

**PROPUESTA DE LOS ASPECTOS QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA
ENSEÑANZA DE LA TEMPERATURA EN LA EDUCACIÓN MEDIA**

PRESENTADO POR:

Diego Alexander Quintero Fajardo

Código:

2009246041

**LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA
PERSPECTIVA CULTURAL**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

LICENCIATURA EN FÍSICA

BOGOTÁ D.C, 2017

**PROPUESTA DE LOS ASPECTOS QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA
ENSEÑANZA DE LA TEMPERATURA EN LA EDUCACIÓN MEDIA**

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN FÍSICA

PRESENTADO POR:

Diego Alexander Quintero Fajardo

ASESOR:

JUAN CARLOS CASTILLO AYALA

**LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA
PERSPECTIVA CULTURAL**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN FÍSICA
BOGOTÁ D.C, 2017**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado realizado con mucho esfuerzo, dedicación y sacrificio, pero con mucho amor a mi madre Herminia y a mi hermana Ana María por su amor y compañía incondicional.

A todas las personas que siempre me han apoyado, y estuvieron también acompañarme en la obtención de esta meta, la cual me ha permitido crecer como persona y como profesional.

"The sky is not the limit, it is just the beginning"

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de este proceso, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y desfallecimiento, por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias, retos, y sobre todo la felicidad de tener personas maravillosas a mi lado.

Le doy gracias mi familia, mi madre y mi hermana por apoyarme en todo momento y en todo sentido, por brindarme la oportunidad de una excelente educación y por ser el mejor ejemplo a seguir. A mi Tía Yolanda y mi tío Wigberto por ser el motor de mi familia, porque con su cariño, apoyo y liderazgo, me ha mostrado que no importa los obstáculos o enfermedades siempre se puede triunfar.

A Nathaly mi pareja, por su apoyo incondicional, su amor y confianza sin límite, gracias por cada palabra, acción, sacrificio y dedicación.

Y a mis demás familiares y amigos, quienes de una u otra manera contribuyeron para alcanzar cada uno de los requisitos necesarios para obtener este nuevo logro en mi vida.

Por ultimo quiero agradecer a mi asesor el profesor Juan Carlos Castillo Ayala por su tiempo y dedicación por creer siempre en mí y poner a mi servicio todo su conocimiento.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela Superior de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 51	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	PROPUESTA DE LOS ASPECTOS QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA ENSEÑANZA DE LA TEMPERATURA EN LA EDUCACIÓN MEDIA.
Autor(es)	Quintero Fajardo, Diego Alexander
Director	Castillo Ayala, Juan Carlos
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 51p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional UPN
Palabras Claves	TERMODINÁMICA, TEMPERATURA, ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, SISTEMA, ESTADO, ESCALAS TÉRMICAS.

2. Descripción
<p>Este trabajo de grado se enmarca en la enseñanza de la termodinámica específicamente para el abordaje de la temperatura y cuyo objetivo general es: Realizar un estudio documental que permita comprender los aspectos que son necesario para el abordaje del concepto de temperatura en cursos de física de educación media, con el fin de posteriormente poder construir una propuesta para la enseñanza de dicha temática en este nivel de escolaridad. Para cumplir con este objetivo el presente trabajo se llevó a cabo principalmente en tres fases las cuales se encuentran estrechamente relacionadas con la forma como se estructura el presente documento.</p>

3. Fuentes

- Cañon, N. A., & Velandia Garzón, Y. (2015). *Trabajo de grado: Segunda Ley de la Termodinámica; enseñanza de la Termodinámica; Maquinas Termicas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Carnot, N. L. (1824). «*Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas diseñadas para desarrollar dicha potencia*. Paris.
- Castillo, J. C., & Pedreros Martínez, R. I. (2013). *Notas de Termodinámica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Cavalea, R., Moreira, M., & Caballero, C. (2009). Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Mecánica y Termodinámica. *Revista electronica de Enseñanza de las Ciencias Vol VIII N° 2, 722-744*.
- Clausius, R. (1857). *On the nature of the motion which we call heat*. Obtenido de Lemoyne: <https://web.lemoyne.edu/giunta/CLAUSIUS57.html>
- Clausius, R. (1865). *Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie*. Obtenido de Lemoyne: <https://web.lemoyne.edu/giunta/clausius.html>
- Cruz, J. R. (s.f.). *LA TERMODINÁMICA DE CARNOT A CLAUSIUS*. Obtenido de Universidad de La Laguna: Justo R. Pérez Cruz
- Delors, J. y. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.
- Gonzalez, G., & Perez, j. (13 de Abriél de 2015). Obtenido de Comunicaciones Breves: www.ComunicacionesBreves.com
- Groot, S. (1968). *Termodinámica de los procesos irreversibles*. Madrid: Alhambra.
- Manrique, J. A. (2005). *Termodinámica*. Mexico: AlfaOmega.
- Martinez, J., & Perez, B. (1997). Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la Termodinámica Básica. *Enseñanza de las Ciencias 15 (3), 287 - 300*.
- Mendez, D. (2012). *Didáctica y Aprendizaje de los Conceptos Básicos en la Termodinámica*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid: <http://eprints.ucm.es/14722/1/T33591.pdf>
- Reynolds, W. (1976). *Termodinámica*. Madrid: Ediciones del Castillo.
- Salgado, O. J. (2008). *Notas de Termodinámica*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sanchez, J. S. (2012). *Trabajo de Grado: Reflexiones sobre la entropía para la enseñanza de la termodinámica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sarmiento, A. M. (2010). *Trabajo de Grado: Equilibración Térmica y flujo de calor: Un análisis para la enseñanza de la Termodinámica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Thomson, W. (1882). *On an Absolute Thermometric Scale founded on Carnot's Theory of the Motive Power of Heat*. Obtenido de Lemoyne: <https://web.lemoyne.edu/giunta/kelvin.html>
- UNESCO. (2003). Obtenido de http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/Publications/free_publications/educ_qualite_esp.pdf

4. Contenidos

El presente trabajo se desarrolla en 3 capítulos, En el Capítulo I se hace una introducción y contextualización a partir de la caracterización de la situación o problema donde se pudo identificar algunas dificultades en la enseñanza de nuestra temática particular (temperatura) y que dio origen a los objetivos del trabajo; así como se consolidó la ruta metodológica a seguir.

En el Capítulo II se exponen los resultados obtenidos a partir de la revisión de 5 textos escolares de física de grado 10, fase que permitió corroborar la premisa que se había aceptado sobre la influencia que tienen los libros de texto como herramienta didáctica y principal fuente de información para el docente. Es decir, la relación que existe entre la forma como el docente aborda la temática en clase y la forma y/o orden como son presentadas en los libros de textos. Posteriormente se presentan las construcciones teóricas a las que se llegaron después de revisar los trabajos de Carnot, Clausius, Thompson y Fahrenheit, así como otros referentes conceptuales.

Finalmente en el Capítulo III se presenta la propuesta teórica de los aspectos que se consideran importante tener en cuenta para el posterior diseño de una propuesta didáctica para abordar en la enseñanza de la temperatura en la educación media, también se presentan las conclusiones a las que se llegaron después con este trabajo y por último se presenta las referencias bibliográficas

5. Metodología

Este trabajo adopta la metodología de investigación documental la cual consiste en la selección y recopilación de información por medio de la lectura y crítica de documentos bibliográficos (Baena, 1985) con un enfoque de corte conceptual, siguiendo con una perspectiva que permite situar las problemáticas y el contexto en el que se desarrollan los conceptos que se consideran fundamentales de trabajar en la enseñanza de la temperatura, y que aportan elementos para el diseño de propuestas de aula para la enseñanza de la física.

6. Conclusiones

- Es importante que el docente reflexione sobre su práctica docente e identifique elementos que le permitan estructurar y diseñar herramientas que superen la enseñanza tradicional y favorezca los procesos de enseñanza; debe cambiar la visión del libro de texto y utilizarlo como un recurso mas no como el único que guie los procesos en el aula. Estos se caracterizan por presentar las temáticas como un conjunto de teorías y definiciones desconociendo los procesos que se llevaron a cabo y los contextos socioculturales que influenciaron a la comunidad científica.
- La enseñanza de la temperatura en la educación media debe partir de los conceptos fundamentales los cuales son: sistema, estado como la cualidad del sistema, temperatura como transferencia de calor. En cuanto al abordaje de las escalas de temperatura más que estudiar ecuaciones para realizar conversiones entre escalas termométricas se debe reconocer cada una de ellas fue construida bajo principios teórico-experimentales diferentes lo cual dificultad pensar en equivalencias entre ellas , además de reconocer la complejidad e imperfección del termómetro como instrumento de medida
- La dinámica de los procesos de enseñanza - aprendizaje de la Física, con sus carencias de herramientas didácticas y la falta de comprensión adecuada de los conceptos, ha desencadenado resistencia por parte de los estudiantes hacia la Física y sus temáticas, lo que ha redundado en que, con miras al futuro, las decisiones de desarrollo profesional y proyecto de vida puedan fundamentarse en la carencia de gusto provocada en el colegio y no porque realmente se carezca de una vocación hacia esta área del conocimiento.

