

**LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE EL CTS COMO
ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS CALOR,
TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA**

YURI MARCELA HINCAPIÉ MONTES

JOSÉ WILSON HINCAPIÉ MONTES

**Investigación Monográfica para optar por el título de
Licenciados en Matemáticas y Física**

ASESORA:

EDILMA RENTERÍA RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y ARTES

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

MEDELLÍN 2010

^

v



AGRADECIMIENTOS

A las directivas de la Institución Educativa San Luis Gonzaga por permitir realizar nuestra práctica profesional. A la docente cooperadora Alejandra Saldarriaga por colaborar con nuestra intervención en el aula de clases. A los estudiantes de grado 10-4 por participar en las actividades de enseñanza. Muy especialmente a nuestra asesora Edilma Renteria Rodríguez por su compromiso y orientación para la construcción de la investigación y a nuestros compañeros del seminario de práctica por sus múltiples aportes para mejorar el trabajo.

DEDICATORIA

A nuestros padres, quienes aportaron en nuestra formación académica desde sus buenas costumbres, valores humanos, apoyo económico, afectivo y moral, los cuales hicieron posible el logro de esta meta tan anhelada desde el inicio de nuestra carrera. Además este logro queremos compartirlo con nuestros hermanos, familiares cercanos y amigos, por ser partícipes de alguna manera en el proceso, y muy especialmente a Sara Manuela, hija y sobrina, quien ha sido la mayor inspiración para día a día luchar por este sueño.

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1: OBJETO DE INVESTIGACIÓN	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	12
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo general	20
1.2.2 Objetivos específicos	
1.3 HIPÓTESIS	22
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	23
2.1 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	27
2.1.1 Qué es un problema	29
2.1.2 Tipos de problemas	35
2.1.2.1 Según su solución	35
2.1.2.2 Según la tarea requerida	37
2.1.3 ¿Qué es resolver problemas?	41
2.1.4 La resolución de problemas como estrategia de enseñanza	45
2.1.5 Dificultades en la resolución de problemas	49
2.1.5.1 Dificultades de los profesores	49
2.1.5.2 Dificultades de los estudiantes	52
2.1.6 Modelos de resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias	59
2.1.6.1 La resolución de problemas desde la enseñanza tradicional	63
2.1.6.1.1 ¿En qué consiste?	63
2.1.6.1.2 Función del profesor y del estudiante	64
2.1.6.1.3 Habilidades que se desarrolla	65
2.1.6.1.4 Consecuencias	66
2.1.6.2 La resolución de problemas como investigación dirigida	68



2.1.6.2.1 Principios	68
2.1.6.2.2 ¿En qué consiste?	71
2.1.6.2.3 ¿En qué se centra?	73
2.1.6.2.4 Metodología	75
2.2 MOVIMIENTO CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.	80
2.2.1 Antecedentes	80
2.2.2 Alfabetización científica	86
2.2.3 Origen del movimiento ciencia, tecnología y sociedad	89
2.2.4 ¿Qué es el movimiento ciencia, tecnología y sociedad?	92
2.2.5 Ciencia, Tecnología y Sociedad en la educación.	95
2.3 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA	100
2.3.1 Un acercamiento histórico al concepto de temperatura.....	102
2.3.2 Un acercamiento histórico al concepto de calor	108
2.3.3 Un acercamiento histórico al concepto de energía interna	118
2.3.4 Concepciones alternativas	120
2.3.5 Concepto de Calor, Temperatura y Energía Interna en la actualidad ...	128
2.3.5.1 Calor	128
2.3.5.2 Temperatura	130
2.3.5.3 Energía interna	134
CAPITULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO	136
3.1 RUTA DE INVESTIGACIÓN	137
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	138
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	140
3.4 VARIABLES A ESTUDIAR	141
3.4.1 Variable manipulada	142
3.4.2 Variable observada.....	142
CAPITULO 4: ESTRATEGIA DIDÁCTICA	146

4.1 NATURALEZA	150
4.1.1 Procedimientos	150
4.1.2 Articulación del componente conceptual con el procedimental	152
4.2 METODOLOGÍA	154
CAPITULO 5: ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS	156
5.1 CARACTERISTICAS DEL TEST	156
5.2 PROCESO DE ELABARACIÓN DEL TEST	158
5.3 SELECCIÓN DE LOS REACTIVOS	158
CAPITULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS	166
6.1 APRENDIZAJE CONCEPTUAL DE CALOR, TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA	167
6.1.1 Datos obtenidos de los grupo control y experimental	167
6.1.2 Descripción comparativa entre los resultados porcentuales del grupo experimental con relación al control	170
6.1.3 Prueba de la hipótesis de investigación	178
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	181
7.1 CONCLUSIONES	182
7.2 RECOMENDACIONES	185
BIBLIOGRAFÍA	187
ANEXOS	201
ANEXO 1 Estrategia didáctica	202
ANEXO 2 Test: conceptos fundamentales de la termodinámica	219
ANEXO 3 Evidencias de la implementacion de la estrategia didáctica al grupo experimental	224

ANEXO 4 Evidencias de la aplicación del test: conceptos básicos de termodinámica al grupo experimental	230
--	-----

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación que se presenta a continuación, tiene como finalidad indagar la pertinencia de una metodología de resolución de problemas como investigación dirigida articulada a los lineamientos del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la enseñanza de algunos conceptos fundamentales de la termodinámica como son calor, temperatura y energía interna, a través de una estrategia didáctica.

En esta propuesta se tuvo como punto de partida la línea de investigación de resolución de problemas y el movimiento CTS, para implementar el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos en los cuales los estudiantes tienen dificultades para comprenderlos y diferenciarlos, es ahí que a partir de búsqueda bibliográfica y observaciones realizadas en las aulas de clase se evidencia algunas concepciones alternativas en los estudiantes sobre calor, temperatura y energía interna, que no concuerdan con las científicas al momento de dar explicaciones de situaciones cotidianas. Por otra parte, una base fundamental para esta investigación, es la metodología de resolución de problemas como investigación dirigida, la cual desde el principio nos generó un gran reto porque debíamos desligarnos de lo tradicional, para poder construir problemas abiertos y que desde el enfoque CTS, estos problemas fueran contextualizados desde las situaciones cotidianas de los estudiantes y medio ambientales que actualmente los

afectan, donde se pueden dar cuenta que lo educativo no está desligado de la vida real .

La estrategia didáctica diseñada adquiere importancia para la enseñanza de las ciencias, porque es novedosa, le apunta a una de las metodologías de enseñanza más trabajadas en ciencias como es la resolución de problemas, articula el movimiento CTS y porque los estudiantes se asumen como investigadores noveles que con orientación del profesor realizan procedimientos propios de la ciencia, como es el trabajo en equipo, construcción de hipótesis, análisis de datos, verificación, entre otros.

Con respecto a la resolución de problemas, la enseñanza basada en esta metodología permite que los estudiantes adquieran habilidades y destrezas que se acercan al trabajo científico, aprenden los conceptos de la ciencia, ya que se siguen procedimientos vinculados con ésta como: el trabajo en equipo, análisis experimental, investigación colectiva, entre otros. De esta manera los estudiantes tienen un concepto del carácter social y de permanente construcción de la ciencia.

Desde el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad, se busca que la comunidad educativa participe y decida sobre los cambios por los cuales atraviesa el mundo, y que de una u otra forma están presentes en la educación,



en donde los medios tecnológicos se convierten en recursos que pueden servir de apoyo para el aprendizaje; por tanto, el estudiante llega a ser capaz de desarrollar opiniones y valores propios, así como ayuda para tomar decisiones sobre situaciones que lo afectan.

Finalmente la articulación de la metodología de resolución de problemas con el CTS, posibilita que la estrategia didáctica abarque situaciones más cercanas a la vida de los estudiantes, de manera que al abordar las problemáticas medioambientales por las que actualmente atraviesa la comunidad, lo que sucede en la realidad se acerque más a la educación, y no se siga concibiendo que la educación y lo real son dos entes aislados que no se relacionan.

Esta monografía contiene siete capítulos. El primer capítulo es el objeto de investigación, en el se plantea el problema de la investigación con la justificación, los objetivos general y específicos y la hipótesis de investigación. El segundo capítulo es el marco teórico, el cual comprende tres aspectos principales que son: resolución de problemas, el movimiento ciencia, tecnología y sociedad y algunos conceptos fundamentales de la termodinámica como son: calor, temperatura y energía interna. En cuanto al tercer capítulo se presenta el diseño metodológico, en el que se plantea la ruta de investigación, el diseño, la población y muestra y las variables a estudiar.



En el cuarto capítulo se encuentra la estrategia didáctica, la cual es aplicada para poner a prueba la hipótesis de investigación. Para el quinto capítulo se presenta la elaboración de instrumentos, en éste se desarrolla el proceso llevado a cabo para poder evaluar el aprendizaje conceptual de los estudiantes sobre calor, temperatura y energía interna. El sexto capítulo es el análisis de resultados, en donde se presenta la interpretación de los resultados obtenidos, además se prueba la hipótesis de investigación. En el último capítulo se encuentra las conclusiones y recomendaciones después de la investigación.

CAPITULO 1

OBJETO DE INVESTIGACIÓN

CAPITULO 1: OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En el devenir de la educación se vienen presentando una serie de dificultades en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, pues, “en el intento de cubrir gran cantidad de contenidos, muchos profesores usan metodologías que son eficaces para transmitir conocimientos, esto es, dar la clase y después poner muchos problemas para resolver como tarea, más que para aprender” (Leonard, Gerace y Dufresne, 2002). Con frecuencia en las aulas de clase el proceso de enseñanza de la Física está orientado desde una metodología tradicional, la cual se caracteriza por la utilización de tareas rutinarias, se prioriza el aprendizaje memorístico, lo que se enseña al estudiante no tiene sentido para él, debido a que los contenidos son descontextualizados, se resuelven problemas de tipo cerrado y el estudiante le da una importancia predominante a encontrar una fórmula o un algoritmo para resolver la situación que el profesor le presenta. Esta manera de enseñar física presenta dificultades que no contribuyen al aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal de los estudiantes. A continuación se profundiza en cada uno de los aspectos anteriores.

En cuanto a “las tareas rutinarias, éstas son esencialmente ejercicios, casi siempre apoyados en la utilización de reglas y algoritmos anteriormente aprendidos y automáticamente aplicados” (Neto y Valente, 2001); esto ha sido vivenciado en nuestra corta experiencia asistiendo a la observación del proceso de enseñanza que se lleva a cabo con los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa San Luis Gonzaga, donde a los estudiantes se les explica la teoría, luego se realizan ejercicios de aplicación y; de acuerdo a esto, se colocan otros para que los estudiantes lo resuelvan, utilizando el mismo algoritmo que utilizó el profesor. Este tipo de actividades tiene como consecuencia la utilización de acciones mecánicas, automáticas y acríticas.

Además, “dentro de la enseñanza tradicional han surgido dificultades que afectan la formación académica de los estudiantes, en la cual el aprendizaje memorístico contribuye al bajo nivel de profundización de los contenidos y escasa posibilidad de generar nuevos conocimientos”(Grisales, Gil y Palacios, 2000), es decir, los estudiantes han fijado en sus mentes patrones ó reglas aprendidas para diferentes situaciones, pero que al final se vuelven repetitivas, dejando de lado la interpretación y la comprensión de los nuevos conceptos; se llega a un punto en el que si no se conoce la fórmula, entonces el estudiante renuncia a la solución del problema, debido a que no se cuenta con otro tipo de herramientas para enfrentarlo.

Con respecto a los contenidos descontextualizados, con frecuencia son contenidos que no tienen en cuenta el contexto, es decir, temas que no reflejan la realidad en que vive el estudiante. Por ejemplo, en las clases de Física la mayoría de las veces se resuelven situaciones de “enunciados cortos y resumidos, en los que los números predominan sobre las palabras” (Neto y Valente 2001). Así, al resolver este tipo de problemas se utilizan algoritmos que no permiten que los estudiantes asuman posiciones críticas sobre la situación que resuelven.

Si ahora profundizamos un poco en la forma en que los profesores presentan los problemas a los estudiantes, se puede ver que habitualmente son de tipo artificial o la mayoría de las veces, cerrados. Es decir, problemas en que se tienen los datos necesarios para las operaciones y la solución sólo implica el uso de algunas fórmulas. Con este tipo de situaciones “no se enseña a los estudiantes a resolver problemas, es decir, a enfrentarse a situaciones desconocidas, ante las cuales el resolvente se sienta inicialmente perdido, debido a que los profesores explican soluciones que para ellos son perfectamente conocidas”(Gil, Furió, Valdés y Salinas, 1999).

Por otro lado, como dice whitehead (1970) citado por Neto y Valente (2001 p. 21) “la educación con ideas inertes no se limita sólo a ser infructuosa; es sobre todo pernicioso: deja por resolver el problema de la necesidad de mantener vivo el pensamiento, ese conocimiento que puede ser utilizado en la

resolución de problemas con que se enfrenta el educando”, aquí nos enfrentamos a un proceso que para muchos es el motor de la actividad del pensamiento: la resolución de problemas; pero, “las conductas que desencadena en el profesor y el estudiante la resolución de problemas tradicional están impregnadas de una serie de rutinas descontextualizadas, inalteradas década tras década”(Perales, 1998).

Otro aspecto que hace importante a la resolución de problemas es que esta “es una de las estrategias más utilizadas por los profesores de ciencias tanto durante la instrucción como en la etapa de evaluación. Paradójicamente, es también uno de los obstáculos más frecuentes con que se encuentra el alumnado durante su proceso de aprendizaje en los cursos de ciencias.” (Buteler, Gangoso, Brincones y González, 2001). Resulta evidente, la necesidad de renovar en profundidad esta forma de enseñanza que se imparte aún en la escuela, que está ocasionando que los estudiantes pierdan la motivación por aprender y apropiarse de los conceptos de la Física.

En la resolución de problemas trabajados desde la metodología tradicional, se presentan dificultades que impiden que los estudiantes desarrollen habilidades, tales como: analizar, sintetizar, razonar, entre otras. Esto nos lleva a la necesidad de plantear estrategias que ayuden a mejorar el aprendizaje de la Física, porque, “la resolución de problemas, se constituye en una alternativa didáctica, una estrategia de enseñanza que le permite al estudiante un acercamiento al trabajo científico y a la construcción de los conceptos de la ciencia, y a su vez,

desarrollo de las habilidades del pensamiento” (Grisales, Gil y Palacios, 2000), debido a que se da “la posibilidad de aprender ciencia haciendo ciencia. Por esto hay que pensar en la resolución de problemas como una alternativa que puesta en práctica, viabiliza una formación tendiente a dar respuestas adecuadas a un entorno cambiante y altamente interactivo” (Grisales, Gil y Palacios, 2000), y lo más importante es que va a propiciar espacios en busca de un mejor aprendizaje conceptual de la Física.

Cuando pensamos en la resolución de problemas como metodología de enseñanza-aprendizaje de la Física, nos enfocamos especialmente en termodinámica, debido a varios aspectos. En primer lugar, estos conceptos hacen parte del currículo obligatorio que se debe impartir a los estudiantes en el área de ciencias. En segundo lugar, los estudiantes traen concepciones alternativas con las que conciben que calor es lo mismo que temperatura, como consecuencia que desde pequeños han creado el significado equivocado de estos conceptos en su cotidianidad. En tercer lugar en pocas instituciones educativas se enseña este tipo de conceptos, debido a que está programada como la última unidad a abordar en los textos escolares y si se logra abarcar, “la secuencia conceptual normalmente utilizada por los profesores es la propuesta por los libros de texto.”(Martínez y Pérez, 1997); los cuales en ocasiones se alejan de la realidad que vive el estudiante.

Frente a estas dificultades sobre conceptos que son base para entender la termodinámica, nos surge el siguiente interrogante: ¿Cómo mejorar el aprendizaje conceptual de los términos calor, temperatura y energía interna usando la resolución de problemas como metodología de enseñanza?, entonces, la resolución de problemas al constituirse en la metodología que nos va a permitir ayudar a la apropiación de los estudiantes de conceptos científicos, requiere que los problemas sean contextualizados y cercanos al estudiante.

De ahí, la necesidad de articular la resolución de problemas al enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad, el cual “además de tener como finalidad la alfabetización científica, pretende educar en ciencias para alcanzar fines de gran envergadura y articular dicha educación con las necesidades e intereses de la gente” (García y Cauch, 2008). Los problemas cercanos al mundo social del estudiante, permiten desarrollar “dimensiones científicas, tecnológicas, sociales y ambientales, que además de contribuir a la articulación de la política y la ciencia, podría aumentar en los estudiantes, el interés por los contenidos, su implicación personal y su motivación” (García y Cauch, 2008). Desde esta perspectiva la resolución de problemas se vuelve una herramienta que acerca a los estudiantes a la ciencia, la tecnología y a los problemas sociales relacionados con estos.

Desarrollar este enfoque en el aula de clase, implica que los problemas allí planteados contribuyan a aumentar la motivación, desarrollar técnicas de laboratorio, trabajo en grupo, técnicas de observación, experimentación; pues “la inclusión de los lineamientos del movimiento ciencia, tecnología y sociedad en la enseñanza en general, y en los enunciados de los problemas en particular, va a contribuir no sólo a mejorar la actitud y aumentar el interés hacia la ciencia y su aprendizaje, sino también va a permitir aprender más ciencia y sobre ciencia”(Furió y Vílchez, 1997). Teniendo en cuenta las bondades del movimiento ciencia, tecnología y sociedad y la resolución de problemas como investigación dirigida hemos querido indagar sobre:

¿Cómo influye la resolución de problemas contextualizados desde el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad; en el aprendizaje de los conceptos de calor, temperatura y energía interna en los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa San Luis Gonzaga?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general:

Analizar la influencia de una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas contextualizados desde los lineamientos del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), en el aprendizaje de los conceptos de calor, temperatura y energía interna de los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa San Luis Gonzaga.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Diseñar una estrategia didáctica en la cual se articule la resolución de problemas y los lineamientos del movimiento CTS para la enseñanza de los conceptos de calor, temperatura y energía interna.
- Describir cuales conceptos (calor, temperatura y energía interna) son más aprendidos por los estudiantes mediante la implementación de la estrategia didáctica que articula la resolución de problemas y los lineamientos del movimiento ciencia, tecnología y sociedad.
- Establecer cuáles de los conceptos termodinámicos como calor, temperatura y energía interna son menos aprendidos por los estudiantes después de la intervención en el aula con una estrategia didáctica que articula la resolución de problemas y los lineamientos del CTS.
- Comparar el aprendizaje de los conceptos calor, temperatura y energía interna de los estudiantes del grupo experimental con relación al grupo control.

1.3 HIPÓTESIS

La hipótesis de investigación planteada a continuación es de diferencia entre grupos y direccionada, es decir, se toman dos grupos, uno experimental y otro control y se analiza su diferencia en cuanto al aprendizaje conceptual.

Hi: El grupo experimental que participó del proceso de enseñanza a través de la estrategia didáctica basada en la resolución de problemas desde el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad es mejor, en cuanto al aprendizaje conceptual de los términos Calor, Temperatura y Energía Interna, que el grupo control en el cual se implementó una estrategia basada en la metodología tradicional.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

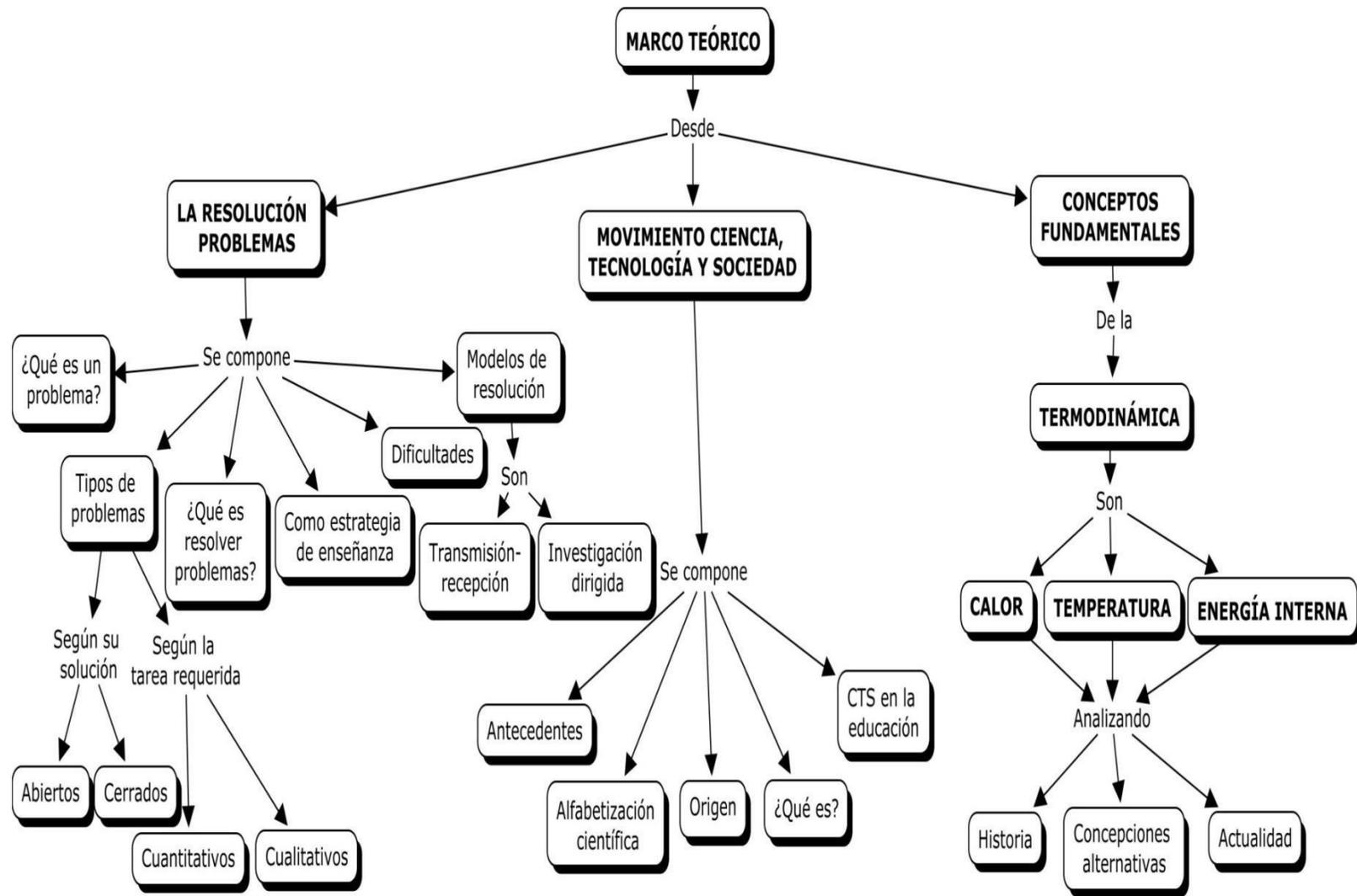
El presente marco teórico, está estructurado en tres partes: sobre resolución de problemas, movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y conceptos sobre calor, temperatura y energía interna, con los cuales pretendemos sustentar nuestro trabajo, pues son los puntos centrales que recogen el problema que nos hemos planteado. En el apartado sobre resolución de problemas, se incluye una pequeña introducción sobre el papel de ésta en la didáctica de las ciencias en las últimas décadas. Seguidamente se aborda, desde la perspectiva de diversos autores la concepción que se tiene sobre problema, la clasificación de éstos de acuerdo a la solución y a la tarea requerida y la concepción sobre el proceso de resolución de problemas. Posteriormente se aborda la resolución de problemas como estrategia de enseñanza, dificultades que presentan tanto los estudiantes como los profesores. Finalmente se

desarrolla los modelos de resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias, profundizando especialmente en la resolución de problemas mediante investigación dirigida, el cual es el modelo de este trabajo de investigación.

