

Historia del concepto calor



Leonardo Julian Picos Rivers¹, José Quintín Cuador Gil², Carlos Rafael Martínez de Osaba Picos³

¹Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE, Calle 114, No. 11901, Marianao, La Habana, Cuba, CP 10400.

²Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Pinar del Río, Calle Martí 300, Pinar del Río, Cuba.

³Departamento de Física, Universidad de Pinar del Río, Calle Los Pinos final, Pinar del Río, Cuba.

E-mail: cuador@upr.edu.cu

(Recibido el 30 de mayo de 2022, aceptado el 28 de agosto de 2022)

Resumen

El término calor se conoce desde la más remota antigüedad, fue usado por el hombre para protegerse del frío, del acecho de los animales y para mejorar la calidad de sus alimentos. La idea que el hombre tenía de la naturaleza del calor es muy distinta a la que actualmente se conoce en física. Luego, para apreciar el estado actual de nuestro conocimiento sobre el calor y compararlo con épocas anteriores, adquiriendo una visión rigurosa de su evolución, nos proponemos viajar en el tiempo para conocer cómo nace y se desarrolla la idea del calor, poner en evidencia el carácter lógico-histórico de los descubrimientos científicos y el lugar que han tenido importantes hombres de ciencia. Este artículo tiene como objetivo presentar el concepto “Calor”, de la forma más sencilla y profunda posible.

Palabras clave: calor, temperatura, energía, lógico-histórico.

Abstract

The term heat is known since the most remote ancient times, it was used by the man to be protected of the cold, for the threaten of the animals and to improve the quality of its foods. The idea about the heat origin that the man had is very different to its knowledge in physics today. Then, to appreciate the current state of our knowledge about the heat and to compare it with previous times, in order to obtain a rigorous vision of their evolution, we intend to travel in the time to know the origin and development of the heat idea, the logical-historical character that illustrates the heat concept was puts in evidence of the scientific discoveries where important science men had places. This paper has as objective to present the concept of the heat, in the simpler and deeper possible way.

Keywords: Heat, temperature, energy, logic-historic.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el concepto calor es mal interpretado por la mayor parte de las personas, incluyendo profesionales de diferentes campos de las ciencias humanas y las técnicas. Las respuestas a la pregunta “¿Qué es el calor?”, tiene una amplia gama de errores conceptuales, normalmente se relaciona con las altas temperaturas. Varios autores han escrito al respecto, proponiendo valiosas ideas para su comprensión y enseñanza, aun así, consideramos que tratar la evolución de este concepto continúa siendo un tema de extrema importancia para la cultura científica y técnica de la humanidad.

Una historia a través de la evolución del concepto “Calor” tomado de las referencias [1] hasta [6], es el objetivo del presente artículo, teniendo como punto de partida los elementos, hechos y evidencia que condujeron al conocimiento que hoy se tiene del concepto calor.

II. DESARROLLO

Las primeras ideas sobre el calor se remontan a partir de los trabajos de Heráclito (535 aC – 484 aC), quien sostenía que el fuego era el origen de la materia. Anaxímenes (590 aC - 534 aC) propuso que los estados comunes de la materia eran lo “caliente” y lo “frío”. Para Aristóteles (384 aC - 322 aC) la temperatura de los cuerpos estaba condicionada por el contenido de las cualidades: “caliente y frío”, “seco y húmedo”, veía en el calor un elemento oculto formado por partes en movimiento perpetuo.

No fue hasta mediados del siglo XVI que las ideas de Aristóteles comienzan a ser cuestionadas, G. Galilei (1564-1642) sostuvo que el calor era un elemento material y fluido, para R. Descartes (1596-1650) era como una agitación de las partes de los cuerpos.

J.B. Van Helmost (1580-1644) propone la teoría del alcahesto, al realizar observaciones sobre la calcinación del azufre y del carbón encontrando contradicciones, señalando que el fuego no es un elemento en sí, sino un agente de transformación. Ya en el siglo XVII R. Boyle (1627-1691) consideró que debía existir cierta unidad de la materia, lo que implicaba que debería estar compuesta por corpúsculos. En 1667, J. Becher (1635-1682) postula la teoría del

Leonardo Julian Picos Rivers et al.

flogisto, la que fue defendida por G. Stahl (1659-1734), como un elemento inaccesible que poseen todos los cuerpos combustibles. Al principio, mucha imaginación, mucha superstición, incluso simples especulaciones sin ningún fundamento experimental eran las ideas que los hombres tenían sobre el calor.