Elaborado por:	Diego Alexander Quintero Fajardo
Revisado por:	Juan Carlos Castillo Ayala

Fecha de elaboración del Resumen:	20	02	2017
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
PROBLEMA	4
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
JUSTIFICACIÓN.	8
METODOLOGÍA	11
ANTECEDENTES.	12
Internacional	12
Nacional	12
Locales	13
Capitulo II	15
REVISIÓN DE LIBROS DE TEXTO.	16
ASPECTOS PARA TENER EN CUENTA EN EL ABORDAJE DE LA ENSEÑANZA DE LA TEMPERATURA	21
Capitulo III	36
PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA TEMPERATURA	37
REFLEXIONES Y CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de libros de texto	20
Tabla 2: Tipos de Termómetros	35
Tabla 3: Propuesta de abordaje	38

INTRODUCCIÓN

Es importante que el docente sea investigador de su propia práctica, es decir reflexione sobre su quehacer diario en el aula; y en el caso particular del docente de física se hace necesario que antes de diseñar alguna estrategia didáctica o metodológica para la enseñanza realice una revisión conceptual de la temática a trabajar, de esta manera se pueden identificar aspectos que permitirán disminuir la posibilidad de inducir al estudiante en errores conceptuales.

Es por esto que este trabajo de grado se enmarca en la enseñanza de la termodinámica específicamente para el abordaje de la temperatura y cuyo objetivo general es: Realizar un estudio documental que permita comprender los aspectos que son necesario para el abordaje del concepto de temperatura en cursos de física de educación media, con el fin de posteriormente poder construir una propuesta para la enseñanza de dicha temática en este nivel de escolaridad. Para cumplir con este objetivo el presente trabajo se llevó a cabo principalmente en tres fases las cuales se encuentran estrechamente relacionadas con la forma como se estructura el presente documento y se describe a continuación:

En el Capítulo I se presentan todos los resultados de la primera fase, se hace una introducción y contextualización a partir de la caracterización de la situación o problema donde se pudo identificar algunas dificultades en la enseñanza de nuestra temática particular (temperatura) y que dio origen a los objetivos del trabajo; así como se consolidó la ruta metodológica a seguir.

En el Capítulo II se exponen los resultados obtenidos a partir de la revisión de 5 textos escolares de física de grado 10, fase que permitió corroborar la premisa que se había aceptado sobre la influencia que tienen los libros de texto como herramienta didáctica y principal fuente de información para el docente. Es decir, la relación que existe entre la forma como el docente aborda las temática en clase y la forma y/o orden como son presentadas en los libros de textos. Posteriormente se presentan las construcciones teóricas a las que se llegaron después de revisar los trabajos de Carnot, Clausius, Thompson y Fahrenheit, así como otros referentes conceptuales.

Finalmente en el Capítulo III se presenta la propuesta teórica de los aspectos que se consideran importante tener en cuenta para el posterior diseño de una propuesta didáctica para abordar en la enseñanza de la temperatura en la educación media, también se presentan las conclusiones a las que se llegaron después con este trabajo y por último se presenta las referencias bibliográficas.

Se considera pertinente reiterar que la finalidad de este trabajo no es la construcción de una estrategia didáctica, sino a partir de la revisión documental y la reflexión sobre los aspectos disciplinarios relacionados con la temperatura, hacer una propuesta de los aspectos que el docente de física debe priorizar y tener en cuenta antes de abordar dicha temática en el aula en la educación media.

CAPITULO I

PROBLEMA

Aun cuando desde las décadas de los ochenta y los noventa se viene planteando la importancia de una alfabetización científica, de un rediseño curricular donde la enseñanza de las ciencias tenga en cuenta los aspectos sociales y humanos del estudiante y de una educación que propenda por la formación de ciudadanos integrales; en la actualidad todavía se presentan currículos centrados casi exclusivamente en la adquisición de conocimientos, teorías y conceptos científicos desconociendo los procesos que se llevan a cabo para la construcción de los referentes teóricos de las ciencias, en nuestro caso particular la física (Mendez, 2012).

Es común encontrar que al aula se llevan las temáticas como verdades absolutas y conceptos terminados desconociendo la ciencia como una construcción humana, llevando al estudiante a desconocer que todo ser humano, desde las primeras fases de su existencia, toma continuamente contacto con el mundo que le rodea; a medida que transcurre el tiempo el hombre va estableciendo relaciones entre los fenómenos, llega a preguntarse por los asuntos que ocurren y percibe, hasta construir paradigmas, modelos, teorías y/o postulados que permitan explicar o dar cuenta del comportamiento del universo. Pero el estudiante desconoce las preguntas, problemas, actividades, hechos y procesos que estuvieron detrás de las construcciones conceptuales que hoy se le presentan como conocimiento científico, y asume la verificabilidad o la falsedad como rasgo único de delimitación científica.

Por otra parte en los últimos 15 años numerosas investigaciones (Acevedo 1993; George 2000; Häussler y Hoffman 2000; Osborne y Collins 2001; Tallada y Márquez 2006) han evidenciado la percepción de los estudiantes hacia la clase de ciencias, encontrando que a medida que aumenta el grado de escolaridad disminuye el gusto por esta asignatura, especialmente de Física y la Química, consideran que los conocimientos allí trabajados son aburridos y muy difíciles de aprender, por lo tanto solo están al alcance de los más capacitados de la clase. Se evidencia que la motivación por ese estudio de esta área también se encuentra relacionado con el rendimiento académico del estudiante, por ende con los contenidos y las metodologías utilizadas por el docente.

Los estudiantes asumen que lo dice el profesorado son “verdad” indiscutible, que hay que saber repetir; relacionan el estudio de las ciencias con un conjunto de fórmulas, ecuaciones, conceptos y términos que raramente se relacionan con la vida, sirven sólo para aquellas personas que deseen continuar estudiando ciencias. Para el estudiante de la educación media, la “experimentación” y la “teoría” son dos actividades totalmente diferenciadas. Por ejemplo, muchos alumnos piensan que el conocimiento científico se articula en forma de ecuaciones y definiciones que tienen que ser memorizadas más que comprendidas (Mendez, 2012).

En cuanto a los profesores y las profesoras de educación media, en las tareas de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, encuentran bastantes dificultades para diseñar e implementar currículos y prácticas de enseñanza diferentes, ya que este fue educado dentro de una enseñanza tradicional además de no tener el tiempo ya que en la escuela el docente debe cumplir con otras tareas adicionales administrativas como la solución de casos con vivenciales, citación de padres de familia, reuniones dejando de lado que le dificultan dedicarse a su labor central como docente de ciencias (Castillo & Pedreros Martinez, 2013).

Por lo anterior los libros de texto utilizados en este grado de escolaridad, han jugado un papel muy importante y central como fuente de información en las aulas, ya que la forma como las temáticas son abordadas en clase de ciencias están determinadas por los contenidos que estos manejan. Haciéndose necesaria la reflexión sobre la pertinencia como algunos textos escolares presentan y abordan el capítulo de termodinámica específicamente las temáticas de temperatura, sus escalas e instrumentos de medición.

Finalmente para nuestro caso particular, de la física, cuando en el aula se aborda la termodinámica es común encontrar que se parte de la definición y explicación de conceptos de los términos de calor, temperatura, para posteriormente entrar a estudiar el instrumento de medición que es el termómetro; dejando de lado el estudio de temas que asumimos como fundamentales como lo son: sistema, estado, calorimetría, escalas de medición de la transferencia de calor entre otros. Lo cual dificulta en el estudiante la identificación de un sistema térmico y

por ende las propiedades relacionadas a este como la caracterización del estado térmico, si el sistema se encuentra en interacción con otro cuerpo o si se encuentra en equilibrio consigo o con el entorno.

La enseñanza de los fenómenos físicos de Calor y temperatura es un tema controversial donde el estudio y la comprensión del significado científico del concepto de calor, incluso en los niveles medio superior y superior, resulta muy difícil para el alumno promedio (Clough y Driver, 1985; Macedo y Saoussan, 1985; Fernández, 1986; Thomaz, Malaquías, Valente y Antúnez, 1995). La principal dificultad está en que las palabras Calor y Temperatura son utilizadas de forma coloquial, cotidiana, teniendo una connotación diferente a su definición real y científica. Intrínsecamente de la versión coloquial el calor es una sustancia o propiedad que tiene los cuerpos y no se diferencia del término temperatura (Albert, 1987; Erickson, 1979; Lang da Silveria y Moreira, 1996; Cervantes et al., 2001), presentándose una confusión entre el concepto de temperatura y la sensación térmica de un objeto. Es común encontrar que se estudian las escalas de medición haciendo énfasis únicamente en el uso de ecuaciones para hacer equivalencias de valores numéricos entre ellas llevando a los estudiantes a errores conceptuales como el asumir que el valor de temperatura cero tiene el mismo significado independiente de la escala. Sin mencionar que únicamente se trabaja como instrumento de medida el termómetro de mercurio desconociendo la existencia de otros tipos de termómetros que incluso pueden llegar a realizar mediciones más precisas como el termómetro de gas.

Por todo lo expuesto en los párrafos anteriores consideramos pertinente hacer un estudio que permita determinar:

¿Qué aspectos son importantes para ser abordados en la enseñanza de la temperatura con el fin de construir una propuesta para la enseñanza en educación media?

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio documental que permita comprender los aspectos que son necesarios para el abordaje del concepto de temperatura en cursos de física de educación media con el fin de construir una propuesta para la enseñanza de la temperatura para este nivel de escolaridad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una revisión bibliográfica sobre el abordaje de la Temperatura con el fin de comprender las problemáticas de la enseñanza de esta temática.
- Revisar algunos libros de texto de Educación Media para identificar las limitaciones en el abordaje y enseñanza de la temperatura.
- Plantear algunos elementos que permitan consolidar una propuesta para la enseñanza de la temperatura.

JUSTIFICACIÓN.