En el segundo apartado de este marco teórico se desarrolla los lineamientos del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad, abarcando los antecedentes, la alfabetización científica, como una de las interpretaciones que se da a lo que debe ser la educación, centrada en este enfoque. Después se profundiza en el origen del movimiento, en qué consiste y cómo se incorpora en la educación.

Posteriormente, se aborda el tema específico de esta propuesta, el cual comprende los conceptos de calor, temperatura y energía interna. Aquí se profundiza sobre la historia, el problema de las concepciones alternativas de los estudiantes y las definiciones de estos conceptos desde la comunidad científica. El siguiente esquema (Esquema 2.1), recoge en esencia lo que compone el marco teórico y que se desarrollará a continuación.

Esquema 2.1 Estructura del marco teórico



2.1 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

“En las últimas décadas se ha venido enfatizando sobre la importancia de transformar la enseñanza-aprendizaje de la Física en un proceso que se acerque más a la construcción del conocimiento científico que a la transmisión de información.”(Grisales, Gil y Palacios, 2000); desde donde se puedan formar personas activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que no se limiten únicamente a escuchar y a repetir lo planteado por el profesor.

La resolución de problemas se ha convertido en una línea de investigación fuerte, pues, “durante décadas la investigación en resolución de problemas ha constituido objetivo preferente tanto de psicólogos como de didactas de las ciencias” (Ceberio, Guisasola y Almudí, 2008), los cuales han tratado de darle un giro a la forma como se ha concebido tradicionalmente para tratar de convertirla en una poderosa herramienta para aprender ciencia y hacer ciencia.

Desde la didáctica de las ciencias la resolución de problemas se enfoca más al desarrollo de habilidades, actitudes hacia la ciencia, construcción de nuevos conocimientos, entre otros, se puede observar que “existen en el ámbito mundial desarrollos teóricos que desde diferentes perspectivas curriculares, resaltan la importancia del trabajo educativo encaminado al desarrollo del

pensamiento, particularmente en lo relacionado con procesos de resolución de problemas” (Grisales, Gil y Palacios, 2000). Pues, es claro que en la actualidad, no es suficiente que los estudiantes conozcan teorías científicas con explicaciones de algunos fenómenos, sino que se planteen nuevas exigencias alrededor del aprendizaje de las ciencias, como la utilización de procesos intelectuales involucrados en éste, de manera que se potencien sus habilidades. Es así como una estrategia que permite favorecer esas capacidades se fundamenta en la metodología de resolución de problemas, la cual favorece el avance del desarrollo intelectual de los estudiantes.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la resolución de problemas es una herramienta que posibilita que el profesor plantee situaciones para que los estudiantes no se queden sólo en lo que resuelven, es decir, en el operativismo, sino que aprendan a razonar y justificar diversas situaciones, dado que la enseñanza de las ciencias mediante esta metodología es pues” la enseñanza de un método de investigación, de un modo de pensar y la oportunidad para utilizar y desarrollar la facultad de pensar.” (Elstgeest, 1976).

Otro aspecto que hace importante la resolución de problemas como proceso de enseñanza-aprendizaje es que ésta “ha estado ligada a la enseñanza de las ciencias desde hace varias décadas, hasta el punto de que se considera como una de sus tres partes esenciales, junto con el tratamiento de

conocimientos teóricos y las prácticas de laboratorio” Valdés y Valdés (1993) citado por Cabrera, G y Elórtegui, N. (1998), por ello, queda entonces claro como esta metodología de resolución de problemas es una forma de aprender, es una estrategia de enseñanza y no un simple ejercicio de aplicación de una teoría. Desde esta nueva perspectiva es posible reflexionar sobre el papel que esta metodología juega dentro de la enseñanza de las ciencias, con miras a lograr grandes cambios en la educación, contribuyendo a un aprendizaje conceptual más activo de los estudiantes y el desarrollo de una visión más completa de la ciencia.

2.1.1 Qué es un problema

En los párrafos anteriores, se ha mencionado el proceso de resolución de problemas en la enseñanza, para lo cual es importante comenzar por referirnos a la definición de problema que algunos autores han conceptualizado:

El problema se entiende “como una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta tendiente a hallar la solución y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre” (Perales 1998 p. 120). Así mismo para Gil y Martínez-Torregrosa (1983) citado por Ceberio, Guisasola y Almodí, (2008 p. 424), una situación sólo puede ser concebida como un problema en la medida en que resulta desconocida y en la medida en que, a priori, no

disponemos de solución; es decir un problema es una situación para la cual no hay soluciones evidentes.

Según Krulik y Rudnik (1980) citado por Becerra y Gras-Martí (2004) el problema es una situación, cuantitativa o no de la que se pide una solución, para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla. Así un problema se caracteriza por plantear dificultades a la persona que la padece, para las que no se poseen situaciones conocidas.

Otra definición de problema es la que plantea Garret (1995), desde esta perspectiva un problema es una situación que no se ajusta a nuestros conocimientos y crea tensión y ambigüedad. Intelectualmente, es lo suficiente para despertar nuestro interés. Si estuviéramos mucho más allá de lo que conocemos no podríamos reconocerlo como un problema y para nosotros no tendría ningún sentido.

Se puede añadir además que según (García, 1998) un problema se define como una situación que presenta la oportunidad de poner en juego los esquemas de conocimiento, que exige una solución que aún no se tiene y que presenta un grupo de factores o variables entre los cuales se deben hallar

interrelaciones expresas y tácitas, esta búsqueda implica la reflexión cualitativa, el cuestionamiento de las propias ideas, la construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales.

Las anteriores definiciones de problemas concuerdan con la idea de que un problema está acompañado de incertidumbre ante la posible solución, pues no hay reglas que indiquen cuál es el camino que se debe seguir. Es precisamente esto lo que diferencia a los ejercicios de problemas. Entonces antes de continuar analizando diferentes posturas sobre la concepción de problema, es preciso señalar que esa diferencia viene dada porque en los problemas se aporta algo nuevo al sujeto, es decir, algo desconocido hasta entonces; lo que no ocurre con el ejercicio, el cual consiste en aplicación y memorización de algoritmos en forma mecánica. Por lo tanto, los problemas son explicados muchas veces como un ejercicio, pues ya se conoce la solución, no exige dudas, el docente conoce la situación y la explica sin dificultad, implicando que los estudiantes repitan el mismo proceso en situaciones idénticas, debido a que sólo varían los datos y la información. En este proceso se tiene como consecuencia que no se difunde una postura crítica y reflexiva en el aprendizaje de los estudiantes.

Los problemas también se caracterizan porque requieren para su resolución, de “la consecución de ciertos procedimientos que se refieren a procesos complejos intelectuales y operativos semejantes a los que se siguen en una investigación científica” (Concari y Giorgi, 2000), en donde además “se genera conflicto para el que no tenemos una respuesta inmediata, algoritmo o heurístico. Incluso no sabemos qué información necesitamos para intentar conseguir una respuesta”. (Gil y otros 1988).

Según García (1998, p. 156), un problema puede ser definido desde el grado de dificultad que presente al individuo o desde el camino utilizado para su solución. Desde el grado de dificultad una situación puede convertirse en problema “solamente cuando ha sido reconocido como tal, es decir, cuando corresponde a una duda carente de respuesta”(Garret, 1988) a “una situación estimulante para la cual el individuo no tiene respuesta”(Gil y otros, 1988), lo que implica que esta “situación no es familiar para el alumno y presenta la novedad como característica fundamental”(Contreras, 1987), por ello, un problema “está representando lo buscado en una pregunta o grupo de preguntas que generan una tensión en el pensamiento productivo de los individuos y cuya solución requiere de la búsqueda de nuevos conocimientos”(Martínez, L. 1986).

Estas definiciones de problema concuerdan con la propuesta por Garret, M. (1989) en donde desarrolla la noción del umbral de problematicidad desde el cual enuncia que una situación constituye un verdadero problema para las personas implicadas, argumentando que cada individuo dependiendo de su conocimiento personal, personalidad y de las estrategias o recursos de que disponga, verá una situación dada como un problema o simplemente como un rompecabezas que debe armar.

Un problema definido desde el camino utilizado para su solución, puede considerarse como una situación en la cual se requiere del individuo un tratamiento distinto de una mera aplicación rutinaria de formulas, es decir, se requiere del razonamiento autónomo del individuo para deliberar acerca del problema y para identificar y comprobar hipótesis que lo conduzcan a su resolución, así, un problema definido desde este enfoque es una situación que “requiere que el sujeto analice unos hechos y desarrolle razonadamente una estrategia que le permita obtener unos datos, procesar estos datos (relacionarlos entre sí y con los hechos), interpretarlos y llegar a una conclusión, análisis y razonamiento basados en la comprensión del tema o del campo al que pertenece la situación”(Ciguenza y Sáez, 1990). Por tanto un verdadero problema no podrá ser resuelto mediante el recuerdo o reconocimiento de un algoritmo.

De acuerdo a las diferentes definiciones de los autores, se puede decir que el problema es concebido como una situación de la cual no se conoce un camino o vía de solución inmediata, además requiere de la persona que va a resolverlo, poner en juego todas sus capacidades tanto de razonamiento, creatividad, ingenio, entre otros.

Se puede resaltar que las definiciones de problema que se presentaron anteriormente están muy alejadas de la concepción que se tiene desde la enseñanza tradicional, pues aquí el problema desempeña más una función mecánica para el estudiante que una función conflictiva, en donde él interviene en su propio proceso de aprendizaje.

2.1.2 Tipos de problemas

Existe una gran variedad de clasificación de los problemas de acuerdo a como lo conceptualicen diversos autores. En este trabajo nos basaremos en la clasificación que hace Perales (1998). Este autor clasifica los problemas según su solución y según la tarea requerida.

2.1.2.1 Según su solución

Según el tipo de solución, los problemas pueden ser cerrados o abiertos

- Cerrados: son aquellas situaciones que tienen una sola respuesta o más de una, pero igualmente correctas (Garret, 1988), su enunciado contiene toda la información precisa y son resolubles mediante el empleo de un algoritmo por parte del solucionador (Perales, 1993). La solución de este tipo de problema está regida por la utilización de reglas y algoritmos anteriormente aprendidos y automáticamente aplicados. (Neto y Valente, 2001 p. 23). Principalmente un problema cerrado se caracteriza por el empleo de algoritmos para llegar a la solución, implicando que el estudiante le preste mayor importancia a ese algoritmo que le permite encontrar la respuesta a la situación planteada.
- Abiertos: son aquellos que tienen múltiples soluciones igualmente válidas, en las que ninguna de ellas es correcta o equivocada en términos absolutos (Garret, 1988). Son situaciones de las que, en principio, no se sabe si hay una, ninguna o varias soluciones, y su posible respuesta puede ser buscada siguiendo los rasgos esenciales de la investigación científica (Cabrera y Elórtegui. 1998). Estos pueden ser parcialmente cerrados si se presenta un número finito de soluciones, o totalmente abiertos, cuando presentan un conjunto infinito de soluciones.

Para solucionar este tipo de problemas, para el estudiante no es suficiente identificar el algoritmo que le puede ser útil para ello, debido a que con “el proceso de solución implica la existencia de una o varias etapas que deben ser seguidas por el solucionador mediante una acción del pensamiento creativo” (López, F, 1996). Se caracterizan porque inducen roles activos en los estudiantes y les ayuda a desarrollar habilidades investigativas y de resolución de problemas (Martínez-Torregrosa y otros, 1987) citado por Ceberio, Guisasola y Almudí (2008), además no hay un algoritmo que permita llegar a una respuesta y aunque esta existe, no es única (Carcavilla y Escudero, 2004).

Si bien según la caracterización de los autores, se tiende a pensar que los problemas cerrados no son adecuados para aplicarlos en el aula, porque su resolución no implica mucho análisis, cabe señalar que, aunque son más adecuados los problemas abiertos, a veces se da la necesidad de trabajar con los cerrados antes de introducirse en los abiertos, debido al grado de dificultad que pueden presentar.

2.1.2.2 Según la tarea requerida

Los problemas se pueden clasificar en cuantitativos y cualitativos

- Cuantitativos

Los problemas cuantitativos, o simplemente «problemas», exigen cálculos numéricos efectuados a partir de las ecuaciones correspondientes y de los datos disponibles en el enunciado (Perales, 1993). La realización de problemas cuantitativos en el aula puede ser importante para que los estudiantes puedan “desarrollar herramientas que les permitan categorizar los problemas, construir un útil repertorio de algoritmos básicos y reconocer cuando debe modificar estos algoritmos para resolver problemas duros” Kean (1987) citado por García (1998).

Aunque los problemas de tipo cuantitativo son los más utilizados en la enseñanza de las ciencias, “este tipo de problema que presenta al estudiante solamente la información esencial para su solución son escasamente adecuados para desarrollar en ellos la capacidad para enfrentarse a problemas de la vida real” (Kempa, 1986). En consecuencia es preciso intervenir más en el aula con problemas que impliquen soluciones con gráficas ó verbales; más que cálculos numéricos, que al final se convierten en algo repetitivo y termina por empobrecer los procesos de razonamiento de los estudiantes, debido a que no se ponen en juego.

- Cualitativos

Según Perales (1993), “los problemas cualitativos son aquellos que en su resolución no se precisa recurrir a denominaciones numéricas, debiendo resolverse de forma verbal o escrita. Normalmente este tipo de problema se refiere a la interpretación científica de fenómenos reales y se les denomina con frecuencia cuestiones”, desde esta postura se puede visualizar que los problemas cualitativos implican análisis por parte del estudiante más que aplicación de algoritmos, al no tener datos, le impide al estudiante que comience a operar y más bien se preocupe por comprender el enunciado del problema y los conceptos que necesita para resolverlo.

Es por ello que “las exigencias del problema de representar y determinar las relaciones significativas, que en él se encuentran inscritas, hacen que el estudiante deba encontrar en primer lugar los conceptos científicos presentes en el problema, para determinar luego los principios científicos que establecen las relaciones significativas entre estos conceptos, es decir, el estudiante para solucionar el problema debe proporcionarle significado” (García, 1998). Por ejemplo en una situación donde el estudiante necesite resolver un problema de fenómenos físicos, no sólo debe aplicar conocimientos matemáticos, sino establecer relaciones entre

el contenido físico y el procedimiento matemático, lo que hace que el estudiante mejore su comprensión de éste en la medida que debe analizar los conceptos involucrados, principios, leyes, representaciones, cuáles estrategias le pueden ayudar, entre otros.

Así mismo, Garret (1989) plantea que “el uso de los problemas cualitativos así como de materiales que permiten una mayor aproximación visual ayuda a que los estudiantes reduzcan lo que se ha llamado ansiedad matemática, especialmente en aquellos estudiantes que presenten deficiencias en sus habilidades de razonamiento proporcional”. Cuando se menciona ansiedad matemática se hace referencia a aquellos estudiantes que una vez planteado el problema lo primero que hacen es buscar las fórmulas o algoritmos que le van a permitir hallar la solución, es decir, se enfocan a sacar los datos que les proporciona el problema y cuáles hacen falta; sin prestar atención a los conceptos que allí se aplican.

Por otra parte investigadores como Langlois, Grea y Viar (1995) consideran los problemas cualitativos como problemas verdaderos que tienen las siguientes características:

- Aspecto ambiguo, por el hecho que no estén desde el principio, claramente formulados y modelizados y porque falta hacer la clarificación del objetivo y de la modelización.
- Aspecto hipotético e incierto, sujeto a la continua puesta en cuestión propia de todo trabajo de investigación.
- Ausencia de datos desde el principio y construcción de los mismos a partir de la modelización realizada y en el marco de las hipótesis formuladas.

En los verdaderos problemas, el docente debe precisar las necesidades e intereses de los estudiantes con quienes interactúa, buscando una permanente investigación del contexto y que se preocupe por elaborar clases más significativas y motivadoras. De allí, que los problemas cualitativos son los que necesitan implementarse más en las aulas de clase por el análisis que implica por parte del estudiante, la cercanía con el trabajo de laboratorio y la influencia con el cambio conceptual.

2.1.3 ¿Qué es resolver problemas?

En el apartado anterior se incluyo diferentes definiciones de problema y los diferentes tipos de problema, ahora bien, es necesario analizar así mismo

diferentes concepciones sobre el proceso que se debe llevar a cabo para la resolución de problemas.

Para Pomés (1991) resolver un problema “implica que el alumno debe esforzarse en una interacción entre la pregunta y el intento individual de responder a esa pregunta, tensión mediante la cual se puede lograr que aflore una aportación nueva, desconocida al inicio”. Además Perales (2000) afirma que “la resolución de un problema exige la voluntad decidida de abordarla (actitud favorable) y una información mínima que puede adquirir la forma de conocimiento declarativo o procedimental sobre la situación implicada”. Estas concepciones permiten razonar acerca de la concepción que muchas veces se tiene sobre el proceso de resolver problemas, pues como se menciono anteriormente existen confusiones entre ejercicio y problema, así mismo se tiende a pensar que resolver problemas es obtener el dato por el que me estaban preguntando, es decir, se reduce a pensar en algo numérico y se olvida del proceso implicado para poder llegar al resultado, además sino se tienen datos como es el caso de las problemas cualitativos se necesita reconocer que resolver problemas es un proceso que pone en juego los conocimientos y los reorganiza.

Así pues, “para resolver un problema debemos representarlo en el nivel conceptual y esto ha de hacerse, por una parte, tomando información del enunciado y, por otra, utilizando también una serie de conocimientos sobre la realidad inmediata de las cosas y sobre la teoría física relacionada con el problema, las cuales se han debido adquirir previamente” (Carcavilla y Escudero, 2004). Es por ello que “la resolución de problemas es una actividad cognitiva compleja y de múltiples facetas en acción no sólo capacidades y competencias estrictamente cognitivas, sino también capacidades, competencias y disposiciones típicas de otros dominios psicológicos”. (Neto y Valente, 2001).

Según García, (1998 p. 58) el proceso de resolver problemas puede ser explicado desde tres puntos de vista:

- Según el objetivo de la resolución, resolver problemas puede ser definido como “un eufemismo para pensar, y los estudiantes necesitan practicar para volverse pensadores efectivos” (Pestel, 1998), considerando de esta forma el ámbito didáctico “como una actividad de aprendizaje, compleja, que incluye el pensar, y que además, puede ser descrita como un proceso creativo, ya que solucionar problemas es pensar creativamente y hallar una solución a un problema, es un acto productivo”(Garret, 1989).

- Según los procesos cognitivos y las capacidades cognitivas involucradas, la resolución de problemas incluye “los procesos de conducta y pensamiento dirigidos hacia la ejecución de una tarea intelectualmente exigente” (Nickerson y otros, 1990). Por esto, “se define como el rango total de procedimientos y habilidades cognitivas que realiza el individuo, desde el reconocimiento del problema hasta la solución del mismo, siendo la solución del problema el último acto de esta serie de procedimientos cognitivos” (Garret, 1989).
- Según las particularidades del proceso, la resolución de problemas puede ser definida como “un proceso que utiliza el conocimiento de una disciplina y las técnicas y habilidades de esta disciplina para salvar el espacio existente entre el problema y su solución”(Frazer, 1982) citado por Siguenza y Sáez (1990), este implica “la transformación de un estado inicial en el cual los alumnos no pueden hacer ciertas cosas en un estado final para que puedan hacer estas cosas”(Relf, 1983), transformación en la cual el individuo “procesa la información en el cerebro con el concurso de varias funciones de su memoria”(Kempa, 1986).

A partir de los diferentes puntos de vista, se puede decir que la resolución de problemas es un proceso que lleva a la comprensión de una situación que al



principio era incierta, en donde entran tanto los conocimientos previos como habilidades por parte del estudiante y en ese proceso de comprensión se debe ir más allá de lo que se conoce para resolver el problema.

Las variables a considerar en la resolución de problemas según Perales (1993) se agrupan en las siguientes:

- La naturaleza del problema: las variables que aquí se contemplan se refieren a los aspectos formales del problema tales como la precisión o univocidad, estructura, lenguaje, entre otros. Del enunciado; complejidad y tipo de tarea requerida en la resolución; solución abierta o cerrada, conocida o desconocida.
- El contexto de la resolución del problema: se puede hablar de la manipulación o no de objetos reales, la consulta o no de las fuentes de información, la verbalización o no de la resolución, si se suministra o no el algoritmo puesto en juego, tiempo de resolución.
- El solucionador del problema: algunas características pueden ser el conocimiento teórico, habilidades cognitivas, creatividad, actitud, ansiedad, edad.

2.1.4 La resolución de problemas como estrategia de enseñanza



Para Contreras (1987) “la resolución de problemas no sólo pretende dotar al individuo de conocimientos fundamentales desde el punto de vista epistemológico y social, mediante el redescubrimiento de los mismos, sino también, intenta que el estudiante adquiera códigos ordenados de conducta, esquemas de comportamiento suficientes para poder desarrollarse en cualquier situación normal de la vida diaria”, de ahí que la resolución de problemas no sólo permite el aprendizaje de una serie de conocimientos, sino que permite dotar al estudiante de elementos conceptuales, procedimentales y actitudinales que le ayudan a confrontar problemas en otros contextos, como es el cotidiano.

Además, la resolución de problemas es una herramienta interesante para las clases de ciencias, en la medida en que “el profesor tiene la posibilidad de planear situaciones en que los alumnos precisen ir más allá de lo que ya conocen o creen para resolver lo que se les presenta” (Rodríguez y Del Pino 2009 p. 234), para ello se debe generar una actitud más investigativa, donde el estudiante tenga la necesidad de buscar otras fuentes, para reforzar o para apoyar lo que piensa, contribuyendo a que él construya un pensamiento más crítico en cuanto a la forma de ver los problemas que se le plantean y los pueda pensar desde diferentes perspectivas.



