

**LAS CONCEPCIONES SOBRE EL CALOR DE LOS FUTUROS MAESTROS  
DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**Trabajo de investigación realizado por:**

**MÓNICA RÍOS TOBÓN  
ANDRÉS ALEJANDRO PIEDRAHITA  
VÍCTOR HUGO VALLEJO TIGREROS**

**Dirigido por:**

**YESENIA ANDREA ROJAS DURANGO**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
Facultad de Educación  
Licenciatura en Educación Básica  
Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

**Medellín, de 2008**

## **AGRADECIMIENTOS**

Hay mucha gente a la que queremos agradecer, de alguna manera todos a quienes conocemos hicieron parte de este proyecto, que ahora es realidad.

Primero a nuestras familias que nos apoyaron y nos dieron la fuerza para hacer las cosas bien, junto a ellos los amigos de siempre, a los que están ahí en las buenas y en las malas, a nuestra Asesora de Trabajo de Grado, a los profesores y a los compañeros de la U., por toda la paciencia que tuvieron con nosotros y por esperarnos tantas veces.

Queremos agradecer, de otro lado, al Centro de Práctica: Institución Educativa Juan N. Normal Cadavid, en ella a todas las personas vinculadas con nuestra práctica pedagógica, que nos permitió conocer más de cerca esa labor tan importante para la sociedad, como es la difícil y gratificante tarea de ser maestro. A Alejandro Piedrahita y Víctor Vallejo por no dejarme claudicar.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN	5
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. OBJETIVOS.	11
4.1. OBJETIVO GENERAL	11
4.2. OBJETIVOS EXPECIFICOS	12
5. MARCO TEORICO	13
5.1. DESARROLLO DEL CONCEPTO DE CALOR	13
5.1.1. PERÍODO PREHISTÓRICO.	13
5.1.2. PERÍODO GRIEGO.	14
5.1.3. PERÍODO DE LA ALQUIMIA.	14
5.1.4. PERÍODO DE LA AITROQUÍMICA.	15
5.1.5. PERÍODO FLOGISTO.	15
5.1.6 PERIODO MODERNO.	16
5.2. CALOR Y TEMPERATURA.	21
5.3. PREIMEROS INSTRUMENTOS QUE PERMITIERON UNA VALORACIÓN	22
MÁS PRECISA DE LA TEMPERATRA.	
5.4. LEYES DE LOS GASES.	31

5.5. LA TERMODINÁMICA.	31
5.6. CINÉTICA Y MECANICA.	31
5.7 MODELOS Y MODELIZACIÓN.	33
5.7.1 ¿QUÉ ES UN MODELO?	33
5.7.2 MODELIZACIIÓN.	35
6. DISEÑO METODOLOGICO DE LA INVESTIGACIÓN.	37
7. GRÁFICO 1. TIEMPO ESTIMADO PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN	38
8. GRÁFICO 2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	40
9. GRÁFICO 3. NIVEL ACADÉMICO DE LA MUESTRA	41
10. GRÁFICO 4. FORTALECIMIENTO DEL CONCEPTO	42
11. GRÁFICO 5. MODELO DEL ESTUDIANTE	43
12. GRAFICO 6. MODELO EDUCATIVO	44
13. GRAFICO 7. PORPUESTA EDUCATIVA	45
14. CONCLUSIONES.	47
15. RECOMENDACIONES.	48
16. BIBLIOGRAFÍA.	49
17. ANEXOS.	52

## **INTRODUCCIÓN**

En este trabajo se presenta el informe de una investigación tendiente a caracterizar y analizar las ideas más frecuentes del concepto de calor, que poseen 45 estudiantes de diferentes semestres de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, durante la aplicación de una encuesta.

Las ideas caracterizadas y analizadas durante la investigación sobre el concepto de calor, recogen aspectos que permitieron concluir tanto la existencia de modelos explicativos del calor que se aproximan a los modelos explicativos científicos del concepto, como otros que se distancian de ellos.

También se manifiesta la necesidad de los estudiantes de poder acceder a espacios que permitan la conceptualización del concepto de calor para con ello fortalecer sus modelos explicativos en el sentido de estar próximos a los científicos.

Por ultimo se hace evidente la necesidad de integrar el componente histórico como elemento de conceptualización del concepto de calor.

Todo lo anterior enmarcado en el modelo de enseñanza – aprendizaje “modelo cognitivo de ciencia” – propuesto por Ronald Giere (1998) y las posteriores ampliaciones y modificaciones realizadas por él mismo y adicionalmente, siguiendo la línea de las investigaciones de Gilbert y Boulter (2000) sobre Modelos y Modelización.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cómo podría contribuir la enseñanza de la historia del concepto calor a la comprensión de éste por los futuros maestros de ciencias naturales de la universidad de Antioquia?

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según Pozo (1993, p. 193), “si la década de los setenta fue para la enseñanza de la ciencia la `edad de Piaget`, la década de los ochenta puede calificarse muy bien como la época de las concepciones alternativas” y ahora que hemos pasado los noventa y nos aventuramos por las primeras décadas del siglo XXI nos atrevemos a afirmar que nos sentimos contemporáneos de la floreciente época de los modelos y la modelización.

La importancia que significan los modelos y la modelización, para la ciencia esta demostrada, cuando se concibe a ésta como una empresa de carácter social, en la cual una estrategia para la producción de conocimientos es la construcción, utilización y revisión permanente de los modelos y de la modelización, tanto por parte de científicos individuales como por grupos de ellos, (Bachelard; 1991; Giere, 1992, 1999). De este modo resultan importantes los modelos y la modelización como elementos que podrían incrementar la educación, cultura y la conciencia científica.

En las última décadas, se ha registrado esfuerzos crecientes en el ámbito global, destinados a la popularización y la apropiación de la ciencia por la mayoría de los ciudadanos y, en especial el de niños y adolescentes con el fin que puedan adaptarla a su cotidianidad y utilizarla en beneficio propio y en el de la sociedad a la que pertenecen.

En este proceso de educación científica es de gran importancia conocer los procesos físicos que se presentan en la naturaleza como parte del conocimiento a adquirir, e igualmente el rol que realice el maestro como facilitador de la comprensión y apropiación del conocimiento.

A partir de la necesidad de contribuir en los procesos de educación científica, resulta pertinente conocer la formación que están recibiendo los individuos que asistirán la alfabetización de niños y jóvenes. Por esta razón se consideró para este trabajo monográfico investigar las concepciones sobre el calor de los futuros maestros de ciencias naturales de la universidad de Antioquia.

La importancia de este trabajo monográfico también se encuentra justificada a partir que desde hace muchos años el pensamiento de profesorado ha sido tema de múltiples investigaciones y proyectos en el mundo (Porlán y Rivero, 1998; Marcelo, 198, 1989,1992, 2002; Zohar, 2004). Esta vasta literatura destaca dos grandes propósitos en estos estudios de una parte, se considera que el pensamiento y las creencias de los profesores tienen una fuerte influencia en su quehacer docente (Clark y Peterson, 1990) lo cual repercute en el aula. Por lo tanto, el estudio del pensamiento de los profesores contribuye a la comprensión de los procesos de aprendizaje e instrucción que ocurre en el aula. El segundo bloque de investigación tiene que ver con la formación de los profesores, tanto a nivel inicial de futuros profesores, como la formación permanente de quienes ya se están desempeñando como tales. En estas investigaciones además se observa la influencia del conocimiento, teorías y creencias que los profesores traen consigo. Existe la indiscutible idea generalizada que para poder enseñar algo, hay que conocerlo. Esto implica, comprender en profundidad el objeto de estudio y los hechos, principios, leyes y teorías más relevantes. Se trata de conocer los marcos conceptuales de área



y la estructura interna básica de área del tal manera que el profesor pueda distinguir entre los conceptos descriptivos, que responden a los ¿qué es? los conceptos explicativos que responden a los ¿por qué? y los conceptos aplicativos que dan cuenta de los ¿para qué?

Sin embargo el conocimiento de determinado saber puede resultar insuficiente si no se tiene los otros conocimientos como son el caso de la epistemología y la historia (García E. 1998) que permiten comprender los procesos a través de los cuales se genera el conocimiento científico. Además, es conveniente incorporar ciertas nociones puente con otras áreas afines que permitan al profesor tener una visión más global del conocimiento. Por esta razón en el presente trabajo monográfico hemos considerado importante investigar los aportes que puede ofrecer la historia a la comprensión del concepto de calor, más aun cuando cada vez es más sentida la necesidad de incluir la historia y la filosofía de las ciencias tanto dentro de los currículos de profesores de química como en la enseñanza misma de la química Gagliardi, (1988); Solbes y Travers, (1994); Lizquierdo, (2000); Adúriz Bravo, (2001); Solbes y Travers, (2001); Wandersee y Baudoni Griffard, (2002); Adúriz – Bravo et al, (2002). En este mismo sentido, Gil (1963), Furio y Domínguez (2001) manifiesta que la comprensión de los obstáculos epistemológicos encontrados en la historia de las ciencias puede ser de gran ayuda para entender las actuales dificultades de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento.

Wandersee y Baudoin Griffard, (2002) resume los cuatro argumentos de Justi y Gilbert (1999) y Matthews (1994) para incluir la historia y la filosofía como parte de la enseñanza de las ciencias.

1. Le enseña al estudiante acerca de la naturaleza de las ciencias.
2. Permite a los profesores aprovechar cualquier paralelo entre el desarrollo del conocimiento propio y su desarrollo histórico.
3. Desarrolla el pensamiento crítico de los estudiantes.
4. Capacita a los profesores para encaminar los problemas prácticos de la instrucción, como por ejemplo, la organización de un currículo, de una manera que permita la integración transversal del conocimiento.

