



# CALOR Y TEMPERATURA: UNA DIFERENCIACIÓN CONCEPTUAL NECESARIA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA<sup>1</sup>

Heat and temperature:  
a necessary conceptual  
differentiation when teaching Physics

---

<sup>1</sup> Producto derivado del proyecto de investigación Calor y temperatura: Una propuesta de recontextualización en la enseñanza de la física a partir de los planteamientos de Robert Boyle y Robert Mayer. Para la obtención del título de licenciatura en matemáticas y física, de la Universidad de Antioquia.

Liceth Cristina Marín Castaño Licenciada en matemáticas y física de la Universidad de Antioquia, Colombia; e-mail: licrimaca@gmail.com

Paula Andrea Isaza Piedrahita Licenciada en matemáticas y física de la Universidad de Antioquia, Colombia; e-mail: paoisazapiedrahita@hotmail.com

Natalia Agudelo Zuluaga Licenciada en matemáticas y física de la Universidad de Antioquia, Colombia; e-mail: natigudelo@gmail.com

Yirsen Aguilar Mosquera Magíster en Enseñanza de las Ciencias; e-mail: yirsena@gmail.com



## Resumen

De acuerdo con los Estándares y Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental del Ministerio de Educación Nacional, los conceptos de calor y de temperatura deben ser estructurantes en la enseñanza de la termodinámica; no obstante, pese a su interés, algunas investigaciones señalan ciertas dificultades en dicho proceso. Algunos autores coinciden en afirmar que los estudiantes no establecen una diferenciación entre estos conceptos.

Con la intención de plantear alternativas en la enseñanza, se realiza un análisis histórico-epistemológico sobre la manera como Mayer (1862) y Boyle (1985) presentan estos conceptos, por considerar que sus enfoques particulares se constituyen no solo en una fructífera fuente para abordar la re-significación del calor como una interacción térmica y la temperatura como el estado en la que se encuentra un sistema termodinámico sino que, además, posibilita el diseño de propuestas de aula en las que el análisis de las interacciones se constituye en una fuente valiosa para abordar la termodinámica en general

## Palabras clave

Calor, Temperatura, Epistemología, Historia, Re-Contextualización, Calidad, Mayer, Boyle.

## Abstract

According to the Standards and Curriculum Guidelines on Natural Sciences and Environmental Education of the Ministry of National Education, the concepts of heat and temperature must be structuring teaching of thermodynamics; however, despite their interest, some research suggests certain difficulties in their teaching. Some authors agree that in this process, students do not make a distinction between these concepts.

In order to propose alternatives when teaching that discipline, a historical-epistemological analysis about how Mayer (1862) and Boyle (1985) present these concepts is made on the grounds that their particular approaches are not only a fruitful source for addressing the re-significance of heat as a thermal interaction and the temperature and the state in which a thermodynamic system, it is also possible to design proposals for classroom where the analysis of interactions constitutes a valuable source to address general thermodynamics

## Key words

Heat, Temperature, Epistemology, History, Re-Contextualization, Quality, Mayer, Boyle.

## I. INTRODUCCIÓN

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 de dicha problemática es la implementación de libros de texto escolares, los cuales muestran una sinonimia de ambos conceptos. Es así como el calor se asume como una sustancia inherente de los cuerpos, y en el caso de la temperatura, fortalece la concepción de que esta depende de los sentidos.

Buscando llevar a cabo una propuesta de re-contextualización de los conceptos de calor y temperatura en la enseñanza, se realizó un estudio en la Institución Educativa Comercial de Envigado, para analizar modos de significar estos conceptos; al mismo tiempo se hizo un análisis de las perspectivas de Robert Boyle y Robert Mayer, a partir del cual se fundamenta en la reflexión disciplinar, y es precisamente esta reflexión la que da luces al docente para llevar a cabo sus estrategias de enseñanza.

De acuerdo con las intenciones de la investigación se recolectó la información con la aplicación de algunos instrumentos, entre los que se resaltan: cuestionarios, experimentos y protocolo de entrevistas. Para el análisis se definió un sistema de categorías, el cual permitió organizar la información y la construcción de los asertos o interpretación de las investigadoras.

Luego de realizar un análisis de cada instrumento por palabras y por líneas de la información obtenida por cada caso, se analiza en primera instancia la *temperatura como cualidad*, donde se muestra la tendencia a considerar la temperatura como una cualidad inherente al cuerpo o la necesidad de determinarla por medio de los sentidos. Posteriormente se encuentra la categoría de *la temperatura como medida del calor*, cuyo análisis permite comprender la temperatura en términos de calor, la cual se asocia a los planteamientos de Joseph Black al considerar la temperatura como un grado de calentamiento, donde la temperatura adquiere un valor cuantificable.