A menudo se usa la palabra calor cuando lo que realmente se quiere decir es temperatura, y esta temperatura se asocia con “qué tan caliente o frío” se siente un objeto cuando lo tocamos. Definiendo el calor en términos del cambio de temperatura producidos en un cuerpo basado en nuestro sentido del tacto. Estos dos conceptos, calor y temperatura, estuvieron tan unidos entre sí en la mente de las personas que surgieron en la más completa confusión.

L.P. Euler (1707-1783) lo concibió como un principio inflamable que entraba en proporción variable en la composición de todos los cuerpos y al cual se dio el nombre de flogisto y más tarde calórico.

En el transcurso del siglo XVII existían dos teorías sobre el calor, la teoría del flogisto y la de los atomistas griegos. Los metales que contenían más flogisto eran más fácilmente transformables, de modo que el metal era considerado un compuesto de cal y flogisto. Esta teoría tuvo detractores ya que no explicaba el aumento de peso en la sustancia al transformarse el metal en cal. Por otra parte, los atomistas griegos consideraban que el fuego estaba constituido por partículas pequeñas, ligeras, que tenían a su vez una enorme movilidad para penetrar en la materia en sus diferentes estados. La materia del fuego estaba formada por átomos que tienen peso y materia que se convertía en un fluido hipotético, indestructible llamado calórico, cuyo contenido en el cuerpo determina el grado de su calentamiento. El francés A. Lavoisier (1743-1794) y sus discípulos fueron los defensores de la teoría del calórico, la cual fue fortalecida con la construcción de termómetros que fueron utilizados por J. Black (1728-1799) para estudiar el calor y medir la frialdad de los cuerpos, defendiendo la existencia de un fluido invisible que entraba y salía de una sustancia aumentando o disminuyendo su temperatura.

Hasta ese momento, se suponía que los cuerpos tenían una estructura esponjosa y el calor se explicaba postulando que los cuerpos podían almacenar una cierta cantidad de una sustancia denominada calórico, que cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponían en contacto parte de esta sustancia pasaba del cuerpo más caliente al cuerpo más frío, manteniendo constante la cantidad total de calórico. Una esponja mojada que parece seca, cuando se exprime se vuelve húmeda a pesar de que su cantidad de agua no ha cambiado; por analogía, se podía explicar que un gas comprimido se calienta cuando la cantidad de calórico que contiene se encuentra en un volumen más reducido. Los seguidores de la teoría del calórico argumentaron que el calor por fricción podía explicarse como una pérdida del fluido calórico, es decir, el rozamiento obligaba al calórico a salir del material. Actualmente sabemos que el calor no es un atributo abstracto asignado a los cuerpos como lo es la masa, permaneciendo constante en los mismos.

En la tesis de M. V. Lomonosov (1711-1755) “Reflexiones acerca de la causa del calor y el frío”, escrita

por él en 1740 y publicada en 1750 no solo se exponían las principales posiciones de la teoría cinético-molecular del calor, sino que se hacían, a partir de ella, importantes conclusiones. Demostrando, por ejemplo, el teorema acerca de la imposibilidad de transmitir el calor de un cuerpo menos caliente a un cuerpo más caliente de forma espontánea. En la época del florecimiento de la teoría del flogisto, en 1758 en un informe M.V. Lomonosov escribía: “Entre diferentes experimentos químicos relacionados en 13 hojas, fueron realizados experimentos en vasijas de vidrio bien cerradas, para investigar si se incorpora peso a los metales a partir del calor puro; en estos experimentos se encontró que sin el paso del aire exterior el peso del metal que se quema se mantiene en la misma medida”. Criticando las concepciones acerca de “la materia del fuego” llegó a una admirable conclusión: “...casi todos sus experimentos acerca del aumento de peso durante la acción del fuego, se reducen a que el peso lo adquieren, bien de parte de la llama del cuerpo que se quema (teniéndose en cuenta la llama del azufre ardiente) o de parte del aire, durante el tiempo en que se quema el cuerpo sometido a la calcinación”.

En 1760, J. Black se percató de que diferentes cuerpos, de masas iguales, requerían de diferentes cantidades de calor para elevarlos a la misma temperatura, así es como concibió el concepto de calor específico.