Un hecho que resulta valioso para justificar este trabajo monográfico, esta relacionado con la forma adecuada de enseñar el concepto científico de calor en todos los niveles educativos es un tema controversial hasta el presente, las dificultades radican principalmente en que es un vocablo muy utilizado en la vida cotidiana. investigaciones relacionadas a la utilización que hacen los libros de textos escolares y universitarios cuando se trabaja el concepto de calor se observa, que en los textos escolares y universitarios aun no se maneja adecuadamente y con rigor el concepto de calor, además no se presenta contextualización histórica. (Prada y Pinto, 2003).

En general la revisión bibliográfica a la que nos hemos acercado ha mostrado la existencia de investigaciones sobre las concepciones de los alumnos de secundaria sobre el concepto de calor, pero siendo muy pocas en el nivel universitario (Barlot & Mastrot, 2000) citados por (Furió, C. et al, 2005).

El estudio del significado científico del concepto calor en los niveles medio superior y superior resulta muy difícil para el alumno promedio (Cárdenas, 1997; Carlton, 2000; Clough, 1985; Flores, 1996; García, 1985; Linn, 1999; Macedo, 1985; Nachimias, 1990; Odetti, 2001; Taber, 2000; Thomaz, 1995).

Un ultimo hecho que ratifica la importancia de este trabajo monográfico se relacionado, con el problema de que en todos los niveles educativos se presenta confusión entre los términos calor y temperatura (Cervantes, 1987; Domínguez, (1998); Harrison, (1999); Lang da Silveira, (1996); Macedo, 1985; Nachimias, (1990); Odetti, 2001; Thomaz,( 2000), lo que dificulta el aprendizaje de otros fenómenos térmicos más particulares : calor latente (transiciones de fase), calor sensible (cambios de energía térmica), capacidad térmica, conductividad térmica (rapidez de transferencia de energía térmica), energía interna, etc. y, por consiguiente, de la aplicación de los principios de la Termodinámica.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Caracterizar y analizar las ideas más frecuentes en relación con el concepto de calor en algunos estudiantes de Ciencias Naturales de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las dificultades de los estudiantes de Licenciatura en Ciencia Naturales para la comprensión del concepto de calor a través de una encuesta, que posibilite también el cuestionamiento del proceso formativo que permitió el acercamiento a dicho concepto.
- Explorar las necesidades de formación que poseen los futuros profesores de ciencias naturales para la comprensión del calor, a través de la revisión de algunos antecedentes y el análisis de la información obtenida en este trabajo.

## **MARCO TEÓRICO**

### **DESARROLLO DEL CONCEPTO DE CALOR**

Como un elemento indispensable para éste trabajo investigativo hemos dispuesto el presente marco teórico, en el cual el lector podrá encontrar acontecimientos históricos que relacionan el concepto de calor, a demás podrá acercarse al concepto de modelo y de modelización como herramientas esenciales en la producción de conocimiento como es el caso de del concepto de calor.

### **PERIODO PREHISTÓRICO**

Alrededor del año 500.000 antes de cristo los pobladores prehistóricos descubrieron el fuego. Porque más que una invención humana, se debió a una casualidad natural que en un comienzo, debió ser un espectáculo asombroso y un tanto tenebroso. Algunos hombres primitivos aprendieron a preservarlo en las cavernas. Con él llegaron la cocina, el calor, un medio de defensa contra enemigos y fieras, y una manera de pulir los elementos de madera y demás herramientas.

### **PERIODO GRIEGO**

Éste periodo que involucra el concepto de calor Se inicia con Empédocles (490 – 430) quien postuló que el universo se constituía de los elementos: tierra, aire, fuego y agua, los cuales poseían las propiedades de frío, húmedo, caliente y seco.

Para Empédocles todas estas sustancias se originaban por la unión de las unidades elementales y no convertibles en otro a medida que una propiedad va primando sobre la opuesta. Es evidente destacar la propiedad sustancial que se asigna al calor en este período. El estudio de la naturaleza del calor que se llevó a cabo durante este período originó muchas oposiciones entre las tres escuelas filosóficas del mundo griego, por un lado Héraclito (576 al 480 a.c) y sus seguidores consideraban que la naturaleza del calor era aquella fuerza que causaba todas las transformaciones en el Universo, por otro lado Demo críito (460 a.c. – 370 a.c.) y seguidores razonaban frente al calor como una materia que emanaba de los cuerpos calientes y estaba formando por átomos relacionados y móviles. La escuela Aristóteles (384 – 322 a.c.); lo asumía como una atributo oculta de la materia, capaz de reunir los elementos semejantes y de separar los elementos heterogéneos. Herón de Alejandría (20 – 62 d.c.) a partir de la construcción del el “Eolipila” (Válvula del viento) artefacto que le permitió obtener experiencias que generaron por primera vez una conclusión respecto a la naturaleza del calor. Así planteando que el calor constituía una fuente de energía, la cual permitía ser empleada en la generación de un movimiento mecánico. Tal como se describe su experimento: Colgó un globo metálico lleno de agua, sobre una fuente de calor y lo puso a girar libremente alrededor de su eje vertical. En dos puntos diametralmente opuestos del globo instaló dos tubos en forma de L, que comunicaba con el interior. Transcurrido el tiempo necesario para que el agua se calentase y empezase a hervir, observó como dos chorros de vapor, de intensidad creciente, comenzaban a salir de los segmentos del tubo, que previamente había orientado en direcciones opuestas entre sí, provocando un movimiento de rotación del globo alrededor de sí mismo.

## **PERIODO DE LA ALQUIMIA.**

En los inicios del período de la Alquimia, la naturaleza del calor no fue objeto importante de estudio ello se debe principalmente a que, en su momento la

ocupación giraba en torno a los fenómenos inherentes a los materiales, tratándose de destacar la diferencia entre cuerpo y sustancia.

Este Periodo que se inicia hace aproximadamente 22 siglos y no el occidente como se suele pensar comúnmente, posteriormente que surge en Egipto y Mesopotamia se extiende por Arabia, India, China tendiendo su mayor prosperidad en Europa durante plena época medieval.

La naturaleza del calor en este período no fue objeto de estudio debido a que, en su momento la ocupación giraba en torno a los fenómenos inherentes a los materiales, tratando de destacar la diferencia entre cuerpo y sustancia, el protagonismo fue entonces para la piedra filosofal, llamada quinta esencia, o elixir de la vida. Cuyo propósito era el de transformar los metales en oro y de curar todas la enfermedades.

## **PERÍODO DE LA IATROQUIMICA**

El período de la iatroquímica, o química médica, se inició en el año 1500 con Paracelsus, quien afirmaba que uno de los objetivos fundamentales de la química era el reobtener drogas para el tratamiento de enfermedades. Poseía una amplia información de la química de su tiempo y enfatizó sobre la importancia del método experimental como medio para llegar al conocimiento.

## **PERÍODO FLOGISTO**

En el siglo XVII, en las mentes de hombres de ciencia aun con tendencias a la práctica de la alquimia se producen nuevas concepciones sobre la naturaleza del calor. Bacon (1561 – 1626), Newton (1642 – 1727) y Boiler (1626 – 1691), sospechaban las relaciones entre los fenómenos calóricos y mecánicos.

Sospechas que son comunicadas al químico alemán George Ernst Stahl (1660 – 1734), y en año1700 propuso la existencia de una sustancia simple llamada flogisto. El quemar sustancias como carbono, azufre, etc. es análogo a la

calcinación u oxidación de metales y durante el proceso hay pérdida de flogisto. En el proceso inverso, reducción, hay ganancia de flogisto. Es así que Stahl crea la teoría del flogisto, en esta teoría se fórmula que el principio de fuego, el flogisto, se desprendía de un cuerpo en combustión por lo que el flogisto también se denominó calórico. A partir de este planteamiento se enuncian dos posiciones a cerca de la naturaleza del calor, la primera que lo asumía como una sustancia indestructible y sin peso denominada calórico, y la segunda, en la cual el calor es movimiento, fuese de las partículas más pequeñas del cuerpo o de algún fluido difundido por la materia. Esta teoría, fue aceptada durante 75 años. Frente al tratamiento conceptual que se le daba al Calor aun era de una naturaleza sustancial, lo cual fue primordial para que se le considerara objeto de estudio por parte de los químicos, como lo señala Joseph Black (1766).

## **PERÍODO MODERNO**

Antoine Laurent Lavoisier da inicio a este período en 1770 explicando los fenómenos de combustión desde el punto de vista de la oxidación, con la cual acabó con la teoría del flogisto. Sin embargo el concepto de calórico tuvo vigencia hasta el año de 1842, año en el cual se presentan las conclusiones de los experimentos de Mayer y Joule, que permitieron establecer que el calor es una forma de energía. Mayer y Joule a partir de uno de sus experimentos establecen una correspondencia entre la energía mecánica y el calor producido por el movimiento de unas paletas dentro de agua cuando son accionadas por unas pesas que disminuían su energía potencial. Siendo su equivalencia: 1 caloría=4,18 Julios.

Hechos como los mencionados fueron los que permitieron que a mediados del siglo XVIII, la teoría del calórico cayera en la ascendencia, periodo este en el que no existía concepto de energía para explotarse y para afirmar las experimentaciones evidenciadas en contra de lo calórico.



