

# DILATACIÓN TÉRMICA DEL TIEMPO

**Martín LÓPEZ GARCÍA**

En algunas ocasiones se han creado historias de ficción donde se maneja el tema de personas que se conservan y no envejecen gracias a la acción de ambientes a muy bajas temperaturas, de esta forma, estas gentes son congeladas y se mantienen en un estado criogénico. Para recuperar su estado normal, estos personajes son descongelados y el tiempo vuelve a transcurrir normal para sus vidas, específicamente recuerdo dos películas que abordan este tema; una de ellas es el Demolidor (Demolition Man 1993) protagonizada por Sylvester Stallone y la otra Siempre Joven (Forever Young 1992) protagonizada por Mel Gibson, incluso también existen historias reales que asemejan a las historias de ficción, se sabe que Walt Disney inmediatamente después de morir fue congelado y se mantiene a una temperatura criogénica, en espera de que la ciencia un día le devuelva la vida y le proporcione un salto en el tiempo. En este artículo, como resultado de los temas tratados con anterioridad, se plantea la posibilidad de que exista una relatividad térmica, un indicio de ella sería el atraso que podría experimentar un reloj colocado en el interior de una cámara criogénica, lo cual, de cumplirse, nos haría voltear los ojos directamente a la ficción imponiendo a nuestra imaginación sobre la realidad para darnos cuenta que existe una ley que dice: "todo lo que el hombre imagine será posible".

Cualquier deducción teórica debe ser comprobada por la experimentación real de las cosas e incluso en la verificación experimental, de ser cierta la teoría, se deben realizar algunos ajustes a las expresiones matemáticas encontradas. Existen dos tipos de investigadores, los teóricos y los experimentales, los experimentales cuentan con muchas facilidades para comprobar sus ideas, pero los teóricos, no siempre encuentran estas facilidades, de hecho los teóricos se deben valer casi en su totalidad de la imaginación.

## **PRIMERO UN SIMPLE EXPERIMENTO**

La dilatación térmica del tiempo, pienso puede tener una comprobación experimental incluso más fácil de conseguir que la dilatación del tiempo de la teoría especial y general de la relatividad. A continuación propongo un experimento que comprobaría la dilatación térmica del tiempo y de tener resultados fuera de los esperados por la teoría, entonces estaría fallando en el uso de la imaginación como medio de hallar una explicación a los fenómenos físicos.

El simple experimento consiste en la utilización de un apuntador LASER, de preferencia se exige que este apuntador pueda variar su frecuencia para poderlo ajustar y dejarlo en las frecuencias visibles para el ojo humano. Si el apuntador LASER emite una luz roja, entonces habría que regularlo para que se encontrara en el umbral de la luz roja y la luz infrarroja, de tal forma que al variar un poco su frecuencia, el rayo que emitiera sería visible o no sería visible, el siguiente paso sería alojarlo en una cámara frigorífica y colocarlo de tal manera que el rayo impacte sobre alguna superficie para tener una mejor referencia. Un observador

por fuera de la cámara frigorífera debe observar el punto que genera el rayo y al mismo rayo, en este momento la cámara frigorífera se debe encontrar a la misma temperatura que el exterior, posteriormente se debe descender la temperatura de la cámara hasta el momento en que el punto y el mismo rayo desaparezcan por efecto de la disminución de temperatura, solo el observador de afuera de la cámara verá este fenómeno, que teóricamente se deberá a la disminución de frecuencia provocada por la extracción de energía al sistema.

Si lo anterior sucede, ahora será necesario tener a dos observadores, uno dentro de la cámara y otro afuera, si al repetir el experimento, el observador exterior ya no visualiza el rayo y el observador del interior si lo observa, se podrá determinar que existe una relatividad provocada por la diferencia de temperaturas entre uno y otro sistema, por lo anterior mencionado se reitera la necesidad de que el LASER este ajustado en el umbral de la luz roja y la infrarroja, ya que de esta forma el descenso de temperatura no debe ser muy grande para poder apreciar una relatividad.

Si ajustamos nuestro LASER al color violeta y lo metemos dentro de la cámara y comenzamos a descender la temperatura hasta temperaturas criogénicas y cercanas al cero absoluto, entonces veremos como el rayo LASER irá cambiando sus colores desde violeta, añil, verde, amarillo, naranja, rojo y finalmente colores infrarrojos. El apuntador LASER debe contar con baterías propias y no tener una alimentación desde el exterior.