En 1777, A. Lavoisier y P.S. Laplace (1749-1827) construyeron un calorímetro y utilizando el método de la fusión del hielo, determinaron las capacidades térmicas de los diferentes cuerpos y a partir de ese momento la primera calidad aristotélica, “el calor” comenzó a estudiarse por el método del experimento exacto. Al respecto Lavoisier y Laplace en su “Memoria sobre el calor”, en 1780 escribieron; “Los físicos se han dividido sobre la naturaleza del calor. Unos la consideran como un fluido expandido en toda la naturaleza y cuyos elementos son más o menos penetrados a razón de su temperatura y de su disposición particular a retenerlo; puede combinarse con los elementos y en este estado no actúa sobre el termómetro y no puede pasar a otros cuerpos. Pero cuando está libre, puede ponerse en equilibrio dentro de todos los cuerpos en contacto; es lo que llamamos el calor libre. Otros piensan que el calor es el resultado de los movimientos insensibles de las moléculas de la materia. Se sabe que los cuerpos aun los más densos, están llenos de un gran número de poros y de pequeños vacíos cuyo volumen total puede sobrepasar considerablemente el de la materia que los encierra; estos espacios vacíos dejan a sus moléculas la libertad de oscilar y es natural pensar que estas moléculas están en agitación continua, que, si aumenta hasta cierto punto, puede desunir y descomponer los cuerpos; es este movimiento, que según los físicos de que hablamos, el que constituye el calor”.

En 1800, B. Thompson (1753-1814), Conde de Rumford establecía que una cantidad de calor ilimitada se podía crear. Un cañón sometido a la acción de un taladro se calentaba fuertemente y varios litros de agua puestos en contacto llegaban a la ebullición. Era forzoso concluir que el cañón podía proporcionar continuamente, una cantidad infinita de calor y por tanto no podría ser una sustancia

material. Decía, “El calor no es otra cosa que el movimiento vibratorio de las partículas del cuerpo”.

En octubre de 1811 en la pequeña revista “Ideas filosóficas”, J.P. Joule (1818-1889) publicó un artículo, en el que describía el efecto térmico de la corriente eléctrica. El estableció experimentalmente que la cantidad de calor, desprendido por la corriente en el conductor es proporcional al cuadrado de la fuerza de la corriente.

En 1819 P. L. Dulong (1785-1838) y A. T. Petit (1791-1820) publicaron el trabajo titulado “Los átomos de todos los cuerpos simples tienen exactamente la misma capacidad para el calor”

En 1841, J.P. Joule investigando sobre el calor desarrollado por el paso de la corriente eléctrica en una resistencia, descubrió su famosa ley que completando la ley de Ohm permitía precisar la definición energética de la fuerza electromotriz.

En 1842, J. von Mayer (1814-1878), con su enunciado de la equivalencia de trabajo-calor y de la conservación de la energía destruyó la idea del calórico. Mostró con claridad que trabajo y calor son dos aspectos de la misma realidad física, transformables entre sí. Argumentaba así: “Las energías son entidades indestructibles y convertibles. En realidad, no hay sino una sola y única energía. La energía, una vez que existe, no puede ser aniquilada; solamente puede cambiar de forma. Entonces surge la pregunta: ¿Qué otra forma de energía aparte de las que ya conocemos, cinética y potencial, es capaz de tomar? Solamente la experiencia nos da la solución, el calor. Si la energía cinética y potencial son equivalentes al calor, éste debe ser naturalmente equivalente a la energía cinética y potencial, ¿Qué cantidad de calor corresponderá a una cantidad dada de energía cinética y potencial?”

En 1843, J.P. Joule, después de una larga serie de experimentos es quién responde a esta pregunta; determinó, con mucha precisión, la relación entre las unidades de trabajo y de calor, lo que se llama la equivalencia mecánica del calor. El académico H.F.E. Lenz (1804-1865), publicó su trabajo “Acerca de las leyes del desprendimiento de calor por un cuerpo galvánico”. La precisión y el carácter detallado de los experimentos de Lenz garantizaron el reconocimiento de la ley de Joule-Lenz.