Durante este periodo hombres como Benjamín Thompson (Conde de Rumford, 1753 – 1814) y Sir Humprey Davy (1778 – 1829) y otros, construyeron instrumentos que permitieron ampliar la comprensión de éste fenómeno y la construcción de modelos que lo explicaban un ejemplo es el barotermoscopio por Van Drebbel (1572 – 1634) y el primer termómetro que le permite observar que el agua hierve a un grado fijo, de acuerdo con lo descrito por él en la Real

Academia de París; Fahrenheit desea observar este fenómeno con sus propios ojos y convencerse de los resultados del experimento.

Fahrenheit (1686 – 1736), físico Alemán, que trabajaba como soplador de vidrio, fabrico un termómetro con mercurio (que describe como imperfecto). Utilizo este metal líquido porque había observado que la columna de mercurio en el barómetro era bastante sensible a las variaciones de temperatura. Después de tres años, Fahrenheit realizo un experimento en el cual tomo varios líquidos diferentes al agua, como aceite vitriolo, alcohol de vino, alcohol de nito y agua de lluvia, para evidenciar que otros líquidos hervían en un grado fijo de calor o temperatura. Los tiempos no fueron tomados simultáneamente por tal razón ajusto la escala a 48 grados, valor medio entre el límite del calor más intenso (sangre de un hombre sano) y el límite del frío más intenso (mezcla artificial de agua y sal de mar o sal amoniac). Observó que los aceites volátiles comienzan a hervir en un grado fijo de calor, pero su calor se aumenta al hervir. Además, que los aceites son afectados tanto por el calor, que en consecuencia empezaban a hervir al mismo tiempo que el mercurio. Finalmente, en su documento (Fahrenheit, D. 1724), deja la posibilidad de experimentar nuevamente para demostrar si el grado de calor o temperatura de otros líquidos aquí mencionados también varían si se encuentran en una cantidad más grande, y si hierven en un mayor tiempo.

Otra persona que contribuyó hacia la actual construcción del concepto de calor fue Joseph Black Estima Black, en sus trabajos plantea que es perceptible la tendencia del calor a difundirse de un cuerpo más caliente a un cuerpo más frío y este se distribuye entre ellos de igual manera, considerándose un estado de equilibrio universal.

Los trabajos de Joseph Black conducían a pensar, que las cantidades requeridas para aumentar el calor de diversos cuerpos en el mismo número de grados, estaba directamente en proporción con la cantidad de materia en cada uno y, por lo tanto, cuando los cuerpos eran de igual tamaño, las cantidades de calor estaban en proporción con su densidad sin embargo este modelo en cual se intentaba comprender el fenómeno, pierde vigencia a partir cuando Fahrenheit expone sus experimentos. En ellos se plantea que el calor se distribuye en los cuerpos de acuerdo con su naturaleza, así fueran del mismo tamaño, del mismo peso o cuando se reducen a la misma temperatura o el grado de calor, es decir, que la cantidad de calor necesaria para alcanzar el estado de equilibrio, es diferente para cada sustancia (calor específico).

Una vez los se generalizó el planteamiento de Fahrenheit, surgió la contra oposición de Black respecto a la fluidez del calor, éste personaje no compartía la opinión generalizada, de que la causa de éste fenómeno y del proceso inverso, era la adicción o disminución de una pequeña cantidad de calor contenida en un cuerpo. Él afirma que la cantidad de cantidad de calor recibida es mucho mayor y que esta es la principal causa de la fluidez, pero parece ser absorbida y encubierta para no ser detectada por el termómetro. En cuanto el fenómeno de vaporización describe que la causa inmediata a la formación de vapor es una gran cantidad de calor, que presenta las mismas características de encubrimiento, por tal razón lo denomina calor latente. Además, describe que las grandes adiciones de calor entran por el fondo del líquido y allí hay producción constante de vapor, que aunque no pese nada se levanta a través del agua circundante y parece ser lanzado hacia la superficie; donde se difunde a través del aire (Black, 1760). Los trabajo realizados por Joseph Black, permitieron diferenciar inicialmente, calor de temperatura. Para tal empresa expresa que la temperatura es la medida de la cantidad de calor o calórico en un cuerpo y la lectura termométrica se designaba como “número de grado de calor”. De hecho la palabra temperatura aún tenía su arcaico significado de mezcla, es decir, una temperatura indicaba una cierta mezcla de calórico con la materia, aunque él no hacía referencia alguna de estas dos definiciones.

También demostró experimentalmente que las diferentes sustancias de igual masa difieren en su capacidad para absorber calor cuando se calienta dentro del mismo intervalo de temperatura.

Benjamín Thompson: Conde de Rumford (1753 – 1814), quién trabajaba en el Arsenal militar de Munich, Alemania, observó que al taladrar un cañón se producía, en corto tiempo, una gran cantidad de calor (mucho mayor que el del agua hirviendo). De acuerdo con las conjeturas de los filósofos griegos con respecto a la existencia o no de un líquido ígneo, Rumford se cuestionó acerca de la procedencia del calor en la operación mecánica antes dicha. Para descartar la producción de calor por las virutas metálicas que son separadas por el perforador, Rumford tomó las mismas cantidades de estas virutas y las producidas por una sierra y las colocó en agua fría, y observó que ambas producían la misma cantidad de calor. Después realizó varios experimentos con un tubo perforado en uno de sus extremos, fijado en posición horizontal, que giraba sobre su propio eje y que estaba amarrado a caballos. Este cilindro fue diseñado con el propósito de saber cuanto calor se producía por fricción. El cañón fue bien cubierto, para prevenir en lo más posibles la pérdida de calor, luego tapo la boca del cañón con un pistón circular y fijó una barra de hierro a su extremo, el resultado fue asombroso. Después de dos horas y media se pudo observar que el agua donde se sumergió la barra de hierro comenzó a hervir a 210 grados (calor del agua hirviendo, en Munich).

Concluyó, entonces, Rumford, que existía distribución de calor hacia todas las direcciones y que el flujo continuo no presentaba interrupción ni agotamiento; por tal razón no era posible hablar del calor como sustancia material, sino como movimiento.

(Thompson, 1798).Julius Robert Mayer (1814 – 1878) físico y médico de alemán, describe que la sustancia, a diferencia de la fuerza, posee características muy definidas (peso, extensión) y que, en cambio, la fuerza es, en mayor término, algo desconocido hipotético. Afirma que las fuerzas son causas y que los efectos de estas no son iguales, (contradiendo el principio de la relación simple causa – efecto), es decir; que una parte de la causa se

convierte en efecto, pero que existen otros efectos que corresponde a la parte sobrante. Sin el reconocimiento de una conexión causal entre el movimiento y el calor, es difícil explicar la producción de calor y del movimiento que desaparecen, no obstante el calor no debe derivar de la disminución del volumen de las sustancias que se frotan. Por lo que Mayer afirma, que la hipótesis vibratoria del calor es un acercamiento hacia la doctrina de este, como efecto del movimiento. Por último afirma “antes de que pueda convertirse en calor el movimiento debe dejar de existir como movimiento”. (Mayer, 1894). El trabajo realizado por Mayer permitió dar los primeros pasos del concepto de energía calorífica.

## CALOR Y TEMPERATURA

En algunos de los trabajos de investigación a los que consultamos, encontramos como conclusión que el concepto de de temperatura está estrechamente relacionado con el concepto de calor e incluso se abordan como si fuese sinónimos dando tratamiento indistinto a estos; como si se tratase del mismo concepto. Por lo anterior quisimos mostrar en este trabajo las diferencias más relevantes que consideramos de estos dos conceptos.

- El calor es la energía total del movimiento molecular en una sustancia, mientras temperatura es una medida de la energía molecular media.
- El calor depende de la velocidad de las partículas, su número, su tamaño y su tipo.
- La temperatura no depende del tamaño, del número o del tipo. Por ejemplo, la temperatura de un vaso pequeño de agua puede ser la misma que la temperatura de un cubo de agua, pero el cubo tiene más calor porque tiene más agua y por lo tanto más energía térmica total.
- El calor es lo que hace que la temperatura aumente o disminuya. Si añadimos calor, la temperatura aumenta. Si quitamos calor, la temperatura disminuye. Las temperaturas más altas tienen lugar cuando las moléculas se están moviendo, vibrando y rotando con mayor energía.
- La temperatura no es energía sino una medida de ella, sin embargo el calor sí es energía.

## **PRIMEROS INSTRUMENTOS QUE PERMITIERON ESTABLECER UNA VALORACIÓN MÁS PRECISA DE LA TEMPERATURA.**

El primer termómetro (vocablo que proviene del griego *thermes* y *metron*, medida del calor) se atribuye a Galileo que diseñó uno en 1592 con un bulbo de vidrio del tamaño de un puño y de forma abierta a la atmósfera a través de un tubo delgado. Se dice que para evaluar la temperatura ambiente, calentaba con la mano el bulbo e introducía parte del tubo (boca abajo) en un recipiente con agua coloreada. El aire circundante, más frío que la mano, enfriaba el aire encerrado en el bulbo y el agua coloreada ascendía por el tubo.

La distancia entre el nivel del líquido en el tubo y en el recipiente se relacionaba con la diferencia entre la temperatura del cuerpo humano y la del aire. Si se enfriaba la habitación el aire se contraía y el nivel del agua ascendía en el tubo, si se calentaba el aire en el tubo, se dilataba y empujaba el agua hacia abajo.

Las variaciones de presión atmosférica que soporta el agua pueden hacer variar el nivel del líquido sin que varíe la temperatura. Debido a este factor las medidas de temperatura obtenidas por el método de Galileo tienen errores. En 1644 Torricelli estudió la presión y construyó el primer barómetro para medirla.

En 1641, el Duque de Toscana, construye el termómetro de bulbo de alcohol con capilar sellado, como los que usamos actualmente. Para la construcción de estos aparatos fue fundamental el avance de la tecnología en el trabajo del vidrio.