La UNESCO en el año 2003 plantea que la base del progreso y la construcción de una sociedad contemporánea es la educación, donde la ésta tiene que buscar el desarrollo de la persona tanto en lo físico, intelectual, emocional, y lo social. Donde el objetivo final deber ser tener personas que vivan felices gracias a la satisfacción personal, y no solo aprender a conocer y aprender a hacer, sino que engloba aprender a vivir y aprender a ser. (UNESCO, 2003).

Se considera pertinente realizar una contextualización sobre lo que significa e implica el proceso educativo, ya que está claro que el docente de ciencias debe contribuir a los procesos educativos de los sujetos. En el sentido etimológico, *e-ducare* es conducir de un estado a otro. Es obrar de una manera pre-meditada sobre el ser vivo, a fin de conducirlo a una meta prefijada. Desde esta perspectiva del desarrollo de las capacidades del educando se manifiestan algunos autores, como Platón¹, para el que la educación tiene por fin dar al alma y al cuerpo toda la belleza y perfección de que son susceptibles. Pestalozzi (1801) asume que la educación es el desarrollo natural, progresivo y sistemático de todas las facultades del ser humano que se educa y para Dewey (1927) la educación no es una preparación para la vida, es la vida misma.

En la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948), que en su artículo 26.2 se plantea:

“la educación tendrá por objeto el pleno desarrollo de la personalidad humana y el fortalecimiento del respeto a los derechos y a las libertades fundamentales; favorecerá la comprensión, la tolerancia y la amistad entre todas las naciones y todos los grupos étnicos o religiosos; y promoverá el desarrollo de las actividades de las Naciones Unidas para el mantenimiento de la paz.”

Paulo Freire (1965) concibe la educación como un espacio de reflexión y crítica, que debe partir de un análisis de la realidad que nos rodea, la educación debe ser un acto de permanente liberación, donde cada uno de los actores alcancen no solo la transformación del mundo, sino también su propia transformación para avanzar hacia la construcción de una sociedad nueva.

¹ Platón fue un filósofo griego seguidor de Sócrates y maestro de Aristóteles. Platón participó activamente en la enseñanza de la Academia y escribió, siempre en forma de diálogo, sobre los más diversos temas.

Es claro que para el caso particular de la enseñanza de las ciencias los contenidos no deben ser el fin sino el pretexto medio que nos permita cumplir con los fines de la educación. En muchos países del mundo, en especial en los de cultura anglosajona o influidos por ella, EE.UU., Gran Bretaña, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Taiwan, etc., se especifica claramente que el profesorado de ciencias no sólo debe enseñar de manera consistente sobre las actuales perspectivas de la ciencia y de la actividad científica, sino que debe tener el propósito de enseñar a los estudiantes determinados aspectos de la naturaleza de la ciencia.

Pero, ¿Para qué enseñamos ciencias en la escuela?, ¿Cuál es la finalidad?, ¿Cuál es el verdadero papel del maestro de ciencias? Son algunos de los interrogantes que deberían guiar nuestra práctica profesional. Es importante comprender que las clases de ciencias (Física) deben permitir la formación de sujetos críticos capaces de identificar problemas y plantear soluciones para mejorar su calidad de vida, por esto el maestro debe propender por desarrollar habilidades de conocimiento en los sujetos. Pero difícilmente el maestro va a lograr esto si este desconoce la disciplina a enseñar, pues son las temáticas el medio o pretexto para que se dé el proceso de enseñanza aprendizaje. Hasta las mejores herramientas didácticas fracasarían al desconocer los procesos que se han llevado a cabo para construcción de la disciplina o si desconocen su objeto de estudio. En otras palabras es necesario que el docente reflexione sobre el objeto de estudio de la disciplina que enseña, para nuestro caso particular la física, que conozca los referentes epistemológicos e históricos que han permeado el desarrollo de esta y realice propuestas nuevas para abordar las temáticas en el aula.

Y es precisamente la termodinámica un campo que amerita una reflexión conceptual -específicamente la enseñanza de la temperatura en la educación media-, ya que ésta es una disciplina rica en conceptos abstractos, cuya comprensión suele plantear numerosas dificultades a los estudiantes. En buena medida, estas dificultades son las mismas que encontraron los científicos en los siglos XVIII y XIX al estudiar los problemas térmicos. Conceptos como el calor, la temperatura, la transferencia de energía térmica o los cambios de fase no tuvieron una explicación completamente satisfactoria hasta mediados del siglo XIX, cuando se abandonó la Teoría del Calórico en favor de la Teoría Cinética (Domínguez, Muñoz y Otros 2015)

Título:	Identificación de errores conceptuales comunes en estudiantes de Termodinámica Básica
Autor:	Dominguez Muñoz, Fernando; Serrano-Casares, Francisco; Rodríguez García, Eduardo A.; Guerra Macho, José; Lillo Bravo, Isidoro; Carrillo Andrés, Antonio; Cejudo López, José Manuel; Fernández Hernández, Francisco
Resumen:	Se investigan los preconceptos sobre calor y temperatura que tienen los alumnos de ingeniería antes de recibir formación en Termodinámica. El diagnóstico se realiza mediante un cuestionario, pasado a principios de curso. En esta comunicación se resumen los resultados de una prueba realizada con 206 estudiantes. Se cuantifica la frecuencia de diferentes tipos de error conceptual.
URI:	http://hdl.handle.net/10630/9959
Fecha:	2015-06-26

Se han realizado varias investigaciones en este campo disciplinar por lo cual es común encontrar literatura sobre identificación de errores conceptuales, preconcepciones de los estudiantes, propuestas didácticas, reconstrucción histórica de los conceptos como el calor entre otras; sin embargo consideramos pertinente la elaboración de propuestas que identifiquen los conceptos estructurantes o pertinentes de trabajar antes del abordaje de la temperatura; ya que por lo general el docente sigue la estructura de los textos escolares desconociendo aspectos fundamentales como la implicaciones y dificultades al establecer un instrumento de medición y/o los referentes conceptuales sobre los cuales se construyeron diferentes escalas termométrica. Este tipo de propuestas brindan más elementos y herramientas para que el docente pueda posteriormente elaborar propuestas didactas o de aula que favorezcan el aprendizaje de conceptos referentes a al campo de la termodinámica.

Por otra parte se considera que este tipo de estudios fortalece y complementa la información recibida en el pregrado, ya que permite al Docente en formación ser investigador, desarrollar habilidades y capacidades para desenvolverse de forma competente en el mundo laboral, pero sobre todo brinda herramientas para lograr transformar las realidades educativas tradicionales contemporáneas.

METODOLOGÍA

Este trabajo adopta la metodología de investigación documental la cual consiste en la selección y recopilación de información por medio de la lectura y crítica de documentos bibliográficos (Baena, 1985) con un enfoque de corte conceptual, siguiendo con una perspectiva que permite situar las problemáticas y el contexto en el que se desarrollan los conceptos que se consideran fundamentales de trabajar en la enseñanza de la temperatura, y que aportan elementos para el diseño de propuestas de aula para la enseñanza de la física.

El presente trabajo se llevó a cabo en tres fases: En la primera fase se profundizo y caracterizo el problema de investigación, identificando las principales dificultades e inconsistencias en la enseñanza de la Temperatura además de revisar algunos libros de texto para identificar la forma en que abordan dicha temática de la física; en la segunda fase se realizó una revisión bibliográfica para obtener los elementos teóricos en la temática plateada; en la tercera y última fase se elaboró la propuesta teórica sobre los conceptos y la mejor forma de abordaje que se debe llevar para la enseñanza de la Temperatura para estudiantes de educación media.

ANTECEDENTES.

Internacional

(Mendez, 2012) En su trabajo titulado *Didáctica Y Aprendizaje De Los Conceptos Básicos De La Termodinámica* para optar al grado de Doctor el autor se propone encontrar las relaciones existentes entre la metodología seguida en las clases de la asignatura de Física, las explicaciones de los conceptos fundamentales de la Termodinámica y el aprendizaje de los alumnos de tercer curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria en España. Encontrando la necesidad de replantear la función de los libros de texto ya que estos priorizan el aprendizaje memorístico de conceptos fundamentales; establece la necesidad de nuevos métodos, para avanzar en el conocimiento y diseño práctico de nuevos procedimientos metodológicos en la enseñanza de la Termodinámica.

Nacional

(Covaleda, Moreira, & Caballero, 2009) Este trabajo de investigación titulado *Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Mecánica y Termodinámica. Posibles invariantes operatorios* se llevó a cabo con alumnos universitarios de la asignatura de Física I, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, cuya finalidad fue indagar los posibles invariantes operatorios, que integran representaciones mentales de los estudiantes cuando se enfrentan con nuevas situaciones problemáticas, relacionadas con los conceptos de sistema y equilibrio. Concluyendo que es necesario explicitar conceptualmente las temáticas de sistema y de equilibrio ya que estos son conceptos nucleares y precursores para la adquisición de nuevos conocimientos de Mecánica y Termodinámica. En relación con el concepto de equilibrio, los estudiantes lo identifican como un cuerpo que no tiene cambios o un estado que cumple condiciones de nulidad, estabilidad, armonía, igualdad, permanencia y/o equivalencia. A partir de la experiencia en aula sugieren que en los cursos introductorios de Física, se incluya una unidad adicional sobre equilibrio y sistemas, interacciones y conservaciones, para contribuir a la adquisición de estos conceptos físicos de equilibrio, sistema, interacción, estado, cambios de estado y funciones de estado, transformaciones y conservaciones, como unos conceptos precursores, o mediadores en la

adquisición de nuevos conocimientos físicos fundamentales de los cursos mencionados y para cursos posteriores

Locales

(Sarmiento, 2010) En su trabajo de grado titulado *Equilibración Térmica Y Flujo De Calor: Un Análisis Para La Enseñanza De La Termodinámica*, el autor pretende comprender los modelos científicos, que están relacionadas con el conocimiento de ciertos elementos conceptuales como calor, temperatura, trabajo mecánico, entropía, máquina térmica, interacción y estados y cómo pueden ser aplicados en los procesos irreversibles y flujos de calor; así como realiza un análisis de los aportes a la investigación educativa desde la enseñanza de la termodinámica a partir de las Teorías del Aprendizaje Verbal Significativo de David Ausubel y los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud. Concluye que en los niveles introductorios de la termodinámica es importante que se realice una reflexión en torno a conceptos tales como flujos de calor y equilibración térmica desde una perspectiva de estudio macroscópica; así como reconocer las problemáticas que fueron relevantes hacia la constitución de las teorías científicas para identificar elementos que permiten estructurar problemas de estudio en el aula.

