

# No todas las Susy son Susanas

**Yura Rubo, Julia Tagüeña y Antonio del Río**

Centro de Investigación en Energía,  
Universidad Nacional Autónoma de México y  
Miembros de la Academia de Ciencias de Morelos

En el Centro de Investigación en Energía de la UNAM, situado en Temixco, Morelos, tenemos un comedor muy frecuentado por sus investigadores y estudiantes. Los temas de conversación son muy variados y, estando en la cola para servirnos la comida, nos preguntamos cuándo escribiríamos un artículo para La Unión de Morelos. Comenzamos a hablar sobre lo difícil que es explicar algunos conceptos modernos de física contemporánea, aunque muchos ya aparecen en la vida cotidiana. Por ejemplo, el término "supersimetría" es el nombre de un disco que contiene una canción llamada *Susy*. Estos nombres se le ocurrieron a un cantante que había estudiado teoría de campo en la Facultad de Física en la Universidad de L'vov. Después de terminar sus estudios, se volvió artista y cantante, y ahora es tan popular en su tierra que ya no se dedicará a la investigación. Su nombre es Svyatosláv Vakarchúk y con su grupo "El Océano de Elsa" (Okean Elzy; Fig. 1) grabó una canción muy exitosa que se llama "*Susy*". En Ucrania toda la gente se pregunta quién es la tal *Susy* de la canción, ¿dónde está esta chica? Al tomar en cuenta la formación original del autor de la canción, es claro que la canción trata, no de una Susana, sino de la supersimetría.

Antes de hablar sobre el concep-



Foto 1. Grupo de rock ucraniano "Okean Elzy".

to de supersimetría, es necesario enfatizar algunos aspectos de la simetría común. En la escuela aprendemos sobre las figuras simétricas en el plano, como un cuadrado, que muestra su simetría cuando trazamos una línea perpendicular a la mitad de uno de sus lados o una línea diagonal de vértice a vértice; en ambos casos obtenemos dos figuras que son reflejos una de la otra (ver Fig. 2). Situaciones similares se pueden presentar en cuerpos en el espacio como, por ejemplo, el cubo que tiene planos de simetría similares a las líneas de simetría del cuadrado. Las ideas de la simetría juegan un papel importante en la resolución de diferentes problemas de matemáticas o de física. Podemos mencionar el problema de las cuatro moscas, que inicialmente están en las esquinas de un cuadrado y que vuelan con velocidades constan-

tes, por ejemplo, en la dirección contraria a las manecillas del reloj.

Si ellas mantienen siempre la dirección de su movimiento hacia la mosca más cercana enfrente de ellas (como para querer alcanzarla en el tiempo lo más corto posible), podemos preguntar ¿qué va pasar con las moscas? ¿Se atrapan una a la otra? ¿En qué lugar? Claro que las trayectorias de vuelo de las moscas son unas espirales bastante complicadas de describir y el problema parece muy difícil a primera vista. Sin embargo, se resuelve de forma muy sencilla, si tomamos en cuenta la simetría de la posición de las moscas en cada instante de tiempo: siempre están en los vértices de un cuadrado que rota y disminuye de tamaño constantemente. Reflexionando un poco, nos damos cuenta que, por la simetría del problema, las moscas

coincidirán en el punto central, en un tiempo que dependerá de su velocidad y del tamaño original del cuadrado; es decir, la solución es simple si usamos la simetría.

