible discernir qué tan cuántico es un sistema bipartito?

José R. **Castro San Agustín**
Manuel **Ávila Aoki**

Un sistema físico bipartito es aquel que contiene dos subsistemas físicos únicamente determinados. Las correlaciones en un sistema bipartito son cruciales para determinar si este está en el dominio clásico o bien en el dominio cuántico (Horodecki *et al.*, 2009; Modi *et al.*, 2012). En el dominio clásico, las correlaciones clásicas estarán relacionadas indirectamente con cantidades físicas tales como momento lineal, momento angular y energía mecánica (Goldstein, 1987). Por otra parte, las correlaciones cuánticas estarán relacionadas indirectamente con cantidades físicas no clásicas, tales como momento angular de espín, isospín, energía interna cuántica (Sakurai, 2020).

Dos de las más importantes correlaciones cuánticas que se conocen son el entrelazamiento cuántico (Horodecki *et al.*, 2009) y la así llamada discordia cuántica (Ávila Aoki, 2019). Las medidas numéricas de dichas cantidades son cruciales para determinar el grado no clásico de un sistema bipartito. A menudo se habla en la literatura científica de un estado bipartito separable como clásicamente correlacionado. Matemáticamente, un estado de dos partitas A y B es separable si la función de estado que describe al estado conjunto se puede separar en el producto de estados de cada una de las dos partitas individuales. Es

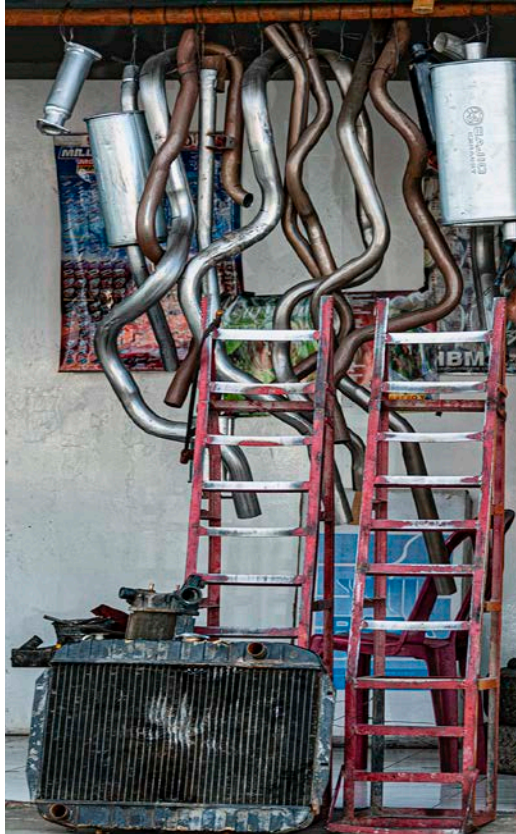
decir, $|AB\rangle = |A\rangle \cdot |B\rangle$. Si dicha igualdad se cumple, entonces se dice que el estado bipartito está clásicamente correlacionado. Se dice que un estado bipartito está cuánticamente correlacionado si no está clásicamente correlacionado. En este punto surge la siguiente pregunta: ¿qué distingue un estado clásicamente correlacionado de un estado cuánticamente relacionado? La respuesta es: las capacidades para efectuar tareas de información que involucren recursos cuánticos.

Zanardi (2001) fue el primero en observar que las correlaciones cuánticas son relativas. Estas dependen de la elección de observables (cantidades físicas susceptibles de medición experimental) para medirlas. Por cierto, Bellomo y colaboradores (2016) hicieron la observación de que las correlaciones clásicas también son relativas al subsistema que se elija para medirlas.

Para determinar qué tan cuánticamente rico o cuánticamente pobre es un sistema bipartito, los especialistas emplean una medida llamada Potencial Quanticidad (P^Q).

Así, un estado cuántico dado $|AB\rangle$ en el que se encuentra el sistema bipartito, el Potencial Quanticidad se define como el valor máximo de todas las medidas de las correlaciones cuánticas, entre las dos partitas A y B . Dichas medidas de correlaciones cuánticas entre las dos partitas A y B pueden ser entrelazamiento cuántico, discordia cuántica o negatividad. Vale la pena observar que el Potencial Quanticidad es un número real, positivo, menor o igual que la unidad, es decir, $0 \leq P^Q \leq 1$. Valores del Potencial Quanticidad cercanos a cero indican que el estado cuántico bipartito es cuánticamente pobre. Por otra parte, valores del Potencial Quanticidad cercanos a la unidad indican un estado cuánticamente rico.

Las ventajas de un sistema bipartito cuánticamente rico es que son idealmente útiles para el procesamiento cuántico de la información, por ejemplo, el compilar algoritmos. Por el contrario, un sistema bipartito cuánticamente pobre es no funcional para el procesamiento cuántico de la información.



© Enrique Soto. Serie "Mofles", 2009.

AGRADECIMIENTOS

M. A. A. agradece a SNI CONACyT.

R E F E R E N C I A S

- Ávila Aoki M y Soberanes F (2019). Reseña de una Interpretación de Discordia Cuántica, *Ciencia Ergo Sum* 26 (2), Recuperado de <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/10639>.
- Bellomo G, Plastino A, Plastino AR (2016). Quantumness and the role of locality in quantum correlations. *Phys. Rev. A* 93:062322-32.
- Goldstein H (1987). *Mecánica Clásica*, Reverté.
- Horodecki R, Horodecki P, Horodecki M and Horodecki K (2009). Quantum Entanglement. *Rev. of Mod. Phys.* 81:865-942.
- Modi K, Brodutch A, Cable H, Paterek T and Vedral V (2012). The classical-quantum boundary for correlations: Discord and related measures. *Rev. of Mod. Phys.* 84:1655-1707.
- Sakurai JJ and Napolitano J (2020). *Modern Quantum Mechanics*. Cambridge University Press.
- Zanardi P (2001). Virtual Quantum Subsystems. *Phys. Rev. Lett.* 87:077901-09.

José R. Castro San Agustín
Manuel Ávila Aoki
Centro Universitario UAEM Valle de Chalco
UAE Mex
jrcsa96@gmail.com
melpphys@gmail.com