

# Las temperaturas bajas *y sus aplicaciones*

Frecuentemente con el término “temperatura baja” nos referimos a cuando hace frío, cuando tocamos objetos dentro de un refrigerador, etcétera. Sin embargo, las temperaturas bajas son mucho más que el clima polar y en la actualidad es una rama importante de la ciencia por su gran cantidad de aplicaciones.

¿Cómo surgió el estudio de las bajas temperaturas? En el siglo XVIII no se tenían teorías sólidas que explicaran los conceptos de calor y temperatura de los cuerpos, éstas sólo se limitaban a explicar las sensaciones subjetivas de lo frío y lo caliente. Más tarde hubo científicos que estudiaron lo que pasaba con los cuerpos al ser calentados o enfriados, y así surgió la termodinámica. En 1802, Gay Lussac demostró que el enfriamiento

de un gas lo lleva a contraerse; en 1845, James Joule comprendió que el calor es una forma de energía y tres años más tarde Lord Kelvin demostró que las moléculas de cualquier sustancia gaseosa, líquida o sólida, pierden energía cuando la temperatura desciende, y calculó que un cuerpo, al perder toda la energía, alcanza la temperatura de  $-273.15^{\circ}\text{C}$ . A este valor le llamó “cero absoluto”, y de esta forma surgió la escala de temperatura absoluta o Kelvin, cuya relación con la escala Celsius es  $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$ .

Así, los físicos se interesaron en las propiedades de la materia a temperaturas cercanas al cero absoluto, como, por ejemplo, la temperatura a la que los gases pasan al estado líquido; desarrollaron métodos de enfriamiento para alcanzar las temperatu-

ras bajas logrando licuar el metano ( $111.6^{\circ}\text{K}$ ), el óxido de carbono ( $81.7^{\circ}\text{K}$ ) y el nitrógeno ( $77^{\circ}\text{K}$ ).

Con técnicas más elaboradas como la descompresión Joule-Kelvin y con la construcción de un recipiente de dos paredes plateadas y separadas por un vacío —llamado en la actualidad Dewar, en 1892 James Dewar— licuó y conservó varios litros de hidrógeno a  $20.4^{\circ}\text{K}$ . Finalmente, en 1908, Kamerlingh Onnes licuó el helio a  $4.2^{\circ}\text{K}$ .

El alcanzar temperaturas tan bajas permitió observar propiedades y comportamientos de la materia nunca antes vistas, como la superconductividad (la corriente eléctrica fluye sin resistencia y repulsión de los campos magnéticos), y la superfluidéz de los líquidos que se escapan de su recipiente, entre otras.

MONSERRAT BIZARRO SORDO Y LUIS MANUEL LEÓN ROSSANO

A partir de entonces, hubo una rápida expansión en la física de las temperaturas bajas y en la explotación comercial de sus técnicas, sobre todo en la década de los sesentas, por lo que fue entonces necesario estandarizar la terminología en la Gran Bretaña, en donde se referían a temperaturas "bajas" cuando estaban debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ , "muy bajas" para aquellas alrededor de  $100^{\circ}\text{K}$ , "bajas profundas" alrededor de  $4^{\circ}\text{K}$  y "ultra bajas" para menos de  $0.3^{\circ}\text{K}$ . En Francia se tenían únicamente dos términos, "bajas" y "muy bajas", por lo que los ingleses no podían referirse a las temperaturas en la región de microkelvin. En una reunión internacional de 1971, la co-

munidad científica acordó usar el término "criogenia" y el correspondiente prefijo "crio" para referirse a todos los fenómenos, procesos, técnicas o aparatos ocurridos o utilizados a temperaturas por debajo de  $120^{\circ}\text{K}$ . Actualmente las temperaturas alcanzadas experimentalmente llegan al orden de microkelvins.

Numerosos premios Nobel han sido otorgados a científicos que trabajaron en fenómenos que ocurren en este intervalo de temperaturas. A Kammerling Onnes, en 1913, por licuar el helio y descubrir la superconductividad. En 1972, a Bardeen, Cooper y Shriver por desarrollar la Teoría BCS de la superconductividad para superconductores

metálicos, y a Georg Bednorz y Alexander Müller, en 1986, por descubrir los superconductores cerámicos. Posteriormente, en 1996, David M. Lee, Douglas D. Osheroff y Robert C. Richardson lo recibieron por sus trabajos en superfluidez a la temperatura de dos milikelvin, y finalmente en 1997 a Cohen Tannoudji y Steven Chu, por desarrollar un método para enfriar y atrapar átomos con luz láser.