(Sanchez, 2012) En su trabajo de grado titulado *Reflexiones Sobre La Entropía Para La Enseñanza De La Termodinámica* el autor plantea y diseña una estructura conceptual de la termodinámica donde se evidencia la importancia que tiene la entropía como magnitud física, ya que permite establecer una correspondencia entre las categorías conceptuales y las leyes que constituyen este campo fenomenológico, a partir de la revisión de los documentos explorar los orígenes del concepto de entropía desde los trabajos de Carnot, Thomson y Clausius, teniendo en cuenta los contextos que en la época dieron lugar a problemáticas que ayudaron a construir la estructura conceptual de este concepto, para de esta forma aclarar de manera general lo que se contempla al hablar de la entropía. Afirma que la recontextualización de saberes es una herramienta que permite pensar y organizar dinámicas de producción de conocimiento y encontrar una relación entre la diferencia de contextos; ayudando al docente a superar la acostumbrada interpretación de la interpretación que se da en proceso de enseñanza de la física.

(Cañon & Velandia Garzón, 2015) En su trabajo de grado titulado Segunda Ley de la Termodinámica; Enseñanza de la Termodinámica; Maquinas Térmicas los autores plantean la necesidad de identificar los aspectos relevantes que permiten introducir la irreversibilidad en la enseñanza de la termodinámica a través de un estudio de corte conceptual, encontrando que este tipo de estudios proporcionan criterios una para abordar las diferentes temáticas de la disciplina en el aula ya que permite cuestionarse sobre las dinámicas en que se han planteado y resuelto diversas problemáticas o teorías de la física. También consideran que el estudio y contextualización de la máquina térmica permite la comprensión del concepto de reversibilidad así como el análisis de la eficiencia térmica requiere puntualizar y centrar la atención en el comportamiento interno de la máquina.

Capitolo II

REVISIÓN DE LIBROS DE TEXTO.

Aun cuando en la actualidad se disponen de varios recursos didácticos como software, material audiovisual, modelos tridimensionales, unidades didácticas entre otros, el libro de texto sigue siendo la herramienta por excelencia escogida por el docente como guía para abordar las temáticas en clase de ciencias, tanto así que algunos autores han afirmado que estos son la interpretación del currículum oficial más cercana a la práctica docente (Ramos y López 20011). Por esto se considera pertinente realizar la revisión de 5 libros de textos de educación Media, los cuales son los más utilizados por los docentes de grado 10 de acuerdo con las indagaciones y las experiencia a partir de mi práctica como Docente por lo cual no es de sorprender que sean de fácil acceso.

Inicialmente se escogió como unidad de análisis el capítulo de Termodinámica, para identificar el orden y la forma en que son abordadas las temáticas, específicamente la correspondiente a la temperatura.

Información Bibliográfica	Índice Temático	Observaciones
<p style="text-align: center;">Nueva Física 10 Bautista Ballén Mauricio Saavedra Sánchez Oscar Editorial Santillana 2008</p>	<p>Tema 1: Calor y temperatura Tema 2: Las fases de la materia Tema 3: las leyes de la termodinámica.</p>	<p>Se inicia con la conceptualización de calor y temperatura para posteriormente presentar las escalas de temperatura, después hace una breve descripción histórica de los trabajos realizados sobre el calor para introducir el concepto de calor específico y la matematización de ejercicios.</p>

<p>Los caminos del Saber Física I Bautista Ballén Mauricio Francia Leonora Salazar Suarez Ed. Santillana 2014</p>		<p>Define el equilibrio térmico, y explica los diferentes mecanismos de transmisión del calor y finalmente cierra con la parte matemática sobre dilatación de los cuerpos.</p> <p>El tema 2 hace una breve descripción sobre cada uno de los factores que afectan las fases de la materia y sus cambios de fase, así como la caracterización de los sistemas gaseosos ideales y las leyes que rigen sobre ellos.</p> <p>Finalmente en la temática 3 se presenta la primera y segunda ley de la termodinámica y el concepto de entropía.</p>
<p>Física Fundamental 1 Michael Valero Editorial Norma Segunda Edición 1998</p>	<p>Capítulo 16 Temperatura y Calor Capítulo 17 Leyes de la Termodinámica Capítulo 18 Energía Solar</p>	<p>En el primer capítulo se presentan las diversas escalas de temperatura y sus equivalencias matemáticas, posteriormente la conceptualización del equivalente mecánico del calor y calor específico; se caracteriza los tres estados de la materia y sus cambios de fases, explica los procesos mediante los cuales se puede propagar el calor y cierra con la Teoría Cinética de los gases.</p>

		<p>En el siguiente capítulo se presenta el concepto de energía interna para explicitar la primera ley de la termodinámica y su aplicación mediante el estudio de las maquinas térmicas.</p> <p>Presenta la segunda ley de la termodinámica y la máquina de Carnot a través de un breve recuento histórico sobre los trabajos realizados por este Físico para finalmente mostrar la relación entre la segunda ley y la teoría cinética de los gases.</p> <p>En el capítulo final se muestra la aplicación de la termodinámica centrándose en el sol, producción de calor a diferentes temperaturas y la posibilidad de producción de energías alternas.</p>
<p>Investiguemos 10 Física Editorial Voluntad</p>	<p>Unidad: Calor y Temperatura</p>	<p>Inicia el capítulo con una breve descripción histórica de la Termodinámica, para después abordar de forma corta el termómetro y evalúa lo anterior con una lectura sobre el “desarrollo histórico de la termodinámica”.</p>

		<p>Después hace una corta introducción sobre temperatura y presenta una definición reduccionista sobre equilibrio térmico –es decir, presenta el concepto utilizan términos como sistema y ley cero de la termodinámica sin una contextualización previa-, para terminar con la revisión de las escalas de medición, como repaso tiene un taller para la matematización.</p> <p>Posteriormente define la dilatación térmica y sus diferentes variaciones presentándolas en forma de ecuaciones y termina con un taller cuya finalidad es el uso y despeje de ecuaciones.</p> <p>Finalmente se hace una contextualización matemática sobre el calor, calor latente donde se profundiza con un taller para utilizar las ecuaciones de calor, calor específico y unidades del calor.</p>
<p>Física Conceptual Novena edición Paul G. Hewitt Editorial Pearson 2004</p>	<p>PARTE 3: CALOR Capitulo: 15 Temperatura, Calor y Expansión</p>	<p>Presenta las diversas escalas de temperaturas, explica los procesos de expansión térmica y de propagación del calor; utiliza las propiedades del agua para explicar los cambios de fases.</p>

	Capítulo: 16 Transferencia de Calor Capítulo 17: Cambio de Fase Capítulo 18: Termodinámica	Finalmente presenta el concepto de cero absoluto y de energía interna para conceptualizar en la primera ley de la termodinámica y caracterizar los procesos adiabáticos; por último presenta la segunda ley de la termodinámica y el funcionamiento de las máquinas térmicas.
--	--	---

Tabla 1: Análisis de libros de texto

Se puede evidenciar que en los 5 libros en el capítulo de termodinámica se encuentran varias temáticas en común: escalas de temperatura, energía interna y cambios de fases; posteriormente presentan la primera y segunda ley de la termodinámica donde se estudian las máquinas térmicas –caracterizando la máquina ideal propuesta por Carnot; finalmente se termina haciendo una breve explicación sobre el concepto de Entropía y su aplicación. Pero es común encontrar que en ninguno se hace una aclaración sobre qué se entiende por sistema ni por estado antes de hablar de sistemas termodinámicos.

Por otro lado también encontramos que la forma como se presenta el capítulo de termodinámica prioriza el uso de ecuaciones y ejercicios matemáticos, los conceptos se presentan como definiciones predeterminadas pero en muy pocas ocasiones se evidencia el proceso histórico para llegar a estas. Al presentar las escalas termométricas hablan de una equivalencia entre la escala absoluta Kelvin, la escala Celsius y la Fahrenheit; por ejemplo se asume que el cero en las tres escalas tiene el mismo significado desconociendo las implicaciones conceptuales que conlleva el cero absoluto propuesto por Kelvin –hace referencia al frío absoluto o mínimo de energía-y el cero propuesto por Celsius-temperatura a la cual ebulle el agua a una atmósfera de presión-. En todos los libros se presenta como único instrumento de medición de temperatura el termómetro de mercurio, desconociendo los problemas que conlleva la construcción de este instrumento de medida, así como la existencia de otros termómetros como el de gas.