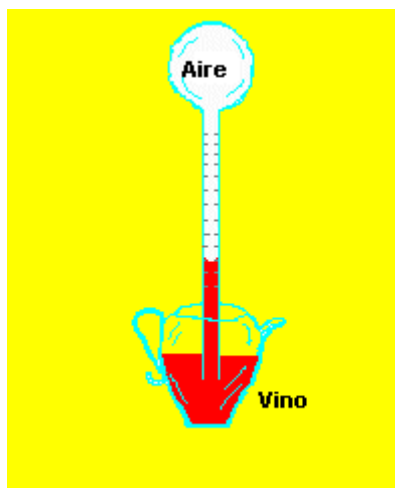
A mediados del XVII, Robert Boyle descubrió las dos primeras leyes que manejan el concepto de temperatura:

- En los gases encerrados a temperatura ambiente constante, el producto de la presión a que se someten por el volumen que adquieren permanece constante.
  
- La temperatura de ebullición disminuye con la presión.

Posteriormente se descubrió, pese a la engañosa evidencia de nuestros sentidos, que todos los cuerpos expuestos a las mismas condiciones de calor o de frío alcanzan la misma temperatura (ley del equilibrio térmico). Al descubrir esta ley se introduce por primera vez una diferencia clara entre calor y temperatura. Todavía hoy y para mucha gente estos términos no están muy claros.

Los termómetros tuvieron sus primeras aplicaciones prácticas en Meteorología, en Agricultura (estudio de la incubación de huevos), en Medicina (fiebres), etc., pero las escalas eran arbitrarias: "estaba tan caliente como el doble del día más caliente del verano" o tan fría como "el día más frío del invierno".

Antes de la aparición de los termómetros de mercurio se construyeron termómetros de alcohol como los de Amontons y Reamur.



### Esquema 1. Primer termómetro elaborado por Galileo

En 1717 Fahrenheit, un germano-holandés (nacido en Dancing pero que emigró a Ámsterdam), fabricante de instrumentos técnicos, construyó e

Introdujo el termómetro de mercurio con bulbo (usado todavía hoy) y tomó como puntos fijos:

- El de congelación de una disolución saturada de sal común en agua, que es la temperatura más baja que se podía obtener en un laboratorio, mezclando hielo o nieve y sal.

- La temperatura del cuerpo humano - una referencia demasiado ligada a la condición del hombre- .

Dividió la distancia que recorría el mercurio en el capilar entre estos dos estados en 96 partes iguales.

Newton había sugerido 12 partes iguales entre la congelación del agua y la temperatura del cuerpo humano. El número 96 viene de la escala de 12 grados, usada en Italia en el S. XVII ( $12 \times 8 = 96$ ).

Aunque la temperatura de la mejor proporción de hielo y sal es alrededor de -20 °C Fahrenheit, finalmente, ajustó la escala para que el punto de congelación del agua (0 °C en la escala Celsius) fuera de 32 °F y la temperatura de ebullición del agua de 212 °F.

La escala Fahrenheit, que se usa todavía en los países anglosajones, no tenía valores negativos (no se podían lograr en esa época temperaturas por debajo de cero grados) y era bastante precisa por la dilatación casi uniforme del mercurio en ese intervalo de temperaturas. Con este termómetro de precisión Fahrenheit consiguió medir la variación de la temperatura de ebullición del agua con la presión del aire ambiente y comprobó que todos los líquidos tiene un punto de ebullición característico.

En 1740, Celsius, científico sueco de Upsala, propuso los puntos de fusión y ebullición del agua al nivel del mar ( $P=1$  atm) como puntos fijos y una división de la escala en 100 partes (grados). Hecho que respondía a que en Suecia interesaba más medir el grado de frío que el de calor le asignó el 100 al punto de fusión del hielo y el 0 al del vapor del agua en la ebullición. Más tarde el botánico y explorador Lineó invirtió el orden y le asignó el 0 al punto de congelación del agua. Esta escala, que se llamó centígrada por contraposición a la mayoría de las demás graduaciones, que eran de 60 grados según la tradición astronómica, ha perdurado hasta época reciente (1967) y se proyectó en el Sistema métrico decimal (posterior a la Revolución Francesa).

La escala Kelvin tiene como referencia la temperatura más baja del cosmos. Para definir la escala absoluta o Kelvin es necesario recordar lo que es el punto



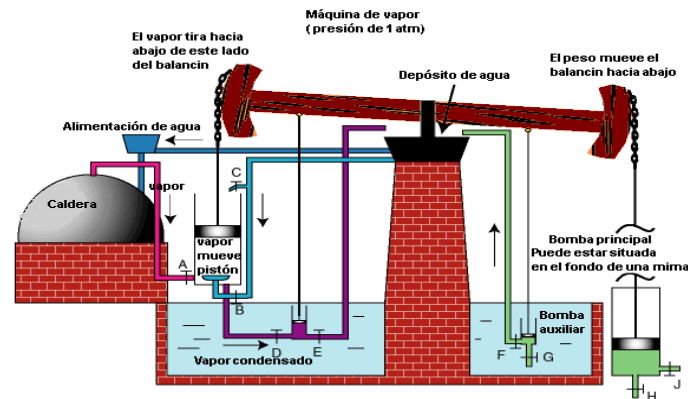
triple. El llamado punto triple es un punto muy próximo a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el que el agua, el hielo y el vapor de agua están en equilibrio. En 1967 se adoptó la temperatura del punto triple del agua como único punto fijo para la definición de la escala absoluta de temperaturas y se conservó la separación centígrada de la escala Celsius. El nivel cero queda a  $-273,15\text{ K}$  del punto triple y se define como cero absoluto o  $0\text{ K}$ . En esta escala no existen temperaturas negativas. Esta escala sustituye a la escala centígrada o Celsius.

A la temperatura del cero absoluto no existe ningún tipo de movimiento y no se puede sacar calor. Es la temperatura más baja posible y todo el movimiento atómico y molecular se detiene. Todos los objetos tienen una temperatura más alta que el cero absoluto y por lo tanto pueden emitir energía térmica o calor.

Paralelamente al estudio de los conceptos de temperatura y de calor se empezaron a desarrollar aplicaciones técnicas derivadas de la manipulación de la energía térmica.

A finales del s. XVII se empezó a utilizar el vapor de agua para mover las bombas de achique de las minas de carbón en Inglaterra. Las primeras máquinas fueron la bomba de Savery (1698) y la de Newcomen (1711). La máquina de Savery consistía en un cilindro conectado mediante una cañería a la fuente de agua que se deseaba bombear, el cilindro se llenaba de vapor de agua, se cerraba la llave de ingreso y luego se enfriaba. Cuando el vapor se condensaba se producía un vacío que permitía el ascenso del agua.

En la máquina de Newcomen el vapor a presión atmosférica (sin recalentar) procedente de una caldera (alambique de cobre de cervecería) se metía en un cilindro y elevaba un émbolo.



**Esquema 2. La máquina de Newcomen<sup>1</sup>**

El émbolo estaba conectado a un balancín. El balancín al quedar libre por el peso de las cuerdas y de los contrapesos accionaba la bomba de achique en la mina en un sentido, luego se cerraba la entrada de vapor y se inyectaba agua fría que ocasionaba un gran vacío en el cilindro. El pistón se movía y arrastraba el balancín en el otro sentido, con lo cual se elevaba el pistón de la bomba. El ciclo se repetía indefinidamente.

Esta conversión de energía térmica en energía mecánica, que daba 4 Kw. (caballos de fuerza) con un rendimiento del 1%, fue el fundamento de la Revolución Industrial y dio origen a una nueva ciencia: la Termodinámica, que estudia la transformación de calor (termo) en trabajo (dinámica).

Durante el siglo XVIII se asentaron las bases para utilizar las máquinas de vapor para mover maquinaria industrial, para el transporte marítimo (barcos) y terrestre (locomotoras). En 1769 Watt ideó la separación entre el expansor y el condensador y a partir de entonces empezó la fabricación a nivel industrial.

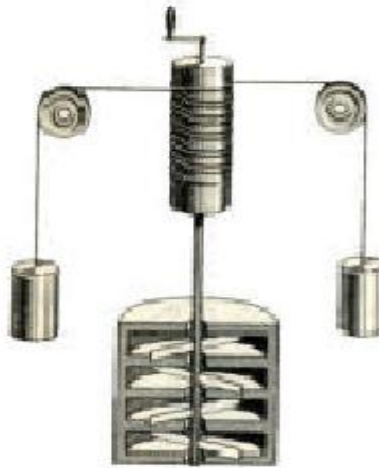
En 1765, el profesor de química escocés Joseph Black (Watt fue ayudante suyo) realizó un gran número de ensayos calorimétricos, distinguiendo claramente entre calor (cantidad de energía) y temperatura (nivel térmico). Introdujo los conceptos de calor específico y de calor latente de cambio de estado. Uno de los experimentos de Black consistía en echar un bloque de hierro caliente en un baño de hielo y agua y observar que la temperatura no

<sup>1</sup> [www.stonek.com/banco/index](http://www.stonek.com/banco/index)

variaba. Desgraciadamente, sus experimentos eran a presión constante cuando se trataba de líquidos, y a volumen constante cuando eran gases, y el trabajo intercambiado por el sistema con el exterior era siempre despreciable, dando origen a la creencia errónea de que el calor se conservaba en los procesos térmicos: famosa y errónea teoría del calórico.