Por otro lado se encuentra la categoría: *los cuerpos poseen calor o el calor es producto de las interacciones* donde se muestra la dualidad del discurso y la correspondencia con el lenguaje común de los casos considerando el sol como una fuente principal de calor. Y por último *la temperatura como sinónimo de calor*; esta última se convierte clave para el desarrollo del planteamiento del problema puesto que lo que se busca es establecer una diferenciación entre estos conceptos.

La finalidad es analizar de qué manera se comprenden los casos y luego mostrar de manera puntual cómo los conceptos de calor y temperatura serán asumidos en la investigación.

## II. LA TEMPERATURA COMO UNA CUALIDAD

En esta investigación el proceso de conceptualización de la temperatura fue abordado a partir del concepto de cualidad, por esta razón, para su análisis se hizo necesario examinar ¿qué se entiende por cualidad? Es importante mencionar que la re-significación de este concepto se hizo desde los planteamientos de Boyle (1985) y las interpretaciones que se hacen de los modelos explicativos de los casos seleccionados.

Para Boyle (1985) la cualidad puede ser asumida como el “estar de un cuerpo”, es decir, la cualidad nos permite hablar de un cuerpo en relación con otros: un cuerpo puede estar más caliente que otro, puede ser más grande que otro, puede ser más duro que otro o, un fluido puede ser más denso que otro.

Atendiendo a estas consideraciones resulta inadecuado analizar estas propiedades del cuerpo en sí mismo; por el contrario, hablar de estas propiedades tiene sentido solo cuando son abordadas desde la relación entre cuerpos; en palabras de Boyle (1985) los cuerpos deben ser pensados como parte del universo, los cuales interactúan entre ellos. Un ejemplo de estas cualidades es la forma, esta permite hacer referencia en términos de: un objeto es cuadrado, redondo, ovalado, triangular, etc.

Al respecto los casos también consideraron la necesidad de apelar a las cualidades para hablar de un cuerpo. Cuando se indagó sobre esto, uno de los informantes expresa: “[la cualidad] Sí [es necesaria], porque es una forma de nosotros nombrar y distinguir una figura.” (C4) De la afirmación puede interpretarse que para reconocer una figura es necesario que cumpla ciertas características que hacen que el objeto sea ese objeto y no otro, por tanto debe ser nombrado según su cualidad.

Sobre este particular Boyle expresa:

[...] aunque la redondez no sea más que accidental para el bronce, con todo es esencial para una esfera de bronce, pues aunque el bronce estuviese privado de redondez (como ocurriera si fuera cúbico) seguiría siendo una substancia corpórea, pero sin dicha redondez no podría ser una esfera. (1985: 224)

De acuerdo a lo anterior, la cualidad de redondez no dice mucho para el bronce pero sí para una esfera de bronce, pues una esfera tiene la particularidad o característica de redondez en comparación con otros cuerpos con forma cúbica o triangular.

En esta misma línea, los casos consideran que la forma es una cualidad del cuerpo necesaria para definirlo o hacer referencia a él, expresiones como: “si uno dice ¡ay mira ese cubo redondo! eso no tendría lógica, entonces por eso siempre decimos ¡mira esa esfera está muy redonda!...” (C3). En particular para este informante tiene mayor importancia la comparación entre cuerpos para evaluar la misma cualidad, en el caso de la redondez, tiene sentido hablar de más redondo que, menos redondo que.

Ahora bien, es interesante observar si para los casos es necesario establecer relaciones o comparaciones para hablar de un cuerpo, por ejemplo la forma, es necesario compararlas con otros objetos como lo afirma el teórico Boyle; para esto se analiza lo que el caso 4 argumenta cuando se pregunta por la necesidad de las características para referirse a un cuerpo como la redondez, o en general la forma.

A estas cualidades que surgen de las relaciones que se hacen entre uno o varios cuerpos, son las que Boyle (1985) denomina accidentales y son aquellas que no tienen existencia inherente a los cuerpos sino que son atribuidas por el sujeto, para él de esta clase son: la forma, el tamaño y la textura; concurridas en los fenómenos de la naturaleza; en ocasiones como causa y otras como efecto.