La importancia de la simetría en la formulación de las leyes de la Naturaleza es probablemente menos conocida por el público en general. Cualquier simetría del mundo en que vivimos se refleja en una ley física. Por ejemplo, la isotropía del espacio (es decir, la independencia de las propiedades del espacio respecto a la dirección) se refleja en la ley de la conservación del momento angular; y la invariancia respecto a translaciones en el tiempo (es decir, la equivalencia de todos los instantes de tiempo) se refleja en la ley de conservación de la energía. El problema principal con las simetrías del Universo es que normalmente las obser-

vamos cuando son violadas o, como dicen los físicos, cuando se rompen. Por ejemplo, la isotropía del espacio parece romperse por la presencia del campo gravitacional de la Tierra; la dirección "arriba" no es igual a la dirección "abajo": la simetría entre arriba y abajo se rompió. Para demostrar la equivalencia de arriba y abajo hay que utilizar gran energía para conseguir que el campo de la Tierra sea despreciable en el fenómeno o proceso. Por ejemplo, en la salida de un tiro de pistola, la gravitación no tiene ninguna importancia. La velocidad terminal de la bala al salir de la pistola es prácticamente igual si disparamos hacia arriba o hacia abajo. Así confirmamos la existencia de la isotropía del espacio. En cualquier caso, si queremos verificar una simetría sofisticada de la Naturaleza, especialmente una simetría de los procesos microscópicos que involucran a las partículas elementales, hay que alcanzar energías muy altas en las colisiones de estas partículas. Cuando se estudian colisiones de partículas elementales, la "pistola" es un supercolisionador como el que está funcionando ahora en Ginebra (ver Fig. 3).

La supersimetría, conocida también por el nombre reducido de *SuSy* (de la palabra compuesta "*Super-Symmetry*" en inglés), es un concepto bastante novedoso en la física de las partículas elementales. Estas partículas se clasifican en dos grandes grupos: los *fermiones* y los *bosones*. Lo que permite diferenciar a estos grupos son los valores de una propiedad fundamental, de las partículas elementales, que se llama espín. En el caso de los fer-