Lo mismo se podría lograr calentando una varilla con resistencias dentro de la cámara hasta ponerla al rojo vivo, los observadores dentro de la cámara frigorífera verán antes que los de afuera como la varilla comienza a emitir el color rojo.

## ARGUMENTOS TEÓRICOS

Utilizando la constante de Boltzmann para la energía media de un electrón:

$$E_m = \frac{3}{2}KT$$

Y la fórmula para el movimiento vibratorio:

$$hf = mc^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$$

$$hf = mc^2 - mv^2$$

Se puede igualar:

$$\frac{3}{2}KT = mc^2 - mv^2$$

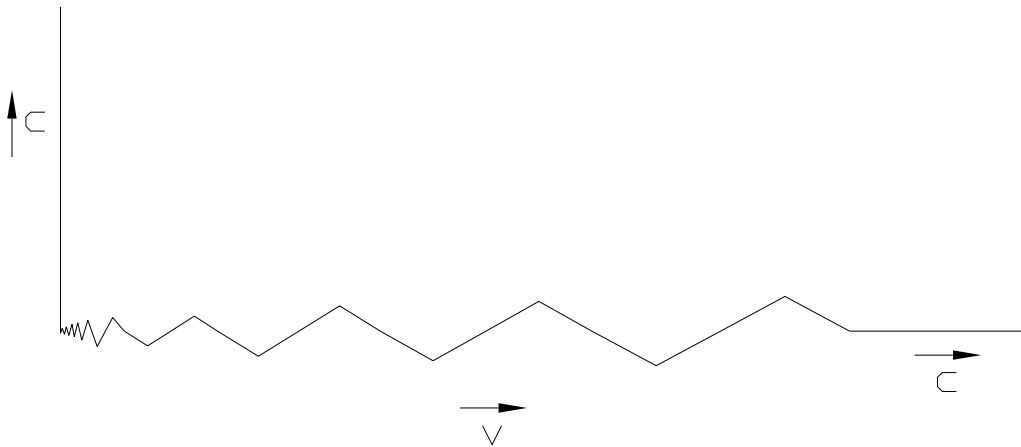
$$v^2 = c^2 - \frac{3KT}{2m}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{c^2 - \frac{3KT}{2m}}{c^2}}}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{3KT}{2mc^2}}}$$

Esta expresión representaría la dilatación térmica del tiempo de la siguiente gráfica:



Para fijar el tiempo cero a la temperatura de referencia a la que se encuentra el sistema, tendremos que hacer lo siguiente:

$$t_1 = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{3KT_1}{2mc^2}}}$$

Y

$$t_2 = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{3KT_2}{2mc^2}}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{\frac{3KT_2}{2mc^2}}}{\sqrt{\frac{3KT_1}{2mc^2}}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$t_2 = \frac{t_1}{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}$$

Se ha tomado la energía media de un electrón porque el tiempo térmico variaría igual para una partícula que para cualquier cosa y porque nos proporciona el recurso de enlace entre la energía vibrante con la temperatura

$$E_m = \frac{3}{2}KT$$

El valor de 3/2 puede ser absorbido por la constante de boltzmann quedando:

$$E_m = K_M T$$

Las constantes siempre serán constantes y no deben variar por nada, por eso son constantes, pero se sabe que los calores específicos no son constantes y varían con la misma temperatura, en este caso solo tengo la duda si la constante de Boltzmann siempre se mantiene constante, pero de no ser así, podríamos tener:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{K_{M2}T_2}{K_{M1}T_1}}}$$

Hasta este momento he mantenido una necesidad, que me ha llevado mucho tiempo superar e incluso hasta he pretendido cuestionar el valor de la constante de Boltzmann, pero finalmente he tenido que ceder ante la aparente falta de precisión de la anterior fórmula.

La teoría especial de la relatividad idealiza un fenómeno que debe suceder en el vacío, es decir sin la presencia de un campo gravitacional y por eso:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

En el límite, cuando la velocidad  $\mathbf{v}$  es igual a  $\mathbf{c}$ ,  $\mathbf{v} = \mathbf{c}$ , toda la energía, se manifiesta de una sola forma, en forma de energía cinética.

$$mc^2 = hf_i + 2 \sum_{i=1, j=1}^n E_{ij}$$

$$mc^2 = hf + mv^2 + 2mgH + 2E_{spin} + \dots + 2E_n$$

$$mc^2 = mv^2$$

En este caso la dilatación del tiempo por acción de la temperatura debe ser:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}$$