#### Aplicaciones

Muchos dispositivos electrónicos operan en un ambiente criogénico ya que mejoran la confiabilidad y la calidad de algunos sistemas electrónicos, así, los amplificadores



lectrónicos, por ejemplo, producen un sonido más limpio con menor distorsión. El radar crítico y los sistemas de imágenes y comunicación han perfeccionado la claridad, al optimizar la razón entre la señal y el ruido.

En la ingeniería espacial, el uso de nitrógeno, hidrógeno (20.4° K) y oxígeno (90.2° K) líquidos son utilizados para refrigerar y dar potencia a los vehículos de lanzamiento. El oxígeno líquido funciona para sustentar la vida, y el helio se usa para presurizar los tanques de combustible. Los cohetes serían más voluminosos y pesados si las fuentes de combustible fueran gases de hidrógeno y oxígeno, en vez de líquidos.

En el sistema solar existen planetas y satélites naturales con temperaturas que se encuentran en el intervalo correspondiente a temperaturas criogénicas, como por ejemplo Júpiter y Saturno, y los satélites Tritón e Io. Tritón, luna de Neptuno, tiene volcanes de hielo de nitrógeno, amoníaco y metano, que for-

man lagos de lava congelados, lo cual da origen al área de investigación *criovulcanismo*. El espacio exterior es el lugar más frío de la naturaleza conocida, cuya temperatura promedio es de 2.7° K.

En biología, química y medicina, la resonancia magnética nuclear ha llevado a extender las aplicaciones de la criogenia para la cual la técnica de imágenes de resonancia magnética se ha hecho muy útil. El nitrógeno líquido se usa como refrigerante para controlar la temperatura de experimentos científicos y para conservar nuestras biológicas. Este líquido, en la medicina, es utilizado para eliminar cierto tipo de virus, como el virus del papiloma, en dermatología, el cual se elimina bajando la temperatura del tejido a -10° C. Con la criogenia se han producido y mantenido bancos de tejidos y órganos, que son utilizados en intervenciones quirúrgicas. También se congelan y conservan algunos embriones para ser implantados posteriormente

como "bebés in vitro". Otra aplicación es la inseminación artificial que se da en veterinaria.

El uso de superconductores de alta temperatura mayores a 77° K) ha reducido costos de operación en los aceleradores de partículas, que utilizaban electroimanes superconductores que se enfrían (aproximadamente a 4.2° K) con técnicas más caras. Con los superconductores, las computadoras se harán más rápidas y eficientes. Las posibles aplicaciones incluyen la transmisión y almacenamiento de energía eléctrica, y trenes ultrarrápidos levitados magnéticamente.

En general, el uso de la criogenia en experimentos, en la conservación de alimentos y en la producción de gas natural líquido para automóviles se ha incrementado recientemente.

Como vemos, el estudio de fenómenos a temperaturas bajas ha llevado a un gran desarrollo tecnológico que ha permitido su aplicación en campos muy diversos. ●



**Montserrat Bizarro Sordo**  
**Luis Manuel León Rossano**  
 Facultad de Ciencias,  
 Universidad Nacional Autónoma de México.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hands, B. A. 1986. *Cryogenic Engineering*. Academic Press, Oxford.
- Ortoli, S. y J. Klein. 1990. *Historia y leyendas de la superconductividad*. Gedisa, Barcelona.
- Mayo, J. L. 1988. *Superconductivity, The Threshold of a New Technology*. McGraw Hill.
- Cedillo, Y. 1997. "Volcanes extraterrestres", en *Skylab*, núm. 6.

#### MÁGENES

- P. 17: Autor desconocido, Hulton Getty Picture Collection, Una prueba polar, un Morris Oxford modelo 1948 que estuvo a 40 grados bajo cero durante cinco días.
- P. 18: Termómetro enviado por Delisle a Celsius, colección del Instituto de Meteorología, Universidad Real, Uppsala.