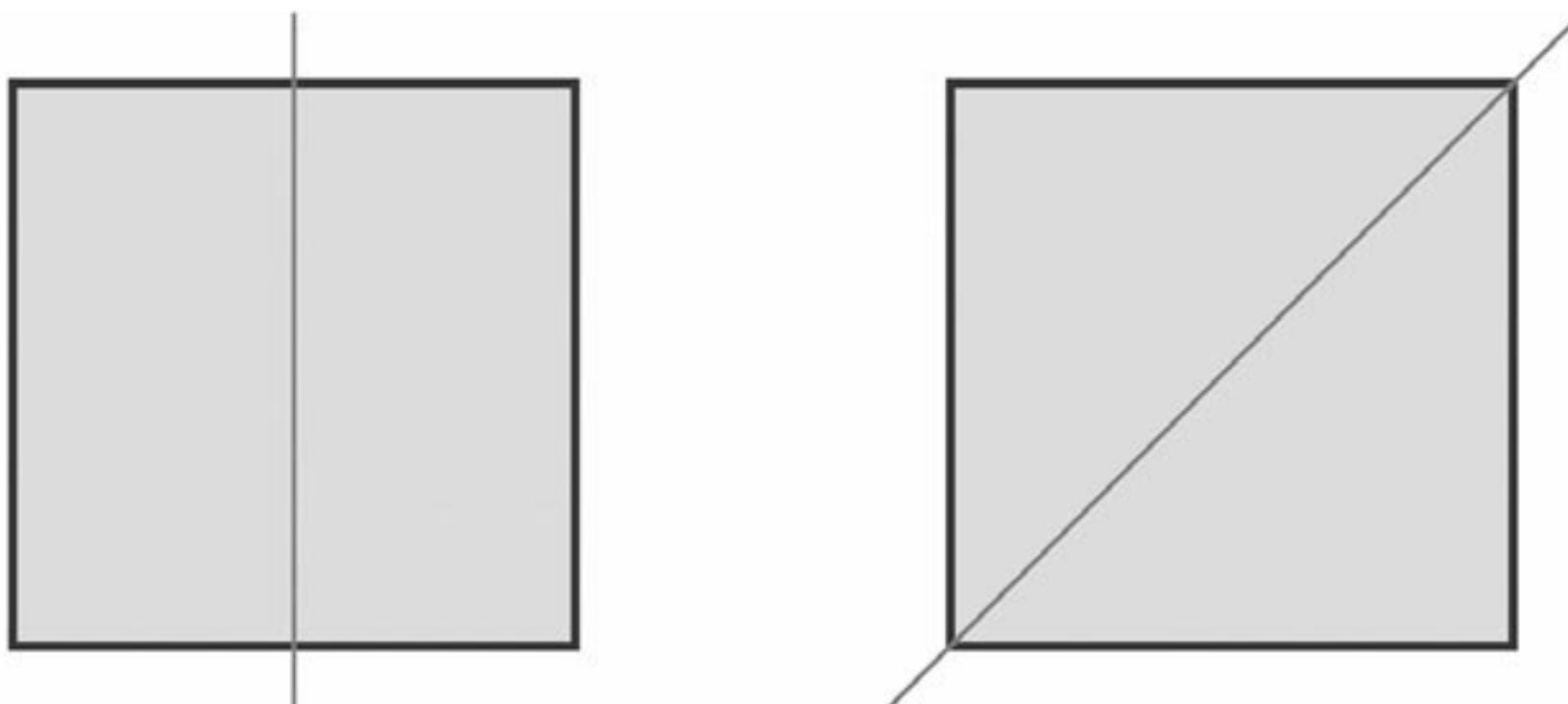
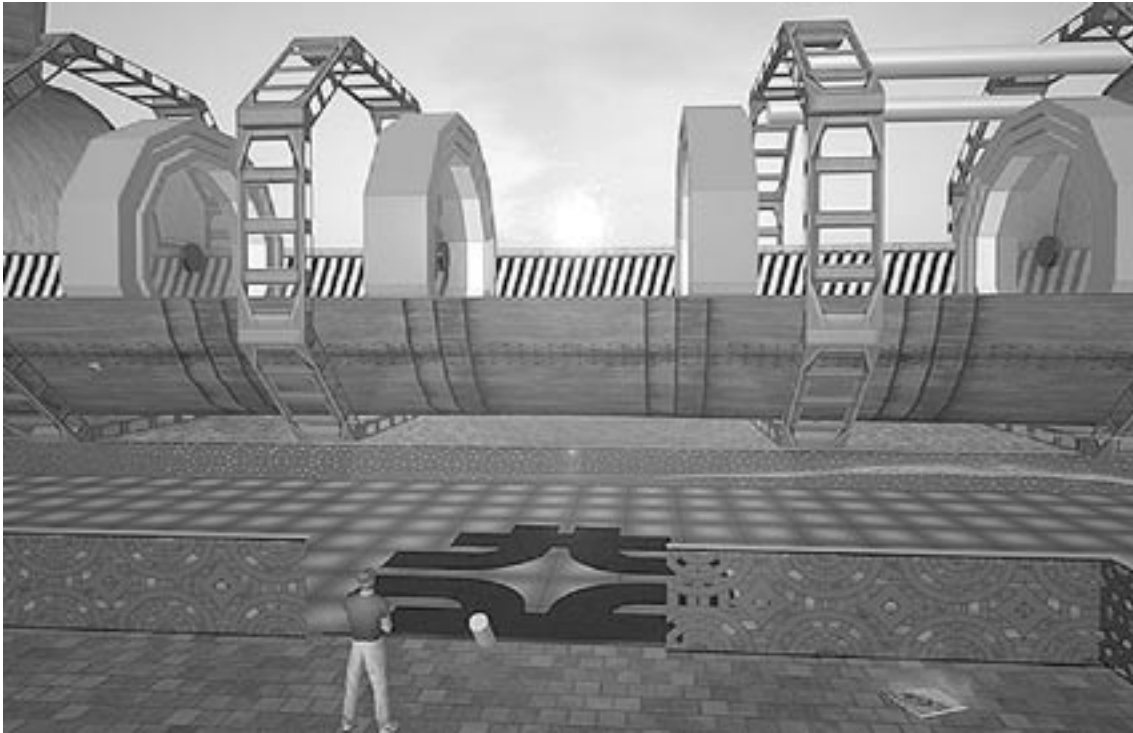