En situaciones como frotarse las manos, golpear un cuerpo o martillar un trozo de hierro; pueden producirse algunos cambios en el cuerpo que no necesariamente son visibles; no obstante desde el lenguaje común pueden resultar expresiones como el cuerpo se calentó y de acuerdo con los planteamientos de Boyle (1985) al martillar la pieza, el causante del calentamiento interno de las partículas del hierro es el movimiento, lo cual implica que el cuerpo adquiere una nueva cualidad sin necesidad de que esta sea visible pero que es generada por la interacción con otros objetos. En este caso el movimiento es la causa del calentamiento.

En el tema particular de la temperatura, algunos casos consideran que esta es una cualidad propia de los cuerpos (no es una cualidad accidental), y en tal sentido para hablar de ella no es necesaria la comparación ni la relación entre cuerpos, expresiones como: “[...] una temperatura no siempre debe surgir por medio de dos cuerpos... tener un elemento y depender del otro, me parece que no porque un cuerpo puede crear una temperatura” (C2), “[...] la temperatura no siempre surge de otros cuerpos porque si hace mucho calor la temperatura aumenta” (C1);

estos casos confirman la concepción de analizar el estado térmico de un cuerpo en sí mismo, determinando la temperatura como propiedad o cualidad inherente al cuerpo.

Sin embargo, los casos en ocasiones si utilizan ejemplos, haciendo énfasis en interacciones entre un cuerpo y otro, para definir el calor o la temperatura, pero en sus expresiones se sigue manifestando la concepción del calor como propio de los cuerpos, algunas de ellas son: “El calor se da cuando juntamos muchos cuerpos y lo podemos considerar verdad (...) por ejemplo cuando nos montamos en un bus muy lleno sentimos el calor debido a la cantidad de personas” (C2) El caso 4 hace una referencia similar cuando afirma que “(...) un ejemplo es el tacto, cuando una persona queda cogida con otra, las partículas de una se juntan con la otra y es donde empieza la persona a sudar (...) también hay casos en los que no tiene que ser una persona con otra porque también se puede dar cuando hay roces entre una parte del cuerpo con otra” (C4). De esta manera a pesar de que tratan de hacer la relación de interacción entre cuerpos u objetos, permanece la idea de fuentes de calor y la transferencia de calor que un cuerpo le puede brindar a otro o una fuente le puede brindar a un cuerpo dando por hecho de que el calor o una alta temperatura aparecen por una transferencia entre cuerpos.

Por otro lado, algunos de los casos asocian los conceptos de calor y temperatura con las cualidades sensoriales, viendo la necesidad de establecer al calor valores de temperatura alta y al frío temperatura baja, grados que, según ellos se establecen por medio de los sentidos; por ejemplo, C2 considera determinante los sentidos para percibir la temperatura de un cuerpo cuando expresa: “Necesitamos los sentidos para poder definir las características” (C2)

En relación con lo anterior, Boyle (1985) realiza una distinción entre las cualidades accidentales y las cualidades sensoriales; estas últimas hacen referencia a aquellas que solo pueden ser definidas con los sentidos, adicional a ello menciona que este tipo de cualidades se reducen al color, olor, sabor, textura, haciendo referencia a los sentidos como engañosos para los órganos sensoriales a la hora de definir cierto fenómeno. En particular, la temperatura ha sido uno de los conceptos asociados a las cualidades sensoriales, por ejemplo C2, afirma: “al tener la puerta cerrada no hay por donde entrar aire y al respirar se va acabando el oxígeno y se siente una alta temperatura”; por su parte C3 también realiza una interpretación similar “(...) en el caso de la temperatura, cuando sentimos un nivel alto en nuestro cuerpo, como un sofoco o un sitio caluroso” (C3) “Cuando una persona está en tierra caliente su expresión es que tiene alta temperatura porque eso es lo que siente” (C4), de acuerdo con estas expresiones, se puede inferir que los casos asocian la

temperatura con el clima, sitios calurosos con falta del frío, asignando así al calor una alta temperatura. Mostrando así que aquello que perciben o sienten, se da a partir de unas condiciones del entorno que ellos consideran como temperatura. Estas expresiones son las que permiten interpretar a la temperatura asociada a los sentidos y cualidades sensoriales, en la medida en que los sentidos son el medio para llegar a dichas expresiones.

Es de esta manera como se evidencia que los informantes no están conceptualizando temperatura desde lo que aquí se asume como cualidad accidental, por el contrario creen que esta es inherente al cuerpo o que está determinada por los sentidos, es decir, podría entenderse como una cualidad sensorial.