En este punto, es posible preguntarnos, ¿por qué trabajar desde el aula, una enseñanza basada en la resolución de problemas?, frente a esto, “la respuesta dada por los didactas y diseñadores de currículos, que consideran la resolución de problemas como una actividad de aprendizaje relevante, se apoyan en los siguientes argumentos” (Martínez Aznar, 1996):

- **Educativos:** la resolución de problemas es un procedimiento de aprendizaje activo, donde el estudiante es el verdadero protagonista. Desde la perspectiva de la psicología cognitiva es un tipo de enseñanza altamente motivadora y relevante o significativa para el estudiante. También ha sido avalada como una metodología que posibilita el cambio conceptual, procedimental y actitudinal de los estudiantes, modificando las ideas previas de ellos y, favoreciendo la adquisición adecuada de conocimientos.
- **Científicos:** la resolución de problemas es una actividad básica en la investigación científica y en el desarrollo de conceptos y teorías. Cada ciencia debe ser enseñada utilizando sus métodos específicos que facilitan la aproximación del estudiante a la naturaleza de la ciencia. El trabajo que los estudiantes van a desarrollar resolviendo problemas le acercará a la metodología científica y le permitirá una mejor visión de cómo se hace ciencia.

- Ideológicos: ante la repercusión que la sociedad tiene en la escuela, y por otra parte, la función social de la escuela; la resolución de problemas se plantea como un nexo que une la escuela y las situaciones reales de la vida diaria. En este sentido, los problemas que se trabajen en el aula deben proceder del mundo real y, por lo tanto serán relevantes desde un punto de vista científico y social; es decir, deben incluir aspectos que relacionen la ciencia, la tecnología y la sociedad.
- Vocacionales: una enseñanza-aprendizaje de las ciencias, que permita al estudiante adquirir estrategias de resolución de problemas, proporciona un tipo de profesional idóneo de acuerdo con las necesidades sociales y económicas. Una de las metas educativas que se persiguen desde las reformas de los años 70 y 80 es que los estudiantes sean capaces de “aprender a aprender”. El cambio de la sociedad y del mundo laboral, implica que las personas van a necesitar de nuevos aprendizajes tanto procedimentales como conceptuales.

Se evidencia que la enseñanza basada en la resolución de problemas permite que los estudiantes adquieran habilidades y destrezas que se acercan al trabajo científico, aprendan los conceptos de la ciencia, ya que se siguen



procedimientos vinculados con ésta como: el trabajo en equipo, discusión, formulación de hipótesis, análisis experimental, posturas críticas, investigación colectiva, entre otros. De esta manera los estudiantes tienen un concepto del carácter social y de permanente construcción de la ciencia. Los argumentos que apoyan la incorporación de la metodología de resolución de problemas en el aula, marcan los objetivos de aprendizaje que se espera lograr, como son:

- El aprendizaje conceptual a partir del cambio conceptual de los estudiantes que se da entre los conocimientos previos que traen y los que adquieren a través de la metodología
- El aprendizaje procedimental, debido a la utilización en la resolución de problemas de los procesos propios de la ciencia como son:
investigar, experimentar, observar, razonar, contrastar, entre otros.
 - El aprendizaje actitudinal que se logra cuando se comprende el carácter social de la ciencia.

Cuando se concibe desde el aula la metodología de resolución de problemas como aquella que dota al estudiante de herramientas conceptuales, procedimentales y actitudinales para resolver problemas de la ciencia y su relación con los problemas cotidianos, se puede concebir que “la resolución de problemas ocupa un lugar relevante en el proceso educativo como estrategia de enseñanza, como actividad de aprendizaje y como actividad de evaluación” (Concari y Giorgi, 2001).



2.1.5 Dificultades en la resolución de problemas

Cuando no se produce un conocimiento por medio de la metodología de resolución de problemas surgen fracasos generalizados que se atribuyen al docente o al estudiante.

2.1.5.1 Dificultades de los profesores

Las dificultades que se le pueden atribuir al docente, hacen referencia a:

- La falta de reflexión cualitativa previa, es decir, cuando se afronta un problema lo primero que se hace es afrontarlo a través de un operativismo mecánico, donde los cálculos y las fórmulas constituyen el primer paso.
- Un tratamiento superficial del problema, donde no se busca la clarificación y profundización del concepto allí implicado, además no permite poner en duda los preconceptos.
- La necesidad de un replanteamiento profundo sobre la concepción que se tiene de problema.
- El tipo de problema que se resuelve en el salón de clase con frecuencia es el cerrado, en el cual se tienen todos los datos necesarios y para hallar la respuesta se emplea un algoritmo.

- El ambiente del salón de clase, pues con frecuencia los profesores se reducen a explicar ejercicios y después plantear muchos más, los cuales son similares a los explicados por él; por ende la relación se reduce a ser una transmisión de conocimientos, en donde el estudiante no participa ni despierta interés por el aprendizaje.

Estas dificultades lo que ocasionan es que los problemas, en vez de aportar un espacio para construir y profundizar conocimientos, se convierten en refuerzo de errores conceptuales y metodológicos.

Así mismo, algunas dificultades presentes en el contexto, pueden ser “en cuanto al actuar del profesor, señalando aspectos como:

- a. El fracaso de los alumnos es algo natural, porque según ellos no todos los alumnos están capacitados para llevar a cabo la resolución de problemas.
- b. Aprender a resolver problemas también es algo natural, es decir, el individuo se convierte en un buen solucionador de problemas de un momento a otro y por efectos de la repetición.
- c. Los docentes no diferencian entre la actividad que produce el trabajo mental tenso, que corresponde al afán de alcanzar el objetivo de resolver el problema, y la acción que corresponde a un trabajo mental

organizado y sistemático, que solo se da cuando se ha pensado y meditado con anterioridad sobre el problema que se está resolviendo”.

(García 1998)

Otras dificultades pueden estar relacionadas con el diseño de problemas, enseñar a resolverlos y evaluación de los mismos:

“La primera dificultad que nos encontramos al intentar diseñar problemas es cuestionarnos lo que se puede considerar como problema, pues como se pudo analizar en la definición de problema y los tipos, existen confusiones al respecto entre los estudiantes y los mismos maestros, donde se llega a trabajar los problemas como ejercicios. En cuanto al aprendizaje de la resolución de problemas, éste no es una cuestión de transmisión y recepción. Además, no existe la heurística o receta general, cada problema requiere unas estrategias de resolución y, también, cada alumno, según su estilo cognitivo, elegirá unas u otras. Finalmente, la evaluación de un problema verdadero no puede fijarse exclusivamente en un resultado final, como si fuese un mero ejercicio, debe evaluarse todo el proceso de aprendizaje”. (Ibañez, 2003).

2.1.5.2. Dificultades de los estudiantes

Múltiples investigaciones que se han realizado han mostrado que a la hora de aprender conocimientos nuevos, es necesario tener presente las dificultades que se presenten en el proceso. “Con frecuencia las dificultades encontradas por los alumnos en la resolución de problemas tienen alguna de estas causas: los errores conceptuales previos detectados en los alumnos y la ausencia de los procesos intelectuales que exige el problema”. (Pomés, 1991).

- Los errores conceptuales previos: líneas de investigación actuales y numerosos estudios están mostrando la importancia que tienen las concepciones alternativas, pues como se sabe, los estudiantes presentan errores conceptuales, esto ha reivindicado en prestarle detenida atención a este aspecto, pues se puede decir respecto a estos “que están dotados de cierta coherencia interna, son comunes a cualquier estudiante, se parecen a concepciones de pensadores pasados y son resistentes al cambio” (Gil, 1986, Pág. 114), es decir, estas concepciones le han servido al estudiante para defenderse en su medio, tiene fuertes raíces internas, el estudiante cree firmemente en lo que piensa, tiene sus propios argumentos para defenderlos; ahora, se sabe que los estudiantes adquieren estas concepciones gracias a que se basan en el sentido común, llamada metodología de la

superficialidad, donde todo se explica desde lo obvio, desde lo que captan los sentidos. Estudios han demostrado que las concepciones que tienen los estudiantes antes de la instrucción concuerdan con los pensadores preclásicos donde sus teorías estuvieron fundamentadas en esta metodología y duraron por muchos siglos.

- La ausencia de los procesos intelectuales: Niaz (1989) citado por Pomés (1991) indica que los procesos intelectuales exigidos para la comprensión de un curso de ciencia de enseñanza secundaria, precisan las siguientes habilidades:
 - a. Habilidad para transformar y procesar los datos en varias direcciones (es una manifestación del razonamiento formal), para obtener soluciones que impliquen un conocimiento operativo.
 - b. Habilidad para procesar simultáneamente gran número de hechos o pasos (etapas) en la ejecución de una tarea intelectual.
 - c. Habilidad para separar la información relevante de la irrelevante.
 - d. Conocimientos previos de conceptos y hechos específicos de la cuestión objeto de estudio.

Por otro lado, las dificultades que se le presentan a los estudiantes para la resolución de problemas obedecen a una gran gama de factores, que pueden

ser clasificados en varias categorías, la primera es la que contempla las dificultades relacionadas con el contexto, la segunda categoría es de las dificultades que presenta el estudiante cuando resuelve un problema, es decir, las del proceso de resolución del problema y la última categoría es la de las dificultades con las capacidades del solucionador, es decir, las que tienen que ver con el orden interno, según García (1998, p. 68), algunas de las dificultades presentes en cada una de las categorías son:

- Dificultades de contexto

En cuanto al currículo oculto:

- a. La creencia de que cuando se va a enfrentar un problema de seguro no se va a poder resolver, esta creencia es generada por la falta de interés y de confianza en sí mismos que presentan los alumnos, debido a que la mayoría de experiencias pasadas en resolución de problemas puede haber sido de tipo negativo.
- b. La falsa creencia de que existen siempre fórmulas y procedimientos que simplifican la resolución del problema, sin necesidad de analizar la información que se encuentra en él.

- c. La valoración exagerada de un procedimiento que produce la fijación funcional para la resolución de un problema, es decir, convierte en hábito una misma regla o modo de solución.

En cuanto a la estructura y tipos de problemas presentados:

- a. La presentación de la información puede ser una barrera, si esta se encuentra pérdida u oculta, es compleja y utiliza nuevos conceptos.
- b. Sobre-direccionamiento que presentan algunos problemas al incluir en su enunciado toda la información necesaria para que este pueda ser resuelto.

- Dificultades de proceso:

En cuanto a la incomprensión del problema:

- a. La lectura superficial o insuficiente del problema
- b. Dificultades para que el alumno pueda elaborar una representación clara de los problemas
- c. Regularmente, la lectura inicial de un problema no incluye una estimación de la posible respuesta que podría ser dada al problema.

En cuanto al procesamiento de la información:

- a. Inicio acelerado de los cálculos, guiado por la respuesta numérica al problema.
- b. Dejar de distinguir entre el valor de una cantidad y lo que representa esta cantidad.
- c. Fallo en el cálculo de cantidades, producidos por la confusión entre los conceptos que representan estas cantidades y las cantidades como tal.
- d. Expresión de las cantidades sin tener en cuenta las unidades que representan.

En cuanto al uso inadecuado de la información:

- a. Se busca la solución de un problema a un espacio demasiado reducido, sin tener en cuenta otras posibilidades.
- b. Los estudiantes desconocen las técnicas y los heurísticos que puedan ser utilizados para ayudarles a resolver el problema.
- c. La ausencia de los procesos de representación y de reformulación de los problemas por parte de los estudiantes.
- d. No se chequean las respuestas obtenidas.

- Dificultades de orden interno:

- a. Los estudiantes carecen de la habilidad para construir patrones destinados a resolver problemas.
- b. Se presentan errores conceptuales que los estudiantes no detectan.
- c. Ausencia o poco desarrollo de las estructuras cognitivas, es decir, los procesos intelectuales que exige el problema.
- d. Errores debidos a problemas de memoria.

Otros aportes sobre las dificultades presentes en la resolución de problemas, se pueden señalar en cuatro grupos, los cuales son:

- “Dificultades asociadas a la comprensión del enunciado, como pueden ser: forma de su descripción, lenguaje y organización de la información, cantidad de términos científicos, información redundante o superflua.
- Dificultades asociadas a conocimientos de los alumnos, como son: falta de conocimientos específicos del tema que alegan los profesores, conceptuales o procedimentales, fallo en la utilización de conocimientos conocidos o en su conexión.
- Dificultades asociadas a estrategias de resolución: utilización de técnicas adecuadas, utilización de reglas y modelos fijos, etapas y subproblemas.

- Dificultades asociadas a estructuras cognitivas y características personales: fallos de memoria, autoconfianza y falta de interés”. (Oñorbe y Sánchez, 1996).

A partir de esta postura, es claro que las dificultades mencionadas abarcan aspectos del alumno en su proceso de resolución del problema y no van más allá de la interacción con el docente, incluso no se mencionan aspectos relacionados con contextos diferentes al de la propia enseñanza, como pueden ser: falta de motivación, interés por el aprendizaje, pocas bases conceptuales, entre otros. Es decir, se tiende a responsabilizar al alumno del fracaso, sin reflexionar por parte de los profesores porque hay tantas dificultades en la resolución de problemas, cuando se pone en práctica el trabajo en el aula.

En la misma línea de ideas, las dificultades presentes en el estudiante, pueden estar relacionadas con aspectos cognitivos, afectivos y de contexto: “En el aula no todos los alumnos van a presentar las mismas características cognitivas y debemos trabajar con ese presupuesto de partida. Nos encontraremos alumnos con dificultades en destrezas de cálculo, interpretación de gráficas, razonamiento deductivo, etc. En cuanto a los aspectos afectivos hay que remarcar que la resolución de un problema exige una inversión importante de esfuerzo y afectividad. El alumno se enfrenta a la frustración inicial ante el

problema, la voluntad de resolverlo, la perseverancia en la investigación, el abandono, y la satisfacción personal al resolverlo”. (Ibañez, 2003).

2.1.6 Modelos de resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias

Partiendo de los modelos que se han reconocido como más influyentes en la didáctica de las ciencias, Perales (1998) ubica el papel desempeñado de la resolución de problemas en cada uno de ellos, atendiendo sus características.

- Modelo por transmisión-recepción

Características:

- ✓ El alumno es considerado como una tabla rasa donde es posible grabar toda la información suministrada por el profesor
- ✓ El profesor se constituye como el principal artífice del proceso enseñanza-aprendizaje.
- ✓ El contenido que se imparte debe estar lógicamente estructurado y ser de naturaleza preferentemente conceptual.
- ✓ La evaluación del aprendizaje es de naturaleza esencialmente reproductiva

Papel asignado a la resolución de problemas:

- ✓ Los problemas poseen un carácter esencialmente aplicativo y evaluador
- ✓ Se esfuerza la consideración de los “problemas tipo” como medio para resolver los problemas
- ✓ Problemas cerrados y cuantitativos
- ✓ Sesiones docentes exclusivas
- ✓ Se potencia la matemáticas del problema
- ✓ Mayor importancia a la obtención del resultado que al proceso

- Modelo por descubrimiento

Características:

- ✓ El alumno es considerado como el gran artífice del proceso enseñanza-aprendizaje, a través de una construcción del conocimiento.
- ✓ El profesor juega un papel secundario
- ✓ El contenido científico debería poseer una fuerte carga procesual

Papel asignado a la resolución de problemas:

- ✓ Los problemas suponen un medio para la adquisición de habilidades cognitivas
- ✓ Lo que importa en la resolución es el método seguido
- ✓ La organización docente suele basarse en el trabajo

individualizado

- ✓ Se acentúa el carácter práctico y creativo del problema
- ✓ El resultado obtenido se interpreta en términos del descubrimiento

- Modelo constructivista

Características:

- ✓ El movimiento didáctico puede ser contemplado desde una triple perspectiva: ¿Qué sabe el alumno? ¿cómo aprende? Y la vertiente del modelo más descuidada, lo que cabe comprender debido a su juventud, no obstante hay que reconocer el esfuerzo realizado en los últimos años en esta dirección y los resultados logrados en su mayoría favorables a la consecución del cambio conceptual.

Papel asignado a la resolución de problemas:

- ✓ Los problemas deben jugar un papel esencial en el aprendizaje conceptual
- ✓ Su enunciado y resolución deben estar conectados con la experiencia previa al sujeto.
- ✓ El objetivo fundamental del problema será facilitar el cambio conceptual

- ✓ En una extensión de la noción de cambio conceptual, también debería servir la resolución de problemas para un cambio de estrategias o metodológico, desde las espontáneas puestas de manifiesto habitualmente por los alumnos, a las heurísticas propias del ámbito de resolución científica.

- Modelo por investigación

Características:

- ✓ La investigación se plantea sobre problemas significativos para el grupo de trabajo.
- ✓ El investigador novel trabaja desde la dirección y supervisión del investigador principal.
- ✓ La labor investigadora implica recurrir a distintas fuentes: explicación, búsqueda y consulta.
- ✓ La investigación está orientada por unas hipótesis derivadas de investigaciones previas

Papel asignado a la resolución de problemas:

- ✓ La ciencia se considera como una empresa fundamentada en la resolución de problemas.
- ✓ El problema representa el núcleo de la investigación.

- ✓ La resolución de problemas se convierte en ocasión para el cambio conceptual, el aprendizaje de procesos y la adquisición de las actitudes.
- ✓ La resolución de problemas difuminaría las diferencias entre las actividades docentes clásicas.
- ✓ La resolución de problemas englobaría esencialmente y bajo la dirección del profesor, el trabajo individual, el grupal y la comunicación de los resultados.

Después de haber conocido los diferentes modelos que han sido los más influyentes en la didáctica de las ciencias, se pasa a profundizar en dos de ellos, pues se constituyen en centrales para nuestra investigación, estos modelos son el de la enseñanza tradicional y el de investigación dirigida.

2.1.6.1 La resolución de problemas desde la enseñanza tradicional

2.1.6.1.1 ¿En qué consiste?

La resolución de problemas mediante este modelo de enseñanza-aprendizaje se usa para resolver problemas cuantitativos y cerrados, es decir, problemas en los cuales se tienen todos los datos necesarios. Para resolver un problema de estos, se realiza una sucesión de acciones que están completamente prefijadas y la correcta ejecución de éstas lleva a una solución segura del problema, ocasionando que al seguir estos

procedimientos rutinarios de aplicar algoritmos, se lleva a que los estudiantes conciban los problemas como simples ejercicios memorísticos.

2.1.6.1.2 Función del profesor y del estudiante

En la enseñanza tradicional, “el profesor pretende que el estudiante vea con claridad el camino a seguir; dicho con otras palabras, pretende convertir el problema en un no-problema” (Gil, Furió Más, entre otros, 1999). Así, el maestro enseña con un ejemplo la solución de un problema, que por lo general es un ejercicio, pero que el docente lo llama problema, para después poner muchos ejercicios similares, con el fin de que el estudiante aplique la misma fórmula y así los pueda solucionar. Como consecuencia los estudiantes aprenden a solucionar gran cantidad de ejercicios, pero si se le propone un pequeño cambio, esto “les supone dificultades insuperables provocando manipulaciones no significativas de datos, fórmulas e incógnitas y, muy a menudo, el abandono” (Gil, Furió Mas, entre otros, 1999).

Por lo tanto, la función del profesor es la de transmisor del conocimiento, en la que busca mostrar la ruta adecuada a seguir, transformando los problemas en situaciones que puedan resolverse mediante operaciones rutinarias, y de esta manera se pueda guiar la solución al convertirlos en simples ejercicios.

La función del estudiante es la de receptor del conocimiento transmitido por el profesor, se limita a resolver problemas de una forma mecánica, sistemática y memorística, haciendo el proceso de igual forma como lo hace su profesor, se vuelve tan mecánico que no se pregunta por el sentido de resolver problemas, ni los conceptos presentes en el problema. En los problemas que se le proponen es indispensable que use algoritmos que ya están establecidos, para obtener el dato desconocido.

2.1.6.1.3 Habilidades que se desarrolla

Las habilidades desarrolladas mediante la enseñanza tradicional, son:

- Pensamiento memorístico, en donde el estudiante debe aprenderse muchos algoritmos, pues para cada ejercicio existe un algoritmo que permite solucionarlo. Además debe memorizar los caminos mostrados por el profesor en la solución de los problemas.
- Procedimiento mecánico, allí el estudiante debe reproducir de la misma manera lo que le profesor hace y después lo que tiene que hacer es resolver un sin número de problemas similares.

Agilidad para resolver gran cantidad de ejercicios similares en poco tiempo, dado que los problemas que el profesor le pone como tarea son idénticos a los que se hicieron en clase, el estudiante adquiere destrezas para resolver problemas rápidamente, pues los pasos a seguir son los mismos y sólo cambian los datos.

2.1.6.1.4 Consecuencias

Desde la enseñanza tradicional, se desvirtúa la connotación que la resolución de problemas tiene, pues “aunque los estudiantes resuelven muchos problemas, generalmente no se desarrollan buenas habilidades de resolución. Resolver muchos problemas más bien favorece el uso de fórmulas y un aprendizaje superficial” (Leonard, Gerace y Dufresne, 2002). Es decir, muchos docentes piensan que si los estudiantes resuelven gran cantidad de problemas deben entender los temas explicados, pero la realidad es que asistir a clases magistrales, memorizar fórmulas y resolver los problemas no es suficiente para aprender, más bien esta forma de enseñanza trae consecuencias para una comunicación significativa entre docente y estudiante, debido a que sólo ocurre en dirección del docente al estudiante, pues es él quien enseña y lo hace de una manera mecánica impidiendo la participación en el proceso.

Así “la implementación de prácticas metodológicas inadecuadas, de problemas cerrados y carentes de sentido conceptual y las falsas creencias

- acerca de la resolución de problemas que poseen el alumno y el profesor, ocasiona consecuencias graves para la calidad del aprendizaje de los alumnos, como la pérdida de su creatividad, la incapacidad para resolver problemas abiertos y el bajo nivel en el manejo de los conceptos científicos”(García, 1998) y si se añade que los estudiantes, dentro de la didáctica tradicional no aprenden a resolver problemas sino a memorizar resoluciones explicadas por el profesor; se puede decir que esta forma de enseñanza de la resolución de problemas crea en el estudiante una visión deformada de la ciencia, es decir, una ciencia acabada debido a que ésta se muestra como simple aplicación de fórmulas, logrando que se limite el pensamiento a procesos memorísticos.

Por otro lado, este modelo algorítmico ha recibido fuertes críticas (Ibáñez, 2003):

- El proceso de enseñanza-aprendizaje se considera como una simple transmisión-recepción, lejos de las corrientes constructivistas.
- Subyace una visión empirista de la metodología científica alejada de las visiones epistemológicas actuales.

Inciden excesivamente en el adiestramiento de técnicas rutinarias que no favorecen el desarrollo cognitivo, ni el aprendizaje significativo.

- El tratamiento es demasiado operativista al partir siempre de datos, impidiendo un análisis reflexivo sobre el problema planteado.

2.1.6.2 La resolución de problemas como investigación dirigida

A partir de la búsqueda de un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje diferente a los ya existentes y que se centrará más en las necesidades de los estudiantes, surge el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación dirigida, el cual toma parte del cambio conceptual, que consiste en “sacar a la luz las ideas de los alumnos, favoreciendo su formulación y consolidación de éstas, para después crear conflictos que los pongan en cuestión e introducir a continuación las concepciones científicas cuya mayor potencia explicativa va a ser posible el cambio conceptual” (Gil, 1993), en base en este modelo se concibe el aprendizaje de las ciencias no simplemente como un cambio conceptual, como ya se menciona, sino además como un cambio metodológico y actitudinal.