ASPECTOS PARA TENER EN CUENTA EN EL ABORDAJE DE LA ENSEÑANZA DE LA TEMPERATURA

Esta herramienta para la enseñanza de la temperatura en la educación media se elabora con base a una revisión documental y conceptual de algunos de los referentes teóricos de la termodinámica como Carnot, Clausius, Thomson, Fahrenheit, y pretende proponer el orden en que debe ser abordado ciertos conceptos y magnitudes para favorecer el estudio de la temperatura. Se considera pertinente iniciar con la conceptualización de sistema y estado, para posteriormente abordar la termometría y el problema de termómetro como instrumento de medición; ya que es necesario profundizar en conceptos básicos antes de iniciar el estudio del fenómeno general asumiendo que el estudiante comprende el significado de temperatura como se utiliza cotidianamente.

Es importante partir del concepto de sistema ya que éste tiene un papel mediador en el aprendizaje de nuevos conceptos y en situaciones que involucran energía, transformación y conservación, es decir el concepto de sistema es nuclear y precursor para la adquisición de nuevos conocimientos de Termodinámica. (Covaleda, Moreira, & Caballero, 2009).

Uno de los conceptos más importantes que emergen para la organización de los fenómenos físicos es el concepto de Sistema, entendiéndose que éste no es únicamente una colección de partes o una parte o región restringida del espacio, constituida por materia, sino, más que las partes involucradas implica una interrelación entre las mismas, en la cual la suma de las partes no da cuenta del todo. Así pues abordar el problema de la determinación de un sistema de estudio va más allá de la determinación de las partes que se considera lo componen. (Castillo & Pedreros Martinez, 2013).

Teniendo en cuenta el tipo de límite o frontera en un sistema termodinámico podemos clasificarlos en tres, sistema cerrado, abierto y/o Aislado. Donde el primero hace referencia a aquel sistema que tiene una masa constante y a través de sus límites se produce una transferencia de energía. Mientras que el segundo S. Abierto no necesita de una masa constante en su interior y por medio de sus límites se produce tanto una transferencia de calor como de masa. Por último podemos tener un sistema en el cual no se evidencia ninguna transferencia de energía o masa,

por lo cual se considera que es Aislado, en realidad este tipo de sistemas no existen, por tanto, son sistemas teóricos que se utilizan con el fin de ayudar cuando se estudian sistemas de grandes dimensiones (macro sistemas) como por ejemplo el universo.

Pero un sistema se encuentra determinado por unos límites los cuales inciden en las propiedades del sistema; por ejemplo los límites adiabáticos están constituidos por una pared adiabática cuando para alterar el estado del sistema es necesario mover sus límites o colocarlo en un campo de fuerza externo (eléctrico, magnético o gravitacional). Usualmente se entiende por pared adiabática a la que no permite el paso de calor. Dada la dificultad que existe para dar una definición a priori de lo que es calor. La elección de la superficie límite no es siempre trivial, pues, por ejemplo, si se agita un fluido con un sistema de paletas, puede ser importante elegir a la superficie de las mismas como límite de modo que la agitación sea considerada como movimiento de las paredes que limitan el fluido. Los límites Diatérmicos son superficies límite que permiten que el sistema cambie de estado sin cambio ni movimiento de la envoltura ni acción de campo externo; usualmente, se dice que una pared diatérmica permite el flujo de calor a través de ella. También el límite puede ser Rígido cuando no cambia la variación de volumen del sistema.

Cuando se quiere hablar de “lo térmico” nos podemos referir a unos efectos mecánicos de los que se pueden evidenciar en la naturaleza ya que estos son experiencias sensibles que son asociadas a unas variaciones térmicas tales como la combustión, la fricción, entre otras, y estos pueden ser causados por alguien o el efecto de algo y donde se puede concluir que lo térmico se encuentra en la experiencia cotidiana.

Es importante señalar que el sistema térmico y sus fronteras están determinados por el observador, por esto es el que determina cual va a ser el sistema a estudiar a través de los parámetros colocados para su estudio, dichos parámetros pueden ser de orden Natural cuando está conformado por las paredes que limitan al sistema a una región finita del espacio y de orden Mecánico o térmico, cuando puede intercambiar energía con el sistema a través de la transmisión

de trabajo mecánico, por ejemplo un fluido encerrado en un recipiente con un pistón móvil donde las paredes térmicas nos ayudan a determinar por medio del tacto el grado relativo de enfriamiento o calentamiento que posee el sistema.

Una propiedad termodinámica es una característica de un sistema que puede observarse de manera directa o indirecta. Como características observables directas se pueden mencionar la presión, la temperatura, el peso, el volumen, etc. Algunas características de forma indirecta son el producto de la presión por la temperatura y de la presión por el volumen específico

Las cualidades termodinámicas son las condiciones de estado del sistema o variables de estado que son las magnitudes que se emplean para describir el estado de un sistema termodinámico como el volumen (V), presión (p), temperatura (T), estas cualidades no se pueden confundir con las propiedades debido a que unas son condiciones y la otra son identidades. Dependiendo de la naturaleza del sistema termodinámico para objeto de estudio.

La idea de Estado se podría plantear como un momento inicial en el cual no se experimente algún cambio, por esto el estado se puntualizaría como la desaparición de acciones o la continuación sin cambios en el sistema donde no hay ningún estado natural, como lo plantea Euler, L. en (Castillo & Pedreros Martínez, 2013)

“Al igual que decimos que un cuerpo, en tanto que está en reposo permanece en el mismo estado, decimos también que un cuerpo en movimiento en tanto que se mueve con la misma velocidad y la misma dirección, permanece en el mismo estado.”

Con este ejemplo de Euler se puede decir que el estado está relacionado con la cualidad del sistema

Así como en mecánica podemos describir el movimiento de una partícula por medio de su posición y velocidad, en termodinámica establecemos el estado de un sistema por medio de ciertos atributos macroscópicos que son capaces de ser medidos experimentalmente.

Un sistema se puede caracterizar por diferentes cualidades y estas pueden ser, térmicas, eléctricas, mecánicas u otras; y esto nos hace pensar en que las condiciones del sistema dependen de una cualidad y los cambios en estas cualidades solo pasan cuando hay una interacción con algo externo al sistema o algo perturba al sistema y a esta interacción se llama desequilibrio. Donde el desequilibrio consiste en el cambio en una cualidad del cuerpo porque interactúa con otro cuerpo o con el medio exterior. (Castillo & Pedreros Martinez, 2013)

Para poder analizar un sistema se tiene que tener en cuenta las condiciones de equilibrio que se puede observar cuando dos partes de un sistema no tienen ninguna interacción y se puede hacer una caracterización de los posibles estados en los que se puede encontrar el sistema, de ahí se obtienen las Variables de Estado como: la presión, la velocidad, el potencial eléctrico; para conseguir las condiciones de equilibrio de las dos partes u otras partes del sistema. (Castillo & Pedreros Martinez, 2013)

Uno de los aspectos más importantes para la descripción de los fenómenos físicos desde una perspectiva dinámica es la determinación de las condiciones de equilibrio e interacción; en el caso particular de los fenómenos térmicos se hace decisivo determinar a partir de qué variables es posible dar cuenta de las condiciones de equilibrio y de interacción térmica. El sistema se puede caracterizar a través de una serie de cualidades como pueden ser: térmicas, eléctricas, mecánicas, entre otras.

Se dice que un sistema se encuentra en Equilibrio Termodinámico si es incapaz de percibir de manera espontánea algún cambio de estado teniendo en cuenta las condiciones asignadas inicialmente, de otra manera un sistema se encuentra en equilibrio termodinámico si al ser aislado no presenta ningún cambio de estado, esto significa, si ninguna de sus propiedades termodinámicas no varían con el tiempo, esto conlleva que la temperatura tiene que ser la misma en todo el sistema (equilibrio térmico).

Se puede afirmar que equilibrio es homogeneidad, donde la posibilidad de un cambio de temperatura establece un desequilibrio térmico, de esta manera se puede entender que no es

posible que una parte del sistema cambie sin que lo hagan otras partes de este u otras partes del exterior. La forma en la que se puede representar un sistema es equilibrio-desequilibrio donde lo primordial es mirar su estado inicial o de reposo y su estado perturbado y así nos podemos dar cuenta de los cambios de estado.

Esto nos muestra que no hay un estado equivalente debido todos los estados posibles pueden ser equivalentes con el simple hecho de que no hay ninguna influencia o ninguna perturbación. Donde sí tenemos dos partes del mismo sistema en contacto y no se observa ningún cambio, de esto podemos deducir que se encuentran en el mismo estado (es decir tienen las mismas cualidades), pero si por el contrario estas experimentan algún cambio se concluye que estas partes están en diferentes estados. Pero no existe un criterio claro que nos permita identificar la diferencia de los estados entre dos partes del sistema; más los cambios que se experimentan nos permite cuantificar la diferencia de estado. A partir de las ecuaciones me permiten dar cuenta del cambio de una variable (movimiento) y esta me cuenta del cambio de estado.

El equilibrio térmico no solo se puede dar en el momento que dos cuerpos con diferente estado térmico entran en contacto hasta que ninguno de los dos tenga cambio en este, sino que este equilibrio térmico también lo podemos ver en un sistema de 3 o más cuerpos todos en contacto pero sin presentar variación alguna, claro está que esto no se observa en la parte experimental.

Un proceso termodinámico es el camino que conecta dos estados termodinámicos diferentes. Si el estado inicial y final está infinitesimalmente próximos se dice que el cambio de estado es infinitesimal y cualquiera de los caminos que los une es un proceso infinitesimal. Si los estados inicial y final coinciden se dice que el proceso es cíclico. Se denomina proceso irreversible a todo aquel que no es reversible, cualquier proceso real es irreversible.

