



Abdus Salam.

ge, donde se graduó en física y en matemáticas. En 1951 regresó a Pakistán con intención de formar un grupo de investigación en la Universidad del Punjab. No obstante, debido a las dificultades encontradas en Pakistán, volvió de nuevo a Cambridge. En 1957, fue nombrado profesor del Imperial College de Londres, donde, junto con Paul Mathews, su antiguo director de tesis, formó un importante grupo de investigación en física teórica. Allí desarrolló, en colaboración con John Ward, su teoría gauge de las interacciones débiles, que predecía la existencia de los bosones W y Z y de las corrientes neutras. Esto le valió el Premio Nobel de Física en 1979, compartido con Steven Weinberg y Sheldon Glashow.

Pese a vivir en Inglaterra, Salam estuvo en permanente contacto con su país. Desde 1958 fue consejero científico del presidente pakistani Ayub Khan y representó a Pakistán en diversos organismos internacionales. Las relaciones se rompieron en 1974 cuando el presidente Ali Bhutto excluyó de la religión mahometana a la secta Ahmadiyya, a la que pertenecía Salam.

Salam desarrolló también una importante actividad como gestor y miembro de organismos e instituciones científicas. Fue secretario de las Conferencias de Ginebra sobre los Usos Pacíficos de la Energía Atómica, miembro del Comité Ase-

sor de Ciencia y Tecnología de la ONU y Vicepresidente de la IUPAP (International Union for Pure and Applied Physics). Uno de sus empeños principales fue la ayuda al desarrollo de la ciencia en los países del Tercer Mundo. Gracias al apoyo de la UNESCO y del gobierno italiano, Salam pudo fundar, en 1964, el Centro Internacional de Física Teórica en Trieste, que dirigió hasta su muerte.

— Durante 1996 desaparecieron dos figuras fundamentales en el campo de la Historia de la Ciencia. El 17 de junio murió Thomas S. Kuhn, cuya obra clásica, *La estructura de las revolucio-*

*nes científicas* inició un cambio profundo en la filosofía de la ciencia y, en especial, en la visión del desarrollo científico hasta entonces dominada por las ideas de Karl Popper. Pocas semanas más tarde, el 21 de agosto, murió **Richard Westfall**, autor de numerosos trabajos sobre la ciencia de los siglos XVII y XVIII y, sobre todo, autor de la monumental biografía de Newton *Never at rest*, la obra de referencia para todo aquel que quiera acercarse a la figura del mayor científico de la Historia.

J. Javier García Sanz  
Depto. de Física Fundamental

## SEMBLANZAS DE LOS PREMIOS NOBEL Y DE LAS MEDALLAS FIELDS

### Premio Nobel de Física de 1996

El Premio Nobel de Física 1996 fue concedido a David Lee, Douglas Osheroff y Robert Richardson por sus trabajos en física de bajas temperaturas que llevaron al descubrimiento de la fase superfluida del He<sup>3</sup> en 1972. Dichos trabajos se desarrollaron en la Universidad de Cornell, Ithaca (Nueva York).

La superfluidez es la ausencia de viscosidad en los fluidos, lo que se traduce, entre otras cosas, en que el superfluido puede circular por capilares estrechos sin ninguna dificultad. Este fenómeno fue descubierto en 1938 en el He<sup>4</sup> por el físico ruso Piotr Kapitza, que recibió el Premio Nobel en 1978. La explicación teórica del fenómeno fue dada por Lev D. Landau (y también por Laszlo Tisza, y posteriormente completada por Richard Feynmann y otros). Landau había sido encarcelado en 1938 bajo la falsa acusación de espiar para Alemania, y Kapitza escribió a Stalin pidiendo su libertad con el argumento de que, en su opinión, era el único físico ruso

capaz de explicar el fenómeno, lo que redundaría en beneficio de la física soviética. Landau recibió a su vez el Premio Nobel en 1962.

La teoría que explica la superfluidez del He<sup>4</sup> se basaba en el hecho de que sus núcleos tienen 4 nucleones de espín 1/2 por lo que su espín total es entero: son bosones. Los bosones obedecen a una estadística especial que favorece que tiendan a agruparse en el mismo estado cuántico. Es decir, tienden a moverse a la misma velocidad y ello hace desaparecer el rozamiento interno en el líquido. El problema, ahora, es que una explicación similar es imposible para el He<sup>3</sup>. Los núcleos de He<sup>3</sup> sólo tienen 3 nucleones y, en conjunto, tienen espín semientero: son fermiones. En contraposición a los bosones, los fermiones obedecen a un principio de exclusión que prohíbe que existan dos o más fermiones en el mismo estado cuántico. En definitiva, los núcleos de He<sup>3</sup> no pueden moverse a la vez y la superfluidez parece imposible.