2.1.6.2.1 Principios

La propuesta de resolución de problemas como investigación dirigida es iniciada por Gil y Martínez Torregrosa (1983), esta se ha implementado desde hace aproximadamente unos veinte años en la Universidad de

- Valencia (España). “El origen del modelo que, en principio se implementó dentro del campo de la Física, está basado en la pregunta: ¿qué hacen los científicos cuándo se enfrentan a verdaderos problemas? y, en su respuesta: se comportan como investigadores” (Ibáñez, 2003). Desde esta propuesta de enseñanza, se cree que el estudiante aprende ciencia, los procesos de la ciencia y desarrolla actitudes haciendo ciencia, es decir, resolviendo problemas, por ello desde el trabajo de Gil y otros (1999) el estudiante se “concibe como investigador autónomo y como *investigador novel*, cuya actividad consiste en una réplica de investigaciones conocidas por el experto que dirige y apoya su trabajo”.

Cuando se menciona réplicas de investigaciones bien conocidas, se está haciendo referencia a que con este modelo no se trata de engañar a los alumnos, haciéndoles creer que los conocimientos se construyen con la facilidad que parece que ellos van adquiriendo, sino que se trata de colocar a los estudiantes ante situaciones por las que los científicos han pasado en su formación, mediante la cual se pueden ir familiarizando con el trabajo científico y con los resultados, abordando por ende investigaciones que ya han sido realizadas por otros.

En los fundamentos de esta propuesta según Ibáñez (2003), se destacan los siguientes:

Rechazo de la idea del método científico como un conjunto rígido de reglas aplicables mecánicamente.

- Superación del empirismo científico, dando más importancia al papel del paradigma teórico.
- Consideración de los problemas científicos como situaciones problemáticas, donde el papel de los científicos es definir y acotar el problema.
- Los científicos cuando resuelven los problemas no razonan en términos de certezas, sino en términos de hipótesis.
- Los investigadores no parten de datos, sino que éstos se buscan desde las hipótesis hechas y desde la estrategia de resolución
- En el trabajo científico se cuestionan los resultados obtenidos, se hacen revisiones sistemáticas del proceso de resolución, se comprueba la coherencia de los resultados con las hipótesis hechas.
- El desarrollo científico tiene un carácter social y colectivo. La investigación se hace dentro de instituciones y es controlada, en parte, por los gobiernos y la sociedad.

Además, el modelo de enseñanza – aprendizaje por investigación dirigida, está basado en gran medida en tres principios del constructivismo:

- • “Quienes aprenden construyen significados, no reproducen simplemente lo que leen o lo que se les enseñan.
- Comprender algo supone establecer relaciones, los fragmentos de información aislados resultan inaccesibles a la memoria.
- Todo aprendizaje depende de conocimientos previos”. Gil y otros (1995)

Desde aquí se analiza el papel del estudiante como investigador vinculado con el proceso de enseñanza, en el cual se le exige que inicie su aprendizaje a partir de sus conocimientos previos, pues por medio de la investigación y la experimentación requerirá transformarlos, es decir, entrar en conflicto con lo que sabe y lo que le dice la teoría.

2.1.6.2.2 ¿En qué consiste?

La idea central del modelo de enseñanza como investigación dirigida consiste en “el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés para el estudiante, a través de las cuales pueda participar en la construcción de los conocimientos” (Gil, 1993), es por ello que esta propuesta cuestiona el proceso de resolución de problemas tal y como tradicionalmente se presenta, en donde predominan los problemas cerrados, en los cuales se tiene la presencia de todos los datos, se indican todas las condiciones existentes, ocasionando una idea incorrecta de lo que es la resolución. Al enfocarse a las situaciones

abiertas, el estudiante se enfrenta a situaciones problemáticas, y éstas junto con el trabajo científico en equipo y la

interacción entre ellos se convierten en tres elementos esenciales del aprendizaje de las ciencias.

Además según, (López y Cortes, 2003. P. 33):

“Con el modelo por investigación dirigida se ha manejado la idea de que parece premiar al laboratorio y olvidar otras actividades, pero esta no es la verdadera intención del modelo, pues a este se puede integrar problemas de lápiz y papel (siempre que sean vistos como verdaderos problemas y no sólo como despeje de incógnitas) y problemas teóricos de cualquier tipo, que también pueden constituirse en una orientación investigativa. Es necesario entonces transformar esas visiones reduccionistas y simplistas que desdibujan el trabajo científico opacando su naturaleza de actividad abierta, y compleja, al alcance de quienes estén comprometidos y que no incluye sólo un trabajo experimental sino elementos tan claves como la lectura o la misma comunicación”.

El modelo de enseñanza por investigación dirigida encierra al alumno y al maestro en un asunto de mutuo desarrollo y cooperación, exige la transformación de las actividades fundamentales del aprendizaje de las ciencias desde la introducción de los conceptos al trabajo del laboratorio, sin olvidar la evaluación, para que continuamente se analice el proceso llevado a cabo para la construcción de los conocimientos.

2.1.6.2.3 ¿En qué se centra?

El modelo se sustenta en un planteamiento socio-constructivista que concede importancia al conocimiento previo y se desarrolla en el contexto de situaciones próximas a la realidad del estudiante, esto es, “consideran que el aprendizaje comprensivo se alcanza por medio de la interacción con el entorno, que el conflicto cognitivo es un estímulo para el aprendizaje y que el conocimiento evoluciona a través de la interacción social” (Ceberio, Guisasola y Almudí, 2008).

Como se he mencionado en párrafos anteriores, el modelo se centra en “concebir a los alumnos como investigadores noveles y al profesor como experto capaz de dirigir las investigaciones de los alumnos (quienes de hecho, van a replicar trabajos bien conocidos por el profesor). Esta situación permite evitar que los procesos resulten excesivamente erráticos y los aprendizajes inconexos, puesto que el profesor puede preparar verdaderos programas de investigación para orientar y prever el trabajo de los alumnos” (Gil, 1993), aquí son importantes tanto los conocimientos como los procedimientos, pero también el trabajo en grupo que se lleva a cabo, el intercambio de ideas, es decir están presentes los conceptos, procedimientos y actitudes.

El tipo de problemas y las estrategias de resolución, en este modelo deben partir de una serie de premisas: (Ibáñez, 2003):

- Los problemas que se proponen deben ser de enunciado abierto, sin datos, para que los alumnos acoten el problema y se favorezca el análisis cualitativo del mismo.
- Los problemas deben fomentar la creatividad del alumno.
- El aprendizaje debe concebirse como un cambio conceptual, metodológico y actitudinal.
- La formulación de hipótesis es fundamental en el proceso de investigación.
- El trabajo de resolución de problemas debe ser un trabajo de grupo, de equipo de investigación, donde la comunicación y verbalización de las hipótesis y los resultados tenga una gran importancia.

En la misma línea de ideas, el proceso de resolución de problemas como investigación plantea cuatro etapas en la enseñanza (López y Cortez, 2003): plantear situaciones problemáticas que generen interés, estudiar cualitativamente estas situaciones, orientar el tratamiento científico de los problemas planteados y por último proponer el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones.

La implementación de este modelo va a permitir un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, debido a que la resolución de problemas, incluye situaciones cercanas a la realidad del alumno, motivándolo a ser un

investigador activo hacia la ciencia; pues, el modelo busca integrar las pautas de trabajo más generales de la investigación científica en la tarea de la construcción del conocimiento científico en el aula, donde se plantean problemas significativos para el grupo, generando cambios en la forma de enseñanza tradicional, ya que se concibe que entre problema y ejercicio hay poca diferencia y la fórmula es la que predomina.

Sin embargo, no se puede dejar sin mencionar que la investigación dirigida presenta unas exigencias sustanciales en especial en lo referente a las condiciones que son necesarias para generar un cambio conceptual, pues esto implica mucho tiempo, romper con el esquema de la enseñanza tradicional, pues surge temor de que los alumnos se desorienten con facilidad, inconvenientes para satisfacer lo que los grupos de trabajo exigen al docente, entre otros. Pero si realmente se quiere romper con la enseñanza habitual se tienen que tratar de superar todas estas dificultades.

2.1.6.2.4 Metodología

La metodología que propone este modelo es la siguiente:
Modelo investigativo de resolución de problemas (Gil y Martínez-Torregrosa, 1983). Para resolver un problema abierto se debe seguir el siguiente proceso:

- I. Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema, explicitando las condiciones que se consideran reinantes.
- II. Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia, imaginando, en particular, casos límites de fácil interpretación.
- III. Elaborar y explicar posibles estrategias de resolución antes de proceder a ésta, evitando el puro ensayo y error. Buscar distintas vías de resolución para posibilitar el contraste de los resultados obtenidos y mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos de que se dispone.
- IV. Realizar la resolución verbalizando al máximo, fundamentando lo que se hace y evitando, una vez más operativismos carentes de significación física.
- V. Analizar cuidadosamente los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas y, en particular, de los casos límites considerados.

Ahora, miremos más a fondo cada una de las etapas que se mencionaron en el modelo:

- Análisis cualitativo del problema:

Quien resuelve el problema debe comprender que le están preguntando, cuales son los datos más relevantes para la solución del problema y que le

hace falta para resolver el problema, en suma, el resolutor debe acotar y simplificar el problema tomando conciencia de las condiciones iniciales del mismo. Lo que permite que se aborde y se clarifique su objetivo.

- Emisión de hipótesis:

Emitir hipótesis fundadas, sobre los factores de los cuales puede depender la magnitud buscada. Estas hipótesis son las que focalizan y orientan la resolución, cumplen la función de dar los parámetros para dirigir la investigación, evaluar los resultados obtenidos en la investigación y el proceso seguido para obtenerlos.

- Diseño de estrategia de resolución:

Diseñar la estrategia de resolución del problema es elegir lo que se hace, como se hace y con qué. Todo el proceso del diseño de las estrategias de resolución del problema debe estar orientado por las hipótesis formuladas y por el cuerpo de conocimiento del cual se dispone y que exigen imaginación y ensayos. Es útil, por su naturaleza tentativa, buscar varios caminos de resolución, lo que, además de facilitar la verificación de los resultados contribuye a mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos.

- Resolución:

Esta etapa es el resultado de las tres anteriores. Debe llevarse a cabo según el plan diseñado, evitando en todo momento el ensayo – error. El estudiante en esta etapa debe ser reflexivo sobre las acciones que va realizando, al mismo tiempo puede ir reestructurando el proceso de acuerdo a las necesidades y a nuevas inquietudes que van surgiendo.

La verbalización de todo el proceso facilitará el análisis posterior de los resultados y el desarrollo de destrezas metacognitivas.

- Análisis de resultado:

En esta etapa no se trata sólo de descubrir los errores, sino de verificar la validez del resultado con relación a las hipótesis emitidas y al cuerpo de conocimientos.

“Las etapas de la metodología de resolución de problemas como investigación no se deben entender como un conjunto de fases consecutivas e inflexibles sino, más bien, como una secuencia orientadora del desarrollo de los procesos y con la posibilidad continua de replantearlas y revisarlas”.

(Ibañez, 2007)

2.2 MOVIMIENTO CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

2.2.1 Antecedentes

El mundo actual en el cual vivimos está sufriendo de muchos cambios, tanto tecnológicos, científicos, sociales, económicos, políticos, climáticos, entre otros, que directa e indirectamente afectan al hombre , quizás la mayoría ni se dé cuenta o no le interese lo que sucede, pero lo que no se puede cambiar es que “la sociedad está invadida por los productos de la ciencia y la tecnología, como el teléfono celular, el horno microondas, el televisor, los

electrodomésticos, las naves espaciales, los satélites, los automóviles, como tantas otras cosas que pueden afectar a la sociedad positiva o negativamente; mediante los artefactos tecnológicos se evidencia que las sociedades avanzan”(Uribe, 2007).

Ante estos profundos avances, puede decirse que pocos conceptos evocan con tanta claridad la incertidumbre de la condición humana en el cambio de milenio como los de ciencia, tecnología y sociedad, una triada conceptual más compleja que una simple serie sucesiva. “En el último tercio del siglo XX, se ha puesto de manifiesto para todos, la incesante corriente de innovaciones producidas por el complejo científico tecnológico o tecnociencia. Dicho fenómeno se ha convertido en la fuerza decisiva que configura las condiciones, los ambientes y las formas de vida a nivel global”. (Uribe, 2007), además en este siglo, los grandes cambios en el modo de hacer ciencia y tecnología estuvieron marcados por tres etapas importantes:

- El periodo de la macrociencia o Big Science que se inicio en la década de los años 30 y se extendió a finales de los 50
- Un periodo de crisis desde los 60 hasta mediados de los 70
- Un nuevo periodo denominado de la revolución tecnocientífica que se inicio en los 70 y se extiende en la actualidad.



Esta última etapa, en la cual estamos inmersos, es la etapa de la tecnología y la ciencia, la cual ha logrado grandes avances a nivel mundial. Para muchas personas existe una idea bien difundida de que “el avance de las ciencias de un país acelera su nivel de desarrollo económico. Pero esta idea no se acompaña de una visión crítica de la conexión que existe entre las ciencias y las tecnologías y los mecanismos de control geopolíticos y geoeconómicos. Todos los países desarrollados o en vías de desarrollo, están en la carrera de hacer avanzar las ciencias y las tecnologías dentro de sus fronteras sin hacerse la pregunta de a quién benefician fundamentalmente estas ciencias y tecnologías que se desarrollan” (Chávez, 2003. P 12), es a partir de ahí que se han detectado problemáticas mundiales como la dominación de los países desarrollados con los que no lo son, creación de armas de destrucción masiva, la contaminación ambiental, entre otros; en las cuales se ven afectados tanto el bienestar y la estabilidad de las sociedades, debido a que el mundo ha cambiado en su ritmo de desarrollo.

Ahora bien, “los sistemas educativos no han salido inmunes de esta problemática de sobre-valorización de la tecnociencia” (Chávez, 2003), en donde estos no han asumido que la sociedad actual es multiétnica y multicultural, pues, “dada las diferencias, se hace que no sea posible



pronosticar qué tipo de conocimientos, habilidades, y actitudes necesitaran los estudiantes para enfrentar un futuro incierto, complejo y cambiante” (García y Cauich, 2008). Además, como lo establecen estos autores, una de las problemáticas actuales en la educación es que se transmite una imagen errada de la ciencia, que muestra al pensamiento científico como superior y deshumanizado, aislado del trabajo de los científicos, de la sociedad y de los intereses de la gente.

“En esas visiones la ciencia aparece descontextualizada; no hay una correcta percepción de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente, y la tecnología aparece siempre como mera aplicación de los conocimientos científicos. La ciencia se percibe también de modo elitista, individualista y masculina, donde los conocimientos científicos aparecen como obra de genios (hombres) aislados en su torre de marfil y ajenos a todo valor ético, político, cultural... En este caso, se olvidan los necesarios elementos tecnológicos, imposibles de asumir hoy por una sola persona; así mismo, se minusvalora la aportación de los maestros de taller, técnicos, etc. Ese mismo científico, opera en su laboratorio buscando la verdad de los “hechos desnudos”, sin ningún tipo de apriorismo teórico; es decir, se transmite una concepción empírico-inductivista y ateórica”. (Acevedo, J.A. y Vázquez, A. 2004)

Así, frente a estas imágenes radicalizadas, comienza a surgir el interés por fomentar una educación en ciencias y tecnología, en la cual la educación promueva en gran medida el desarrollo de los países; una manera de promoverlo en la escuela, es comenzar a incluir en los currículos educativos



aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología, y así ir construyendo la base para un posible progreso de los países. Sobre esto, existen algunas propuestas, miremos brevemente las tendencias más importantes en la educación en ciencias y tecnología que han existido y que han emergido en la actualidad. Según Chávez, (2003), las corrientes más importantes son:



Tabla 2.1 Corrientes más importantes de la educación en ciencia y tecnología

CATEGORÍAS DE CORRIENTES	OBJETIVOS MÀS IMPORTANTES	ORGANIZACIÓN DE LA SITUACIÓN PEDAGÓGICA	ESTRATEGIAS Y METODOLOGÍAS EDUCATIVAS
<p>La enseñanza tradicional de las ciencias</p> <ul style="list-style-type: none"> Desde el siglo XVIII Enciclopedista Idea mecanicista de la educación. Transmisionismo disciplinario 	<p>Formar buenos técnicos para una mano de obra calificada y competente que sirva al desarrollo industrial y económico. Se trata también de formar a los individuos para que conozcan las nuevas tecnologías y sepan utilizarlas y consumirlas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> El objeto de enseñanza está formado por los contenidos científicos y los objetivos de aprendizaje referidos a los mismos. El objeto de enseñanza es muy valorizado y guía en gran medida en proceso educativo. El agente organiza la situación pedagógica a objeto de “transmitir” un contenido científico. 	<p>Exposición magistral.</p> <p>Observación.</p> <p>Experimentación guiada (guías de laboratorios).</p>
<p>La didáctica de las ciencias</p> <ul style="list-style-type: none"> Después del Sputnik(1957) Avances en psicología del aprendizaje Visión tecno-científica de la educación Constructivismo disciplinario 	<p>Formar ciudadanos capaces de comprender los principios más importantes de la ciencia: interés especial en formar generaciones de buenos técnicos, especialistas y científicos.</p> <p>Hacer del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias una actividad planificada de forma científica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> El sujeto debe “asimilar” los contenidos Valorización del concepto de transposición didáctica. El proceso de construcción de los conocimientos que hace el sujeto es muy tomado en cuenta (relación de aprendizaje entre el sujeto y el objeto). El agente planifica el proceso de enseñanza (relación didáctica agente objeto) tomando en cuenta las dificultades epistemológicas del contenido y los niveles de maduración cognitiva de los sujetos (preconcepciones). La educación consiste en lograr que los estudiantes transformen sus concepciones espontáneas en concepciones científicas. 	<p>Situaciones favorables al cambio conceptual y de representaciones:</p> <p>Discusión dirigida</p> <p>Observación.</p> <p>Experimentación (entre otras)</p>

<p>La alfabetización en ciencias y tecnología corriente del CTS.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desde finales de los 80 • Crisis de la enseñanza de las ciencias: los estudiantes no retienen casi nada del proceso educativo en ciencias. • Avances en la psicología del aprendizaje • Una visión de la educación como proceso interdisciplinario y socio-sistémico. Socioconstructivismo. 	<p>Fomentar una “cultura científica” para todas las personas. Formar personas científicamente cultivadas en las dimensiones históricas, epistemológicas, éticas, estéticas y comunicacionales de las ciencias. Hacer emerger las relaciones recíprocas ante el conocimiento tecnocientífico y el contexto social.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de la cultura científica del sujeto es muy importante. • Los contenidos de aprendizaje son lo suficientemente elásticos como para ser adaptados al desarrollo global de la cultura científica. • El agente planifica el proceso educativo tomando en cuenta las dimensiones históricas, epistemológicas, éticas, estéticas y comunicacionales de la ciencia. 	<p>Ciencias integradas</p> <p>Proyectos pedagógicos</p> <p>Islotes de racionalidad.</p> <p>Procesos de resolución de problemas.</p>
<p>La educación en ciencias y tecnología como y para la acción social</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visión de la educación como proceso autogestionado y de emancipación. 	<p>Formar ciudadanos críticos para la participación en el proceso de transformación y evolución de su comunidad y de la sociedad en general.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La posición reflexiva y de participación social tanto del sujeto como de la gente es muy importante. • Se pone en cuestión los paradigmas dominantes de las ciencias (objeto) y de la educación (medio). 	<p>Ciencias integradas</p> <p>Proyectos pedagógicos</p> <p>Islotes de racionalidad.</p> <p>Procesos de resolución de problemas.</p>

Entre las corrientes ilustradas en el cuadro anterior, nuestro trabajo de investigación, como quedo establecido en el problema, se enfocará en la corriente de la alfabetización científica y tecnológica corriente del CTS, ya que “cuando se habla de este movimiento es importante tener en cuenta que en el mismo coexisten una diversa gama de interpretaciones de lo que debe ser una educación que relacione la ciencia, la tecnología y la sociedad, en otras palabras lo que debe ser la alfabetización científica” (Chávez, 2003).

2.2.2 Alfabetización científica.

Desde hace aproximadamente una década, coincidiendo con las reformas educativas planificadas, desarrolladas e implantadas en muchos países durante los años noventa, “se ha incorporado al lenguaje cotidiano de la didáctica de las ciencias experimentales el lema *alfabetización científica* o “ciencia para todos”, como una expresión metafórica que establece de manera muy amplia determinadas finalidades y objetivos de la enseñanza de las ciencias” (Bybee, 1997) citado por Ibáñez (2003). Este movimiento “persigue aumentar la población que recibe la educación científica y la duración de dicha educación” (García y Cauich, 2008. P 115), o sea que los problemas que están surgiendo en el mundo, necesitan ciudadanos que conozcan sobre la Ciencia, sus conceptos y puedan participar de ella, “pues una sociedad transformada



por las ciencias y las tecnologías requiere que los ciudadanos manejen saberes científicos y técnicos y puedan responder a necesidades diversas.

Pero, ¿Cómo entender la alfabetización científica?, según (García y Cauch, 2008. P 115), se puede entender de diversas maneras:

- Formar para obtener la capacidad de leer y entender razonablemente información científica o tecnológica. Es decir, para comprender las noticias con carácter científico, así como las publicaciones dedicadas a la divulgación científica.
- Educar para conocer mejor las teorías científicas, la historia de las disciplinas, la ética y el control científico, la naturaleza del trabajo científico y la interdependencia entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y humanidades, además de formar para entender cómo se aplican la ciencia, la tecnología en la resolución de problemas cotidianos.
- Preparar propedéuticamente para superar las pruebas de acceso a la universidad y responder a la educación superior. Para esto se estructuran los currículos de ciencias en disciplinas (Física, Química, Biología, etc.)
- Desarrollar capacidades laborales en los sujetos, como trabajo en equipo, iniciativa, creatividad, habilidades de comunicación y competencias académicas.
- Formación para aprender, durante toda la vida, conceptos, habilidades y actitudes para ser científico, ingeniero o técnico. O sea, para comprender como se genera



y prueba el conocimiento, como investigar, como extraer conclusiones desde la evidencia, como resolver problemas y tomar decisiones.

“La alfabetización científica es la forma que tienen los individuos para desarrollar la capacidad de evaluar los beneficios y costes de la tecnología y para llevar a cabo una acción efectiva en el terreno de la discusión política, en acción legislativa o en cualquier otra parte, para colocarlas bajo el control de la comunidad. Estar alfabetizado científica y tecnológicamente es adquirir habilidades integradas con los conocimientos que uno posee y lograr sintetizar múltiples perspectivas, ser sensible a las relaciones e interconexiones sutiles en la naturaleza y en el mundo hecho por el hombre, ser cada vez más consciente del desarrollo de los puntos de vista propios y aprender a expresarlos, comunicárselos a otros y negociar soluciones positivas para problemas comunes.” (Waks 1990) citado por (Mejía y Ortiz, 2007, p. 22)

Según esta definición, la alfabetización científica sirve como puente entre el conocimiento y la toma de decisiones de las problemáticas sociales, los cuales son verdaderos problemas que nos afectan y que necesitamos actuar sobre ellos, ya que la educación científica debe proporcionarle a los ciudadanos una vida digna, donde se desarrollen talentos, se construya esperanza y además donde “la educación científica este orientada a problemas sociales, donde se intente cautivar y mantener la imaginación, la lealtad y el compromiso afectivo y cognitivo de los estudiantes” (Lemke, 2006).