En términos generales, si bien los casos no asumen la temperatura como una cualidad accidental, para las investigadoras, en la enseñanza es clave asumir la temperatura como una propiedad accidental. La temperatura clasifica entre este tipo de cualidades, esencialmente cuando se hace necesario establecer relaciones con otros cuerpos, comparando cual tiene una temperatura baja, alta o media, es decir, en este contexto la temperatura puede ser asumida como el estar o condición de un cuerpo o sistema.

### III. LA TEMPERATURA COMO MEDIDA DEL CALOR

Con las actividades experimentales y cuestionarios realizados en el proceso de investigación, se halló que los casos relacionan la temperatura con la medida del calor, con expresiones como:

“La temperatura mide el grado de calentamiento de los cuerpos y es así como por ejemplo cuando alguien tiene fiebre” (C3); por su parte, C2 expresa: “la temperatura es la medida del calor, porque es lo que se puede medir de un cuerpo,...así podemos decir cuánto calor hace o a que temperatura se halla ese cuerpo” (C2).

De acuerdo con las expresiones anteriores, es posible establecer una correspondencia entre los planteamientos de los casos y los de Black (1803), quien afirma que la temperatura mide el nivel térmico o grado de calentamiento de los cuerpos.

De esta misma manera lo menciona C4 cuando afirma: “la temperatura es la medida del calor pero también puede ser la medida del frío”; mientras que C2, trata de referirse al aumento de la temperatura: “La temperatura es cómo aumenta ese calor” (C2), de estas afirmaciones puede inferirse que si algo aumenta o disminuye es medible y pareciera ser que lo medible es el calor.

Siguiendo en la misma línea, en el texto Física Conceptual de Paul Hewitt se observan definiciones como:

La cantidad que indica lo caliente o frío que está un objeto con respecto a una norma se llama temperatura [...] La temperatura de la materia se expresa con un número que corresponde a lo caliente o frío que estás. (Hewitt, 2007, p.209)

Es así como se establece una correspondencia entre lo que se expresa en este libro, usado por algunos docentes, en la enseñanza de la termodinámica, y lo que exponen los casos. En este texto se asume la temperatura como una cantidad numérica de algo que posee un objeto. Al respecto los casos concuerdan con esta idea al decir que: la temperatura es la forma de medir el calor en un cuerpo (C1).

En relación con lo anterior y de acuerdo con algunas investigaciones como la realizada por Aloma y Malaver, sobre los textos escolares se encuentran expresiones como: se agrega calor a volumen constante, adición de calor a volumen constante, disipación de calor a volumen constante, rechazo de calor a volumen constante (2007, p.483) entre otras que refuerzan la idea de que el calor se puede agregar o medir; los autores expresan que es posible medir experimentalmente el contenido de calor que posee un cuerpo.

Es así como se identifica una coincidencia entre lo que dicen los libros de texto, algunas investigaciones y los aportes realizados por los casos; pero más allá de las afirmaciones realizadas por los casos, respecto a la temperatura como una medida, es importante analizar a mayor profundidad cómo se concibe dicha medida y cuáles son las razones por las que los casos la asocian con el calor.

Cuando los casos se refieren a una medida, en particular la del calor, surge la idea de cuál instrumento podría ser útil para obtenerla. Con respecto a esto, se construye con los casos un termómetro y en esta actividad se pudo inferir que los participantes tienen conocimiento sobre el manejo del mismo a través de lo que han oído mencionar en su vida cotidiana, sobre su funcionamiento y en consecuencia afirman que existe una medida llamada temperatura. Sin embargo, en el momento en que se calibró el termómetro utilizando agua caliente para encontrar el punto máximo y agua fría para el punto mínimo se plantearon algunas preguntas durante la práctica, y los casos expresaron lo siguiente:

I2: Y pueden decirme para ustedes que es hervir.

C2: que se encuentra a una gran temperatura de calor.

C3: Pues que eso ya tiene calor.



C4: Porque está sometida a un calor.