De esta manera tenemos una forma para comparar los estados de los sistemas, pero es importante para poder hacer una escala de estados de dos cuerpos en contacto se debe elaborar de forma esquemática donde el primer paso es tomar uno de los estados arbitrariamente como estado cero,

a continuación se debe determinar la medida de los cambios cuando se pone en contacto una parte del sistema que se encuentra en un estado diferente al estado de referencia con la parte que se encuentra en el estado cero, donde se supone que la diferencia de estados es proporcional a la medida de la indicación del cambio, finalmente se adopta la unidad de medida de la diferencia de estado, y con relación a esto se establece la gradación de los estados.

Con el establecimiento de una gradación de los estados posibles basándose en la estructura de los números reales, se define la variable de estado correspondiente a una cualidad dada. Un ejemplo de este procedimiento para la gradación de los estados de un sistema y la construcción de la variable de estado es el que se usa en el caso del estado de Stress de un medio elástico teniendo como variable de estado el Esfuerzo.

Así mismo es posible hacer una descripción de los cambios de estado correspondientes a una cualidad dada con las variables de estado, construyendo ecuaciones que muestren la variación de estas variables con relación al tiempo, un claro ejemplo de esto son las ecuaciones de movimiento.

También se considera pertinente reconocer el problema de la construcción del instrumento (termómetro) para la cuantificación del cambio de estado térmico desde su parte teórica, donde nos da el avance para la medición de la temperatura pero se puede evidenciar un problema conceptual.

La forma inicial más utilizada para la medición de la temperatura es nuestro sentido del tacto donde al entrar en contacto con un objeto se puede decir si está caliente o frío, pero llega un momento donde nuestro sentido no puede reconocer la temperatura del objeto y es cuando estos dos objetos entran en contacto hasta llegar a una nivelación de estado en donde el tacto no puede reconocer la temperatura. Donde se muestra que el estado donde no ejerce ningún cambio después de un tiempo y de haber interactuado con otro sistema se llama estado de equilibrio

Para hacer la medición de la temperatura tenemos que definir una escala de medición al cambio de estado, pero no podemos decir que nuestra unidad es exacta debido a que no tenemos una escala definida para compararla.

Podemos hacer una noción de temperatura como el grado de calor, pero la temperatura no va estar ligada necesariamente a un cuerpo, sino más bien a la relación que este tiene con otros cuerpos, y se puede decir que al poner en contacto dos cuerpos con grado de calor diferente va existir un flujo de calor, es decir los cuerpos van a interactuar hasta un punto que no hay variación, punto que llamaremos equilibrio térmico, también podemos afirmar que los estados térmicos de estos cuerpos son iguales.

La definición de temperatura permanece arbitraria en casos en los que el requerimiento de exactitud no puede ser satisfecho por el acuerdo entre las lecturas de termómetros de diferentes gases, por lo cual no hay suficientes razones para preferir alguno de los gases. Una definición de temperatura completamente independiente de las propiedades de alguna sustancia particular, y aplicable a todos los estados de calentamiento o enfriamiento, llega a ser posible sobre la base de la Segunda Ley de la Termodinámica. Por ahora, sólo es posibles temperaturas que son definidas con suficiente exactitud por el termómetro de gas. (Castillo & Pedreros Martinez, 2013)

No tenemos ningún criterio para decir que tan separados pueden estar dos estados de equilibrio, pero si los volúmenes de las dos sustancias son iguales su estado de equilibrio está a la misma distancia simétrica pero cuando el volumen de las sustancias es diferente el estado de equilibrio esta hacia la sustancia con menos volumen. Estos supuesto de cómo se ordenan los estados de equilibrio son los mismos que comparte el termómetro.

La magnitud más importante a la hora de medir las variables de estado térmico es la temperatura y a partir de estas se derivan las demás unidades termodinámicas, y permiten caracterizar los fenómenos termodinámicos

Por lo anterior se considera necesario hacer una revisión histórica sobre la definición de la escala numérica del termómetro tomando como referente los trabajos realizados por: Carnot, Thomson y Clausius

Nicolas Leonard Sadi Carnot (1796 – 1832) es el pionero en el estudio de la termodinámica donde empieza sus estudios con la definición de Watt² sobre la maquina térmica como un dispositivo que emplea calor para realizar un trabajo mecánico donde esta consta de tres componentes tales como: Una fuente o caldera, una fuente fría o condensador y una sustancia que transfiera el calor de la fuente caliente a la fría como me puede ser vapor de agua, aire, alcohol, etc.

Carnot empieza su trabajo comparando la maquina térmica con una rueda de molino ya que él decía que en la rueda de molino se necesita una fuente de agua a cierta altura y un salida de esta a una altura menor entonces la maquina térmica un foco caliente y un foco frio, donde plantea la analogía sobre el trabajo realizado por el agua al caer de un nivel a otro es el mismo trabajo de la maquina térmica de la caída del calórico³ del foco caliente al foco frio. Afirmo

«La producción de movimiento en las máquinas de vapor va siempre acompañada de una circunstancia en la cual debemos fijar nuestra atención. Esta circunstancia es el restablecimiento del equilibrio en el calórico. Esto es, su paso de un cuerpo en el cual la temperatura es más o menos elevada a otro en el cual es más pequeña. ¿Qué ocurre realmente en una máquina de vapor en funcionamiento? El calórico liberado en el fogón por efecto de la combustión del carbón, atraviesa las paredes de la caldera penetrando en ella, produce vapor y de alguna manera se incorpora con él. Este lo transporta, primero en el cilindro, donde lleva a cabo alguna función, y de ahí al condensador donde se licúa en contacto con el agua fría que allí se encuentra. Entonces, como resultado final, el agua fría del condensador toma posesión del calórico liberado en la combustión. [...]El vapor es sólo un medio para transportar el calórico [...]» « [...] La producción de potencia motriz en las máquinas de vapor se debe no a un auténtico consumo de calórico, sino a su transporte de un cuerpo caliente a un cuerpo frío [...]»
(Carnot, 1824)

² James Watt (1736-1819) Matemático e ingeniero escoses. Watt no era un simple mecánico, sus habilidades le permitieron ser catalogado como El ingeniero de la Máquina de Vapor. Las mejoras que realizó a la maquina atmosférica de New comen, dieron lugar a la máquina de vapor, que resultaría fundamental en el desarrollo de la Revolución Industrial tanto en Inglaterra como en toda Europa.

³ El calórico es asumido por Carnot como un ente existente susceptible de ser desequilibrado. La percusión, el frotamiento, las compresiones o expansiones rápidas, la combustión, dice Carnot, son medios para romper el equilibrio del calórico, es decir, para producir desequilibrio térmico o, lo que es lo mismo, para hacer que la temperatura de un cuerpo sea diferente de la temperatura de los cuerpos que lo rodean.

Con esta analogía Carnot plantea que la mayor eficiencia del molino es cuando no hay pérdida de agua, y en la máquina térmica es cuando hay una transferencia de un foco a otro sin pérdida de calor, pero con esta conclusión a Carnot le surgía una nueva pregunta:

« [...] Es natural hacerse aquí una pregunta a la vez curiosa e importante, ¿La potencia motriz del calor es inmutable en cantidad, o depende del agente que se use para realizarla, de la sustancia elegida como sujeto de la acción del calor? (Carnot, 1824)

Carnot dio respuesta a esta pregunta argumentando que el máximo de potencia motriz que se obtiene al emplear el vapor es también el máximo obtenido en otro procedimiento, ya que se obtendrá el mismo cuando no se realice ningún cambio de temperatura que no sea aprovechado para que produzca un cambio de volumen. Entiéndase esto como que no haya una transferencia de calor directa de un cuerpo caliente a un cuerpo frío sin tener lugar otro efecto. Para que haya realización de trabajo se requiere de cambio de volumen y todo cambio de volumen debido al calor supone un cambio de temperatura. Supóngase un gas encerrado en un cilindro, si se calienta el cilindro, el gas se expande pudiendo realizar un trabajo exterior. Para mostrar esto Carnot toma el aire como sustancia motriz de una hipotética máquina ideando un sistema teórico que corresponda al máximo de potencia motriz, donde concluye:

«La potencia motriz del fuego es independiente de los agentes que intervienen para realizarla; su cantidad se fija únicamente por la temperatura de los cuerpos entre los que se hace, en definitiva, el transporte de calórico.» (Carnot, 1824)

Carnot encuentra una respuesta a su interrogante que no ha podido ser refutada desde entonces: el ciclo de máxima eficiencia es reversible. Si existiera un agente más eficiente que otro, entonces se podría construir un dispositivo formado por dos máquinas térmicas que utilizaran el ciclo de Carnot con dos agentes diferentes, uno de estos más eficiente que el otro, de acuerdo con la visión de los filósofos sobre la naturaleza esto es una imposibilidad física. Por consiguiente, no hay ningún agente, en las máquinas térmicas, superior a otro, en cuanto a la eficiencia.

Con esto Carnot concluye que si su suposición no fuera cierta, entonces sería posible extraer trabajo de la nada, lo cual sería algo completamente imposible. Donde Carnot culmina su investigación dejando la pregunta de si la potencia es estrictamente proporcional a la diferencia de temperatura.

