

# EL SORPRENDENTE VACÍO CUÁNTICO

José Salvador Ruiz Fargueta

A veces lo más sorprendente es lo que ocurre cada día. La transparencia del vacío, por ejemplo, que todo el mundo da por natural y lógica, puede que no lo sea tanto. Sobre todo si consideramos las tremendas energías asociadas al vacío cuántico. Es un hecho que a la menor distancia posible,  $10^{-35}$  metros (un decimal con 34 ceros detrás de la coma), llamada longitud de Planck, se le asocia una masa del orden de 0.00002 gramos, por el llamado principio de incertidumbre. Si mantuviéramos la misma relación y, de igual manera, asignáramos la masa correspondiente a un metro, nos encontraríamos con la friolera de:  $1.2 \times 10^{24}$  toneladas.

Pero el principio de incertidumbre establece que las fluctuaciones cuánticas del vacío están acotadas y dependen del inverso de la distancia: esa es la razón de que observemos el vacío transparente y maravillosamente vacío. Conforme aumenta la distancia las fluctuaciones del vacío son más pequeñas; así podemos disfrutar de todo el mundo que nos rodea, del sol, de los más preciosos paisajes y, en las noches estrella-

das, recrearnos en la observación del inmenso firmamento.

En toda esta cuestión tiene mucho que ver un extraño objeto geométrico, por otra parte muy común, llamado fractal. Normalmente trabajamos y estudiamos con aproximaciones: hablamos de líneas rectas o curvas, de superficies lisas, de objetos geométricos como esferas o cubos. Pero somos conscientes de estar simplificando la realidad: una simple línea, en el mundo real, nunca es una línea perfecta. Conforme la observamos aumentada vemos que aparecen fracturas e imperfecciones, la realidad es así, fractal e imperfecta.

Las fluctuaciones cuánticas del vacío no escapan a la realidad fractal, de hecho son las responsables de que algo tan natural como la trayectoria clásica de una partícula (una simple curva geométrica continua) no exista. En su lugar, se habla de trayectoria fractal ("rota", "fracturada"), discontinua. Si observamos la trayectoria de cualquier partícula subatómica veremos que es tanto más intrincada cuanto mayor sea el detalle deseado. Ese



© Lorena Campbell, Nueva York, 1993.

grado de irregularidad viene determinado por un parámetro llamado dimensión fractal: una línea recta tiene una dimensión topológica o aparente igual a la unidad pero, dependiendo de las discontinuidades y del "arrugamiento" que presente, puede tener una dimensión fractal de 1.5, de 2 o más.

Siendo como son terriblemente intrincadas estas fluctuaciones, el factor de arrugamiento, que se suma a la dimensión topológica para alcanzar la dimensión fractal, es importante. Por fortuna para la preciosa transparencia del vacío, van en su ayuda las dimensiones enrolladas: 6 dimensiones que, según la teoría de supercuerdas, deben existir para poder alcanzar la teoría final que unifique las cuatro fuerzas fundamentales: gravedad, electromagnética, débil y fuerte.

Las dimensiones enrolladas, por el hecho de serlo, suponen restar su valor al total de las dimensiones existentes. Por ejemplo, una cuartilla de papel está representada por dos dimensiones: largo y ancho (despreciando su espesor). Si enrolláramos el an-

cho hasta que fuera insignificante nos quedaría un hilo muy fino capaz de ser representado por una sola dimensión: el largo. Al total de dimensiones, dos, habremos restado las enrolladas quedándonos únicamente una. El factor de arrugamiento, al contrario, se suma al número de dimensiones topológicas para dar el valor de la dimensión fractal. En cierta forma, vemos que son factores opuestos: sus efectos se contrarrestan. De hecho, si igualamos su valor (factor de arrugamiento = dimensiones enrolladas) obtenemos la fórmula mágica de la transparencia del vacío cuántico y de su apariencia vacua: las fluctuaciones quedan acotadas y dependientes del inverso de la distancia, tal como establece el principio de incertidumbre.

En las distancias del orden de la longitud de Planck, el efecto de las dimensiones enrolladas, tal como lo hemos expuesto, desaparece, debemos tener en cuenta todas las dimensiones, enrolladas y no enrolladas, y el vacío se presenta extremadamente "arrugado" y cambiante, deja de ser "plano" y estable.

#### LECTURAS RECOMENDADAS

- Mandelbrot, B., *Los objetos fractales*, Tusquets Editores, Barcelona, 1987.
- Cohen-Tannoud, G. y Spiro, I.M., *La materia-espacio-tiempo, Espasa-Calpe, Madrid, 1988.*
- Weinberg, S., Feynman, R., Glashow, S., Salam, A., Ellis, J., Gross, E., Green, M., Witten, E. y Schwartz, J., *Supercuerdas ¿Una teoría de todo?*, P.C.W. Davies y J. Brown (eds.), Alianza Editorial, Madrid, 1990.
- Kaku, M., *Hiperespacio*, Crítica (Grijalbo Mondadori), Barcelona, 1996.
- <http://www.daec.obspm.fr/users/nottale/> (página web de Laurent Nottale, sobre el espacio-tiempo fractal).
- <http://www.lmasD-tecnologia.com> (revista de información tecnológica, "El diablo Aleaxis y el efecto de ocultación de masa", S. Ruiz Fargueta. También publicado en la web de la Real Sociedad Española de Física, en el foro de debate sobre física divertida).

**José Salvador Ruiz Fargueta**  
**[jsrfargueta@telefonica.net](mailto:jsrfargueta@telefonica.net)**  
**[salvador.ruizfargueta@telefonica.es](mailto:salvador.ruizfargueta@telefonica.es)**