C1: Además se encuentra como en el calor máximo

De acuerdo con las expresiones anteriores se hace evidente que los casos no establecen una diferencia entre los conceptos de calor y temperatura, además de pensar en el calor como una alta temperatura, se toma el frío como la más baja de ellas, al respecto afirman: se mide la temperatura diferente en el frío que en el calor. (C2) con el frío baja y con el calor sube. (C3)

De esta manera puede concluirse que la forma de significar temperatura se encuentra influenciada en gran medida por el lenguaje cotidiano con los que han sido formados los estudiantes. En el caso particular del concepto de calor, se trata siempre de llevarlo en función de la temperatura la cual se está viendo como una medida y no como el estar de un cuerpo. Por ejemplo, durante la actividad experimental a la hora de calibrar el termómetro, los casos hablan de que el calor sube o que los objetos aumentan su calor porque una fuente de calor los está afectando.

Por otra parte, en relación con el termómetro y la medida, se indagó a los casos qué significado tenía la medida del termómetro, o cómo interpretaban dicha medida, y expresaron lo siguiente:

I: ¿Y entonces qué significa esa medición? ¿A qué corresponde esa medida?

C2: Ese calor

I: ¿Al calor de qué?

C2: Del sol, porque usted lo está poniendo ahí (señala la ventana)

C3: Pero es que la temperatura del sol es la que me calienta el termómetro.

C1: sí, yo también digo que es así.

Según lo anterior el sol puede calentar algunos objetos, este tipo de afirmaciones y otras relacionadas con el espacio donde encuentran, muestran una relación del calor y la temperatura con aspectos climáticos, pues afirman que la temperatura da cuenta de un determinado estado, indica qué tan caliente o frío es el lugar. Esto se ilustra con expresiones como “la temperatura es el clima, cuando decimos la temperatura del día en algún país referido a frío o calor” (C2).

Es importante también aclarar que los casos no sólo hablan de temperatura para referirse a fenómenos climáticos, sino que también lo expresan en otros términos: “Cuando una persona está en tierra caliente su expresión es que tiene mucho calor (...) En la costa está haciendo mucho calor” (C3) “ En la costa está haciendo mucho calor pero no saben cuánta es su temperatura, en este caso la temperatura debe



estar entre los 30 grados y los 50 grados (C3) “el calor es lo que siente el cuerpo de acuerdo a la temperatura que se le está ejecutando” (C4).

En ese tipo de expresiones se evidencia una sinonimia entre el calor y la temperatura; en este mismo sentido Cervantes (2001) afirma la recurrencia a expresiones que muestran el calor y la temperatura como dos términos sinónimos, incluso en esta investigación surgen expresiones como “la temperatura mide el nivel térmico o grado de calentamiento de los cuerpos y es así como por ejemplo cuando alguien tiene fiebre...” (C3) en esta afirmación se puede interpretar la temperatura como un “grado de calentamiento” dejando en evidencia al calor como una función de la temperatura.

Incluso haciendo lectura de libros de texto como el de física Conceptual de Paul Hewitt resultan definiciones como:

La cantidad que indica lo caliente o frío que está un objeto con respecto a una norma se llama temperatura (...) La temperatura de la materia se expresa con un número que corresponde a lo caliente o frío que está algo, según determinada escala. (Hewitt, 2007, p.290)

De esta manera existe una correspondencia entre lo que expresan los casos y lo que se menciona en este tipo de bibliografía que muchos docentes toman como base para la enseñanza de la termodinámica y que se presenta como problema en la medida en que no deja en evidencia la diferenciación. Por ejemplo en la forma de conceptualizar de Hewitt, se muestra la temperatura como un número o una cantidad en la que se encuentra un objeto. Al respecto los casos hacen referencia a la temperatura de la siguiente manera “La temperatura es la forma de medir el calor en un cuerpo” (C1).

Finalmente tanto los casos como algunas investigaciones, sobre los libros de textos, usados comúnmente en el enseñanza de los conceptos de calor y temperatura, plantean la idea de que la temperatura sea la medida del calor, asignándole valores altos a objetos o climas “calientes” y bajos a objetos o climas fríos, determinado que la temperatura sea que tan caliente o frío se encuentra un cuerpo.

#### **IV. LOS CUERPOS POSEEN CALOR VS EL CALOR COMO PRODUCTO DE INTERACCIONES**

Usualmente cuando se hace referencia a los fenómenos térmicos, se emplean expresiones como el Sol o el Fuego calientan, este tipo de expresiones son las

utilizadas por los casos cuando intentaban argumentar sobre situaciones físicas que fueron planteadas. “Desde mi concepto, el calor se produce por los rayos del sol, y esto genera que nos sintamos calientes o que sudemos, esto también puede generar que algo se derrita o grandes incendios” (C1) o “cuando ponemos una hoja en candela, esta inmediatamente se deshace con mayor rapidez” (C1), “Cuando caminamos mucho y el sol está en un punto alto nos referimos a que tengo mucho calor” (C2). En estas expresiones se puede interpretar el calor como algo proveniente de una fuente o bien que es generado a partir de un cuerpo, esto permite suponer la existencia de fuentes que pueden transferir calor a otros cuerpos.