No obstante, hay una escapatoria. Para explicarla podemos hacer un paralelismo con el fenómeno de la superconductividad, la ausencia de resistividad eléctrica en un metal.

La corriente eléctrica se debe al movimiento de los electrones que también son fermiones. Sin embargo, en determinadas circunstancias, y siempre a temperaturas muy bajas, puede aparecer un mecanismo de interacción que hace que los electrones se emparejen formando los llamados pares de Cooper. Estos pares de Cooper son bosones, y ello favorece su movimiento ordenado. De la misma forma, pueden sugerirse mecanismos de interacción entre núcleos de  $\text{He}^3$  que llevan también a la formación de algo análogo a los pares de Cooper electrónicos. De hecho, en los años 60 se sugirieron varios de estos mecanismos pero nunca pudo observarse el fenómeno.

Curiosamente, no era la superfluidez lo que estaban buscando Lee y sus colegas. Lo que ellos buscaban era una fase sólida antiferromagnética que también era predicha a muy bajas temperaturas por los estudios teóricos. Para conseguir estas bajas temperaturas utilizaron un proceso sugerido por el físico ruso Isaak Pomeranchuk. Éste se basa en que, a diferencia de las sustancias ordinarias, el  $\text{He}^3$  tiene un calor latente de fusión negativo. La existencia de un calor latente refleja el hecho de que las fases sólida y líquida de una sustancia a la misma temperatura tienen diferente entropía. Normalmente es la fase líquida la que tiene mayor entropía (está más desordenada) y ello se traduce en que la sustancia absorbe calor cuando se funde; o, recíprocamente, cede calor cuando se congela. Lo mismo sucede normalmente en el paso de líquido a gas. En esto se basa, por ejemplo, el funcionamiento de los refrigeradores ordinarios: al vaporizarse, un líquido absorbe calor y este calor se toma del medio ambiente que se pretende enfriar.

Para una presión dada, las fases sólida y líquida de una sustancia simple sólo pueden coexistir a una temperatura determinada. Si ahora se aumenta la presión, la fase más densa (generalmente la sólida) crecerá a expensas de la menos densa. Como la fase sólida es, en general, la más ordenada, en el proceso se



Premios Nobel de Física de 1996.

desprende calor y la temperatura del sistema aumenta.

El  $\text{He}^3$  presenta una excepción. Por debajo de 0,3 K la fase sólida del  $\text{He}^3$  está más desordenada que la fase líquida, debido precisamente al desorden de sus espines nucleares. Por ello, al aumentar la presión en una mezcla de las fases sólida y líquida, la fase sólida y más densa aumenta, pero esta vez se absorbe calor en el proceso. Este calor se toma de la energía interna del propio  $\text{He}$  y su temperatura desciende.

Lee y sus colegas emperaron con  $\text{He}^3$  líquido a 5 mK y fueron aumentando la presión de forma constante. La temperatura descendía efectivamente y al llegar a cerca de los 2,6 mK observaron sucesivamente los cambios bruscos de pendiente, típicos de una transición de fase de segundo y de primer orden, respectivamente. No obstante, estos cambios eran incompatibles con la fase antiferromagnética que andaban buscando, de modo que pensaron que habían encontrado una nueva fase sólida con una estructura cristalográfica diferente. De hecho, el artículo en que describieron su experimento (publicado en *Physical Review Letters*, **28**, 885 (1972)) llevaba por título "Evidencia de una nueva fase sólida en el  $\text{He}^3$ ", y no se mencionaba para nada la superfluidez. Posteriormente, estudios más detallados pusieron de manifiesto de forma inequívoca que la transición

observada era en realidad una transición a la superfluidez en la fase líquida.

Estos trabajos han abierto nuevas líneas de investigación. En el campo de las aplicaciones prácticas, se han construido refrigeradores nucleares basados en el  $\text{He}^3$  que pueden alcanzar temperaturas de 100  $\mu\text{K}$ . En el campo teórico, los mecanismos de ruptura de simetría asociados a estas transiciones de fase podrían aplicarse a fenómenos muy diferentes, incluyendo algunos aspectos de la evolución del universo primitivo.

J. Javier García Sanz  
Depto. de Física Fundamental

## Premio Nobel de Química de 1996

El Premio Nobel de Química del año 1996 fue concedido al científico británico Harold Kroto y a los científicos norteamericanos Robert Curl y Richard Smalley por el hallazgo de una nueva familia de moléculas de carbono, de aspecto parecido a un balón de fútbol, y a las que se llamó fullerenos.

El descubrimiento de esta nueva familia de moléculas se produjo en 1985. El Dr. H. Kroto de la Universidad de Sussex, experto en espectroscopía de microondas, estudiando las estrellas gigantes ricas en