

## Einstein y Heisenberg se encuentran

Luis A. Orozco

Cuando dos tenistas están boleando en un campo de tenis, desde la distancia al observarlos podemos decir que entre ellos existe una fuerza de atracción pues ambos se mantienen todo el tiempo a una distancia similar al campo de tenis. Si les cambiamos la pelota de tenis, por una pelota de billar los jugadores jugaran mucho mas cerca uno del otro para poder regresar la pelota pesada de billar. Vistos desde lejos, la distancia promedio entre los jugadores juego seria mas parecida a una mesa de ping-pong y no a la cancha de tenis. Si en cambio les damos una pelota más ligera que una de ping-pong, los jugadores podrán separarse más y seguir jugando. Cuando observamos la naturaleza nos damos cuenta que las fuerzas tienen un rango, una distancia donde la fuerza puede actuar, donde se puede medir su influencia.

El rango de una fuerza está determinado por la masa de la partícula intercambiada en la interacción. Los tenistas deben jugar muy juntos con una bola de billar (rango corto) y muy separados con una de ping-pong (rango largo). Pero en la naturaleza nosotros no vemos ese constante intercambio de partículas entre diferentes cuerpos. Nosotros mismos tenemos millones de electrones y protones formando átomos y moléculas. Si están intercambiando todo el tiempo partículas cómo no las observamos. La respuesta apareció cuando entendimos como relacionar la idea de Einstein de que la masa de una partícula es energía y el principio de incertidumbre de Heisenberg. Una partícula puede existir por un tiempo muy corto siempre y cuando no viole el principio de incertidumbre. Si durante ese tiempo se mueve a una velocidad cercana a la de la luz, deberá regresar al cuerdo de donde salió para no violar el principio de incertidumbre. La distancia recorrida en ese ir y venir es el rango de una fuerza.

Analizando el juego de tenis anterior, nos damos cuenta que si la masa de la pelota es cero, los jugadores podrían separarse cuanto quisieran. Conforme aumenta la distancia, baja la fuerza, pero no deja de existir. Eso mismo pasa en la naturaleza con dos de las fuerzas: la gravedad y la electromagnética. La fuerza de la gravedad la llevan los gravitones, mientras la electromagnética está mediada por los fotones, los mismos que Einstein relacionó con el efecto fotoeléctrico y ahora entendemos por que pueden viajar desde tan lejos y traernos información en paquetes de luz que forman imágenes. La fuerza débil tiene un rango muy pequeño, unas cien veces menor al diámetro de un protón, por lo tanto las tres partículas mediadoras de la fuerza débil son muy pesadas. Su masa es como la masa de un átomo de cobre. La cuarta fuerza de la naturaleza, la fuerza fuerte que mantiene a los protones y neutrones juntos en el núcleo, es diferente a las otras tres porque aumenta conforme se separan mas los cuerpos, de la misma manera que un resorte jala más mientras más se separa, pero ya sabemos que los gluones, las partículas mediadoras de la fuerza fuerte, tienen una masa de cero.

La pregunta de cómo se transmite la fuerza entre dos partículas ocupó mucho del tiempo de Newton y sus contemporáneos. Fue la combinación de las ideas de Einstein y de Heisenberg, comenzada por Dirac en 1928, la que nos ha

llevado a la formulación contemporánea de las fuerzas mediadas por partículas y nos ha abierto el universo microscópico para entenderlas mejor.

FIN DE COLUMNA