Estos planteamientos concuerdan con Black (1802) cuando expresa:

...el calor tiene una fuente de manifiesto, o causa, en el sol y en los incendios. El sol es evidentemente el principal, y quizás finalmente, la única fuente de calor difundido en nuestro planeta. Cuando el sol brilla, sentimos que nos calienta, y no podemos dejar de observar que todo lo demás se calienta alrededor de nosotros. (27)

En lo anterior se puede interpretar que para Black el sol y el fuego son fuentes que producen calor y en consecuencia estas fuentes transmiten calor, lo que permite afirmar que este puede ser transmitido de un cuerpo a otro.

Igualmente, en estos planteamientos de Black (1802) puede pensarse que cuando un cuerpo es calentado por una fuente, este adquiere calor que podrá ser transmitido a otros cuerpos, de modo que el calor empieza a producirse como una cadena entre cuerpos.

Cuando en este planteamiento se refiere a fuentes de calor, la forma de exponerlo deja en evidencia que la fuente posee el calor puesto que puede transferirlo a otros cuerpos. De acuerdo con esto C1 expresa: “Yo opino que si el sol calienta mucho uno dice tengo mucho calor”. Por su parte C2, expresa: pienso que un objeto así se encuentre quieto, por medio de otra materia puede adquirir calor (C2).

A partir de lo anterior se evidencia una correspondencia entre lo que expresan los casos C1 y C2 y los planteamientos de Black (1802), puesto que coinciden en afirmar que el calor proviene de una fuente.

Por otra parte, desde los planteamientos de Mayer (1842) el calor puede ser considerado como el producto de las interacciones. Al respecto plantea: “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). En este sentido se interpreta su producción como una interacción entre cuerpos, es decir cuando hay un acercamiento entre ellos el calor es producido y no es generado por un cuerpo o una fuente como fue analizado anteriormente. Estos planteamientos los ilustra en los siguientes términos:

... 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)

Con este ejemplo se evidencia que el calor no es algo que poseen las placas y mucho menos es transferido de un cuerpo a otro, sino que es resultado de una interacción entre estas.

De las interpretaciones de los casos, pueden inferirse dos consecuencias, la primera se relaciona con la naturaleza del calor en términos de sustancia, por ejemplo se encuentran expresiones como: “para mí el calor es una sustancia que se da a sentir cuando estamos apeñuscados junto a los demás” (C2).

En la segunda, se puede interpretar el calor como una propiedad inherente al cuerpo, es decir, más allá de pensar en la transferencia, puede pensarse que el calor hace parte del cuerpo sin necesidad de pensar en las relaciones con otros; estos planteamientos se enmarcan en la perspectiva de Robert Boyle. Para este, la materia cuenta con tres propiedades inherentes: la extensibilidad, divisibilidad e impenetrabilidad, son justamente estas propiedades las que permiten definir la materia (Boyle, 1985). Consecuente con esto, cuando se expresa que el calor es del cuerpo, una vía de interpretación es que este sea una propiedad inherente al cuerpo.

Estas consideraciones se reafirman con expresiones como las siguientes:

C2: Podemos decir por ejemplo que el sol está ahí quieto ¿entonces que lo está produciendo? (...) Lo que digo es que al sol nadie le está ayudando, posee un calor solito. (C2)

Es importante puntualizar que cuando se conciben las fuentes de calor como el Sol, es posible interpretar que este es propio de los cuerpos y en consecuencia se habla de una transferencia de calor entre cuerpos; al respecto es evidente que para los casos el calor es una cualidad que poseen los cuerpos, además de asumir las

fuentes de calor, en su forma de argumentar, se observa una forma de comprender el calor sin tener en cuenta las interacciones entre los cuerpos; sin embargo para la investigación el calor es resignificado como un proceso que surge a partir de las interacciones entre cuerpos. Esta última permite construir un marco teórico donde los fenómenos tienen existencia a partir de las relaciones entre cuerpos.

