



Una Resignificación de los Conceptos de Calor y Temperatura a Partir de Un Análisis Histórico y Epistemológico

Natalia Agudelo Zuluaga

natigudelo@gmail.com

Liceth Cristina Marín Castaño

licrimaca@gmail.com

Paula Andrea Isaza Piedrahita

pao.isazap@gmail.com

Yirsen Aguilar Mosquera

yirsena@gmail.com

Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia

ABSTRACT

At present great difficulties are evident in the classroom to signify the concept of heat and its differentiation with the temperature. These problems have been tackled in some studies (Alomá & Malaver, 2007; Cervantes, De la Torre & others, 2001) which states that one of the reasons is the implementation of school textbooks that show a synonymy between both concepts, they show the heat as an inherent substance of the bodies, and in the case of temperature, strengthen the conception that this is dependent on the senses.

In order to resolve the difficulties mentioned, it is studied Robert Mayer through an epistemological and historical analysis of the text *Remarks on the Forces of Inorganic Nature* (1842) and Robert Boyle from the text *considerations and experiments about the origin of forms and qualities* (1985). This analysis will allow performing a resignification of the concepts of heat and temperature.

RESUMEN

Actualmente se evidencian en el aula de clase grandes dificultades para significar el concepto de calor y su diferenciación con la temperatura. Estos problemas se han abordado en algunas investigaciones (Alomá & Malaver, 2007; Cervantes, De la Torre & Otros, 2001) donde se afirma que una de las razones es la implementación de libros de texto escolares que muestran una sinonimia de ambos conceptos, muestran el calor como una sustancia inherente de los cuerpos, y en el caso de la temperatura, fortalecen la concepción de que esta depende de los sentidos.

Con el propósito de dar solución a las dificultades mencionadas se estudia a Robert Mayer por medio de un análisis epistemológico e histórico del texto *fuerzas inorgánicas de la naturaleza* (1842) y a Robert Boyle desde el texto *consideraciones y experimentos sobre el origen de las formas y cualidades* (1985). Dicho análisis permitirá realizar una resignificación de los conceptos de calor y temperatura.



Palabras clave: Calor, temperatura, Robert Mayer, Robert Boyle, conceptualización, resignificación, historia y epistemología.

Palavras-chave: Calor, temperatura, Robert Mayer, Robert Boyle, conceituação, significação, história e epistemologia.

Keywords: Heat, temperature, Robert Mayer, Robert Boyle, conceptualization, signification, history and epistemology.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se centra en los conceptos de calor y temperatura, debido a su importancia como temas estructurantes en la termodinámica y porque la enseñanza de estos presenta ciertas dificultades que es necesario precisar. Distintas investigaciones como Vásquez (1987), Rodríguez & Díaz (2012), Gómez, Solbes & Furió (2007), Escobar, González & Gutiérrez (2008) señalan que el calor y la temperatura han sido enseñados y aprendidos de manera incorrecta en la medida en que los estudiantes no realizan una diferenciación entre estos conceptos; estas investigaciones muestran que en algunos casos estas dificultades se debe a interpretaciones desde el conocimiento cotidiano.

Las ideas con las que llegan los estudiantes al aula de clase influyen en su aprendizaje a la hora de hablar en términos científicos, debido a que dadas las construcciones ya adquiridas, los estudiantes pueden resultar resistentes al cambio, de acuerdo con Baker (citado por Campanario & Moya, 1999) “si los alumnos no son conscientes de que mantienen concepciones erróneas sobre los contenidos científicos, es difícil que tomen alguna postura para clarificar su comprensión”. (p.180)

Por esta razón es fundamental que el docente realice una reflexión no sólo desde su saber pedagógico sino también desde lo disciplinar en lo que la historia y la epistemología de la física vehiculizan la construcción de un marco teórico coherente con las intencionalidades y retos de la actual enseñanza de las ciencias.

A partir de este supuesto se realiza una resignificación de conceptos de calor desde los planteamientos de Mayer (1842), por considerar que su particular manera de formalizar el calor en relación con la conservación de la energía permite su significación en términos de una interacción térmica y no como la propiedad de los cuerpos. Igualmente, para establecer diferencias entre estos conceptos se conceptualiza la temperatura como una variable de estado a partir de los postulados de Boyle en relación con la cualidad.



CONCEPTUALIZACIÓN DE CALOR Y TEMPERATURA

Julius Robert Von Mayer.

En los análisis realizados se logra evidenciar como la resignificación del calor planteada por Mayer (1842) obedece a unas condiciones propias del siglo XIX. En este sentido Kuhn (1996) señala que la conservación de la energía se convierte en el primer eslabón en la configuración de un nuevo enfoque metodológico en el que la interdependencia de los fenómenos se constituye en una nueva forma de explicación. Es en este el contexto que Mayer (1842) reformula el calor en relación con el trabajo y la conservación de la energía.