«Ignoramos, por ejemplo, si la caída de calórico de 100° a 50°C proporciona más o menos potencia motriz que la caída del mismo calórico de 50° a 0°C». (Carnot, 1824)

Posteriormente en 1848 el británico William Thomson (1824 – 1907) el cual recibe tiempo más tarde el nombre de Lord Kelvin, basa sus investigaciones en el trabajo realizado por Carnot y convirtiéndose en su defensor, su primer gran aporte significativo fue establecer una escala absoluta de temperatura en su trabajo «Sobre una escala absoluta de temperatura fundamentada en la teoría de Carnot sobre la potencia motriz del calor». Pero esta investigación tuvo dos problemas bastantes fuertes los cuales los cuales fueron: la propia construcción de un termómetro, fiable y reproducible, y la determinación de una escala la cual permitiera una comparación de medidas realizadas con distintos instrumentos y en diferentes lugares del mundo. Para esto Thomson tomo como referencia los trabajos de Daniel Fahrenheit⁴ (1686-1775), René de Reaumur⁵ (1683-1757), Anders Celsius⁶ (1701-1744), Guillame Amontons⁷ (1663-1705) y Joseph Louis Gay Lussac⁸ (1778-1850) entre otros.

El problema al que se enfrentaba Thomson no era solamente el de unificar criterios para el momento de la medición, ya que esto algunos de sus antecesores lo habían trabajado, pero

⁴ Gabriel Fahrenheit (1686 – 1736) fue un físico de quien toma su nombre la escala Fahrenheit de temperatura. Autor de numerosos inventos, entre los que caben citar los termómetros de alcohol y de mercurio, la aportación teórica más relevante de Fahrenheit fue el diseño de la escala termométrica que lleva su nombre.

⁵ René Antoine Ferchault de Réaumur (1683 – 1757) tuvo gran importancia debido al termómetro y la escala que llevan su nombre, construido tomando como punto cero el de licuefacción del hielo y dividiendo el tubo en grados, cada uno correspondiente a una milésima parte del volumen del recipiente. Fue por tanto una casualidad que el punto de ebullición del agua se alcanzara a los ochenta grados.

⁶ Anders Celsius (1701 – 1744) Propuso el termómetro centígrado, que tiene una escala de 100 grados que separan el punto de ebullición y el de congelación del agua. Su nombre es grado Celsius, la CGPM (Conferencia General de Pesas y Medidas) rechazó en 1948 el de grado centígrado.

⁷ Guillame Amontons (1663 - 1705) Realizó experimentos con un termómetro de aire, en el cual la temperatura se calculaba mediante la medida de la longitud de una columna de mercurio; señaló que el extremo frío de un tal termómetro debería eliminar por completo la emanación de aire. Es decir, es el primero en reconocer que el uso del aire como sustancia termométrica conduce a la deducción de la existencia del cero absoluto.

⁸ Joseph Louis Gay Lussac (1778 – 1850) En 1802 observó que todos los gases se expanden una misma fracción de volumen para un mismo aumento en la temperatura, lo que reveló la existencia de un coeficiente de expansión térmica común que hizo posible la definición de una nueva escala de temperaturas, establecida con posterioridad por lord Kelvin.

Thomson argumenta proponiendo una nueva escala en la que la transferencia de calor a través de una máquina funcionando con el esquema propuesto por Carnot proporcione un rendimiento independiente de la temperatura.

The characteristic property of the scale which I now propose is, that all degrees have the same value; that is, that a unit of heat descending from a body A at the temperature T° of this scale, to a body B at the temperature $(T-1)^\circ$, would give out the same mechanical effect, whatever be the number T. This may justly be termed an absolute scale, since its characteristic is quite independent of the physical properties of any specific substance. (Thomson, 1882)

Es importante aclarar que la escala propuesta por Lord Kelvin en ese momento no coincide con la escala absoluta conocida actualmente, donde la relación entre ambas está dada por la característica común de que pueden ser definidas sin referencia a un sistema termométrico particular.

Thomson realiza una revisión a la teoría de Carnot de la potencia motriz del calor donde plantea e introduce terminología la cual no solo fue utilizada en su momento, sino que aún permanece en la teoría que se estudia actualmente. En esta revisión Thomson se hace dos preguntas fundamentales donde la respuesta a estas sería la fundamentación de lo que luego daría en llamarse Teoría Mecánica del Calor y posteriormente Termodinámica.

- ¿Cuál es la naturaleza concreta del agente térmico mediante el cual se produce efecto mecánico sin efectos de otro tipo?
- ¿Cuál es la cantidad necesaria de este agente térmico para producir una determinada cantidad de trabajo?

Thomson plantea que el objetivo básico es el de medir la relación que hay entre el rendimiento de un motor el cual es medido por medio del cociente entre el efecto mecánico producido y el calor transferido, y la diferencia entre los cuerpos, para hacer esto toma los datos del experimento sobre el vapor de agua en el funcionamiento de las máquinas de vapor elaborado

por Víctor Regnault⁹. Donde con esto Thomson hace la afirmación basándose en la teoría de Carnot de que en la operación de una maquina una cierta cantidad de calor es transferida de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura, el cual entra en contradicción con las observaciones realizadas por Joule¹⁰ de que el calor y el efecto mecánico no se pueden convertir entre sí.

No obstante la contradicción entre los experimentos de Joule y los razonamientos de Carnot son desechados por el alemán Rudolf Clausius (1822 – 1888) en el trabajo Sobre la fuerza motriz del calor y sobre las leyes deducibles de ésta concernientes a la naturaleza del mismo, en este trabajo se plantea la relación entre el calor consumido y el trabajo realizado. Donde reconoce el trabajo realizado por Thomson a dar claridad sobre las ideas de Carnot, y los vacíos encontrados por este para poder ser compatibles con los experimentos de Joule.

El elemento más importante en el razonamiento de Clausius, donde supone que no todo el calor pasa de la caldera al condensador sino que una parte de este aparece en un efecto mecánico, donde con esto enuncia el principio de equivalencia de calor y trabajo.

«En todos los casos en los que trabajo es producido por calor, se invierte una cantidad de calor proporcional al trabajo realizado, y recíprocamente, a través del consumo de una cantidad similar de trabajo, puede generarse la misma cantidad de calor.»

Lo más interesante del trabajo de Clausius es el tratamiento al análisis del calor suministrado a un cuerpo, donde Clausius le llama trabajo exterior al efecto mecánico que se reconoce exteriormente y trabajo interno que hoy en día conocemos como la magnitud de energía interna.

Clausius hace ver que la idea de Carnot sobre que el calor es transferido de cuerpo caliente al cuerpo frío es errónea, lo cual no invalida el resto del razonamiento de Carnot sobre el momento donde se proporciona el máximo rendimiento ya explicado anteriormente.

⁹ Víctor Regnault (1810 – 1878) fue un químico y físico francés conocido por sus cuidadosas mediciones de las propiedades térmicas de los gases. Fue un pionero de la termodinámica y mentor de Lord Kelvin en la década de 1840.

¹⁰ James Prescott Joule (1818 – 1889) Descubrió, junto al físico William Thomson (lord Kelvin), que la temperatura de un gas desciende cuando se expande sin realizar ningún trabajo. Este fenómeno, que se conoce como efecto Joule-Thomson.

En 1854 Clausius publica Sobre una nueva forma del segundo teorema fundamental de la teoría mecánica del calor donde reconoce el calor como un estado de movimiento y donde Clausius considera un ciclo de carácter general no necesariamente reversible e introduce lo que él llama el principio de equivalencia de las transformaciones, ya que se da cuenta que su resultado es no solo para los procesos cíclicos, en particular analiza los procesos en los que el sistema cambian en lo que denomina estado de agregación el cual es un cambio de fase o de estado.

En 1865 publica “Sobre las diferentes formas de las ecuaciones fundamentales de la teoría mecánica del calor (Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie) donde cambia el criterio del signo relativo al calor en la suma de las transformaciones, y ofreció una notación para la variable que propuso definiéndola de la forma:

$$S - S_0 = \int \frac{dQ}{T}$$

Donde Q representa el calor y T representa la temperatura.

En el momento en el que Clausius quiso buscarle un nombre a esta nueva variable lo pensó de la siguiente manera:

“..If we wish to designate S by a proper name we can say of it that it is the transformation content of the body, in the same way that we say of the quantity U that it is the heat and work content of the body. However, since I think it is better to take the names of such quantities as these, which are important for science, from the ancient languages, so that they can be introduced without change into all the modern languages, I proposed to name the magnitude S the entropy of the body, from the Greek word η τροπή, a transformation. I have intentionally formed the word entropy so as to be as similar as possible to the word energy, since both these quantities, which are to be known by these names, are so nearly related to each other in their physical significance that a certain similarity in their names seemed to me advantageous...” (Clausius, Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie, 1865)

Clausius finaliza su trabajo estableciendo que si los principios desarrollados en el mismo fueran aplicados a universo en su conjunto, la teoría mecánica del calor podría resumirse en dos puntos fundamentales:

- “...1. The energy of the universe is constant.
 2. The entropy of the universe tends toward a maximum...” (Clausius, Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie, 1865)

Para establecer una escala de temperaturas, se deben asignar valores numéricos a la temperatura empírica θ , debemos elegir un sistema descrito por las coordenadas X y Y. La idea de medir temperaturas está basado en el cambio de propiedades físicas del termómetro cuando entra en contacto con otros sistemas, se puede escoger como termómetro a aquellos sistemas en los que una propiedad varíe y la otra permanezca constante, a aquella propiedad que varía se le llama *propiedad termométrica*, y para poder fijar una escala termométrica elegimos el sistema que tenga la propiedad termométrica donde se puede expresar como una función simple en relación lineal de la forma:

$$\Phi(X,Y) = \theta$$

Con esto podemos encontrar que hay cinco tipos de termómetros que cumplen la relación lineal entre sus variables, pero sin embargo después de haber calibrado estos en el punto aquel en el cual coexisten en equilibrio el estado sólido, el estado líquido y el estado gaseoso de una sustancia, la temperatura dada por cada uno de ellos para un sistema en particular será diferente, ósea que solo coincidirán en el punto de calibración.

