

La fórmula del enmarañamiento

MARCOS PIVETTA

Publicado en junio de 2009

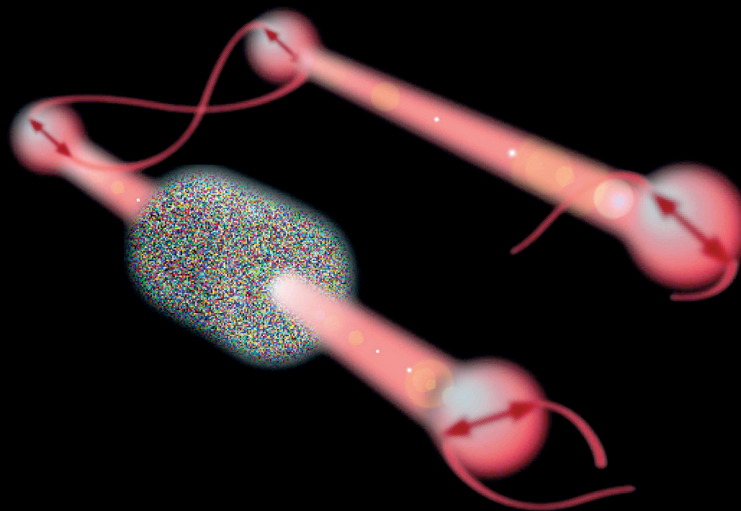
Grupo de Río de Janeiro plantea una ecuación que describe la disminución del fenómeno cuántico debido al influjo del ambiente

El 20 de abril de 2006, un equipo del Grupo de Óptica Cuántica del Instituto de Física de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ) publicó un artículo en la revista científica británica *Nature* en que informaba acerca de la primera medición directa de uno de los fenómenos más extraños y fascinantes del mundo cuántico: el llamado enmarañamiento o entrelazamiento de partículas; átomos, electrones o las partículas elementales de luz, los fotones. El 27 de abril de 2007, los investigadores brasileños publicaron otro importante *paper* sobre este complejo campo de estudio de la física. En las páginas del periódico estadounidense *Science*, los brasileños mostraron de qué manera el enmarañamiento, una propiedad esencial para el desarrollo de una computadora cuántica, puede desaparecer repentinamente, sufrir una especie de muerte súbita. Y ahora, el mismo equipo de científicos, compuesto por los investigadores Luiz Davidovich, Paulo Henrique Souto Ribeiro y Steve Walborn, brindó una nueva contribución de peso al tema, en esta oportunidad en el marco de un artículo publicado el día 14 de mayo de 2009 en

el sitio de *Science*: formuló y demostró experimentalmente una ley que describe la dinámica del entrelazamiento.

En un lenguaje más coloquial, lo que los físicos de Río de Janeiro hicieron fue crear una ecuación general que les permite estimar, con precisión y de manera sencilla, la pérdida de enmarañamiento de un sistema formado por dos partículas cuando una de éstas sufre los efectos deletéreos del ambiente. Factores externos a un sistema con estas características, tales como el rozamiento o la temperatura, pueden llevar a la disminución y hasta a la desaparición del entrelazamiento. El nuevo método prescinde de la reconstrucción del estado final de un sistema enmarañado, una tarea difícil de llevarse a cabo y con resultados a veces imprecisos.

“Hasta ahora existía solamente una ecuación, planteada en un trabajo teórico publicado el año pasado en la revista *Nature Physics*, para describir la dinámica del enmarañamiento en un caso muy particular e ideal: un sistema cuyo estado inicial fuese totalmente conocido”, explica Davidovich, principal autor del estudio, que contó también con la colaboración de dos estudiantes de posgrado, Camille Latune y Osvaldo



**Ilustración
de fotones
con (las líneas
circulares
enteras) y sin
entrelazamiento**

Jiménez Farías. “Nuestra ecuación es una generalización de la anterior y sirve también para situaciones más cercanas a la real, cuando existe una incertidumbre sobre el estado inicial del sistema”. La influencia del ambiente sobre una de las partículas del sistema enmarañado fue demostrada por los científicos brasileños en el marco de un experimento con fotones con el empleo de un método conocido entre los físicos como “tomografía cuántica de proceso”.

Definido por Albert Einstein como algo envuelto por una “fantasmagórica acción a distancia”, el enmarañamiento cuántico es un fenómeno extraño en el mundo de la física clásica newtoniana en que vivimos. Como por arte de magia, este evento hace que un conjunto de partículas elementales comparta ciertas características aunque no haya ninguna conexión física entre ellas. El problema es que no es posible

determinar las propiedades de cada una de las partículas entrelazadas, solamente las del sistema global. Si en lugar de dos partículas elementales, el lector visualiza un sistema compuesto por dos dados enmarañados, este desconcertante concepto del universo cuántico es más fácil de entenderse. Por exhibir esta fuerte correlación, cuando se los arroja, los dados dan siempre el mismo resultado: la suma de sus valores es, por ejemplo, diez. El resultado final del sistema es conocido, fácilmente mensurable, pero se ignora cuál es la combinación numérica (cinco y cinco, siete y tres, ocho y dos u otra cualquiera) que llevó a esa suma. Pero como los dados están entrelazados, cuando se determina el valor de uno de ellos se descubre automáticamente también el del otro.

En el experimento descrito ahora en *Science*, el equipo de Davidovich generó, mediante la emisión de un haz de láser sobre un cristal, pares de fotones enmarañados con relación a uno de sus parámetros físicos: la polarización (la dirección espacial, vertical u horizontal, en que su campo electromagnético vibra). Otro parámetro de los fotones, el momento (asociado a su dirección de propagación, a su trayecto en el espa-

cio), actuó en el experimento como el ambiente externo al sistema. Los investigadores se percataron de que, al producir una interacción entre el momento de uno de los fotones y la polarización, sucedía una reducción en el grado de enmarañamiento del sistema y vieron que su ecuación podía dar cuenta de esa pérdida de enmarañado. “Dimos un pequeño paso para entender la dinámica del enmarañamiento, cuya comprensión puede ayudar a construir sistemas cuánticos más robustos y estables”, comenta Davidovich, cuyo equipo forma parte del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología en Información Cuántica. Una de las apuestas de la informática del siglo XXI consiste en almacenar, transmitir y procesar información explotando las inusitadas propiedades del mundo cuántico. Pero hay mucha investigación básica y aplicada por hacerse antes de llegar a un posible PC movido por átomos o fotones materializado en la casa de las personas. ■

Artículo científico

FARÍAS, O. J. *et al.* Determining the dynamics of entanglement. *Science Express Reports*, publicado online el 14/05/2009.