En 1798, B. Thompson (conde Rumford) rebatió la teoría del calórico de Black diciendo que se podía generar continuamente calor por fricción, en contra de lo afirmado por dicha teoría. Hoy día suele mostrarse esta teoría del calórico (que fue asumida por grandes científicos como Lavoisier, Furrier, Laplace, Poisson y que llegó a utilizar Carnot para descubrir el "Segundo Principio de la Termodinámica" como el ejemplo más notorio que a veces una teoría inicial equivocada puede conducir al final a resultados correctos que obligan a revisarla.

Hasta bien entrado el siglo XIX se consideraba que el calor era un fluido sin masa, el llamado "calórico", que estaba contenido en la materia y podía introducirse en un cuerpo o extraerse del mismo. Aunque la teoría del calórico explicaba las cuestiones básicas de termometría y calorimetría, no lograba explicar satisfactoriamente muchas observaciones realizadas a principios del siglo XIX. La primera relación cuantitativa entre el calor y otras formas de energía fue observada en 1798 por el físico y estadista estadounidense de origen inglés Benjamín Thompson, conde de Rumford, que observó que el calor producido al taladrar el ánima de un cañón era aproximadamente proporcional al trabajo empleado (en mecánica, el trabajo es el producto de la fuerza que actúa sobre un cuerpo por la distancia recorrida por el cuerpo en la dirección de esta fuerza durante su aplicación).



### **Esquema 3. Montaje experimental para la determinación del equivalente mecánico del calor.<sup>2</sup>**

A mediados del siglo XIX, el físico alemán Herman Ludwig von Helmholtz y el matemático y físico británico lord Kelvin explicaron la equivalencia entre calor y trabajo. Esta equivalencia significa que la realización de trabajo sobre un sistema puede producir el mismo efecto que la adición de calor. Por ejemplo, se puede lograr el mismo aumento de temperatura en un líquido contenido en un recipiente suministrándole calor o realizando la cantidad de trabajo apropiada, haciendo girar una rueda de paletas dentro del recipiente. El valor numérico de esta equivalencia, el llamado “equivalente mecánico del calor”, fue determinado en experimentos realizados entre 1840 y 1849 por el físico británico James Prescott Joule.

Con ello quedó establecido que la realización de trabajo sobre un sistema y la adición de calor al mismo son formas equivalentes de transferir energía al sistema. Por tanto, la cantidad de energía añadida como calor o trabajo debe aumentar la energía interna del sistema, que a su vez determina la temperatura. Si la energía interna no varía, la cantidad de trabajo realizado sobre un sistema debe ser igual al calor desprendido por el mismo. Esto constituye el primer principio de la termodinámica, que expresa la conservación de la energía. Esta energía interna sólo pudo relacionarse con la suma de las

---

<sup>2</sup> [www.stonek.com/banco/index](http://www.stonek.com/banco/index)

energías cinéticas de todas las partículas del sistema cuando se comprendió mejor la actividad de los átomos y moléculas dentro de un sistema. Pero no pone limitaciones a las formas de intercambio de energía térmica y mecánica. El primero en formular el principio de que los intercambios de energía se producen globalmente en una dirección determinada fue el físico e ingeniero militar francés Sadi Carnot, quien en 1824 mostró que una máquina térmica (un dispositivo que puede producir trabajo de forma continua a partir del intercambio de calor con su entorno) necesita un cuerpo caliente como fuente de calor y un cuerpo frío para absorber el calor desprendido. Cuando la máquina realiza trabajo hay que transferir calor del cuerpo caliente al cuerpo frío; para que ocurra lo contrario hay que realizar trabajo mecánico (o eléctrico). Por ejemplo, en un refrigerador que funciona de forma continua, la absorción de calor del cuerpo de baja temperatura (el espacio que se quiere refrigerar) exige realizar trabajo (por lo general en forma eléctrica) y desprender calor al entorno (a través de aletas o rejillas de refrigeración situadas en la parte trasera del aparato). Estas ideas, basadas en los conceptos de Carnot, fueron formuladas de forma rigurosa como segundo principio de la termodinámica por el físico matemático alemán Rudolfo Emmanuel Clausius y lord Kelvin en formas diversas aunque equivalentes. Una de estas formulaciones es que el calor no puede fluir de un cuerpo frío a un cuerpo caliente sin que se realice trabajo.

En un sistema adiabático aislado (en el que no existen interacciones con el entorno), las partes internas que se encuentran a temperaturas distintas siempre tienden a igualar sus temperaturas y alcanzar así el equilibrio. Este principio también puede aplicarse a otras propiedades internas inicialmente no uniformes. Por ejemplo, si se vierte leche en una taza de café, las dos sustancias se mezclan hasta hacerse inseparables e indiferenciales. Por lo tanto, un estado inicial ordenado, con componentes diferenciados, se convierte en un estado mezclado o desordenado. Estas ideas se pueden expresar a partir de una propiedad termodinámica denominada entropía (enunciada por primera vez por Clausius), que mide lo cerca que está un sistema del equilibrio, es decir, del desorden interno perfecto. La entropía de un sistema aislado, y del Universo en su conjunto, sólo puede aumentar, y cuando se alcanza finalmente

el equilibrio ya no son posibles cambios internos de ningún tipo. Cuando se aplica al conjunto del Universo, este principio sugiere que la temperatura de todo el cosmos acabará siendo uniforme, con lo que se producirá la llamada “muerte térmica” del Universo.

Sin embargo, la entropía puede disminuirse localmente mediante acciones externas. Esto ocurre en las máquinas (por ejemplo un refrigerador, en el que se reduce la entropía del espacio enfriado) y en los organismos vivos. Por otra parte, este aumento local del orden sólo es posible mediante un incremento de la entropía del entorno, donde necesariamente tiene que aumentar el desorden.

Este aumento continuado de la entropía está relacionado con la irreversibilidad que se observa en los procesos macroscópicos. Si un proceso fuera reversible espontáneamente, es decir, si después de realizado el proceso, tanto el sistema como el entorno pudieran regresar a su estado inicial la entropía permanecería constante, lo que violaría el segundo principio. Aunque los procesos macroscópicos observados en la experiencia cotidiana son irreversibles, no ocurre lo mismo con los procesos microscópicos. Por ejemplo, las reacciones químicas entre moléculas individuales no se rigen por el segundo principio de la termodinámica, que sólo es válido para unos conjuntos de macroscópicos.

La construcción y desarrollo del concepto de calor desde sus albores como nos lo muestra la historia del mismo, ha permitido la génesis de otros conceptos leyes y principios indispensables para el progreso de la humanidad en el planeta. Entre ello se mencionan.

## **LEYES DE LOS GASES:**

A mediados del siglo XVII, Robert Boyle llamada así en honor al físico y químico británico Robert Boyle y al físico francés Edme Mariotte, fue el que formuló las dos primeras leyes que incluyeron el concepto de calor y temperatura: Los gases encerrados a temperatura ambiente constante, el producto de la presión a que se somete por el volumen adquirido permanece constante y la otra ley es la temperatura de ebullición que disminuye con la presión. Posteriormente se descubrió que todos los cuerpos expuestos a las mismas condiciones de calor o de frío alcanzan la misma temperatura (ley de equilibrio térmico). Al descubrir esta ley se introduce por primera vez una diferencia clara entre calor y temperatura.

## **LA TERMODINÁMICA:**

Es la ciencia que estudia la transformación de calor (termo) en trabajo (dinámica). Alcanzó su pleno desarrollo en el siglo XIX permitiendo aclarar los conceptos de calor y temperatura, proporcionando definiciones coherentes y demostrando cómo podían relacionarse éstas con los conceptos de trabajo y energía, que hasta entonces tenían un carácter puramente mecánico.

## **CINÉTICA Y MECÁNICA**

El concepto moderno de átomo fue propuesto por primera vez por el químico y físico británico John Dalton en 1808, a partir de sus estudios que mostraban que los elementos químicos se combinan en proporciones constantes para formar compuestos. En 1811, el físico italiano Amedeo Avogadro propuso el concepto de molécula, la partícula más pequeña de una sustancia gaseosa que puede existir en estado libre y seguir teniendo las mismas propiedades que una cantidad mayor de dicha sustancia. Este concepto no tuvo una aceptación

generalizada hasta unos 50 años después, cuando sirvió de base a la teoría cinética de los gases. Esta teoría, desarrollada por Maxwell, el físico austriaco Ludwig Boltzmann y otros, permitió aplicar las leyes de la mecánica y del cálculo probabilístico al comportamiento de las moléculas individuales, lo que llevó a deducciones estadísticas sobre las propiedades del gas en su conjunto.

Un problema importante resuelto de esta forma fue la determinación del rango de velocidades de las moléculas de un gas, y en consecuencia de la energía cinética media de las moléculas. Uno de los logros de la teoría cinética fue la demostración de que la temperatura: una propiedad termodinámica macroscópica que describe el conjunto del sistema el cual está directamente relacionada con la energía cinética media de las moléculas. Otro logro consistió en identificar la entropía de un sistema con el logaritmo de la probabilidad estadística de la distribución de energías. Esto llevó a demostrar que el estado de equilibrio termodinámico de mayor probabilidad es también el estado de máxima entropía. Después de su éxito en los gases, la teoría cinética y la mecánica estadística se aplicaron a otros sistemas, algo que continúa haciéndose en la actualidad.



## **MODELOS Y MODELIZACIÓN**

Una vez aborda de forma general la historia del desarrollo del concepto de calor continuamos con los conceptos de Modelo y Modelización como elementos esenciales en la construcción de cualquier tipo de conocimiento, para ello en nuestra investigación hemos traído a colación dos autores que permiten hacer un aproximación al concepto de Modelos y Modelización que usa la ciencia.