Pero, con respecto a la alfabetización científica desde una concepción tradicional, se presentan muchas críticas, una de ellas es la realizada por Hodson (2003) citado por García y Cauich, (2008), quien argumenta que los ciudadanos deben comprender como la ciencia y la tecnología transforma el ambiente, para poder defenderse y ejercer sus derechos. Con esta crítica, los sujetos no pueden ser ignorantes frente a las problemáticas sociales, donde asumen una posición netamente consumista de los productos de la ciencia y la tecnología, simplemente porque hacen más cómoda la vida, porque se piensa que lo que pasa afecta a otros y no a mí. Entonces, “estas objeciones a la concepción clásica de la alfabetización científica han dado lugar a un nuevo enfoque para la educación en ciencias: el enfoque ciencia-tecnología-sociedad-medioambiente (STSE)” (García y Cauich, 2008) ó movimiento ciencia-tecnología y sociedad (CTS), el cual representa un papel fundamental para la educación actual.

2.2.3 Origen del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad

Los orígenes del movimiento CTS relacionados con el ámbito educativo se dieron en la década de los 60"s y principios de los 70"s en universidades británicas y de Europa Central y luego se traslada hacia Estados Unidos, en donde se consolida. Un concepto clave de ésta época es “la *controversia* en la medida que éste refleja la



flexibilidad interpretativa de la realidad y de los problemas que abordaban los científicos en la construcción del conocimiento”

(Ortiz y Mejía, 2007).

En cuanto a la década de los sesenta, se da la movilización social por los problemas relacionados con el desarrollo tecnológico. “La preocupación por la ciencia y la tecnología se venía manifestando desde la segunda guerra mundial, con la posición de varios físicos que cuestionaron e incluso abandonaron sus experimentaciones en el campo de la energía nuclear, decepcionados por la forma como sus trabajos de investigación habían sido utilizados en la producción y utilización de la bomba atómica. Estos científicos buscaron otras ciencias, como la biología, para trabajar desde allí por un conocimiento que contribuyera a la vida y no a la destrucción de la misma”.

(Osorio, 2002).

La perspectiva del CTS también permea a la escuela desde la época de los 70"s, en el marco de las propuestas denominadas “Alfabetización científica” o “Ciencia para todos”; las experiencias de esta incorporación se dan principalmente en instituciones educativas de países bajos y Estados Unidos, generalmente en los niveles de educación secundaria y superior.

Como lo plantea Ibáñez (2003), de gran influencia en la corriente británica relacionada con los enfoques CTS, es el trabajo de Ziman (1980), en su libro



“*Teaching an Learning about Science and Society*”. En esta obra se pusieron los fundamentos de lo que debería ser la enseñanza CTS, y su línea ha sido continuada en el desarrollo de dos de los proyectos educativos CTS más amplios:

- S.I.S.C.O.N. (*Science in a Social Context*, ASE, 1982, para 17 años) •
- S.A.T.I.S (*Science and Technology in Society*, ASE, 1984 para 14-16 años; 1990 para 16-19 años; 1995 para 8-14 años).

El objetivo principal del programa SISCON se recoge en su título: estudio de la ciencia en un contexto social. Los objetivos se concretan en:

- Fomentar la toma de posturas personales
- Reflejar la naturaleza y desarrollo de la ciencia y de la tecnología
- Tener en cuenta las preocupaciones e intereses del alumnado
- Emplear medios que despierten el interés por los temas científicos actuales.

En el programa SATIS, los objetivos generales que se persiguen tienden más a la búsqueda de respuestas a preguntas como ¿qué es la Ciencia?, ¿qué es la Tecnología?, ¿cómo decide la Sociedad?:

- Mostrar el rostro humano de la ciencia y sacarla del laboratorio.
- Subrayar las interacciones positivas y negativas entre CTS.
- Considerar el impacto de la actividad tecnológica en el medio ambiente.



- Ayudar a la toma de decisiones, comprendiendo el compromiso que esto supone, y reconociendo que no existen respuestas exactas para los problemas científicos actuales.

Desde sus inicios, “los estudios CTS han buscado promover y desarrollar formas y análisis e interpretación sobre la ciencia y la tecnología de carácter interdisciplinario, en donde se destaca la historia, la filosofía y sociología de la ciencia y la tecnología” (Osorio, 2002). Entonces, después de que se ha analizado un poco los orígenes, miremos en qué consiste el movimiento CTS: ciencia, tecnología y sociedad, el cual defiende que las relaciones de la sociedad con la ciencia y la tecnología favorecen una posición más crítica frente a los temas de ciencia y tecnología, en sus relaciones con la sociedad y “promueve la participación pública de los ciudadanos en las decisiones que orientan los desarrollos tecno-científicos con el fin de acercar a la sociedad las responsabilidades sobre su futuro”.(Uribe, 2007)

2.2.3 ¿Qué es el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad?

Ciencia, tecnología y sociedad, CTS, “corresponde al nombre que se le ha venido dando a una línea de trabajo académico e investigativo, que tiene por objeto preguntarse por la naturaleza social del conocimiento científicotecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales de las sociedades occidentales. A los



estudios CTS también se les conoce como estudios sociales de la ciencia y la tecnología”. (Osorio, 2002), los cuales enfatizan la presencia de la ciencia y la tecnología en aspectos prácticos relacionados con los contextos sociales y culturales.

La concepción clásica de “las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, todavía presentes en buena medida en diversos ámbitos del mundo académico y en medios de divulgación, es una concepción esencialista y triunfalista. Puede resumirse en una simple ecuación: +ciencia = +tecnología = +riqueza = + bienestar social”. (López C, 1998, p. 42), y aún hoy esta concepción está presente en el mundo académico y en los medios de divulgación, pues por medio del método científico se espera que la ciencia produzca la acumulación del conocimiento objetivo acerca del mundo.

Los objetivos que persigue este enfoque, según García y Cauich (2008), son:

- Mostrar a la ciencia y a la tecnología como accesibles e importantes.
- Enseñar a la gente a participar en las decisiones tecno-científicas.
- Hacer a la ciencia pertinente y útil en la vida cotidiana, es decir, para comprender los procesos y los artefactos del mundo, motivando e interesando al estudiante.



- Formar buenos estudiantes, capaces de participar en sus sociedades, enfrentándolos en las aulas a problemáticas científico-sociales.
- Educar para una comprensión y difusión pública de las ciencias y de la cultura científica, para popularizar la ciencia y, sobre todo sus formas de pensamiento.
- Educar para proveer a la gente, de conocimientos y capacidades que faciliten su participación, con actitudes y aptitudes de diálogo y negociación, en la toma de decisiones sobre asuntos como: definición de prioridades de investigación, resolución de controversias tecnocientíficas y ambientales, o aspectos relacionados con la salud y el consumo.

Se podría decir, de acuerdo a los aportes recogidos de algunos autores, que el movimiento CTS, además de pretender una alfabetización científica, busca que los ciudadanos participen de una manera más crítica y reflexiva frente a temas que relacionan a la ciencia y la tecnología, involucrándonos en las problemáticas sociales, como pueden ser: la contaminación, el calentamiento global, creación de armas de destrucción masiva, entre otros. Ahora bien:

“La finalidad principal de la educación CTS (Ciencia-TecnologíaSociedad) es promover la alfabetización científica en ciencia y tecnología, para que los ciudadanos puedan participar en el proceso democrático de toma de



decisiones y así promover la acción ciudadana en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad"

(Membiela, 2002, p. 11), citado por (Ibáñez, 2003).

2.2.5 Ciencia, Tecnología y Sociedad en la educación.

En los lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación MEN (1998), se plantea: "la política educativa, el currículo en general y la escuela como institución, no deben ser ajenas a las problemáticas sociales que generan la ciencia y la tecnología y su influencia en la cultura y en la sociedad. Por tal razón, la escuela debe tomar como insumo las relaciones que se dan entre ciencia, tecnología, sociedad, cultura y medio ambiente, con el fin de reflexionar no sólo sobre sus avances y uso, sino también sobre la formación y desarrollo de mentes creativas y sensibles a los problemas, lo cual incide en la calidad de vida del hombre y el equilibrio natural del medio ambiente", se trata de darle una nueva mirada a la educación, en la cual Hodson (1994) citado por (Solbes y Vílchez, 2004) señala la necesidad de nuevos objetivos y finalidades en la educación científica en la dirección de que los estudiantes puedan conocer:

- a) El impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, así como las influencias de la sociedad en el desarrollo científico y tecnológico



- b) Los intereses particulares a los que responden muchas de las decisiones sobre ciencia y tecnología
- c) Que sean capaces de desarrollar opiniones y valores propios, se preparen para la acción, conociendo cómo se toman decisiones, ofreciéndoles oportunidades para que actúen en cada momento.

Además, incorporar CTS a la educación implica dos aspectos: “por un lado cambios en los contenidos de la enseñanza de la ciencia-tecnología, y por otro, cambios metodológicos y actitudinales por parte de los grupos sociales involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje” (López, 1998). Se trata de cambios que tienen por objeto acercar las dos culturas, la humanística y la científico-tecnológica, en la cual, todos los niveles educativos son apropiados para llevar a cabo esos cambios, aunque el mayor desarrollo de la educación CTS, se ha producido hasta ahora en la enseñanza secundaria y universitaria, mediante un gran número de programas docentes.

También, el CTS, se compone de algunos elementos educativos, para los cuales García y Cauich, (2008), señalan los siguientes:

- Articulación de las formas científicas de conocer con otras formas, como la matemática, la historia, la literatura, la economía, la política o la ética.



- Incorporación del pensamiento crítico en la educación. Para ello se requiere, de la introducción en el currículo de ciencias para la educación básica y media, de las realidades sociales e históricas en que se han desarrollado la ciencia y la tecnología, así como de su función social.
- Aplicación de un enfoque de ambientalización del currículo de ciencias experimentales, que presente una visión ampliada, que incluya además del contexto natural, los contextos tecnológicos y sociales, con sus problemáticas, donde se relacionen los conocimientos científicos con el mundo de la vida.
- Tratamiento de problemáticas relevantes para el estudiante en campos como la salud, la sexualidad, la higiene corporal o la alimentación sana.
- Conexión de la ciencia y la tecnología con la acción política que necesariamente los ciudadanos deben ejercer en las ciudades democráticas.
- Articulación de las nuevas tecnologías al acceso, análisis e interpretación de la información científica y tecnológica, para la alfabetización multimedial de los estudiantes en el uso de múltiples representaciones.
- Énfasis, en las aulas, en la utilización didáctica de los procedimientos, las formas y los métodos que emplean los científicos para conocer y crear conocimiento.



Por tanto, más allá de la incorporación de una dimensión CTS añadida a la enseñanza de las ciencias, es justamente “la participación de la ciudadanía en las decisiones sociales tecno-científicas, lo que el enfoque propio del movimiento CTS reivindica como principal finalidad para la educación científica” (Acevedo, 2004; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002); es decir, incluir este movimiento a la enseñanza de las ciencias, busca que la comunidad educativa participe y decida sobre los cambios por los cuales atraviesa el mundo, y que de una u otra forma están presentes en la educación, en donde los medios tecnológicos se convierten en recursos que pueden servir de apoyo para el aprendizaje; además que estos cambios no sólo están presentes en la educación, sino como ya se ha dicho en la sociedad de la cual ese estudiante hace parte y por lo tanto puede participar y decidir en lo que actualmente se le presenta buscando siempre articular la educación científica a su realidad.

Hoy, más que nunca, es urgente la “necesidad de formar ciudadanos capaces de intervenir más y mejor en las decisiones concernientes a la ciencia y la tecnología contemporáneas, desde las relativas a las cuestiones más generales, como puede ser la orientación y el control democrático de las prioridades en la investigación científica y el desarrollo tecnológico” (Acevedo, Vázquez, Martín y otros, 2005); sin embargo, a pesar del carácter integral del enfoque CTS, sino es incorporado a las aulas por los docentes en busca de



mejorar la educación, en donde se promueva trabajo en grupo, individual, de participación activa con los estudiantes, tal vez no se logre el objetivo propuesto y por ende no se logre implementar en las aulas de clase; es por ello, que todos los docentes deben organizarse en grupos de trabajo para hacer realidad los planteamientos del enfoque y así, comenzar a hacer parte de la solución de los problemas educativos y culturales.

2.3 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA

La termodinámica “se imparte usualmente, de una u otra forma y con mayor o menor profundidad, en todas las especialidades asociadas a las ciencias de la vida y de la tierra, en todas –o casi todas- las ingenierías, en gran parte de la



enseñanza técnica y pedagógica y desde luego, en toda la enseñanza media superior” (González, 2003). Hacen parte de la base de la termodinámica conceptos como: calor, temperatura y energía interna, estos son los que componen el tema específico sobre el cual nos basamos para la realización de este trabajo investigativo.

Estos conceptos, según investigaciones se manifiestan difíciles de comprender para los estudiantes, por varias razones:

- “Existe abundante bibliografía que demuestra, que persisten ideas alternativas inducidas por el lenguaje cotidiano (Domínguez, De pro Bueno y García-Rodeja. 1998), es decir, estos conceptos hacen parte del vocabulario de los niños desde edades muy tempranas.
- “Muchos estudiantes construyen toda una serie de conceptualizaciones sobre la naturaleza y comportamiento de los objetos fríos y calientes que les rodean” (Domínguez y otros, 1998).
- “En los textos escolares y universitarios aún no se maneja adecuadamente y con rigor los conceptos de calor y temperatura, además muy pocas veces se presenta contextualización histórica sobre dichos conceptos” (Prada y Pinto, 2003)

- Es una de las unidades menos trabajadas en las instituciones educativas porque aparece en los planes de estudio como las últimas a estudiar, y que por lo general no se llega hasta ésta.

Frente a estas dificultades nos hemos interesado en abordar estos conceptos, pues como se mencionó anteriormente son de gran importancia para el estudio de la termodinámica, la cual hace parte importante de la Física, por la relación que tiene con las problemáticas mundiales que rodean al estudiante, lo cual permite que estos conceptos tengan aplicación en la vida diaria y no se presenten como conceptos aislados. Otro motivo por el cual en esta investigación se abordan los conceptos de calor, temperatura y energía interna es la gran confusión que manifiestan los estudiantes cuando emplean estos términos. Y finalmente el interés por estos temas es basado en que “la enseñanza de los conceptos implicados aparece en los programas de ciencias de todos los países desde los primeros niveles; este hecho refleja la importancia que la administración educativa da a este tema. (Domínguez, De pro Bueno y García-Rodeja. 1998).

2.3.1 Un acercamiento histórico al concepto de temperatura.

La temperatura, calor y energía interna son conceptos importantes de la termodinámica, “(la energía es común a otras ciencias físicas, y la entropía a otras ciencias informáticas),” (Martínez). Al analizar la historia de cómo se aprendió a medir la temperatura, un aspecto sobresaliente es que estaba ligada a conceptos indefinidos como los de calor y frío, que en la conciencia del hombre se encontraban situados, más o menos, junto a los conceptos de olor y sabor. Pero no se podía medir el olor y el sabor, es decir, no se podía determinar cuántas veces era un plato más sabroso que otro.

“Probablemente fueron los antiguos médicos los primeros que necesitaron una escala comparativa y exacta para comparar la temperatura de los cuerpos. Ellos notaron desde antaño que el estado de salud de las personas está ligado a la temperatura de su cuerpo y que los medicamentos son capaces de modificar este grado de temperatura”. (Smorodinski Ya, 1983). Es decir, en esta época el hombre ya debió darse cuenta de que la temperatura era un atributo de los cuerpos, “que impresionaba los sentidos de una manera particular, independientemente del estado mecánico (en reposo, en movimiento, arriba, abajo, fragmentado)”. (Martínez)

Ahora bien, “Galeno, el gran médico de la antigüedad, siglo II consideraba que las medicinas debían ser clasificadas por sus grados de temperatura: grado de calor, grado de frío, grado de humedad y grado de sequedad. Las medicinas

se mezclaban entre sí y las mezclas resultantes tenían diferentes grados de temperatura. Mezcla en latín significa “temperatura”. Lo cierto es que Galeno no encontró ninguna relación numérica entre las concentraciones de las mezclas y sus grados de temperatura, por lo que los médicos de la antigüedad dejaron, aunque mal definida una escala de 12° de la acción térmica de las medicinas” (Smorodinski Ya, 1983). La clasificación antes mencionada de grado de calor, frío, humedad, sequedad fue una clasificación muy simplista porque no se comparaba con ningún objeto o situación, por ello ésta se fue enriqueciendo con modos comparativos, tales como: frío como el hielo, frío como el invierno, caliente como el verano, caliente como el agua hirviendo, caliente como el fuego, es decir, ya se comparaba con lo que el hombre se relacionaba.

Siglos más adelante en el estudio de los fenómenos térmicos, apareció Galileo, quien se ocupó del problema de cómo medir la temperatura de los cuerpos. Por lo que se suele atribuir el comienzo de la termodinámica con el primer termómetro inventado por él. Los termómetros contruidos por Galileo (figura 2.1), “consistían de un balón de cristal lleno de aire, cuya parte inferior descendía un tubo parcialmente lleno de agua que terminaba en un recipiente lleno también de agua. Cuando el aire del balón se dilataba o comprimía, el nivel del agua en el tubo variaba, lo cual indicaba la temperatura”. (Smorodinski Ya, 1983). Entonces la variación de temperatura del aire atrapado en el proceso de enfriamiento al

ambiente ocasionaba un ascenso al nivel del líquido en el tubo que era proporcional a la diferencia entre la temperatura ambiente y la del cuerpo humano.



Figura 2.1 Termómetro de Galileo¹

Con este termómetro no se realizaron mediciones precisas debido a que la altura de la columna de agua dependía tanto de la temperatura como de la presión atmosférica, ya que las variaciones de presión pueden desvirtuar estas medidas.

El arte de construcción de termómetros se desarrolló extraordinariamente en Toscana, donde “los miembros de la academia Florentina comenzaron a medir la temperatura. Estos termómetros eran sellados (figura 2.2), se llenaban con alcohol y con ellos se podía incluso medir cuando el agua se congelaba” (Smorodinski Ya, 1983). Construían termómetros de vidrio en los que se fijaban las divisiones con esmaltes derretido, de tal manera, que con ellos se podía medir la temperatura con una exactitud de aproximadamente un grado (según nuestra escala). Además, en esta época “ya se empieza a distinguir

¹ Tomado de: <http://fisica.ciens.ucv.ve/postfismed/termoscopio.jpg>

entre temperatura (estado térmico) y calor (flujo de energía térmica).”(Martínez). Sin embargo, el arte de construcción de termómetros decayó.

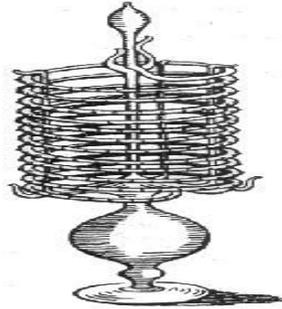


Figura 2.2 Termómetro de los maestros florentinos²

La historia del termómetro debe mucho a una de las figuras del siglo XVII, Otto Von Guericke, quien construyó el primer barómetro, parecido al instrumento de Galileo, pero con un tubo mucho más largo, además en el barómetro se había extraído previamente al aire, de manera, que la columna de agua llenaba no sólo el largo del tubo sino también parte del balón. Este personaje fue el primero que empezó a medir sistemáticamente la presión atmosférica y trato de establecer los vínculos entre los cambios de presión y el estado del tiempo. Pero además de esos aportes construyó un termómetro que constaba de una esfera de latón llena de aire y un tubo doblado en forma de U con alcohol.

² Tomado de:

http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/Automatizaci%C3%B3n/termometro_5.gif

Posteriormente, se admitió que todos los cuerpos expuestos a las condiciones de calor y frío deberían tener la misma temperatura, distinguiendo temperatura de calor, pero como se menciono, las escalas eran confusas y arbitrarias lo que ocasionaba algunas dificultades. Sin embargo, “en 1717 Fahrenheit introdujo el termómetro de mercurio con bulbo y tomó como puntos fijos el de congelación de una disolución saturada de sal común en agua, y la temperatura del cuerpo humano, dividiendo en 96 partes iguales esta escala (figura 2.3) , que ha sido utilizada en los países anglosajones hasta nuestros días”. (Martínez), este fue el primer termómetro moderno.

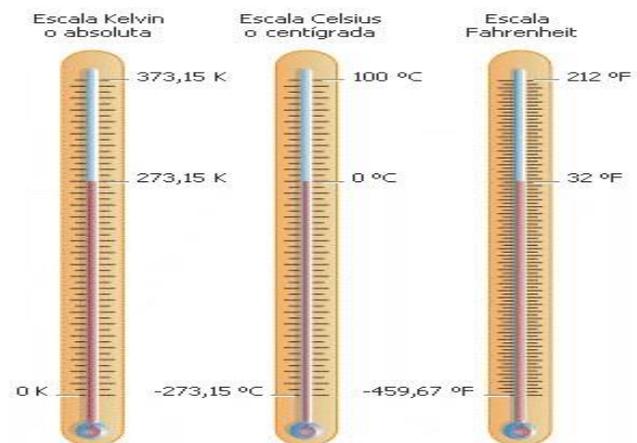


Figura 2.3 Escalas de temperatura³

Alrededor de 1740 se comenzó a utilizar la escala de Reamur, construida sobre la base de los puntos de congelación 0° y ebullición 80° del agua y aparecieron los termómetros de mercurio.

³ Tomado de: <http://blog-fisico.blogspot.es/img/termometro.gif>

La actual escala Celsius (figura 2.3) fue propuesta en 1742. Celsius consideró colocar el cero en el punto de ebullición del agua y los 100° en el punto de congelación y la división en 100 partes, cada parte correspondía a un grado. “Más tarde el botánico y explorador Lineó invirtió el orden y le asignó el 0 al punto de congelación del agua y 100 al punto de ebullición 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)”. (Ríos, Piedrahita y Vallejo, 2008).

Finalmente, 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 °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 C del punto triple y se define como cero absoluto ó 0 K. En esta escala no existen temperaturas

negativas. Esta escala sustituye a la escala centígrada o Celsius”. (Ríos, Piedrahita y Vallejo, 2008).

2.3.2 Un acercamiento histórico al concepto de calor.

Para poder realizar un estudio histórico del concepto de calor y su evolución, nos basaremos en cuatro momentos históricos importantes, como son: la prehistoria, el alcahesta, el flogista y el calórico.