## V. LA TEMPERATURA COMO SINÓNIMO DE CALOR

Cuando se habla de palabras sinónimas se hace referencia a la misma forma de hablar sobre dos conceptos diferentes. En el caso particular de los conceptos de calor y de temperatura, pese a sus diferencias, no se hace distinción alguna, cuando se abordan estos dos conceptos físicos. En esta investigación esto se hizo evidente cuando los casos intentaron hacer referencia a estos conceptos en situaciones físicas que fueron planteadas.

En los análisis se pudo establecer que, en algunas situaciones, la temperatura es asumida como la medida del calor; en otras el calor es asumido como producto de interacciones.

Algunas expresiones que ejemplifican lo anterior son: “El calor para mí es cuando la temperatura de un cuerpo se altera y pasa de estar de un estado frío o estable a un estado caliente”(C4), o “la temperatura es calor” (C2), puede decirse que el caso 4 no argumenta con claridad qué significado tiene cada concepto, define uno en términos del otro y C2, afirma puntualmente que existe una sinonimia entre los conceptos de calor y temperatura, para él calor y temperatura son lo mismo.

Es importante anotar que para este caso, cuando se habla de temperatura se hace alusión a dos términos: caliente o frío, siendo el primero de ellos calor; en este sentido no sólo se puede hablar de la temperatura como calor sino también como frío.

Una de las formas de comprender este tipo de afirmaciones, por parte de los casos, concuerda con lo que mencionan investigadores como Vásquez (1987) Rodríguez & Díaz (2012), Gómez, Solbes & Furió (2007), Escobar, González & Gutiérrez (2008), estos señalan la existencia de un conocimiento de los conceptos de calor y temperatura fundamentado desde un conocimiento previo y que es adquirido mediante expresiones cotidianas que no corresponden con la construcción teórica de la ciencia. Es así como la expresión caliente se asocia directamente al concepto de calor, al respecto C1 expresa: “Yo opino que si el sol calienta mucho uno dice tengo mucho calor” (C1) “[...] así podemos decir cuánto calor hace o a qué temperatura



se halla ese cuerpo.” (C2), se hace evidente que al hablar de calor también se puede usar la palabra temperatura, pues hace referencia a lo mismo, a qué tan caliente o frío se encuentra un determinado objeto. En estos términos se puede decir que “la temperatura es alta” es asociada a que el objeto está muy caliente o que en el lugar está haciendo mucho calor “la temperatura nos informa como está el clima en nuestro alrededor sea caliente, frío, o cálido etc.” (C3).

En este contexto, puede inferirse que caliente y calor hacen referencia a lo mismo; en consecuencia caliente y temperatura son equivalentes a calor y temperatura, respectivamente.

Al respecto Black (1802) expone:

De esta manera, por consiguiente, y en todas las ocasiones sin excepción, el calor es comunicado de los cuerpos más calientes a los más fríos, cuando ellos están en contacto, o en su vecindad; y la comunicación sigue hasta que los cuerpos estén reducidos a una temperatura igual, indicando un equilibrio de calor entre sí.

De acuerdo con lo anterior se interpreta que el calor puede ser transferido, es decir, que este puede ser comunicado cuando los cuerpos se aproximan unos a otros, en especial de los cuerpos calientes a cuerpos fríos.

En esta medida hay que tener en cuenta que al hablar de calor como sinónimo de temperatura no debe despreciarse la existencia del frío, para Black (1802) puede entenderse como la ausencia de calor; al respecto, en el instrumento aplicado, relacionado con la construcción de un termómetro, en el momento de calibrarlo, los casos dieron las siguientes explicaciones “La temperatura es frío y calor, ¿por qué? porque la temperatura puede medir ambos, es decir, cuando pusimos el termómetro en el hielo, el aceite se volvió más líquido por estar a una temperatura bajo cero y cuando lo pusimos en agua hirviendo el aceite subió, entonces la temperatura de calor subió” (C1)

De manera similar, tal como lo hizo el caso dos en el apartado anterior, en el caso uno se evidencia un intento por explicar la temperatura como la medida del calor. Respecto al lenguaje empleado en la vida cotidiana, el caso dos aporta lo siguiente: “Para mí un termómetro puede medir el calor y la temperatura porque al medir la temperatura puede ser del calor o del frío, es decir, el calor es una temperatura”. (C2) a partir de la expresión anterior se hace evidente una confusión a la hora de hablar del calor y la temperatura, inicialmente el caso habla de la medida del calor o del frío

pero aclara que el calor es una temperatura, esta forma de expresarlo confirma la sinonimia entre los dos términos, al no diferenciarlos intenta inicialmente establecer una diferenciación pero concluye con una sinonimia entre ambos conceptos.