De estos autores con respecto a los modelos nos hemos adherido a los planteamientos de Giere (1999) de acuerdo con Giere los modelos son “objetos cuyo comportamiento se ajusta exactamente a las definiciones” que establecen relaciones de similitud con los fenómenos del mundo.

De esta forma un modelo viene hacer un agente entre las definiciones teóricas y el mundo “real”, No obstante, ya que a menudo la visión de los modelos teóricos puede resultar algo complejo, es posible erigir modelos físicos para caracterizar un modelo abstracto que facilita la comprensión de una teoría o un fenómeno científico.

### **¿Qué es un modelo científico?**

A una primera respuesta, exponemos la definición que hace Giere. Para éste autor los modelos científicos son como planos de calles o de carreteras, Según sus propias palabras, ningún mapa es totalmente correcto, pero pueden ser útiles para encontrar el propio camino en un territorio desconocido. Lo mismo ocurre con los modelos científicos.

Giere señala, para que un modelo se considere procedente, debe relacionarse y ajustarse a los objetos de la naturaleza mediante hipótesis teóricas que se desarrollen a partir de las predicciones basadas en los datos experimentales; finalmente, debe ser el único que cumpla con tales condiciones. Como

manifiesta Justi y Gilbert (2002), lo ideal es que el modelo simbolice de la mejor manera la realidad y que permita hacer predicciones seguras.

La utilidad de los modelos para los científicos se manifiesta en que son los medios con que se representan el mundo tanto para si mismos como los demás, con relación a este servicio de los modelos, cabe agregar que para Giere los modelos teóricos son entidades construidas mutuamente, que su entorno esta limitado al que le otorga la comunidad de científicos, actuando finalmente como representaciones mundo.

El segundo autor que traemos a colación y no menos importante, que permite comprender lo que es un modelo es Fourez (1994) para éste, los modelos teóricos al igual que Giere son representaciones del mundo. Construidas socialmente, con la posibilidad de permiten organizar el mundo (a través de la interpretaciones que hacemos de él), y actuar dentro de él.

Del planteamiento que hace Giere y Fourez sobre los modelos, conciertan en que los modelos teóricos son representaciones de diferentes tipos, construidas socialmente.

A continuación se presenta algunas características que hace de los modelos representaciones importantes para comprender la realidad

Características modelos Castro (1992)

- Un modelo facilita la comprensión de las teorías porque la representa de una manera explícita y simplificada y permite identificar sus partes en términos de estructuras.
- Mediante los modelos se hace tangible lo intangible, se hace visible lo invisible.

Un Modelo facilita la identificación de las relaciones funcionales y facilita la identificación de relaciones causa – efecto y mecanismos causales de la situación investigada y de esa forma se llevan a nuevos conceptos y nuevas justificación

- El modelo permite el tratamiento cuantitativo riguroso, el cual conlleva a una adecuada interpretación y en el peor de los casos, constituye una primera aproximación al comportamiento del fenómeno que el modelo representa.
- El modelo es incompleto al referente, el cual usualmente es un sistema, además, porque hace parte específica del campo que comprende la teoría.
- Permiten comprender y explicar la realidad.
- Permiten que las situaciones complejas se descompongan en sistemas más simples.
- Facilitan imaginar lo oculto, hacer representaciones más elaboradas de las cualidades de los objetos a través de las variables y de sus relaciones construyendo representaciones de un carácter hipotético relacional.

## **Modelización**

Los modelos científicos como posibles soluciones de un problema de investigación son un constructo de los entes y fenómenos físicos que han de representar, es aquí donde es necesario el aprendizaje de un nuevo idioma que permite recibir de otra manera la nueva representación de los fenómenos. Este nuevo idioma requiere del aprendizaje de una serie de pasos para identificar solo aquellos elementos salientes de un sistema y para evaluar según distintas reglas, el modelo escogido Greca y Moreira (1998). La anterior descripción que hacen estos dos autores corresponde al concepto de la modelización a la que se suman otras como la de Lopes (1997) el cual plantea la modelización como aquel instrumento mental que permite hacer uso de situaciones físicas de forma intencional, sistemática, organizada y predicativa.

La revisión Bibliográfica muestra propuestas para llevar a cabo procesos de modelización, un ejemplo de estas propuestas es el de Rodríguez y Fernández (1999).

- Se identifica los componentes del sistema.

- Se divide cada componente en subcomponentes, hasta llegar a un nivel de simplicidad que permita utilizar los instrumentos disponibles para los subcomponentes con alto grado de especificidad.
- Los subcomponentes se relacionan entre sí en una red subsistemas que es representativa de su interacción, tal como se percibe en el mundo.
- Se reduce la red de componentes (subsistemas) por medio de su combinación, formando un sistema equivalente que se preste mejor al análisis conductual y al control.

## **DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación cualitativa - cuantitativa se desarrolla bajo los preceptos de un estudio exploratorio tipo descriptivo y se fundamenta metodológicamente en la propuesta de Mengascini y otros, 2004.

Teniendo en cuenta la necesidad de dar cumplimiento a los objetivos propuestos de la investigación, el diseño metodológico cuenta con la aplicación de una encuesta en la cual se intenta a partir de los análisis caracterizar y explorar las representaciones sociales de los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales sobre el concepto de calor.

La importancia de este instrumento para la investigación es doble. Por una parte se indaga si, el grupo participante conoce del concepto y el otro motivo de esta herramienta, es explorar si los individuos de la muestra consideran que el sistema educativo ha contribuido a fortalecer y mejorar la comprensión de este concepto.

Parte del análisis es tomado de datos concretos obtenidos en la investigación, ya que para una mayor rigurosidad deberá tener las ideas precisas de los encuestados, estos resultados serán los lineamientos principales para cada cuadro de resultados.

La investigación se desarrolla con (45) estudiantes de Licenciatura en Educación Básica Ciencias Naturales con énfasis en Medio Ambiente, estudiantes de de diferentes semestres, de la Universidad de Antioquia.

Las indagaciones que orientaran esta exploración a través de la encuesta, irán aportando elementos cruciales para la determinación del tipo de correspondencia de los modelos y los procesos de enseñanza aprendizaje que se han descrito anteriormente. Ya que esta correspondencia pueden estar entrecruzada desde lo teórico, lo procedimental o lo histórico.

La metodología se distribuirá en dos planos el primero: Fases, las cuales se reconocen como las secciones macro y describen propósitos alcanzables. Las fases para esta metodología son dos *Recolección de la Información y Exploración de las representaciones (análisis)*. Y también una plano mas micro que llamaremos etapas las cuales describen principalmente actividades.

El tiempo que se determino para esta investigación fue de los 18 meses (ver grafico: 1) tiempo en el cual se ejecutaron una serie de actividades que dieron cumplimiento a las etapas, cada una con momentos específicos (fases) en los que se dio una interacción directa con fuentes primarias y con los estudiantes cómo parte de la muestra.



En la primera etapa denominada de exploración de modelos se busca un acercamiento a los conceptos de Modelo y Modelización, lo hallado en

diferentes fuentes se discute y con ayuda de la asesora se selecciona el material que posteriormente servirá en la construcción del marco teórico.

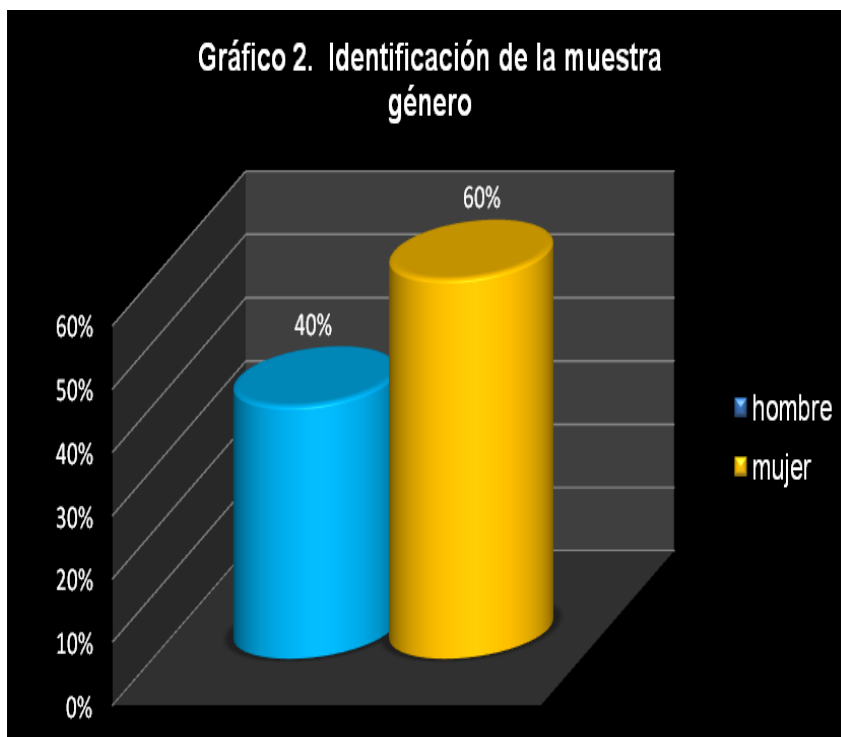
En la segunda etapa, se realiza una recolección de la información en la literatura especializada, en nuestro caso, el rastreo buscaba responder a: ¿qué se entiende por representación desde el enfoque de los modelos y modelización en ciencias?, ¿Cuáles son los referentes históricos del concepto de calor en química? y ¿Cuáles son las dificultades que tiene el aprendizaje del concepto de calor?