Prehistoria

El estudio de la naturaleza del calor comenzó con el hombre prehistórico, el cual mostró interés desde épocas remotas, usándolo en principio para preparar sus alimentos. La primera referencia que se tiene de la importancia del fuego se encuentra en las ideas de “Heráclito (576-480 a. C), quien lo consideraba como la fuerza causa de todas las transformaciones” (Camacho y Pérez, 2005), de la misma manera Empédocles (493-433 a. C) postula que el universo se compone de cuatro elementos fundamentales: agua, aire, tierra y fuego, para él “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” (Ríos, Piedrahita y Vallejo, 2008).

Veintitrés siglos más tarde aparecen aportes de Aristóteles (344-322 a. C) quien complementa las ideas de Empédocles, “agregando dos pares de cualidades fundamentales: caliente y frío, seco y húmedo. La unión de estas dos cualidades correspondía a los cuatro elementos; así el fuego es cálido y seco, el aire es cálido y húmedo, la tierra es fría y seca y el agua fría y húmeda” (Camelo y Rodríguez, 2008), además consideraba el calor como una cualidad oculta de la materia, capaz de reunir los elementos semejantes y separar los elementos heterogéneos, donde gran parte de la conducta observada por los cuerpos calientes podía explicarse ciertamente de forma cualitativa.

Más adelante, Herón de Alejandría (20 – 62 d.C.), “a partir de la construcción del “Eolipila” (Válvula del viento) (figura 2.4), el cual es un artefacto que le permitió obtener experiencias que generaron por primera vez una conclusión respecto a la naturaleza del calor. Así planteó que el calor constituía una fuente de energía, la cual permitía ser empleada en la generación de un movimiento mecánico” (Ríos, Piedrahita y Vallejo, 2008), ésta es la primera máquina térmica de la cual se tiene conocimiento y funciona como una turbina de vapor, que consiste en un globo hueco, que se soporta sobre un pivote de madera de tal manera que pueda girar alrededor de dos brazos, uno de los cuales debe

ser hueco. En uno de los brazos debe suministrarse vapor de agua. Cuando el vapor es expulsado por los tubos, debida a las fuerzas que allí actúan, esta empieza a girar sobre su propio eje.

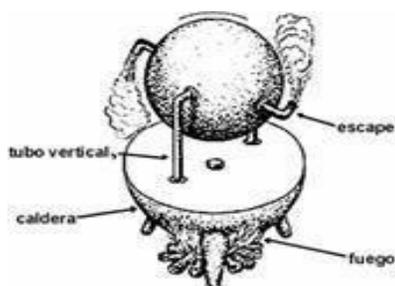


Figura 2.4 Eolipila⁴

Alcahesto

Las ideas de Aristóteles a mediados del siglo XVI, comienzan a ser cuestionadas cuando se propone la existencia de una quinta esencia de la materia, idea que luego de ser estudiada fue transformándose en la existencia de un agente universal responsable de todas las reacciones químicas, a este agente se le atribuyó la característica de transformar la apariencia física de los cuerpos, por ejemplo la evaporación del agua. A esta agente Van Helmont (1577-1644) lo denominó alcahesto, “en donde al realizar observaciones acerca de la calcinación del carbón y del azufre, encuentra una contradicción entre los cuatro elementos con la experiencia, pues el fuego no es un elemento en sí, sino un actor de transformación” (Camelo y Rodríguez, 2008).

⁴ Tomada de: <http://www.galeon.com/histoquim/Eolipia.png>

Sin embargo, esta teoría fue refutada, bajo la argumentación de que si el alcahesta podía transformar o disolver cualquier material, entonces debía transformar o disolver el recipiente que lo contenía, siendo imposible concebirlo, trayendo como consecuencia que los argumentos que el autor planteo, perdieron fuerza.

El flogisto

En el siglo XVII, “existían algunas sospechas entre las relaciones de los fenómenos calóricos y mecánicos. Sospechas que son comunicadas al químico alemán George Ernest Stahl (1660 – 1734), el cual en el año 1700 propuso la existencia de una sustancia simple llamada flogisto” (Ríos, Piedrahita y Vallejo, 2008), que no puede ser confundida con el fuego material, que se manifiesta en la llama y en el calor cuando se producen combustiones, sino que es un elemento inaccesible que poseen todos los cuerpos en combustión.

Cuando se produce una combustión el flogisto se desprende de los cuerpos, y esa pérdida del flogisto es la que explica el cambio de los cuerpos quemados. “Uno de los aspectos más interesantes de esta teoría se refiere a la transformación de los metales en cales y de la transformación de las cales en metales. Los metales que tenían más flogisto eran más fácil de transformar,

mientras que los que eran poco transformables tenían poco flogisto, así que los metales se consideraban compuestos de cal y flogisto” (Camelo y Rodríguez, 2008). Stahl observó que cuando se calcinaba (oxidación en la actualidad) un metal, este perdía su flogisto, es decir, el aire ponía en movimiento las partículas del flogisto y cuando el movimiento era tal que las partículas adquirirían la velocidad suficiente, el flogisto se desprendía.

Una de las dificultades de esta teoría era que no explicaba porque cuando se transformaba el metal en cal había un aumento de peso en la sustancia y cuando se transformaba de cal en metal había disminución. Ante este hecho, Stahl, al tratar de explicarlo, concluyó “que la diferencia de peso se debía a que el metal al perder flogisto durante la calcinación quedaba con la parte más pesada de la sustancia. Más tarde atribuyó dicho hecho a que al liberarse la parte inflamable (flogisto) dejaba vacíos en la materia que serían comprimidos por el aire y generaba que la sustancia aumentara de peso” (Camelo y Rodríguez, 2008).

A pesar de que habían muchas críticas en torno a esta teoría, el problema que se planteaba no era rechazarla precisamente por la no explicación del aumento de peso en los metales calcinados, sino cómo hacer entrar el fenómeno en el ámbito de la teoría, porque no había una teoría lo suficientemente estructurada que se le opusiera. Provocando así que los químicos la acogieran porque respondía sus expectativas.

En el transcurso del siglo XVII, se oponían dos teorías del calor, la del flogisto y la de los seguidores de los atomistas griegos, quienes enunciaron dos posiciones acerca de la naturaleza del calor, “la primera en la cual calor es movimiento, constituido por partículas pequeñas que tienen peso y la segunda que la asumía como una sustancia indestructible y sin peso denominada calórico,”. (Ríos, Piedrahita y Vallejo, 2008).

Calórico

Antoine Laurent Lavoisier da inicio a este período en 1770 explicando los fenómenos de combustión desde el punto vista de la oxidación, donde “para explicar el fenómeno del aumento de peso de la sustancia cuando se calcinan, defendió la idea de que ese aumento se debía a la fijación de una porción de aire atmosférico por parte del metal, de modo que se liberaba la materia del fuego o calórico y se formaba la cal correspondiente” (Mallove, 2005) con la cual rechazó la teoría del flogisto.

En la década que va de 1780 a 1790, Joseph Black fue el gran pionero en el estudio del calor y defensor de la teoría del calórico junto a Lavoisier, quien concluyó, a través de experimentos en los cuales se ponían en contacto

mezclas a distintas temperaturas, las dos premisas de esta teoría: que el calor no se crea ni se destruye, sólo puede transferirse de un cuerpo a otro y que la cantidad de calórico transportado hacia o desde el objeto es directamente proporcional a la masa y la temperatura del objeto. Según Black (1803) “sin la ayuda de termómetros, podemos percibir una tendencia del calor a difundirse de cualquier cuerpo más caliente en todas las direcciones, hasta que es distribuido, de tal manera que ninguno de ellos está dispuesto a tomar más calor que el resto, el calor es causado por un estado de equilibrio”. Esta ley de conservación expuesta por Black se representa del siguiente modo, por ejemplo, “si un bloque caliente (A) se coloca en una cantidad de agua fría (B), el fluido calorífico fluye del cuerpo más caliente al frío y alcanza así un equilibrio, donde el calor perdido por A es igual al calor ganado por B (suponiendo que el sistema formada por ambos cuerpos está bien aislado), lo que podría simbolizarse por $Q_A = Q_B = 0$, en donde Q es la variación de calor de cualquier muestra, y puede calcularse a partir de la siguiente ecuación:

$\Delta Q(cal) = Masa \text{ de la muestra (gr)} * calor \text{ especifico (cal/g } ^\circ\text{C)} * [Temp. Final - Temp. Inicial \text{ (en } ^\circ\text{C)}]$, en donde $Q(cal)$ es la variación de calor, con unidades de calorías, (gr) es la unidad de la masa de la muestra en gramos, (cal/g $^\circ\text{C}$) son las unidades del calor específico en calorías, gramos y grados centígrados y Temp. Final - Temp. Inicial es la diferencia de la temperatura final y la temperatura inicial. Así, el calor fue concebido como una sustancia material, pues era fácil pensar que el exceso de fluido calorífico fluye del cuerpo más

caliente al más frío hasta alcanzar el equilibrio y, realmente, era casi inconcebible que tan simple observación exigiera el punto de vista del calor como un modo de movimiento de las partículas”(Porrás, 2006).

El hipotético fluido calorífico comenzó a tomar gran impulso al asignarle dos importantes propiedades: la de que las partículas del calorífico se repelían entre sí, y que además las partículas eran atraídas por los corpúsculos de la materia. Sin embargo, esta teoría presenta dos hipótesis, la primera, era la posibilidad de que el material calorífico tuviera peso. Naturalmente, esta cuestión fue ingeniosamente examinada por experimentación directa. Pero, las pruebas fueron negativas, debido a las dificultades inherentes de la pesa exacta a diferentes temperaturas. La segunda hipótesis era que el fluido calorífico se conservaba en todos los procesos térmicos.

Los primeros desafíos a estas hipótesis fueron proporcionados sobre los experimentos del conde Rumford, de nombre Benjamín Thompson quién trabajaba en el arsenal militar de Múnich, Alemania, “este personaje estaba interesado en el estudio de sistemas de calentamiento a vapor , construcción de chimeneas, entre otros, y es sabido que haciendo de supervisor de la perforación de cañones de bronce, puso en cuestión el carácter sustancial del calorífico al considerar que la fuente de calor generada por la frotación del aparato que cortaba las limaduras en el bronce de los cañones era inagotable.

Entonces la hipótesis más plausible era considerar que el calor como movimiento” (Furió-Gómez, Solbes y Furió-Mas, 2007).

Más tarde Humphry Davy, mediante una serie de experimentos originales basados en el frotamiento de dos trozos de hielo entre si hasta su fusión, en la cual la gran cantidad de calor necesaria para fundir el hielo sólo puede proceder de la fricción. Davy concluyo que “experimentalmente, el calórico o materia calorífica no existe”. (Holton, 1976).

Estos y otros muchos experimentos realizados principalmente por Rumford fueron decisivos contra la teoría del calórico, sin embargo, no fueron suficientes para convencer a los partidarios del calórico de cambiar sus puntos de vista, pues no existía ninguna otra teoría que ofrecer en su lugar.

La teoría del calórico era más práctica y plausible para explicar una gran variedad de otros fenómenos físicos y químicos.

“La crítica del conde de Rumford sobre la naturaleza sustancial del calórico fue continuada en el siglo XIX en un clímax científico y social muy diferente donde se buscaban explícitamente relaciones entre la mecánica, el calor, la electricidad y la química” (Furió-Gómez, Solbes y Furió-Mas, 2007), es en esta

época juegan un papel fundamental Sadi Carnot y James Joule. Sadi Carnot (1796-1832) ante la principal preocupación de qué era el calor para aprovecharlo en la posibilidad de hacer trabajo publica en 1824 un trabajo en el que se refiere al “calor” como el proceso de transferencia de energía térmica de un cuerpo a otro que está a diferente temperatura.

La teoría mecánica del calor acogió mayor fuerza, al anunciarse la idea de que había algún tipo de interrelación entre el calor y el trabajo. “Esta idea culmina con los trabajos de Joule (1818-1889) que establecen que el calor y el trabajo son más manifestaciones de la energía” (Camelo y Rodríguez, 2008), por lo que finalmente se manifiesta que el calor no puede ser entendido como una sustancia material, sino que es una forma de energía.

2.3.3 Un acercamiento histórico al concepto de energía interna.

En cuanto al acercamiento histórico del concepto de energía interna se puede decir que se encontró muy poca información acerca de cómo se llegó a él, lo que se puede rescatar es que la aparición del concepto de energía interna tiene su base en la construcción del concepto de energía y conservación de la energía a través de la historia, obviamente como el concepto que nos interesa es el de energía interna no nos detendremos en el recorrido histórico del

concepto energía, sólo nos apoyaremos en algunos acontecimientos que nos parecieron importantes para acercarnos al concepto que queremos estudiar.

Es “a principios de los años 1840 cuando Joule y Mayer establecen una relación cuantitativa de equivalencia entre el trabajo y el calor, y comienza a introducirse el concepto de energía diferenciándolo de fuerza y a abandonarse el modelo del calórico” (Furió-Gómez, Solbes y Furió, 2007), además es a partir de esta relación entre calor y trabajo que se deriva “el concepto de energía como una función general de los sistemas que les permite hacer trabajo. Definición limitada, de entrada, a la “Fuerza viva” y a los cambios mecánicos y que irá evolucionando hasta llegar a definirla como la capacidad de los sistemas para hacer transformaciones en particular, haciendo trabajo y transfiriendo calor” (Furió-Gómez, Solbes y Furió, 2007).

Más adelante el concepto de energía se convierte en estructurante de las diferentes ciencias como la mecánica, la electricidad, el magnetismo, la química, pues permite explicar las diferentes interacciones que se habían venido dando. Con ello, “las transformaciones de unas formas de energía en otras en un sistema aislado o entre sistemas que interaccionan condujo al establecimiento del principio de conservación de la energía, iniciándose así el origen de la termodinámica como síntesis de las dos ciencias: la mecánica y el calor” (Furió-Gómez, Solbes y Furió, 2007).

Rudolf Clausius (1822-1888), hizo más aceptable la idea de considerar el calor como una forma de energía, como la energía cinética asociada al movimiento de las moléculas de la materia. Clausius analiza la relación entre trabajo y el calor realizado sobre un sistema y como es necesario introducir el concepto de energía interna que será la que variara en estas interacciones mecánica y térmica.

Más adelante Duhem (1910) propone que la energía interna viene a ser la energía potencial asociada a las fuerzas interiores del sistema. El mismo autor parece identificar en otro escrito que el calor no es una forma de la energía y ahonda en el concepto cualitativo de energía interna, cuando dice que el valor de la energía interna del sistema en un estado determinado depende de todas las propiedades que caracterizan a ese estado: figuras de diversas partes del cuerpo, cuyo sistema está compuesto de las posiciones de estos cuerpos respecto a otros, temperatura, densidad, textura, consistencia sólida, líquida o gaseosa, estado químico, magnético, eléctrico de cada uno de ellos, etc. Por tanto pone como ejemplo concreto que la energía interna puede depender de tres términos, energía físico-química, energía eléctrica y energía magnética. Finalmente el calor no aparece como una componente de la energía interna, aunque se acepte que la variación de ese potencial de los sistemas puede ser

medido en un calorímetro cuando por ejemplo, la interacción química se realiza a volumen constante.

2.3.4 Concepciones alternativas

Los conceptos fundamentales de la termodinámica: calor, temperatura y energía interna tienen muchas dificultades en cuanto a su enseñanza, pues como se mencionó al principio de este apartado, muchas de las dificultades tienen su origen en la utilización que se le ha dado en la vida cotidiana para explicar parte de los fenómenos térmicos que rodean al hombre.

A partir de investigaciones que se han realizado en la enseñanza de las ciencias, “se ha demostrado que al llegar al aula, los estudiantes poseen concepciones que por lo general no coinciden con la científicamente aceptadas y son altamente resistentes al cambio” (Martínez y Pérez, 1997), estas concepciones son las llamadas alternativas o preconceptos.

En cuanto al concepto de calor, se puede decir que la forma de enseñanza ha sido un tema controversial hasta el presente, y ella radica en que es un término muy utilizado en el lenguaje cotidiano, pues las palabras “calor y caliente forman parte del vocabulario de los estudiantes desde edades tempranas, son

usadas en la descripción de situaciones familiares y muchos estudiantes construyen toda una serie de conceptualizaciones sobre la naturaleza y comportamiento de los objetos fríos y calientes que les rodean” (Domínguez, De Pro bueno y García-Rodeja, 1998). Algunas de estas concepciones son:

Según Macedo De Burghi y Soussan (1985), a través de cuestionarios escritos en su trabajo de investigación con estudiantes de 10 a 15 años, encuentran las siguientes preconcepciones sobre calor y temperatura:

- El calor es el sol o el fuego, dan una identidad calor=fuente.
- Calor es lo que da el sol, noción de aporte de calor por la fuente.
- Calor es lo que producen los rayos del sol.
- El calor es una temperatura elevada.
- Calor es cuando algo está caliente.
- El calor es vapor.
- El calor hace fatigar y hace transpirar. • El calor hace transformar un líquido en sólido
- El calor es una forma de energía.

También en una exploración previa por medio de cuestionarios ligeros con estudiantes de 2 B.U.P. (bachillerato unificado polivalente) realizada por García y Rodríguez (1985), llegan a las siguientes concepciones:

- El calor se puede transmitir de unos cuerpos a otros.
- Los neumáticos de un coche que frena han ganado calor.
- Todo cuerpo posee un calor.
- Calor es la energía que desprenden las moléculas de los cuerpos en movimiento.
- El frio es la falta de calor.
- El calor se transmite a través de los cuerpos con mayor o menor velocidad según la materia del cuerpo.
- El calor es un aumento de temperatura.
- El calor es una de las formas en que se transforma la energía.
- En nuestro cuerpo albergamos calor, tenemos una temperatura.
- Los abrigos dan calor.
- Esta olla guarda muy bien el calor.
- Todos juntos nos damos calor.
- Los termos son recipientes que guardan el calor o el frio.
- Cierra la puerta que se va el calor ó entra el frio.
- Sudo porque tengo mucho calor.

En la misma línea de ideas, Domínguez y otros (1998), presentan la siguiente tabla en la que resaltan las ideas alternativas de algunos conceptos que se relacionan con calor

CONCEPTO	IDEAS ALTERNATIVAS
----------	--------------------

CALOR	Algo material, contenido en el cuerpo (sistema); cuanto más calor tiene el cuerpo más caliente estará. En los cuerpos el calor puede pasar de unas partes a otras o de unos cuerpos a otros.
CALOR / FRÍO	Son dos fluidos materiales y opuestos. La sensación calor/frío es consecuencia de la transferencia del calor/frío al cuerpo.
CALENTAR / ENFRIAR	Ganancia o pérdida de ese ente material llamado <i>calor</i> .
CALIENTE / FRÍO	Son propiedades características de los cuerpos. Por ejemplo, los metales son fríos por naturaleza.
TEMPERATURA	Temperatura = calor. Temperatura y calor son sinónimos y aquella, en todo caso, mide la cantidad de calor
	que tiene el sistema. La temperatura depende de la masa o del volumen.
DILATACIÓN	Paso de calor al interior del cuerpo haciéndolo más grande y, como consecuencia, más pesado.

Tabla 2.2 ideas alternativas inducidas por el lenguaje cotidiano según Domínguez y otros, 1998)

Además, el calor presenta uno de los problemas lingüísticos más serios, ya que no sólo es una palabra común sino que su uso inadecuado dentro de las

ciencias refuerza las visiones científicas, antiguas y erróneas. “A pesar del trabajo de personas como Rumford, Joule, entre otros; para combatir la teoría intuitiva de calórico se siguen escuchando muchos de sus vestigios: el calor sube, tal objeto retiene mucho calor, un sistema bien aislado no pierde mucho calor, la planta de vapor desperdicia mucho calor, cierra la puerta para que no se salga el calor o se entre el frío” (Cervantes, De la torre y otros, 2001), es decir, se sigue asociando el calor a alguna clase de sustancia.

Otras concepciones son las descritas por Viennot, en las que se encuentra que en la mayor parte de los comentarios de los alumnos el calor parece ser algo que calienta otras cosas, ese algo es asimilado a un cuerpo caliente. La encuesta realizada por el autor arrojó los siguientes datos:

- El calor es el aire caliente
- El calor es un fluido o un sólido que calienta...cuando ustedes lo tocan parece caliente-sin importar lo que tiene el calor por dentro.

Con respecto al concepto de temperatura, este también presenta algunas concepciones alternativas, algunas de estas están relacionadas con el calor, llegando a asimilar que calor y temperatura son lo mismo. Algunas de estas concepciones son:

- La temperatura es la cantidad o la medida del calor.
- La magnitud del calor es la temperatura.
- La temperatura es la energía calorífica que posee un cuerpo.
- “La temperatura es la cantidad de calor dentro de un espacio...eso nos indica el calor del agua” (Viennot).

De acuerdo a Cervantes (1987), los resultados aportados en entrevistas individuales, muestran que los alumnos asocian la temperatura de un cuerpo como función del volumen de éste (un cubo de hielo grande tarda más en fundirse que otro más pequeño porque el grande tiene una temperatura más fría que el pequeño), de donde se puede interpretar este criterio relativo a la cantidad, como el origen de la confusión entre calor y temperatura por parte de muchos niños y algunos adultos. Se interpreta también la temperatura como la medida de la mezcla de calor y de frío dentro de un objeto.

Se puede observar que para los estudiantes la noción intuitiva de temperatura es más restringida que el concepto de calor, pues la temperatura es más cercana al concepto científico como tal, lo que no sucede con calor, es por ello, que en cuanto al concepto de temperatura no se muestran tantas concepciones alternativas. Es decir, los estudiantes asumen con mayor facilidad el concepto de temperatura como el asumido por la comunidad

científica, en cambio con el concepto de calor presentan más concepciones alternativas, pues asumen el concepto desde situaciones cotidianas.

En el trabajo que realizaron Camacho y Pérez (2005), sobre la transposición didáctica de los conceptos de calor y temperatura en los libros de texto, con el fin de hacer un análisis comparativo entre los textos de enseñanza y los documentos originales que sustentan el desarrollo histórico-epistemológico de los conceptos calor y temperatura, llegaron a concluir que en los libros de texto las definiciones de calor y temperatura se alejan del saber científico, describiéndolos bajo denominaciones muy diversas y empleándose a veces como sinónimos, además, que hay una distancia epistemológica entre cómo son concebidos calor y temperatura, desde la literatura especializada y los libros de texto.

En las anteriores concepciones alternativas encontradas por los diferentes autores, es claro ver problemas de diferenciación entre los conceptos de calor y temperatura, pues en muchas ocasiones definen calor en términos de temperatura y viceversa. Las ideas que los estudiantes tienen sobre el calor y la temperatura, así como los fenómenos relacionados con estos conceptos, no sólo difieren de las concepciones que tienen los científicos de éstos, sino también de la propia perspectiva que en los niveles de enseñanza elementales

se trata de impartir. Esto ocasiona que se dificulte “el aprendizaje de otros fenómenos térmicos más particulares: calor latente, calor sensible, capacidad térmica, conductividad térmica, energía interna, entre otros”. (Cervantes, De la torre y otros, 2001).