En 1850, R.J.E. Clausius (1822-1888), en su artículo “Acerca de la fuerza motriz del calor” analiza el trabajo de S. Carnot (1796-1832) y formula la ley del segundo principio. “El calor no puede pasar sólo por sí mismo de un cuerpo más frío a uno más caliente”. En artículos posteriores R.J.E. Clausius precisa la formulación del segundo principio “El paso del calor de un cuerpo más frío a uno más caliente no puede tener lugar sin una compensación”. En 1878, si hicieron conocer algunos de los manuscritos de S. Carnot que demostraron claramente que no creía en el calórico y que conocía el principio de la conservación de la energía, 10 años antes que J. von Mayer lo enunciara. Decía: “El calor no es otra cosa sino la potencia motriz o más bien el movimiento que ha cambiado de forma. Es un movimiento de las partículas del cuerpo. Siempre que exista destrucción de potencia motriz, hay al mismo tiempo producción de calor en cantidad exactamente

proporcional a la cantidad de potencia destruida. Recíprocamente, siempre que haya destrucción de calor, hay producción de potencia motriz. Se puede pues considerar en tesis general que la potencia motriz se conserva invariable, en la naturaleza, que no puede ser nunca verdaderamente producida ni destruida. En verdad cambia de forma, pero nunca es aniquilada.”

Con el surgimiento de la Teoría Cinético Molecular por los trabajos de los físicos D. Bernoulli (1770-1782) en el siglo XVIII, L. Boltzmann (1844-1906) y J.C. Maxwell (1831-1879) a finales del siglo XIX, quedó establecido el concepto de calor [7], [8], [9].

Un concepto de calor acabado se encuentra, por ejemplo, en [10], referido como: “Forma de energía que, a una temperatura dada, se transfiere a través de los límites de un sistema a otro sistema que está a una menor temperatura y que sucede en virtud de la diferencia de temperatura entre los dos sistemas.” Otros autores han identificado hasta 5 etapas en la evolución del concepto calor, por ejemplo [11].

IV. CONCLUSIONES

Desde las primeras ideas sobre el calor hasta la actualidad consideramos, aquí, tres etapas fundamentales: 1.- la etapa antigua, en la que Heráclito sostuvo que el fuego era el origen de la materia, Anaxímenes propuso que los estados comunes de la materia eran lo “caliente y lo frío” y Aristóteles agregó dos pares de cualidades fundamentales: caliente y frío, seco y húmedo. Así, el fuego y los conceptos de caliente y frío, despertaron la curiosidad del hombre por el origen de lo que se conoce como calor. 2.- la etapa media, en la que la suposición de un carácter corpóreo del calor y la más disímiles imaginaciones como las teorías del alcahesta, el flogisto y el calórico, marcaron un extenso período hasta los años 1800. 3.- la etapa moderna, en la que a partir de inicio del siglo XIX, con el desarrollo de trabajos experimentales y el surgimiento de la teoría cinético molecular quedó revelado el concepto calor como la transferencia de energía desde cuerpos de mayor temperatura a cuerpos de menor temperatura, considerando ésta como la energía interna de las partículas que conforman los cuerpos.

REFERENCIAS

- [1] Daniushenkov, V. y Corona, N, *Historia de la física*, Editorial Pueblo y Educación (1992).
- [2] Valdés-Castro, R., *Historia de la física desde la antigüedad hasta el siglo XVIII*, Editorial Pueblo y Educación (1986).
- [3] Ríbnikov, K., *Historia de las matemáticas*, Editorial Mir Moscú (1987).
- [4] Figurovski, N. A., *Historia de la química*, Editorial Pueblo y Educación (1989).
- [5] Sir James Jeans, *Historia de la física*, Fondos de Cultura Económica. México-Buenos Aires (1953).

Leonardo Julian Picos Rivers et al.

[6] Kisner. A., *Historia de la física*, Editorial S.A. Barcelona-Buenos Aires (1934).

[7] Ruiz-Ruiz. H. F., *Un trabajo en el aula para el cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico acerca de la teoría cinético molecular*, Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Licenciado en Química, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, 59, (2017).

[8] Martínez-Parr, Y. R., *Estrategia didáctica para la enseñanza de la Teoría Cinético Molecular de los gases bajo el modelo del aprendizaje activo*, Trabajo de investigación presentado para optar al título de Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia p. 88 (2016).

[9] Hierrezuelo Osorio, J. M., y Hierrezuelo-Moreno, J., *Las moléculas vistas o imaginadas: una propuesta para la enseñanza de la teoría cinético-molecular*, Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, 16-22 (2020).

[10] Van Wylen, G. J., Sonntag, R. E. y Borgnakke, C., *Fundamentos de termodinámica*, México, D.F.: Editorial Limusa, S.A., (2020).

[11] Camelo-Bustos, F.J., y Rodríguez-Sotelo, S.J., *Una revisión histórica del concepto de calor: algunas implicaciones para su aprendizaje*, Tecné, Episteme y Didaxis **23**, 67-77 (2008).