

Estudio experimental del enfriamiento de un cuerpo

Ana Ojeda

Escuela de Educación Técnica N°3, Florencio Varela, Buenos Aires

Mediante la experimentación estudiamos la variación de temperatura de un cuerpo que se enfría hasta alcanzar la temperatura del medio circundante. Analizamos los resultados usando métodos gráficos, en el marco de la ley de enfriamiento de Newton.

Introducción

Isaac Newton (1641-1727) es reconocido por sus numerosas contribuciones a la ciencia. Entre otras cosas estudió el movimiento y estableció las leyes de la dinámica, enunció la ley de la gravitación universal, explicó la descomposición en colores de la luz blanca cuando pasa por un prisma, etcétera. A los 60 años de edad, aceptó un puesto como funcionario nacional y se desempeñó como responsable de la Casa de Moneda de su país. Allí tenía como misión controlar la acuñación de monedas. Probablemente se interesó por la temperatura, el calor y el punto de fusión de los metales motivado por su responsabilidad de supervisar la calidad de la acuñación.

Utilizando un horno a carbón de una pequeña cocina, Newton realizó el siguiente experimento. Calentó a rojo un bloque de hierro. Al retirarlo del fuego lo colocó en un lugar frío y observó como se enfriaba. Sus resultados dieron lugar a lo que hoy conocemos con el nombre de ley de enfriamiento de Newton, que se describe como:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_o) \quad (1)$$

donde la derivada de la temperatura respecto del tiempo dT/dt representa la rapidez del enfriamiento, T es la temperatura instantánea del cuerpo, k es una constante que define el ritmo del enfriamiento y T_o es la temperatura del ambiente, que es la temperatura que alcanza el cuerpo luego de suficiente tiempo.^[1]

Si un cuerpo se enfría a partir de una temperatura inicial T_i hasta una T_o , la ley de Newton puede ser válida para explicar su enfriamiento. La ecuación:

$$T - T_o = (T_i - T_o)e^{-kt} \quad (2)$$

que es la solución de (1), podría representar la evolución de la temperatura.^[1] Estudiaremos entonces el enfriamiento de un cuerpo en función del tiempo en el marco de (1) y (2).

Método experimental

Para realizar la experiencia utilizamos un termómetro de Hg con escala entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sumergimos el termómetro en agua caliente hasta que la temperatura del mismo alcanzó la máxima posible; anotamos esta temperatura inicial T_i (ver figura 1).

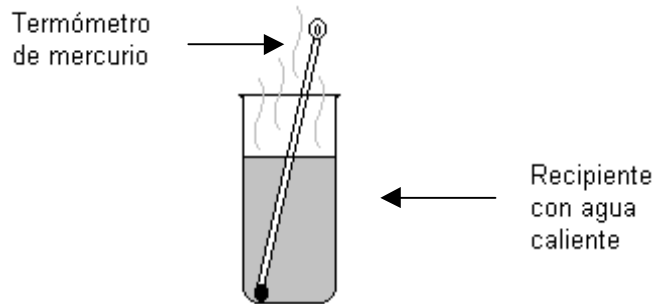


Figura 1. Dispositivo experimental

Retiramos el termómetro del agua y lo secamos con un papel. Tratando de no moverlo demasiado para no agitar el aire circundante, lo dejamos enfriar hasta que alcanzó la temperatura del medio.

Tomamos registro de la temperatura en función del tiempo (usamos un cronómetro), inicialmente cada 2 o 3 segundos durante un minuto aproximadamente. Pasado este tiempo cada 20 y luego cada 30 segundos hasta que la temperatura del termómetro se equilibró con la del ambiente, y anotamos T_o .

Con los datos obtenidos construimos una tabla de valores y analizamos gráficamente la temperatura en función del tiempo.

Resultados

Primero representamos los datos de temperatura T en función del tiempo t , en un gráfico con escalas lineales (Fig. 2). Observamos que la temperatura del cuerpo desciende abruptamente cuando el cuerpo se encuentra más caliente, y disminuye más lentamente a medida que se acerca a la temperatura ambiente.

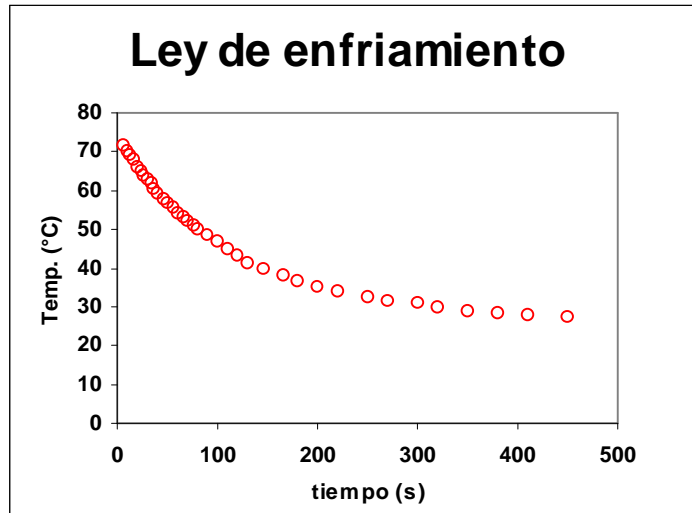


Figura 2. Representación de la temperatura en función del tiempo, en escala lineal. Se puede observar a simple vista que los puntos no se alinean en una recta.