Con respecto al concepto de energía interna, Martínez y Pérez (1997) encontraron que en estudiantes del nivel medio, el concepto de calor permanece ligado al de energía como una forma, aún cuando lo relacionen directamente con la diferencia de temperatura. Así mismo, el concepto de energía interna no es aceptado por los estudiantes como función de estado, pero lo utilizan para explicar fenómenos como los cambios de fase.

“Las dificultades de los estudiantes y del profesorado para la comprensión y el manejo del concepto de energía, se extienden a los conceptos de calor y trabajo, por lo que algunos autores han propuesto prescindir de los mismos y hablar sólo de variaciones de energía entre el sistema y el medio que interaccionan”. (Alomá y Malaver, 2007), por ende los estudiantes se les dificulta en mayor medida entender este concepto, porque al no tener claridad sobre el concepto de calor, será más complicado entender los otros conceptos que necesitan de él, como lo es el de energía interna.

2.3.5 Conceptos de Calor, Temperatura y Energía Interna en la actualidad

Después de haber hablado de los conceptos fundamentales de la termodinámica desde su historia y de algunas concepciones alternativas, es necesario hablar ahora de estos conceptos, pero a la luz de los paradigmas vigentes, es decir, en la actualidad.

2.3.5.1 Calor

El calor no es una función de estado, luego no tiene sentido preguntar cuánto calor tiene un sistema; a menudo se dice que es una forma de energía y esto puede inducir al error al tratarlo como función de estado. “El calor está definido sólo en términos de procesos; antes y después del proceso de transferencia de energía entre el sistema y su entorno, el calor no existe” (Domínguez, De Pro bueno y García-Rodeja, 1998), además, calor y trabajo son formas de transferencia de energía “debidas a la acción de fuerzas a nivel molecular: cuando cuerpos de temperaturas diferentes se ponen en contacto, las colisiones entre sus moléculas provocan una transferencia de energía del cuerpo de mayor temperatura al del menor; el calor es trabajo realizado desde el punto de vista molecular” (Levine, 1995).

Si uno toca una estufa caliente pasa energía de ella a la mano porque la estufa está más caliente que la mano. Pero si uno toca un trozo de hielo, la mano cede energía al hielo, en el cual está más baja la temperatura. “La dirección

de la transferencia de la energía siempre es de una sustancia de mayor temperatura a otra sustancia de menor temperatura que la rodea. El proceso por el cual la energía se transfiere de un objeto a otro debido a una diferencia de temperatura entre ambos se llama calor". (Hewitt, 1996).

"Cuando fluye calor entre dos objetos o sustancias que están en contacto, se dice que los objetos o sustancias están en contacto térmico. Si existe contacto térmico, el calor fluye de la sustancia de mayor temperatura hacia la que se encuentra a menor temperatura. Sin embargo, el calor no fluye necesariamente de una sustancia con más energía cinética molecular total a una sustancia con menos energía cinética molecular total. Por ejemplo hay más energía cinética molecular en un tazón grande con agua tibia que en una tachuela al rojo vivo. Pero si sumergimos la tachuela en el agua, el calor no fluye del agua, (que tiene más energía cinética total), a la tachuela, (que tiene menos); fluye de la tachuela caliente al agua tibia" (Cervantes, De la torre y otros, 2001). La cantidad de energía nunca fluye por sí misma de un cuerpo frío hacia otro más caliente. La cantidad de energía que fluye de un cuerpo a otro no sólo depende de la diferencia de temperatura sino también de la cantidad de materia. Por ejemplo, un barril lleno de agua caliente transferirá más energía a una sustancia fría que una taza llena de agua a la misma temperatura. Hay más energía cinética molecular en la mayor cantidad de agua.

2.3.5.2 Temperatura

La temperatura es una medida del movimiento aleatorio de traslación de los átomos y moléculas de un cuerpo; en forma más específica, es una medida de la energía cinética promedio de los átomos y moléculas de un cuerpo. “Se sabe, por ejemplo, que hay el doble de energía térmica en 2 litros de agua en ebullición que en 1, porque en estas condiciones 2 litros fundirán dos veces más hielo que un litro. Pero las temperaturas de ambas cantidades de agua son las mismas, dado que la energía cinética promedio de las moléculas en cada caso es la misma. Así, vemos que existe una diferencia entre la energía térmica, la cual se mide en joules y la temperatura, que se mide en grados”. (Hewitt, 1996).

Así mismo, la temperatura es una magnitud que se utiliza habitualmente para describir un medio. ¿Qué mide? La agitación media de las partículas que componen el cuerpo: la de los átomos para un cuerpo simple y la de las moléculas para un cuerpo compuesto. Gracias a la temperatura, el físico se hace una idea del estado de las partículas que componen el objeto, así como el de las fuerzas que a escala microscópica garantizan la cohesión del cuerpo. (Khalatbari y Godfrin, 2000). Además, la temperatura es de propiedad intensiva, es decir si tengo un objeto a una temperatura de 3°C y otro objeto a

una temperatura de 5°C, entonces la temperatura total del sistema no es de 8°C, ya que si tienen igual masa y son la misma sustancia, sería un promedio entre las dos temperaturas y no la suma de ésta.

Escalas de temperatura

Aunque en la historia se mencionaron las diferentes escalas⁵, se va a abordar un poco más en ellas:

- Celsius

En la escala que se usa comúnmente en los laboratorios se asigna el número 0 a la temperatura de congelación del agua, y el número 100 a su temperatura de ebullición (a presión atmosférica normal). El espacio entre las dos marcas se divide en 100 partes iguales llamadas grados; en consecuencia, un termómetro calibrado como acabamos de describir se llama termómetro centígrado (de centi, “centésimo” y gradus, “grado”). Sin embargo ahora se llama termómetro Celsius en honor de la persona que sugirió esa escala, el astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744).

- Fahrenheit

⁵ Tomadas de Hewitt, P. G. (1996). Física conceptual.

En Estados Unidos hay otra escala más popular. En ella, se asigna el número 32 a la temperatura de congelación del agua, y el número 212 a su temperatura de ebullición. Esa escala la tiene un termómetro

Fahrenheit, en honor a su ilustre originador, el físico alemán Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736).

- Kelvin

Los científicos favorecen otra escala de temperaturas más, la escala Kelvin, en honor de Lord Kelvin (1824-1907), físico inglés. Esta escala no se calibra en función de los puntos de congelación y de ebullición del agua, sino en términos de la energía misma. El número 0 se asigna a la mínima temperatura posible, el cero absoluto, en la cual una sustancia no tiene energía cinética en absoluto para dar o compartir. El cero absoluto corresponde a -273°C en la escala Celsius. Las unidades de la escala Kelvin tienen el mismo tamaño que los grados de la escala Celsius, y así la temperatura del hielo que se funde es de $+273$ Kelvin. En la escala Kelvin no hay números negativos.

Además se han establecido relaciones entre las diferentes escalas, que nos permiten convertir unas temperaturas en términos de las otras, por ejemplo para convertir Celsius a Fahrenheit se utiliza la expresión $T (^{\circ}\text{F}) = (9/5) * T (^{\circ}\text{C}) + 32$ y así sucede con las otras escalas:

Fórmulas de conversión de temperaturas
--



De	A	Fórmula
Fahrenheit	Celsius	$C = (F - 32) / 1.8$
Celsius	Fahrenheit	$F = (1.8)C + 32$
Fahrenheit	Kelvin	$K = (F + 459.67) / 1.8$
Kelvin	Fahrenheit	$F = (9/5)K - 459.67$
Fahrenheit	Rankine	$Ra = F + 459.67$
Rankine	Fahrenheit	$F = Ra - 459.67$
Celsius	Kelvin	$K = C + 273.15$
Kelvin	Celsius	$C = K - 273.15$

Tabla 2.3 Fórmulas de conversión de escalas de temperatura

2.3.5.3 Energía interna

Hay una cantidad de energía encerrada en todos los materiales. Por ejemplo, en un libro el papel está formado por moléculas que se mueven en forma constante, tiene energía cinética. Debido a las interacciones entre las moléculas vecinas, también tienen energía potencial. Las páginas se pueden quemar con facilidad, por lo que se deduce que almacenan energía química, que en realidad es energía potencial eléctrica a nivel molecular. Se sabe que hay cantidades inmensas de de energías asociadas a los núcleos atómicos. Además está la energía del existir, que describe la célebre ecuación $E=mc^2$ (la energía de masa). En estas y otras formas se encuentra la energía dentro de una sustancia y, tomada en su conjunto, se llama energía interna. (Hewitt, 1996).

La energía interna es “la suma de todas las energías cinéticas y potenciales del sistema compuesto por moléculas. Hay un término de E_c (energía cinética) para cada molécula y un término E_p (energía potencial) para cada par de moléculas. La palabra interna hace alusión a que es propia del sistema” (Martínez y López, 1997).

La energía interna es concebida como “una función de estado de un sistema que está constituido por la suma de la energía cinética del movimiento aleatorio de traslación, rotación y vibración de las moléculas, energía potencial dentro de las moléculas y entre moléculas” (Serway, 2005), es útil relacionar la energía interna con la temperatura de un cuerpo, pero esta relación es limitada, pues pueden ocurrir cambios de ésta en ausencia de cambio de temperatura. La energía interna depende de la cantidad de masa de un cuerpo y de su temperatura; además es de propiedad extensiva, es decir, si un cuerpo tiene un cambio de energía interna de 9 J y otros dos cuerpos que tienen cada uno un cambio de energía interna de 4,5 J al ponerlos en contacto queda un cuerpo de cambio de energía interna de 9 J.

CAPITULO 3

DISEÑO METODOLÓGICO

CAPÍTULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 RUTA DE INVESTIGACIÓN

- Construir un marco teórico que articule los tópicos: resolución de problemas, movimiento ciencia, tecnología y sociedad y conceptos fundamentales de la termodinámica: calor, temperatura y energía interna.
- Diseñar una estrategia didáctica utilizando la resolución de problemas encaminada al trabajo de los conceptos de calor, temperatura y energía interna.
- Diseñar un instrumento válido y confiable con el que se evalúe el aprendizaje conceptual de los estudiantes sobre los temas de calor, temperatura y energía interna.
- Aplicar la estrategia didáctica basada en la resolución de problemas desde el Movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y encaminada al trabajo de los conceptos de calor, temperatura y energía interna.

- Aplicar el instrumento al grupo experimental y el grupo control para evaluar el aprendizaje conceptual de los estudiantes sobre los conceptos fundamentales de la termodinámica.
- Elaborar el informe de investigación en el cual estén incluidos los avances teóricos, la estrategia didáctica, el instrumento y los resultados obtenidos sobre la influencia que tiene la estrategia didáctica aplicada para analizar el aprendizaje conceptual.

3.2 Diseño de investigación

En esta investigación cuantitativa para la recolección de la información se utiliza un estudio cuasi experimental con un grupo experimental, un grupo control y una pos prueba que se aplica a ambos grupos.

El estudio es cuasi experimental porque se manipula una variable independiente, que en este caso es la metodología de enseñanza para observar su efecto sobre la variable dependiente, que es el aprendizaje conceptual. También es cuasi experimental debido a que los estudiantes no se asignan al azar a los grupos experimental y control, ni se emparejan, sino que los grupos ya están formados antes del experimento; sin embargo aunque

los grupos no son equivalentes estadísticamente, en ellos se logra observar equivalencia con respecto al número de estudiantes que conforman cada grupo, el estrato socioeconómico, promedio de la edad, docente en el área de Física tanto para el grupo experimental como para el grupo control.

En cuanto a la manipulación de la variable independiente que es la enseñanza, al grupo experimental se le aplica la estrategia didáctica basada en la resolución de problemas como investigación dirigida y orientada desde el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad para la enseñanza de los conceptos fundamentales de la termodinámica: Calor, Temperatura y Energía interna. Por otro lado al grupo control se le aplica la metodología tradicional con exposición magistral y solución de ejercicios sobre los mismos conceptos. Por último, después de aplicar las diferentes metodologías de enseñanza a ambos grupos, se les aplica un test para evaluar el aprendizaje conceptual, con las mismas condiciones para ambos, es decir, el mismo día, con la misma duración y las mismas preguntas.

El proceso de análisis de datos, se hace mediante un estadígrafo que compara medias entre grupos. Así, por medio de la t - de student se compara los resultados obtenidos en cuanto al aprendizaje de los conceptos Calor,

Temperatura y Energía interna del grupo experimental con relación al grupo control.

El estudio se realiza en un periodo de tiempo de cinco semanas, cada semana se realizan tres sesiones, cada sesión tiene una duración de 55 minutos, es decir, son en total 15 sesiones con una duración de 825 minutos. El cronograma de trabajo será distribuido así: 4 semanas para la aplicación de la estrategia didáctica en el grupo experimental y para la enseñanza de los conceptos al grupo control; esto se hace de manera paralela a ambos grupos y la última semana para la aplicación del test conceptual, al grupo experimental y al grupo control.

3.3 Población y Muestra.

La población para esta investigación son los estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa San Luis Gonzaga y la muestra escogida consta de dos de los cuatro decimos.

La Institución Educativa San Luis Gonzaga está ubicada en la zona urbana del municipio de Copacabana. Esta institución es de carácter público con un total de 2300 estudiantes, los cuales son de estrato socioeconómico uno, dos y tres. La institución cuenta con dos jornadas académicas. La primera jornada está comprendida entre las 6 am y las 12 y 30 del medio día. La segunda jornada

va desde las 12:45 a las 7:45 pm. Los grados noveno, décimo y undécimo están ubicados en la primera jornada y los grados sexto, séptimo y séptimo en la segunda jornada. El grado decimo consta de cuatro grupos en dos modalidades: comercio y académico, la intensidad horaria de Física en ambas modalidades es de 3 sesiones semanales con el mismo profesor.

La muestra escogida representa la población, de acuerdo a las siguientes características: el número de estudiantes del grupo experimental es de 34, de los cuales 12 son de género masculino y 22 son de género femenino. En el grupo control hay 34 estudiantes, de los cuales 16 son de género masculino y 18 son de género femenino. El promedio de la edad de los estudiantes para ambos grupos es de 16 años, el estrato socioeconómico es 1, 2 y 3; ambos grupos están en la jornada de la mañana, reciben la misma intensidad horaria en clases de Física que son 3 sesiones, el docente de Física es el mismo para los dos.

3.4. Variables a estudiar

En este estudio cuasi experimental, se presentan dos tipos de variables, la primera que es la manipulada o sea la independiente y la segunda la observada o sea la dependiente. La variable manipulada es la metodología de enseñanza y la variable observada es el aprendizaje conceptual de

Calor, Temperatura y Energía interna.

3.4.1. Variable manipulada.

La variable que se manipula por parte del profesor es la metodología de enseñanza. Ésta tiene dos valores. La enseñanza por transmisiónrecepción basada en la metodología tradicional que es aplicada al grupo control y la enseñanza mediante la estrategia didáctica basada en la resolución de problemas como investigación dirigida desde el movimiento CTS aplicada al grupo experimental.

3.4.2. Variable observada

La variable observada en esta investigación es de tipo conceptual para los conceptos básicos de termodinámica, esta variable está conformada por factores y cada factor está constituido por indicadores. En la tabla 3.1 se relaciona cada factor con sus respectivos indicadores.

Tabla 3.1 Factores e indicadores de la variable conceptos básicos de termodinámica.

Factor	Indicadores
Comprensión del concepto de calor.	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="906 1518 1409 1623">• Comprender el concepto de calor como transferencia de energía. (pregunta 1)<li data-bbox="906 1675 1409 1816">• Comprender que la transferencia de energía (Calor) entre dos cuerpos se da a diferentes temperaturas.(pregunta 3)

<p>Condiciones que intervienen en el proceso de transferencia de energía</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entender que un aislante térmico impide que fluya la energía calórica. (pregunta 2) • Comprender que son necesarios por lo menos dos sistemas para el proceso de transferencia de energía (calor). (pregunta 4) • Comprender que la transferencia de calor se da desde los cuerpos de mayor temperatura a los de menor.(pregunta 5)
<p>Comprensión del concepto de temperatura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el concepto de temperatura como la medida del promedio de la energía cinética de las moléculas.(pregunta 6) • Comparar la medida de la temperatura en las diferentes escalas. (pregunta 7 y 8)
<p>Comprensión del concepto de energía interna.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el concepto de energía interna como la constituida por energía rotacional, vibracional, cinética y potencial de las moléculas.(pregunta 9) • Comprender que la energía interna depende de la temperatura.(pregunta 10)

Factor: comprensión del concepto de calor.

El calor es uno de los conceptos que constituyen la base del estudio de la termodinámica, desde la comunidad científica se concibe como el proceso de transferencia de energía entre dos sistemas debido a una diferencia de

temperatura entre ellos. Por ser éste un concepto asociado al lenguaje cotidiano, los estudiantes presentan concepciones alternativas que tienden a confundir este concepto con el de temperatura. Para evaluar este factor, se hace necesario la comprensión del concepto como el asumido por la comunidad científica y diferenciarlo de temperatura.

Factor: condiciones que intervienen en el proceso de transferencia de energía

En el proceso de transferencia intervienen algunos elementos, como son: el aislante térmico, el cual establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura, la presencia de por lo menos dos sistemas en contacto térmico, el cual se da cuando puede haber transferencia de calor de un sistema a otro y que la dirección en que fluye la energía se da desde los cuerpos de mayor temperatura a los de menor independientemente de su masa. Para medir este factor se proponen situaciones que den cuenta de las condiciones mencionadas.

Factor: comprensión del concepto de temperatura.

La temperatura es un concepto fundamental de la termodinámica, el cual es concebido como una magnitud intensiva que no depende de la masa y está relacionado directamente con la energía cinética molecular media de las

partículas que conforman dicho cuerpo y en consecuencia con la agitación de las mismas (Levine, 1995). Para medir la temperatura existen diferentes escalas, como: Celsius, Fahrenheit, Kelvin y Rankin, las cuales permiten conocer el valor numérico que da cuenta que tan alta o que tan baja puede estar.

Factor: comprensión del concepto de energía interna.

La energía interna es concebida como una función de estado de un sistema que está constituido por la suma de la energía cinética del movimiento aleatorio de traslación, rotación y vibración de las moléculas, energía potencial dentro de las moléculas y entre moléculas, (Serway, 2005). Para medir este factor se debe comprender que la energía interna depende de la cantidad de masa de un cuerpo y de su temperatura; así como también que es de propiedad extensiva.

CAPITULO 4

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

CAPÍTULO 4: ESTRATEGIA DIDÁCTICA

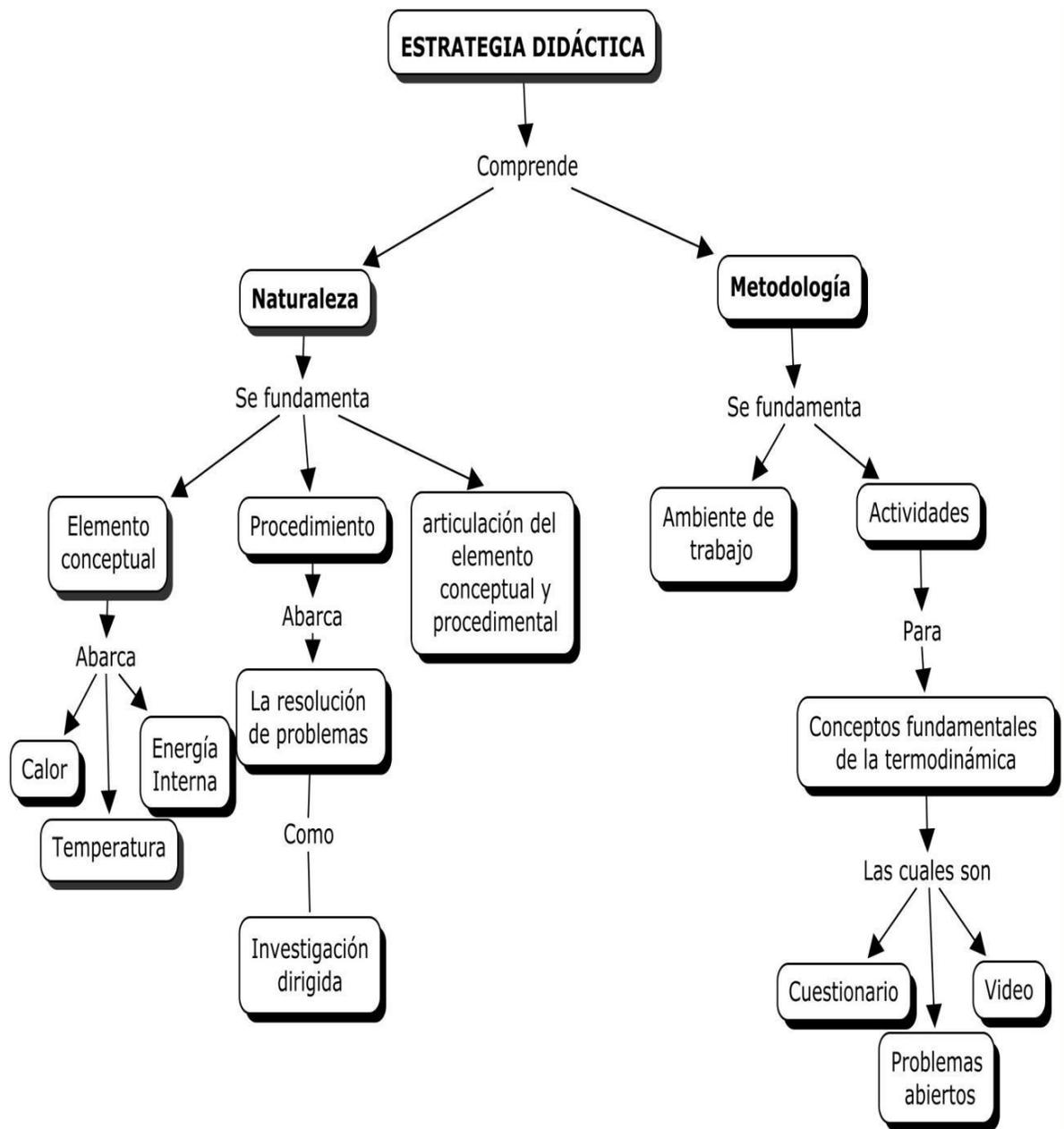


La estrategia didáctica, consta de dos partes, la primera de ellas es la naturaleza de la estrategia didáctica y la otra es la metodología de la estrategia.

La naturaleza está constituida por tres aspectos principales, que son: un elemento conceptual, en donde se explican los conceptos que se abordan en la estrategia, un elemento referido a los procedimientos que se desarrollan en la estrategia, el cual es el modelo de resolución de problemas como investigación dirigida y el último aspecto es la articulación del elemento conceptual con los procedimientos para el desarrollo de la estrategia.