Foto 2. Algunas simetrías del cuadrado.



todos los días recibimos baños de fotones cuando nos asoleamos o estamos en un cuarto iluminado. ¿Podríamos construir un súper-compañero de un foco incandescente? En un foco, al circular por un filamento de metal, los electrones chocan con los átomos de la red metálica provocando que éstos ganen energía, que posteriormente liberan en forma de luz, es decir emiten fotones. En el Universo supersimétrico, se podría intercambiar fermiones y bosones, y obtener un "eleco", un electrón-foco: un dispositivo por donde circularan unos bosones y se emitieran electrones. Claramente eso no es posible, es más el "eleco" sería muy poco útil ya que, a diferencia de los fotones, a los electrones no podemos verlos en nuestro mundo. Además sería ¡bastante peligroso!, ya que el eleco sería como un cañón de electrones que los dispararía en

todas direcciones. Pero no hay que preocuparse. Vivimos en la escala de energías muy bajas y la supersimetría, aun si existe, está rota en nuestro entorno. La hipótesis de SuSy no se ha comprobado experimentalmente. No podemos alcanzar las energías suficientemente altas para verificarla, y es poco probable que los científicos logren llegar a este rango de energía en el futuro próximo.

#### Referencia

( ) Se puede escuchar la canción siguiendo el enlace <http://www.youtube.com/watch?v=aQ5o6c52HLQ>. En la canción el nombre "Susy" rima con "ilusión" en ucraniano. ¿De cuáles ilusiones se habla, ilusiones de amor a una mujer, o ilusiones de la física teórica? ¿Qué será Susy... ¿una chica linda o una teoría superpoderosa? ¿Quién sabe...

Foto 3. El supercolisionador de hadrones, CERN Ginebra

miones el espín es fraccionario, semi-entero (por ejemplo,  $1/2$  o  $3/2$ ), mientras que para los bosones es entero (por ejemplo,  $0$ ,  $1$  o  $2$ ). Eso hace que se porten de manera muy diferente. Los bosones son gregarios y se amontonan, como las moscas del problema que presentamos arriba; mientras que los fermiones son muy exclusivos, se evitan unos a los otros y no pueden ocupar, ni siquiera dos de ellos, el mismo estado físico.

La supersimetría relaciona a los bosones y a los fermiones y forma parte de diferentes modelos teóricos. Según la teoría SuSy, a cada partícula le corresponde una compañera supersimétrica llamada super-compañera. Cada bosón tiene un super-compañero fermión y viceversa. Se piensa que la supersimetría existió en el origen del universo, y que se rompió con su expansión y enfriamiento. No hemos logrado observar o crear a las compañeras supersimétricas de las partículas elementales, porque no se ha podido llegar a las energías necesarias. Para explicar la supersimetría, utilicemos el siguiente ejemplo. Para el caso de los fermiones, consideremos a los electrones, los cuales nos son muy conocidos gracias a nuestra experiencia con corrientes eléctricas. Sabemos que por los circuitos eléctricos y electrónicos circulan electrones que tienen espín de valor  $1/2$ . Para conducir corriente eléctrica generalmente aprovechamos a los electrones que forman parte de los metales. Ahora pensemos en la luz cuyos paquetes de energía son los fotones, los cuales son bosones de espín uno. De hecho,



La Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

participa el sensible deceso de

**José Rogelio Álvarez Encarnación,**

Escritor, ensayista, historiador y cronista; coordinador de la Enciclopedia de México e integrante de la Academia Mexicana de la Lengua; padre de nuestro amigo y colega Dr. Luis Javier Álvarez Noguera, Miembro de la Academia, acaecido el pasado jueves 03 de marzo de 2011.

Descanse en Paz

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar:  
[www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)