Mayer (1842) en su obra: *Fuerzas inórganicas de la naturaleza* explica varios fenómenos desde la conceptualización de la energía. En esta incluye la formulación del concepto de calor mediante algunos ejemplos en relación con la energía. Al respecto considera: “Sabemos que el calor hace su aparición cuando las partículas separadas de un cuerpo se aproximan más cerca unas a otras: la condensación produce calor” (Mayer, 1842: 375); esto permite pensar que en esta situación se presenta una interacción de las partículas entre sí, bien sea a una distancia corta o considerable. Según Mayer (1842) es en este tipo de interacciones donde se presenta la convertibilidad de los fenómenos y en consecuencia en este proceso se puede establecer la relación entre lo que se entiende por calor y energía

En este sentido se puede hablar de una “producción de calor”, así el calor es entendido como variable de proceso y no como una variable de estado.

Para ilustrar esta situación, Mayer (1842) parte de la fuerza de caída y su relación con el movimiento y por consiguiente con el calor, plantea que la fuerza de caída antes de que pueda convertirse en calor debe dejar de existir como movimiento. En tal sentido Mayer afirma:

Si la fuerza de caída y el movimiento son equivalentes al calor, el calor debe también, naturalmente, ser equivalente al movimiento y a la fuerza de caída. Como el calor aparece como un *efecto* de la disminución de la masa y del cese de movimiento, entonces también el calor desaparece como una *causa* cuando sus efectos son producidos en la forma de movimiento, expansión o elevación de peso. (1842: 375)

Tal como se observa, estos postulados se pueden situar en la nueva manera de significar la causalidad como una función en la que el análisis se centra en la interdependencia de fenómenos y no en las causas únicas, es decir, ahora un fenómeno es explicado en términos de otros fenómenos.

Del mismo modo este teórico estructura la conservación de la energía desde la indestructibilidad de las causas, expresa que una fuerza que ya existe no se puede aniquilar, simplemente puede cambiar su forma, convertirse en otra causa o efecto. Al respecto señala:



... si se rozan dos placas de metal, vemos que desaparece el movimiento, y por otro lado hace su aparición, el calor, y tenemos ahora sólo para preguntar si el movimiento es la causa del calor. El movimiento no tiene algún otro efecto que la producción de calor y el calor alguna otra causa que el movimiento (Mayer, 1842: 375).

En esta medida una posible causa de que exista el calor es el movimiento pero a su vez el calor puede producir movimiento de acuerdo con la multicausalidad de los fenómenos.

De acuerdo a lo anterior se evidencia, como en este tipo de procesos: convertibilidad e indestructibilidad se pueden establecer lo que se entiende por calor, desde la interacción entre cuerpos en movimiento, viéndose como una variable de proceso.

Robert Boyle y la temperatura

Por parte de la temperatura, se tiene que ha sido confundida en términos lingüísticos y conceptuales con el calor, debido a la asociación con los sentidos. Es por tal razón que se busca resignificar el concepto para mostrar una solución a ello a partir de la construcción en términos de cualidad accidental del teórico Robert Boyle.

Inicialmente es importante precisar que las cualidades son las características que permiten hablar de un cuerpo, por ejemplo de su color, forma, tamaño y demás; son etiquetas que se le dan a los cuerpos para poder hablar de ellos. Esta definición se interpreta a grandes rasgos y es una forma generalizada del concepto, por ende se hace necesario establecer temperatura a partir de las denominadas “cualidades accidentales”.

Para explicar el origen de las cualidades accidentales, Boyle toma como referente el movimiento local como el principal agente de las causas que él denomina segundas¹; tales como la forma, tamaño, textura; concurridas en los fenómenos de la naturaleza, donde se puede hablar de ellas en términos de comparación o relaciones con otros objetos, las cuales pueden aparecer en muchos casos como efectos, y en otros como requisitos o causas. De esta manera se modifica la acción de una parte de la materia, objeto o cuerpo que ejerce sobre otro en pro de su movimiento. (Boyle, 1985) en este sentido el tamaño, la textura, forma, se manifiestan como efectos.

La temperatura ha sido habitualmente determinada por los sentidos, por ejemplo cuando se tocan varios objetos se piensa que están a diferentes temperaturas debido a que por medio del tacto son percibidas de esta manera; sin embargo no se tiene en cuenta la condición del material, es decir, los

¹ La primera de las causas es Dios, pero este supuesto no será objeto de estudio para esta investigación.



sentidos pueden resultar engañosos a la hora de hablar del cuerpo, es aquí donde se justifica que la temperatura no puede clasificarse como una cualidad sensorial.