Durante la tercera etapa que comprende (exploración del concepto, estudios previos, sistematización, análisis y conclusiones) se realizó una encuesta (anexo 1), a través de la cual se pretende recolectar la información, tendiente a caracterizar y explorar las representaciones sociales de los estudiantes de La Licenciatura en Ciencias Naturales sobre el concepto de calor.

La información obtenida se confronta con estudios relacionados a nuestra investigación, por ello la necesidad de hacer un análisis de estudios previos, que dichos análisis se sistematizaran para extraer de ellos las correspondientes conclusiones.

## **ANALIS DE LA INFORMACIÓN**

A continuación se relacionan las gráficas (con su correspondiente frecuencia en porcentaje) que representa los ítems de la encuesta realizada a los 45 estudiantes de la Licenciatura Básica en Ciencias Naturales con énfasis en Medio Ambiente de la Universidad de Antioquia.



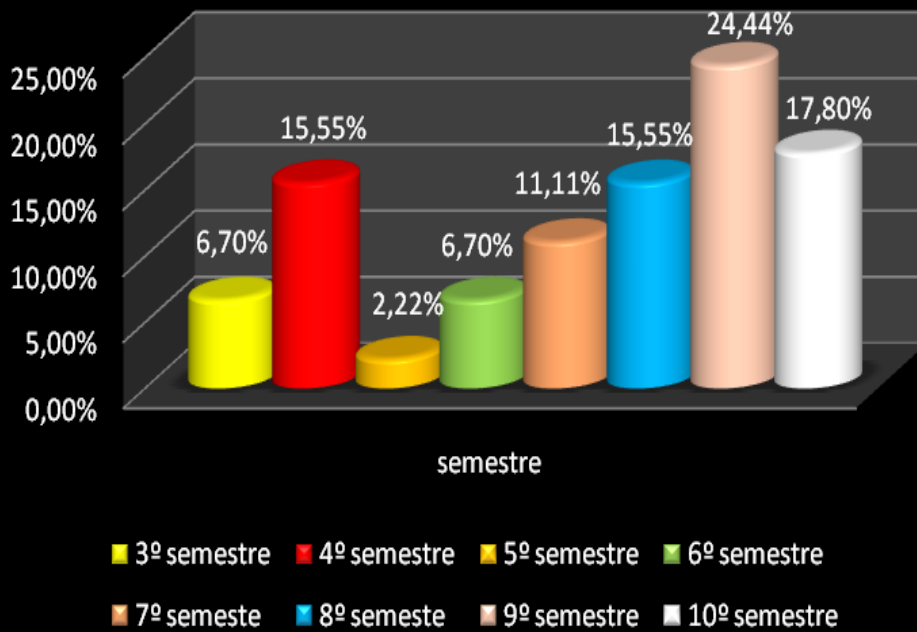
Genero	Numero de estudiantes	Porcentaje
Mujeres	27	60%
Hombres	18	40%

Ítem numero 1 genero: La información que arroja este primer ítem, distinción de genero; muestra que los estudiantes con los que se trabajó pertenecen a la Licenciatura en Educación Básica en Ciencias Naturales con en énfasis en Medio Ambiente.

La muestra no es homogénea (sexo) existiendo un mayor porcentaje de mujeres respecto a los hombres. También cabe mencionar que la muestra se eligió al azar.



**Gráfico 3. Identificación de la muestra  
Nivel académico de los estudiantes**



Semestres	Numero de estudiantes	Porcentaje
Tercer semestre	3	6.70%
Cuarto semestre	7	15.55%
Quinto semestre	1	2.22%
Sexto semestre	3	6.70%
Séptimo semestre	5	11.11%
Octavo semestre	7	15.55%
Noveno semestre	11	24.44%
Décimo semestre	8	17.80%

Ítem numero 2: Nivel académico de los estudiantes

El propósito de este ítem es identificar el nivel (semestre) en el que se encuentran cada uno de los estudiantes.

**Análisis:**

Se obtuvo como resultado que el mayor porcentaje de los encuestados se encuentran en un semestre avanzado ( noveno 9°) de la carrera, situación que permite presumir que los modelos explicativos presenten en las ideas que poseen este grupo de estudiantes frente al concepto de calor es lo bastante cerca a la de la comunidad de científicos



Estudiantes que han fortalecido su concepto desde otros estudios	Estudiantes que no han fortalecido su concepto
16%	29%

Ítem numero 3:

**Análisis:**

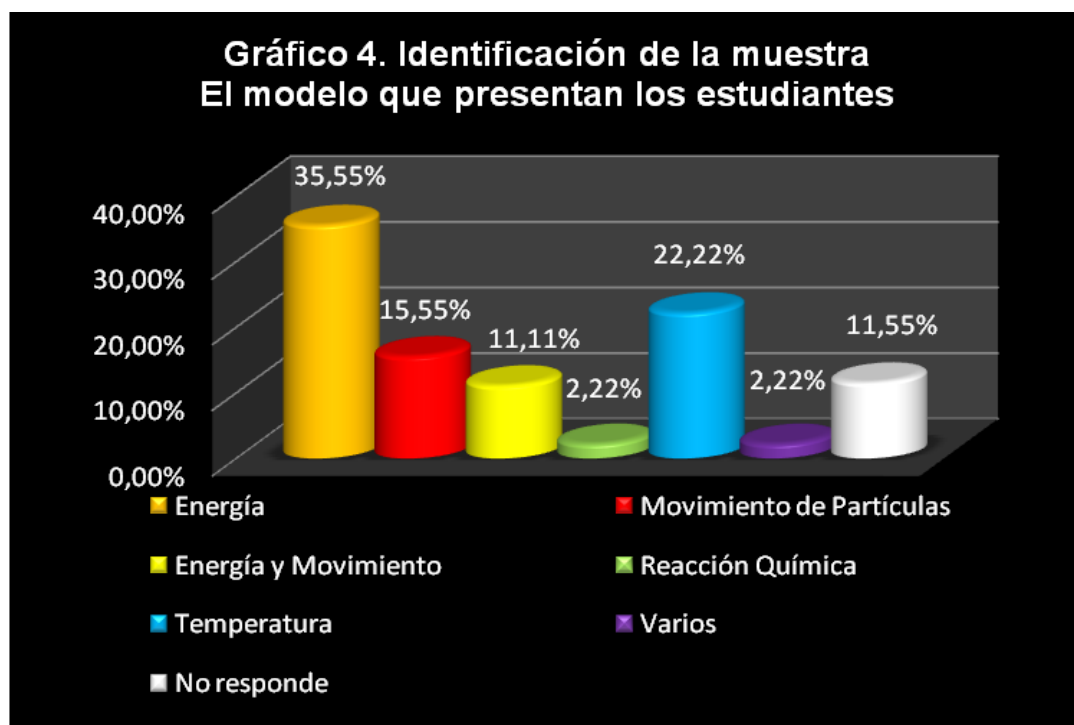
El objetivo de éste ítem para la investigación es indagar que estudios han contribuido al fortalecimiento del concepto de calor en los estudiantes. Para ello se pregunta si a partir de estudios de carácter, técnico, tecnológico o pregrado se han tenido un contacto con el concepto de calor.

La gran mayoría de los estudiantes han manifestado que no han tendido ningún tipo de formación que contribuya a fortalecer “modelos explicativos” del concepto de calor.

#### Ítem numero 4: el concepto

En éste ítem se pretende rastrear las principales ideas con las cuales los estudiantes identificar el concepto de calor.

Para la clasificación de las diferentes ideas que manifiestan los estudiantes del concepto de calor se han establecido siete (7) categorías que condensa y agrupa el contenido de estas.



Categoría	Numero de estudiantes	Porcentaje
1. Energía	16	35.55%
2. Movimiento de partículas	7	15.55%
3. Energía y Movimiento	5	11.11%
4. Reacción Química	1	2.22%
5. Temperatura	10	22.22%

6. Energía, Movimiento y Temperatura	1	2.22%
7. No saben no responden	5	11.55%

### Análisis:

El resultado de la aplicación de anterior ítem deleva que el concepto de calor esta siendo estrechamente relacionado con el concepto de energía.



Categorías	Numero de estudiantes	Porcentaje
Integrando los contenidos de las diferentes asignaturas específicas	6	13.33%
Integrando los contenidos de las asignaturas enfocadas en la historia y al epistemología	11	24.44%
Visitas a museo y exposiciones	2	4.44%
Trabajos de laboratorio	8	17.80%
Nueva tecnologías	0	0%

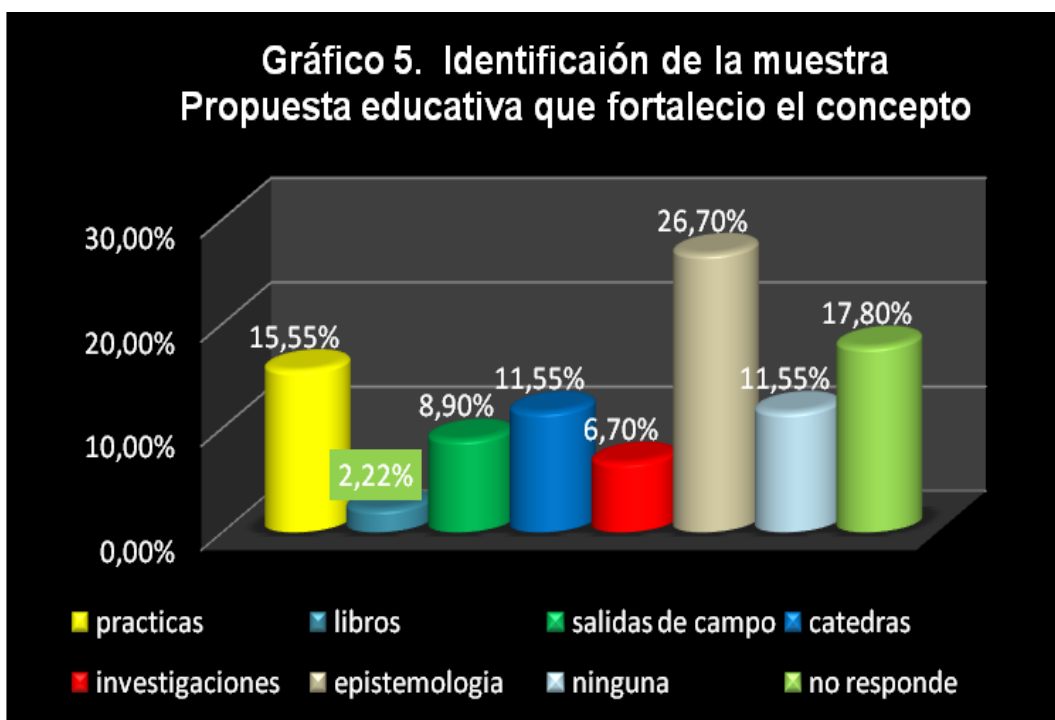
Varias de las anteriores	15	33.33%
Otras	2	4.44%
No responden	4	8.90%

Ítem numero 5: Como abordar el concepto.