Analizando los datos iniciales en referencia a la ecuación (2), restamos a la temperatura medida el valor final T_0 . Obtenemos $\Delta T(t) = T(t) - T_0$, que representamos en un nuevo gráfico semilogarítmico (Fig.3).

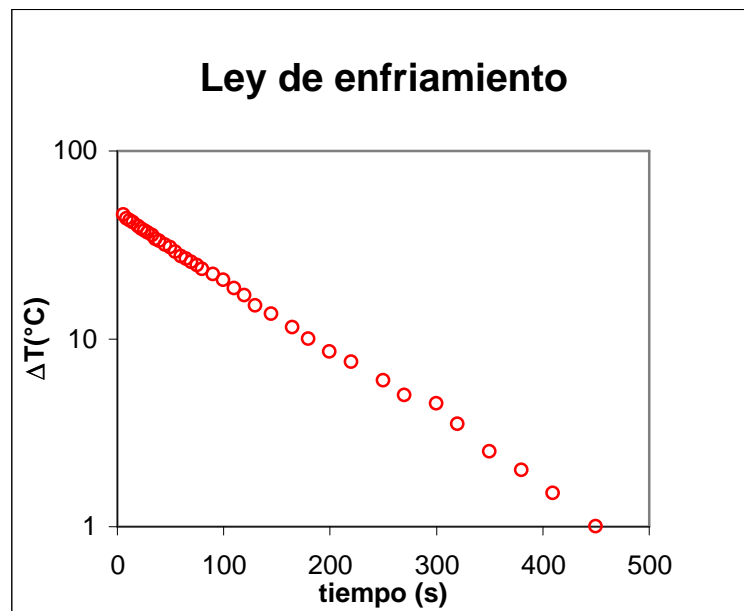


Figura 3. Representación de ΔT en función del tiempo, aplicando escala logarítmica al eje de temperaturas. En este caso se puede ver que la mayoría de la representación gráfica de estos datos queda razonablemente "linealizada".

Teniendo en cuenta la Fig. 3, observamos que la variación de la temperatura puede aproximarse mediante un decaimiento exponencial. Esto está de acuerdo con la expectativa de la ecuación (2).

La Fig. 4 muestra los mismos datos que la Fig. 3, pero la escala vertical es lineal. La línea de tendencia que ajuste los datos muestra el decaimiento exponencial.

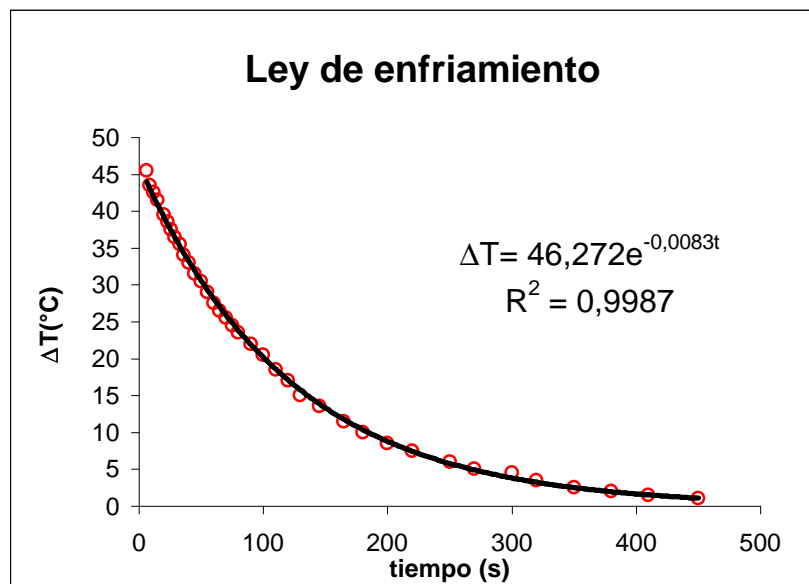


Figura 4. Representación en escala lineal de ΔT en función del tiempo, donde se observa que el ajuste corresponde a una curva con decaimiento exponencial.

Conclusiones

Mediante la experimentación concluimos que la ley de enfriamiento de Newton da cuenta del enfriamiento de este cuerpo en las condiciones del experimento (enfriamiento por convección en aire).

Referencia

1- Salvador Gil y Eduardo Rodríguez, *Módulo V de Física re-Creativa*, Prentice Hall, Buenos Aires, 2001; pág. 229.