Por su parte, en esta situación, C2 expresa “Se le está bajando la temperatura de ese calor”, se interpreta que cuando había calor la temperatura estaba alta, además no hay claridad en el modo de significar estos conceptos y por tanto se presentan confusiones a la hora de hablar de calor en términos de temperatura y viceversa. Sin embargo para la investigación el calor es resignificado como el proceso que se da a partir del producto de interacciones entre cuerpos y la temperatura como el estado del cuerpo.

## VI. CONCLUSIONES

Una vez resignificados los conceptos de calor temperatura y teniendo en cuenta varios factores, como el lenguaje común de los casos seleccionados durante la investigación, la lectura realizada a algunos teóricos y el análisis realizado a los diferentes libros escolares; surgió la siguiente pregunta ¿cómo llevar estos conceptos al aula de clase para establecer una clara diferenciación entre ellos? para el anterior interrogante fue indispensable la re-contextualización de calor y temperatura. Entendiendo re-contextualización en función de dar sentido a los conceptos de calor y temperatura desde un marco de referencia basado en una construcción teórica, tales como las interpretaciones que se les da a las propuestas por Mayer y Boyle válidas en el contexto actual.

De acuerdo a lo anterior, la pregunta por lo disciplinar fue fundamental para construir un planteamiento frente a una problemática a nivel de la física. Es así como el planteamiento del problema no solo surge desde la perspectiva de enseñanza, sino también desde el propio campo disciplinar, lo cual será clave para que el docente tenga una herramienta y una ruta de enseñanza. De esta manera no se parte de considerar los problemas desde la metodología o la didáctica de las ciencias, pues el problema puede analizarse de forma más profunda si se reflexiona desde el mismo fenómeno, tal y como lo evidencia la investigación, se presentan serios problemas incluso desde los libros de texto que usan los docentes para su enseñanza. He aquí la necesidad de hacer lectura desde los teóricos y asumir una postura crítica y argumentada desde la historia y la epistemología de las ciencias.

Es importante considerar que un aporte fundamental para la enseñanza, es la coherencia entre los problemas que presenta el concepto en la escuela con los problemas generados en la construcción histórica del mismo, por esta razón fue



importante, en el proceso investigativo, tomar una postura coherente entre la enseñanza, historia y epistemología de las ciencias, llegando a la conclusión que ambas deben asumirse como una construcción del sujeto. En esta misma línea el maestro debe ser un investigador de su disciplina y sus metodologías de enseñanza, un lector que cuestiona su saber constantemente, buscando respuestas a dichos cuestionamientos de diferentes formas para convertirlos en un objeto de enseñanza.

Realizar una conceptualización no es suficiente, la investigación muestra que en el momento de llevarlo al aula, se deben considerar varios factores como el contexto de los estudiantes y otros que intervienen en el proceso de enseñanza, por esta razón se habla de una re-contextualización del concepto, considerando así aquellas necesidades que demanda el estudiante con su entorno.

## Referencias

### *Periodicals (Artículos de revista):*

- [1] Escobar, L., González, Y., & Gutiérrez, C. Enseñanza del concepto de calor y temperatura enmarcada en la teoría del cambio conceptual. Medellín: Universidad de Antioquia. 2008
- [2] Furió Gómez, C., Solbes, J., & Furió-Mas, C. La historia del primer principio de la termodinámica y sus implicaciones didácticas. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, p.p 461-475. 2007
- [3] Rodríguez, V., & Díaz, S. 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, p.p 1-26, 2012
- [4] Vásquez, J. Algunos aspectos a considerar en la didáctica del calor. Enseñanza de las ciencias, p.p 235-238. 1987

### *Books (Libros):*

- [5] Black, J. Elementos de la química. Vol 1. 1807
- [6] Hewitt, P. Física conceptual. México: Pearson educación. 2007





- [7] Ministerio de educación nacional. MinEducación-ministerio de educación nacional, 2004. Recuperado el 17 de 04 de 2014, de:[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)
- [8] Mayer, R. Fuerzas orgánicas de la naturaleza. Revista filosófica y diario de ciencia, p.p 25, 370-377. 1842
- [9] Solis Santos, C. Física, química y filosofía mecánica: consideraciones y experimentos sobre el origen de las formas y cualidades. Parte teórica Madrid: alianza editorial S.A. pp. 193-244. 1985