**Análisis:**

Con la intención de indagar sobre cual sería la forma o el espacio pertinente para abordar el concepto de calor, se realiza el presente ítem. En el cual se presentan diferentes opciones para ello.

Análisis: La mayoría de los estudiantes (33.33%) consideran como positivo utilizar cada una de las propuestas expuesta para abordar el concepto de calor.



Categoría	Numero de estudiantes	Porcentaje
Practicas en Laboratorios	7	15.55%
Libros de texto	1	2.22%
Salidas de Campo	4	8.90%
Cátedra	5	11.55%

Investigaciones	3	6.70%
Epistemología	12	26.70%
No identifican ninguna propuesta	5	11.55%
No responde	8	17.80%

Ítem numero 6: propuesta que desde el sistema educativo contribuyo con el fortalecimiento del concepto.

**Análisis:**

El valor que representa la epistemología e historia como espacio que permite un acercamiento al concepto de calor se ve reflejado en las respuesta de los estudiantes con una representación del 26.70%.

## CONCLUSIONES

En la revisión bibliográfica se encontró que algunos libros de texto del área de la química y física realizan un tratamiento de los conceptos de calor y temperatura como sinónimos, situación que se encuentra en algunos estudiantes en el momento de manifestar sus ideas respecto al concepto de calor. Los resultados muestran que los estudiantes tienen claro conceptos que están relacionados con el calor, pero hacen uso de estos como si fuese lo mismo.

La investigación generó entre muchos otros cuestionamientos: la necesidad de realizar un estudio más detallado del concepto de calor, para determinar estrategias durante la formación de los estudiantes de la Licenciatura Básica en Ciencias Naturales con Énfasis en Medio Ambiente que permitan fortalecer sus modelos explicativos del concepto.

La historia al mostrar, desarrollo y perfeccionamiento, permite acercar a los estudiantes a una mejor comprensión de aquellos modelos que explican el concepto de calor y como consecuencia a comprenderlo.

Las lecturas y análisis de las gráficas evidencian, que gran porcentaje de estudiantes se encuentran en un nivel (semestre) avanzado, en el cual se han visto asignaturas que permitieron tener un contacto teórico con el concepto de calor, sin embargo los modelos explicativos de este concepto, que manifiestan en sus ideas se encuentran distantes de los modelos científicos y más cercanas al conocimiento cotidiano.

## RECOMENDACIONES

La realización de investigaciones sobre el concepto de calor en maestros en formación de la Licenciatura en Educación Básica en Ciencias Naturales y medio Ambiente es vista desde este trabajo como un campo propicio para futuras investigaciones educativas encaminadas a comprender los procesos de modelización, uso de modelos explicativos y la utilización la historia que permitan mejorar los procesos de enseñanza actuales en el medio pedagógico.

La historia al permitir una aproximación al conocimiento científico debe tomársela como una herramienta ventajosa en la formación de los estudiantes en Licenciatura en educación Básica con énfasis en Ciencia Naturales y Medio Ambiente

Como proposición el anterior trabajo recoge de cierta medida el sentir de los estudiantes de la licenciatura en ciencias naturales con énfasis en medio ambiente, abriendo la posibilidad a que nazcan nuevas propuestas de estudio e investigación, dirigidas al método y las metodologías de la enseñanza de las ciencias en la facultad.



## **BIBLIOGRAFÍA**

CASTRO,E.A.(1992). El empleo de modelos en la enseñanza de la química. Enseñanza de las ciencias. Vol.10,No.1.p.73-79.

FLORES, F; GALLEGOS, L & GARRITZ, A. (2005) Inconmensurabilidad y múltiples modelos: Las concepciones sobre estructura de la materia de los estudiantes universitarios de química. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, VII Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias.

GALLEGO, Rómulo. Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 3 N° 3 (2004). Grupo de Investigación Representaciones y Conceptos Científicos. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, D.C. Colombia.

GARCÍA DÍAS JOSÉ EDUARDO, 1998. Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Universidad de Barcelona. N° 207, 18 de febrero de 2000

GARCÍA y FLOREZ (2004). Investigación en enseñanza de las ciencias: de las investigaciones representativas a las representaciones múltiples. Ethos educativo 30. México mayo-agosto. 2004

GIERE, R. (1998). La explicación de la ciencia: un acercamiento cognitivo.México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. p 85 -115.

GIL D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. Enseñanza de las ciencias, 11 (2) pp. 197-112 Johnson-Laird. Mental Models. Cambridge. University Press. 1983.

GRECA, Ileana, MOREIRA, Marco Antonio. "Modelos Mentales, Modelos Conceptuales y Modelización" Trabajo presentado en Décima Reunión de Enseñanza de la Física (REF X), realizada en Mar de la plata, 27-31 de octubre de 1997.

ISLAS, S. M. y PESA, M. A. (2003). ¿Qué rol asignan los profesores de física de nivel medio a los modelos científicos y a las actividades de modelado? Enseñanza de las Ciencias, Número extra, 57 – 66.

PESSOOA DE CARVALHO, A.M. y CASTRO,R.S.1992. La historia de las ciencias como herramienta didáctica para la enseñanza de la física en secundaria: un ejemplo de calor y temperatura. Enseñanza de las ciencias.Vol10.No3.p289-294

POZO y GÓMEZ (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Morata

PRADA, G & PINTO, Y. (2003) El calor, desde la transposición didáctica como problema epistemológico y didáctico. TED, Número Extra, Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencia.

RAÚL O. ZAMORANO, HORACIO M.GIBBS Y JAVIER E. VIAU, 1994. Modelización: "Propuesta para el estudio de los modelos en los estudiantes" Revista Ibero Americana de Educación

SOTO, C. (2003).Cambio conceptual y educación en ciencias. En: A. Zambrano, Educación y formación del pensamiento científico. Universidad del Valle. Bogotá, 111-136

VÁSQUEZ DÍAZ, J. (1987). Algunos aspectos a considerar en la didáctica del calor. Enseñanza de las ciencias. Vol5.No.3.p235-238

## ANEXOS

### EL CALOR: UN CONCEPTO PROBLEMÁTICO EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE QUIMICA.

Cuestionario:

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

2007.

Este cuestionario hace parte de un trabajo de investigación, no tiene como finalidad evaluar o cuestionar sus respuestas; sólo busca conocer y comprender el pensamiento de los estudiantes universitarios en cuanto al concepto de calor.

Por tal motivo, se solicita responder con sinceridad a cada uno de las cuestiones planteada.

Sexo: Masculino ( ) Femenino ( ) Edad: \_\_\_\_\_

### ESTUDIOS REALIZADOS

Programa académico \_\_\_\_\_

Semestre \_\_\_\_ Modalidad \_\_\_\_\_

¿Ha participado en otros programas de formación de carácter técnico, tecnológico o pregrado?

Si ( ) No ( )

En caso de ser afirmativa la respuesta.

¿Qué tipo de programa? \_\_\_\_\_.

¿Cuál fue su duración? \_\_\_\_\_

## SEGUNDA PARTE

Responder y explicar detalladamente c/u de las siguientes cuestiones.

1. ¿Cómo puedes definir el concepto de calor?

---

---

---

---

2. ¿Cuál le parece la forma la forma más adecuada para abordar este concepto en la Universidad?

---

---

---

¿Por qué? Señale una sola opción.

- (A) Integra los contenidos de las asignaturas básicas.
- (B) Integra a los contenidos de las asignaturas enfocadas a la historia y Epistemología de las ciencias.
- (C) Visitas a museos y exposiciones.
- (D) Explicación de nociones básicas y trabajo de laboratorio.
- (E) Trabajo con computador.
- (F) Otra. (Por favor explicar).

3 Que tratamiento o propuesta desde el sistema educativo ha contribuido a fortalecer la comprensión del concepto de calor.

## ESQUEMAS

- **Esquema 1. Primer termómetro elaborado por Galileo**

[www.cinepatas.com/forum/album\\_page](http://www.cinepatas.com/forum/album_page)

- **Esquema 2. La máquina de Newcomen**

[www.stonek.com/banco/index](http://www.stonek.com/banco/index)

- **Esquema 3. Montaje experimental para la determinación del equivalente mecánico del calor.**

[www.stonek.com/banco/index](http://www.stonek.com/banco/index)