Se asume la temperatura como una cualidad accidental, dado que se hace necesario establecer relaciones entre cuerpos para poder declarar su existencia. Para tener más claridad se debe pensar en temperatura como un “estar del cuerpo”. El siguiente ejemplo nos ilustra un poco más, por qué clasificar la temperatura como cualidad accidental

Pensemos en el agua, formada por las moléculas de H₂O, donde dependiendo de su temperatura puede cambiar de estado (líquido, sólido, gaseoso), es decir se puede afirmar que el agua se encuentra en estado sólido, si alcanza cierta temperatura debido a cierto proceso o afecciones producidas en sus moléculas, en el cual se causa un movimiento entre estas moléculas, derivando de esta manera un efecto denominado estado sólido comúnmente conocido como hielo, pero este no dejar de ser en esencia un cuerpo formado por H₂O. Es así como se puede hablar de hielo o atribuirle la característica al agua de hielo, si tiene esa condición o cualidad accidental de una determinada temperatura diferente comparada con el otro estado.

Así y de acuerdo a lo que anteriormente se definió como cualidad accidental, la temperatura pertenece a este grupo de cualidades, pues esta permite que se puedan comparar y establecer relaciones entre los diferentes estados del agua, y de esta manera atribuirles una característica como de agua líquida, sólida, o vapor de agua; hoy particularmente, esta cualidad permite determinar el punto de fusión y ebullición del agua.

CONCLUSIONES

El uso que los docentes le dan a la historia y la epistemología permiten resignificar la física es consciente de su proceso de enseñanza, cuando se preocupa por realizar una reflexión constante de su disciplina y su quehacer en el aula dándole un significado diferente, cuando hay una intención de por medio siendo selectivo de que le puede servir y que no, de lo contrario cuando no se es consciente es probable tender a replicar todo lo que otros han postulado y han hecho y es allí en donde un maestro prefiere tomar un libro de texto y seguirlo completamente.

En esta misma medida según como el maestro asuma la ciencia determina el qué y cómo enseñarla, por lo tanto la historia y la epistemología puede llegar a ser una herramienta para motivar, despertar el interés, proporcionar una mejor comprensión de los conceptos científicos, permitiendo así comprender la manera en cómo estos se generan y establecer relaciones entre los contenidos científicos y los intereses a nivel social y político de los contextos en donde se produjeron dichos conceptos.

Una de las razones por las cuales la historia y la epistemología se vuelven necesarias para la formación es porque el alumno se vuelve más consciente de su aprendizaje en la medida en la que va aprendiendo que la ciencia no es algo acabado y que tal como está sucediendo en su proceso, en la ciencia también se



generaron diferentes interpretaciones, se buscaron diferentes formas de llegar a un resultado, tomando en cuenta que toda acción corresponde a un contexto específico, es decir, en ningún momento se desliga de lo cultural.

Por último es importante aclarar que desde la perspectiva que se quiere ver la historia, la interpretación hace parte fundamental de la misma, por tanto la resignificación de los conceptos de calor y temperatura se construye a partir del análisis documental realizado a algunos textos de los teóricos Robert Mayer y Boyle; el primero como una energía en tránsito y el segundo como una cualidad accidental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Los conceptos de calor, trabajo, energía y teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Revista Venezolana de Educación Educere*, 477-487.

Campanario, J. & Moya. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (2), 179-192.

Cervantes, L., De la Torre, N., Verdejo, A., Trejo, L., Córdova, J., & Flores, F. (2001). El concepto de calor en termodinámica y su enseñanza. Memorias del XVI Congreso Nacional de Termodinámica.

Escobar, L., González, Y., & Gutiérrez, C. (2008). Enseñanza del concepto de calor y temperatura enmarcada en la teoría del cambio conceptual. Medellín: Universidad de Antioquia.

Furió Gómez, C., Solbes, J., & Furió-Mas, C. (2007). La historia del primer principio de la termodinámica y sus implicaciones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 461-475.

Kuhn, Thomas S. (1996). La conservación de la energía como ejemplo del descubrimiento simultáneo. En *La tensión esencial: Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia* 91-128. México: Fondo de Cultura Económica.

Mayer, R. (1842). Comentarios sobre las fuerzas de la naturaleza inorgánica. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 42, 233-240 (1842) traducido por G. C. Foster, *Phil Mag.* 24 (4), 371-377 (1862) y reimpreso en William Francis Magie, ed., fuente de un libro de física (New York: McGraw-Hill, 1935).

Rodríguez, V., & Díaz, S. (2012). Concepciones alternativas sobre los conceptos de energía, calor y temperatura de los docentes en formación del instituto pedagógico en Santiago, Panamá. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 1-26



Solis Santos, C. (1985). Traducción de *Física, química y filosofía mecánica: consideraciones y experimentos sobre el origen de las formas y cualidades. Parte teórica* de Robert Boyle (pp. 193-244). Madrid: alianza editorial S.A.

Velázquez, J. (1987). Algunos aspectos a considerar en la didáctica del calor. Enseñanza de las ciencias, 235-238.