En la teoría general de la relatividad sucede lo siguiente:

$$t = t_0 \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}}$$

$$t = t_0 \sqrt{1 - \frac{2gH}{c^2}}$$

Y en su extremo:

$$mc^2 = 2mgH$$

$$mc^2 = \frac{2GMm}{r}$$

Ahora haciendo una combinación de los efectos gravitacionales más los efectos del movimiento, se podría concluir que:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \frac{2GM}{rc^2}}}$$

De tal forma para una partícula de prueba (libre) que nos pudiera ayudar a determinar la dilatación térmica del tiempo, podría estar experimentando lo siguiente:

$$mc^2 = hf_i + 2 \sum_{i=1, j=1}^n E_{ij}$$

$$hf = mc^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} - \frac{2GM}{rc^2}\right)$$

No queremos involucrar algún efecto debido al campo magnético de la tierra, que sería despreciable y tampoco queremos tomar en cuenta otras contribuciones que podrían aparecer por efecto de algún campo eléctrico y etc.

$$E_m = \frac{3}{2}KT$$

$$\frac{3}{2}KT = mc^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} - \frac{2GM}{rc^2}\right)$$

$$v = \sqrt{c^2 - \frac{3KT}{2m} - \frac{2GM}{r}}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{3KT}{2mc^2} + \frac{2GM}{rc^2}}}$$

$$t_1 = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{3KT_1}{2mc^2} + \frac{2GM}{rc^2}}}$$

$$t_2 = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{3KT_2}{2mc^2} + \frac{2GM}{rc^2}}}$$

$$t_2 = \frac{t_1}{\sqrt{\frac{\frac{3KT_2}{2mc^2} + \frac{2GM}{rc^2}}{\frac{3KT_1}{2mc^2} + \frac{2GM}{rc^2}}}}$$

$$t_2 = \frac{t_1}{\sqrt{\frac{\frac{3KT_2}{2m} + \frac{2GM}{r}}{\frac{3KT_1}{2m} + \frac{2GM}{r}}}}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{\frac{3KT}{2m} + \frac{2GM}{r}}{\frac{3KT_0}{2m} + \frac{2GM}{r}}}}$$

$$t_2 = \frac{t_1}{\sqrt{\frac{3KT_2r + 4GMm}{3KT_1r + 4GMm}}}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{3KTr + 4GMm}{3KT_0r + 4GMm}}}$$

**M = Masa de la tierra**  
**G = Constante de la Gravitación Universal**  
**m = Masa del electrón**  
**K = Constante de Boltzmann**  
**T<sub>0</sub> = Temperatura inicial**  
**T = Temperatura final**  
**R = Radio de la Tierra**

Del hecho que en el movimiento vibratorio se tuvo una sospecha para el uso de la energía cinética, es decir:

$$hf = mc^2 - mv^2$$

Y no:

$$hf = mc^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

Aquí podríamos tener la misma objeción para:

$$E_m = \frac{3}{2}KT$$

Pensando que existe una relación directa entre **hf** y **KT**, de tal forma:

$$KT = mc^2 - mv^2$$

Y de aquí la dilatación térmica del tiempo:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{\frac{KT}{m} + \frac{2GM}{r}}{\frac{KT_0}{m} + \frac{2GM}{r}}}}$$

$$t_2 = \frac{t_1}{\sqrt{\frac{\frac{KT_2}{m} + \frac{2GM}{r}}{\frac{KT_1}{m} + \frac{2GM}{r}}}}$$

$$t_2 = \frac{t_1}{\sqrt{\frac{KT_2 r + 2GMm}{KT_1 r + 2GMm}}}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\frac{KTr + 2GMm}{KT_0 r + 2GMm}}}$$

Como se aprecia la gravitación no permite que el tiempo se dilate infinitamente al tocar el cero absoluto, apenas aumenta unas 6 veces para esta última fórmula y unas 7 veces para la fórmula anterior, pero conforme nos alejemos del centro de la tierra, la dilatación del tiempo será mayor.

Hemos tomado la masa del electrón en los cálculos, debido a que usamos como base la fórmula de la energía media para este y por tal motivo es obligatorio usarla en las ecuaciones.

Los resultados pueden ser tomados como datos curiosos y los hallazgos pueden ser producto del uso indiscriminado de fórmulas, desde algún punto de vista, pero ahí están en espera de ser comprobados o desechados.

**Martín LÓPEZ-GARCÍA**

Pemex-Refinación, Refinería Francisco I. Madero  
Cd. Madero, Tamaulipas, México  
Email: [mlgamx@yahoo.com.mx](mailto:mlgamx@yahoo.com.mx)