Sistema	Variable Fija	Propiedad Termométrica
Líquido en vidrio	Presión	Longitud de la columna
Alambre de aluminio	Diferencia de potencial	Resistencia eléctrica
Termopar	Diferencia de potencial	Fuerza electromotriz
Gas en bulbo	Presión	Volumen

Gas en bulbo	Volumen	Presión
--------------	---------	---------

Tabla 2: Tipos de Termómetros

A continuación se explicaran los termómetros enunciados en la tabla anterior.

El tipo de termómetro más utilizado es de **líquido en vidrio**, consistente en un tubo capilar que termina en un extremo por un bulbo y cerrado por el otro. El bulbo contiene un líquido, tal como mercurio o alcohol y el espacio por encima de él es ocupado por el vapor, a una presión muy baja pero variable, o bien por una mezcla del vapor con un gas inerte. El estado del termómetro se fija mediante la presión P y la longitud de líquido en la columna termométrica L .

Otro tipo de termómetros, son los termómetros de **resistencia**, consistentes en un hilo metálico, generalmente de platino o níquel, cuyo estado se determina mediante la resistencia eléctrica R y la tensión J aplicada a sus extremos.

Un tercer tipo son los **termopares**, consistentes en un par de hilos de metales distintos, por ejemplo, platino y una aleación de platino y rodio, o bien cobre, soldados por sus extremos y cerrando un circuito eléctrico. Una soldadura se mantiene a temperatura constante y el estado del termopar se fija mediante la f.e.m. generada y la tensión J en los hilos.

Por último se explicara los termómetros de **gases** que dependen del volumen, un termómetro por presión de gas consta de un elemento que mide la presión, como el tubo Bourdon¹¹ conectado por un tubo capilar a una ampolla que se expone a la temperatura que se ha de medir. El sistema se llena, a presión, con un gas inerte, ordinariamente el nitrógeno. Como el gas del elemento medidor y del tubo de conexión no está a la temperatura del bulbo. El bulbo debe tener por lo menos cuarenta veces el volumen del resto del sistema. Por ello, y a causa del retardo en la transmisión de los cambios de presión por el tubo capilar, la longitud de éste se limita a un máximo de 60 m aunque es preferible que su longitud sea menor. Los termómetros de gas a presión se emplean en temperaturas entre -450 °F. y $+1000$ °F. (-268 °C. y $+538$ °C.), lo cual queda parcial o enteramente fuera de los límites de los sistemas de vapor a presión.

¹¹ Es un dispositivo para medir la presión, desarrollado y patentado en 1849 por el ingeniero francés Eugène Bourdon. Consistente en un tubo metálico, aplanado, hermético, cerrado por un extremo y enrollado en espiral.

Después de esta conceptualización se puede hacer el abordaje de la propuesta para la enseñanza de la temperatura en la educación media.

Capítulo III

PROPUESTA DE LOS ASPECTOS QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA TEMPERATURA

Después de hacer la revisión de los trabajos de Carnot, Clausius, Thomson y Kelvin referentes a la temperatura se presenta la secuencia que se considera pertinente para la enseñanza de la temperatura, al frente de cada concepto o temática se indica los aspectos que se bene tener en cuenta y se deben priorizar.

Temática	Priorizar
Sistema	<ul style="list-style-type: none"> • En la enseñanza de la temperatura se tiene que hablar de sistema y no de cuerpo. • Abandonar la concepción de sistema como una colección de partes o una parte o región restringida del espacio. • El sistema está constituido por materia.
Estado	<ul style="list-style-type: none"> • La concepción de estado se construye a partir de las condiciones de equilibrio, las cuales son donde el sistema no experimenta cambios. • La idea de estado se determina como una cualidad no como una propiedad del sistema. • El cambio de estado de un sistema o una parte del sistema dependen de la interacción con otro sistema
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Es la magnitud más importante con la que se describen los fenómenos térmicos. • A partir de la temperatura son construidas las demás magnitudes termodinámicas.

	<ul style="list-style-type: none"> • Es la variable mediante la cual se establece una progresión de los estados térmicos.
Escalas Termométricas	<ul style="list-style-type: none"> • Depende de las condiciones en que se encuentra una sustancia o los cambios que puede experimentar depende del grado de calor. • La escala Celsius de temperatura toma como puntos de referencia la fusión del agua, a la que asigna 0° Celsius, y su punto de ebullición a presión atmosférica, al que asigna 100° Celsius. Entre estos puntos hay cien divisiones, cada una representa un grado Celsius. • La escala Fahrenheit de temperatura toma como referencia el agua a nivel del mar tiene un punto de congelación de +32 grados F y un punto de ebullición de +212 grados F. • La escala Kelvin de temperatura toma como referencia el termómetro de gas de volumen constante, con un punto de congelación de +273 grados K y un punto de ebullición de +373 grados K
Aparato de medida	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe tener en cuenta todos los tipos de termómetro, no solo el termómetro de mercurio. • El estudiante debe poder identificar las propiedades de cada uno de los termómetros y sus variaciones.

Tabla 3: Propuesta de abordaje

REFLEXIONES Y CONCLUSIONES

- Es importante que el docente reflexione sobre su práctica docente e identifique elementos que le permitan estructurar y diseñar herramientas que superen la enseñanza tradicional y favorezca los procesos de enseñanza; debe cambiar la visión del libro de texto y utilizarlo como un recurso mas no como el único que guie los procesos en el aula. Estos se caracterizan por presentar las temáticas como un conjunto de teorías y definiciones desconociendo los procesos que se llevaron a cabo y los contextos socioculturales que influenciaron a la comunidad científica.
- La enseñanza de la temperatura en la educación media debe partir de los conceptos fundamentales los cuales son: sistema, estado como la cualidad del sistema, temperatura como transferencia de calor. En cuanto al abordaje de las escalas de temperatura más que estudiar ecuaciones para realizar conversiones entre escalas termométricas se debe reconocer que cada una de ellas fue construida bajo principios teórico-experimentales diferentes lo cual dificulta pensar en equivalencias entre ellas , además de reconocer la complejidad e imperfección del termómetro como instrumento de medida
- La dinámica de los procesos de enseñanza - aprendizaje de la Física, con sus carencias de herramientas didácticas y la falta de comprensión adecuada de los conceptos, ha desencadenado resistencia por parte de los estudiantes hacia la Física y sus temáticas, lo que ha redundado en que, con miras al futuro, las decisiones de desarrollo profesional y proyecto de vida puedan fundamentarse en la carencia de gusto provocada en el colegio y no porque realmente se carezca de una vocación hacia esta área del conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Cañon, N. A., & Velandia Garzón, Y. (2015). *Trabajo de grado: Segunda Ley de la Termodinamica; enseñanza de la Termodinamica; Maquinas Termicas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Carnot, N. L. (1824). «*Refl exiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas diseñadas para desarrollar dicha potencia*. Paris.
- Castillo, J. C., & Pedreros Martinez, R. I. (2013). *Notas de Termodinamica*. Bogota: Universidad Pedagógica Nacional.
- Cavalea, R., Moreira, M., & Caballero, C. (2009). Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Mecánica y Termodinamica. *Revista electronica de Enseñanza de las Ciencias Vol VIII N° 2*, 722-744.
- Clausius, R. (1857). *On the nature of the motion which we call heat*. Obtenido de Lemoyne: <https://web.lemoyne.edu/giunta/CLAUSIUS57.html>
- Clausius, R. (1865). *Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie*. Obtenido de Lemoyne: <https://web.lemoyne.edu/giunta/clausius.html>
- Cruz, J. R. (s.f.). *LA TERMODINÁMICA DE CARNOT A CLAUSIUS*. Obtenido de Universidad de La Laguna: Justo R. Pérez Cruz
- Delors, J. y. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.
- Gonzalez, G., & Perez, j. (13 de Abriél de 2015). Obtenido de Comunicaciones Breves: www.ComunicacionesBreves.com
- Groot, S. (1968). *Termodinamica de los procesos irreversibles*. Madrid: Alhambra.
- Manrique, J. A. (2005). *Termodinamica*. Mexico: AlfaOmega.
- Martinez, J., & Perez, B. (1997). Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la Termodinamica Basica. *Enseñanza de las Ciencias 15 (3)*, 287 - 300.
- Mendez, D. (2012). *Didactica y Aprendizaje de los Conceptos Basicos en la Termodinamica*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid: <http://eprints.ucm.es/14722/1/T33591.pdf>
- Reynolds, W. (1976). *Termodinamica*. Madrid: Ediciones del Castillo.
- Salgado, O. J. (2008). *Notas de Termodinamica*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Sanchez, J. S. (2012). *Trabajo de Grado: Refelxiones sobre la entropia para la enseñanza de la termodinamica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Sarmiento, A. M. (2010). *Trabajo de Grado: Equilibracion Termica y flujo de calor: Un analisis para la enseñanza de la Termodinamica*. Bogotá: Universidad Pedagogica Nacional.

Thomson, W. (1882). *On an Absolute Thermometric Scale founded on Carnot's Theory of the Motive Power of Heat*. Obtenido de Lemoyne:
<https://web.lemoyne.edu/giunta/kelvin.html>

UNESCO. (2003). Obtenido de
http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/Publications/free_publications/educ_qualite_esp.pdf