La parte de la metodología se fundamenta en dos partes principales, que son: el ambiente de trabajo y las actividades sobre las cuales se van a desarrollar los conceptos fundamentales de la termodinámica. (Anexo 1). En el ambiente de trabajo, el docente informa a los estudiantes sobre el trabajo a realizar, conforma los equipos de trabajo y se explica el modelo de resolución de problemas. En las actividades, se desarrollan los conceptos de la termodinámica: calor, temperatura y energía interna por medio de tres problemas abiertos. El esquema 4.1 recoge en esencia lo que compone la estrategia didáctica.

Esquema 4.1 Estructura de la estrategia didáctica



4.1 NATURALEZA

Para plantear la estrategia didáctica, se desarrollan algunos conceptos de la termodinámica, los cuales son fundamentales debido a que son necesarios para comprender otros conceptos como: calor latente, capacidad térmica, conductividad térmica, entre otros, además las leyes de la termodinámica. En la estrategia didáctica primero se exploran algunas concepciones alternativas de los estudiantes en cuanto a los conceptos de calor, temperatura y energía interna, después se abordan estos conceptos desde las concepciones científicas mediante la implementación de la estrategia didáctica.

4.1.1 procedimientos

La metodología que se presenta en la estrategia didáctica, servirá de base para que los estudiantes se guíen y sistematicen el proceso de resolución de los problemas. En este caso la metodología de resolución de problemas se enfocará como investigación dirigida, pues en esta propuesta el estudiante está implicado y auto-motivado en la medida en que trabaja la resolución de un problema, se concede importancia al conocimiento previo y se desarrolla en el contexto de situaciones próximas a la realidad del estudiante, por ende se deben plantear problemas abiertos. Esta metodología presenta unas etapas para la resolución de los problemas, las cuales son:

- Análisis cualitativo del problema, en donde se comprende el problema, cuales son los datos más relevantes, las condiciones

iniciales y las condiciones finales.

- Emisión de hipótesis, aquí se presentan las posibles soluciones del problema, que deben concordar con lo establecido por la comunidad científica.
- Diseño de estrategia de resolución, aquí el estudiante elige lo que va a ser, como se va a hacer y con qué. Este proceso debe estar orientado por las hipótesis ya formuladas.
- Resolución, esta etapa se caracteriza porque se ejecuta el plan diseñado en la estrategia de resolución.
- Análisis de resultado, aquí además de analizar errores, se trata de verificar la validez del resultado obtenido.

Cuando se habla de situaciones próximas a la realidad del estudiante, una posibilidad de contextualizar los problemas es articularlos a los lineamientos del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad. El movimiento CTS corresponde a “una línea de trabajo académico e investigativo, que tiene por objeto preguntarse por la naturaleza social del conocimiento científicotecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales de las sociedades occidentales” (Uribe, 2007). Además, uno de sus objetivos principales es educar para una comprensión y difusión pública de las ciencias y de la cultura científica, para

popularizar la ciencia y, sobre todo sus formas de pensamiento. Desde esta perspectiva el estudiante percibe que la Física no está alejada de su vida social, en la medida que se plantean problemas de situaciones medio-ambientales que afectan a toda la comunidad.

4.1.2 Articulación del componente conceptual con el procedimental

La estrategia didáctica se enfoca en la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de calor, temperatura y energía interna a través de la metodología de resolución de problemas como investigación dirigida articulada con los lineamientos del movimiento ciencia, tecnología y sociedad. Los conceptos de calor, temperatura y energía interna fueron escogidos para el desarrollo de la estrategia didáctica, debido a que por lo general en las instituciones educativas no se alcanza a estudiar, por estar programada en los planes de estudio como la última unidad a abordar; además, desde el Ministerio de Educación Nacional se establece que esta unidad representa gran parte de los contenidos básicos que todo estudiante debe saber en Física y como último aspecto es que la termodinámica abarca conceptos que están cercanos a las problemáticas ambientales que vive el estudiante.

En cuanto a los problemas, “uno de los objetivos que plantea la enseñanza de las ciencias es el de enseñar a los alumnos a aprender cómo hacer ciencia y, una de las maneras que propone la literatura de aproximarse a este objetivo,

es mediante la resolución de problemas” (Irazoque, Zamora y Garritz, 2005). Es decir, los problemas son el punto de partida del proceso de enseñanza aprendizaje.

Con respecto al movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad, éste pretende promover la acción ciudadana en la toma de decisiones y la resolución de problemas que involucren a la ciencia y tecnología, es por ello, que los problemas a trabajar, deben ser situaciones abiertas, de manera que se puedan construir conceptos, aplicar leyes y al mismo tiempo trabajar en la práctica. Es decir, a partir de los lineamientos que propone este movimiento los problemas que se presentan en la estrategia además de ser abiertos, están contextualizados a situaciones cercanas a la realidad del estudiante, donde se analizan algunas problemáticas mundiales que afectan a la sociedad actualmente. Esta contextualización permite que los estudiantes encuentren una cercanía entre su educación y la sociedad en la cual están inmersos, además posibilita tener una orientación en la toma de decisiones sobre las problemáticas ambientales que lo están afectando.

4.2 Metodología

Esta parte corresponde al trabajo en el aula de clase. Comprende la organización del ambiente de trabajo y las actividades que se desarrollan en

la estrategia didáctica (anexo 1). En cuanto al ambiente de trabajo, éste es organizado por el docente en el aula de clase e incluye aspectos como: explicación de la metodología usada en el proceso de resolución de problemas, la función del docente, la conformación de los equipos de trabajo y duración de la estrategia didáctica.

En cuanto a las actividades, estas comprenden dos partes, la primera corresponde a conocer el modelo de resolución de problemas como

investigación dirigida, por medio de una lectura en la cual se encuentra cada una de las etapas del modelo, de esta manera se van apropiando del modelo que se va a seguir en la resolución de los problemas. La segunda parte corresponde al tema específico, el cual abarca los conceptos de calor, temperatura y energía interna; para ello, primero se propone un cuestionario abierto, con el fin de indagar sobre las concepciones previas que tienen los estudiantes en cuanto a estos conceptos, después se proponen tres problemas abiertos que se deben solucionar mediante el modelo de resolución de problemas como investigación dirigida. Además, para cada problema se presenta una lectura que ayuda a solucionarlo. Las fichas en las cuales se implementó la estrategia fueron:

TEMAS	SESIONES	FECHA	DURACIÓN
Organización	Sesión 1	13 de octubre	95 minutos
	Sesión 2	14 de octubre	55 minutos

Implementación de la estrategia didáctica	Sesión 3	20 de octubre	95 minutos
	Sesión 4	21 de octubre	55 minutos
	Sesión 5	27 de octubre	55 minutos
	Sesión 6	28 de octubre	55 minutos
	Sesión 7	3 de noviembre	110 minutos
	Sesión 8	4 de noviembre	55 minutos
	Sesión 9	10 de noviembre	110 minutos

CAPITULO 5

ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS

CAPITULO 5: ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS

En este capítulo se explica el instrumento elaborado y sus pasos o procesos para recolectar la información. El instrumento de esta investigación es un test de conceptos básicos sobre termodinámica, el cual tiene como objetivo medir el aprendizaje conceptual de algunos conceptos de estudiantes sobre: calor, temperatura y energía interna. Algunas de las preguntas presentadas en este test han sido adaptadas de otros test propuestos en investigaciones, de los cuales hemos adaptado algunas modificaciones.

1.1 CARACTERÍSTICAS DEL TEST

El test busca medir el aprendizaje conceptual de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa San Luis Gonzaga. El test consta de 10 reactivos (anexo 2), los cuales son de selección múltiple con cuatro opciones de respuesta. El índice de confiabilidad del instrumento es de 0,608, es decir, en un 60,8% la prueba genera en un individuo la misma puntuación o una muy similar, si éste la resuelve varias veces. En cuanto a la validez del test que se obtuvo mediante el análisis factorial, por medio del programa SPSS, arrojó como resultado que los 10 reactivos que componen el test se agruparon en cuatro factores (tabla 3.1); esto permite inferir que el test usado mide el aprendizaje conceptual de calor, temperatura y energía interna.

1.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL TEST

Para elaborar el test lo primero que se hizo fue investigar sobre cada uno de los conceptos que se van a medir y de esta manera analizar algunos aspectos fundamentales para poder entender el concepto, como son: los aislantes térmicos, los sistemas, diferencia de masas, entre otros. Por ejemplo para evaluar el concepto de calor, es necesario la comprensión de las condiciones para la transferencia de energía, como son: el contacto térmico, la diferencia de temperaturas, la dirección en que fluye la energía. El mismo proceso se llevó a cabo con los otros dos conceptos.

Finalmente el test inicial estuvo constituido por 14 reactivos.

1.3 SELECCIÓN DE LOS REACTIVOS

El proceso llevado a cabo para seleccionar de 14 reactivos 10, constó principalmente de una prueba piloto, en la cual se aplicó el test inicial a 37 estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa León XIII ubicada en el municipio del Peñol, con esta aplicación se evaluó la coherencia, que los reactivos estuvieran bien formulados y se comprendieran, además de obtenerse con dichos datos la validez y la confiabilidad.

Los datos obtenidos en la prueba se calificaron de la siguiente forma

1: si la respuesta es correcta

0: si no responde o la respuesta es incorrecta

Las respuestas dadas por los estudiantes se analizaron utilizando el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), el cual “es un programa estadístico informático muy usado en las ciencias sociales y las empresas de investigación de mercado. Es muy popular su uso debido a la capacidad de trabajar con bases de datos de gran tamaño, además, de permitir la recodificación de las variables y registros según las necesidades del usuario. El programa consiste en un módulo base y módulos anexos

que se han ido actualizando constantemente con nuevos procedimientos estadísticos. SPSS tiene un sistema de ficheros en el cual el principal son los archivos de datos (extensión. SAV). Aparte de este tipo existen otros dos tipos de uso frecuente:

- Archivos de salida (output, extensión. SPO): en estos se despliega toda la información de manipulación de los datos que realizan los usuarios mediante las ventanas de comandos. Son susceptibles de ser exportados con varios formatos (originalmente HTML, RTF o TXT)
- Archivos de sintaxis (extensión. SPS): Casi todas las ventanas de SPSS cuentan con un botón que permite hacer el pegado del proceso que el usuario desea realizar. Lo anterior genera un archivo de sintaxis donde se van guardando todas las instrucciones que llevan a cabo los comandos del SPSS. Este archivo es susceptible de ser modificado por el usuario.”⁶

Los datos, es decir las respuestas obtenidas mediante la prueba piloto, se pasan al editor de datos del SPSS (figura 5.1), para así analizar la confiabilidad que tiene el test inicial encontrando el coeficiente α de Cronbach, que es el que nos arroja la fiabilidad de la prueba, ésta “es una medida de coherencia

⁶ SPSS. Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2009. En: <http://es.wikipedia.org/wiki/SPSS> ⁷
HERNÁNDEZ, Sampieri. Metodología de la investigación. Capítulo 10: análisis de los datos cuantitativos. Pág. 438. Cuarta edición.

interna, en la cual el coeficiente oscila entre 0 y 1, donde 0 significa nula confiabilidad y 1 representa un máximo de confiabilidad”⁷, es decir, para que la prueba sea confiable se debe obtener un coeficiente mayor de 0,5. Por tanto si este resultado no supera el 0.5 el programa nos muestra un cuadro de resultados en el cual se indica cuanto sube el coeficiente α de Cronbach si se elimina determinado reactivo, es decir, el programa nos indica que reactivo se debe eliminar para que suba el coeficiente.

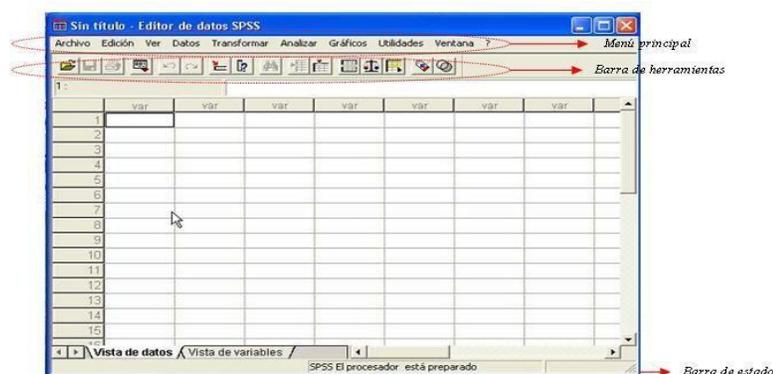


Figura 5.1 vista de datos en SPSS⁷

Después de tener los datos, lo que se hizo fue obtener la confiabilidad a través de el siguiente proceso: analizar escalas \rightarrow análisis de fiabilidad

Al introducir las respuestas de los estudiantes de los 14 reactivos, se obtuvo como resultado el alfa de cronbach de 0,509 y este sube hasta 0,550 si se elimina el reactivo 8 (tabla 5.1)

⁷ Tomada de: http://www.ugr.es/~bioestad/guiaspss/practical1/img/1_1_2.jpg

Tabla 5.1 Primeros resultados estadísticos de la aplicación de la prueba piloto a los estudiantes de la Institución Educativa León XIII

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,509	,517	14

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
VAR00001	4,7297	5,036	,304	,343	,460
VAR00002	4,8919	4,821	,480	,527	,421
VAR00003	4,8378	5,084	,310	,540	,460
VAR00004	4,8649	5,898	-,062	,657	,544
VAR00005	4,7838	5,396	,147	,287	,500
VAR00006	4,8378	4,862	,423	,544	,432
VAR00007	4,7568	5,411	,136	,247	,503
VAR00008	4,7027	5,881	-,067	,475	,550
VAR00009	4,8649	5,287	,221	,319	,482
VAR00010	4,8919	5,155	,301	,586	,464
VAR00011	4,6486	5,123	,259	,243	,472
VAR00012	4,6216	5,686	,013	,673	,532
VAR00013	5,0541	5,664	,140	,445	,500
VAR00014	4,6216	5,520	,083	,461	,515

Dado que el alfa de cronbach puede ser superior al que ya se obtuvo, por segunda vez se hizo el análisis de confiabilidad, pero eliminando del test inicial el reactivo 8. Esta vez se obtuvo como resultado el alfa de cronbach de 0,550 el cual sube hasta 0,572 si se elimina el reactivo 4, sube hasta 0,550 si se elimina el reactivo 13 y sube hasta 0,554 si se elimina el reactivo 14 (tabla 5.2).

Tabla 5.2 Segundos resultados estadísticos de la aplicación de la prueba piloto a los estudiantes de la Institución Educativa León XIII
Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,550	,550	13

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
VAR00001	4,2703	5,036	,263	,324	,519
VAR00002	4,4324	4,752	,472	,521	,473
VAR00003	4,3784	5,075	,272	,468	,517
VAR00004	4,4054	5,637	,014	,656	,572
VAR00005	4,3243	5,225	,184	,284	,537
VAR00006	4,3784	4,797	,413	,527	,484
VAR00007	4,2973	5,381	,109	,243	,555
VAR00009	4,4054	5,248	,197	,318	,534
VAR00010	4,4324	5,086	,292	,580	,514
VAR00011	4,1892	4,991	,280	,218	,515
VAR00012	4,1622	5,362	,113	,587	,554

VAR00013	4,5946	5,637	,097	,371	,550
VAR00014	4,1622	5,362	,113	,338	,554

Finalmente se realizó por tercera vez el análisis de confiabilidad, eliminando los reactivos 4, 13 y 14, donde se obtuvo una confiabilidad de 0,608. (Tabla 5.3). Estos últimos resultados muestran que el test final lo componen 10 reactivos. (Anexo 2)

Tabla 5.3 Terceros resultados estadísticos de la aplicación de la prueba piloto a los estudiantes de la Institución Educativa León XIII

Estadísticos de		fiabilidad
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,608	,615	10

Después de obtener la confiabilidad, el paso que se siguió fue obtener la validez de la prueba, esta se obtuvo también por medio del programa SPSS, mediante el análisis factorial, “éste método indica cuantas dimensiones integran a una variable y que ítems conforman cada dimensión, los reactivos que no pertenezcan a una dimensión, quiere decir que están aislados y no miden lo mismo que los demás ítems, por tanto deben eliminarse.”⁸ El programa ofrece diferentes métodos para agrupar los factores, como son: componentes principales, mínimos cuadrados no ponderados, análisis alfa,

⁸ Ibíd. Pág. 442

entre otros. Para esta investigación hemos adoptado el método de componentes principales, el cual muestra la cantidad de factores y cada reactivo con diferente valor para su correspondiente factor. Al realizar el análisis se obtuvo como resultado que los diez reactivos se agruparon en cuatro factores (tabla 5.4). De aquí se pasó a organizar el reactivo que corresponde a cada factor, pues predomina en cada factor el número más alto que tenga el reactivo. Por ejemplo, el reactivo 1 corresponde al factor 2, el reactivo 2 corresponde al factor 1 y así sucesivamente. Teniendo los factores y sus correspondientes reactivos, lo último que se hizo fue sacar los indicadores correspondientes a cada factor, ya que estos dan cuenta de cada reactivo, es decir, en total son 10 indicadores de los 10 reactivos, para los cuatro factores (Tabla 3.1)

Tabla 5.4 Resultados estadísticos del análisis de factores por el método de componentes principales

Matriz de componentes^a

	Componente			
	1	2	3	4
VAR00001	,366	,510	-,051	,409
VAR00002	,737	,195	-,362	-,238
VAR00003	,396	,670	,198	-,237
VAR00005	,223	,116	-,757	,073
VAR00006	,666	-,385	,014	-,251
VAR00007	,381	-,040		-,232
			-,545	

VAR00009	,429	-,358		,592
VAR00010	,713	-,498		-,210
			,313	,543
			,025	
VAR00011	,497	,129	,013	
VAR00014	,139	,682	,258	-,118

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a 4 componentes extraídos

CAPITULO 6

ANÁLISIS DE

RESULTADOS

CAPITULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los datos obtenidos de los estudiantes del grupo control y experimental en cuanto al aprendizaje conceptual de calor, temperatura y energía Interna, se hace una descripción comparativa de los resultados porcentuales del grupo control con relación al grupo experimental y se prueba estadísticamente la hipótesis de investigación mediante el estadígrafo T-Student.

6.1 APRENDIZAJE CONCEPTUAL DE CALOR, TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA

6.1.1. Datos obtenidos de los grupos control y experimental.

Los datos que se presentan en las tablas 6.1 y 6.2 fueron obtenidos después de aplicar el test: “conceptos fundamentales de la termodinámica” a los estudiantes de los grupos control y experimental, respectivamente. En dichas tablas las columnas hacen referencia a los resultados de cada uno de los reactivos evaluados del test y las filas hacen referencia a los resultados de

cada estudiante evaluado. Además, para la sistematización de los datos se usan dos valores, se registra un valor de uno (1) cuando la respuesta al reactivo es calificada como correcta, se registra un valor de cero (0) cuando la respuesta al reactivo es calificada como incorrecta.

Tabla 6.1 Datos obtenidos del grupo control en cuanto al aprendizaje conceptual de Calor, Temperatura y Energía Interna

		ÍTEMS										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
E S T U D I A N T E S	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	
	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	
	3	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	
	4	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	
	5	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	
	6	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	
	7	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	
	8	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	
	9	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	
	10	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
E V A L U A D O S	11	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	
	12	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	13	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
	14	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	15	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	
	16	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
	17	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	19	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	
	20	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
	21	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	
	22	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	
	23	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	
	24	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	26	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
	27	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	28	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
	29	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
	30	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
	31	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
	32	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
	33	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1: respuesta correcta; 0: respuesta incorrecta

Tabla 6.2 Datos obtenidos del grupo experimental en cuanto al aprendizaje conceptual de Calor, Temperatura y Energía Interna

		ÍTEMS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E S T U D I A N T E S	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
	2	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1
	3	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
	4	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
	5	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	6	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0
	7	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
	8	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
	9	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
	10	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
E V A L U A D O S	11	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
	12	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
	13	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
	14	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	15	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
	16	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
	17	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
	18	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
	19	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
	20	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1
	21	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
	22	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
	23	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
	24	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1

25	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
26	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
27	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1
28	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
29	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
30	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
31	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
32	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
33	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
34	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1

1: respuesta correcta; 0: respuesta incorrecta

6.1.2. Descripción comparativa entre los resultados porcentuales del grupo experimental con relación al control.

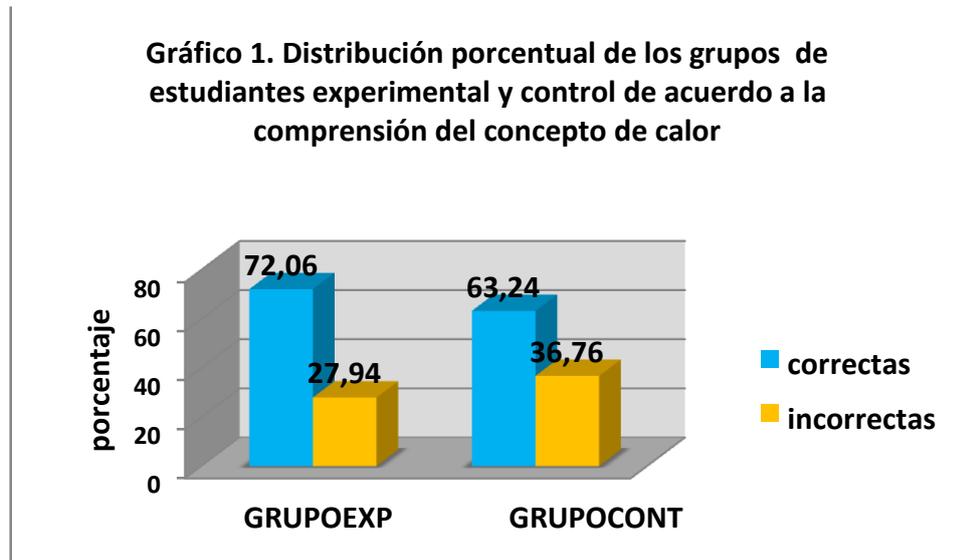
El aprendizaje conceptual de los estudiantes sobre Calor, Temperatura y Energía interna, es evaluada mediante 4 factores, los cuales son: comprensión del concepto de calor, condiciones que intervienen en el proceso de transferencia de energía, comprensión del concepto de temperatura y comprensión del concepto de energía interna.

Cada uno de los factores a su vez comprende algunos indicadores, con el fin de obtener una sola gráfica para cada factor, se sacó el promedio de las respuestas correctas y las respuestas incorrectas tanto del grupo experimental como del grupo control en los respectivos indicadores que correspondían al factor.

- Factor comprensión del concepto de calor

El concepto de calor, se evaluó con los indicadores comprender el concepto de calor como transferencia de energía y comprender que la transferencia de energía (Calor) entre dos cuerpos se da a diferentes temperaturas. Los resultados indican que el 72,06% del grupo experimental comprende adecuadamente el concepto de calor, y que el 27,94% de este grupo no lo hace. Así mismo indican que el 63,24% del grupo control comprende adecuadamente dicho

concepto, y que el 36,76% de dicho grupo no lo hace (ver gráfico 1).



Las diferencias pueden ser debidas a que el grupo experimental uso como estrategia de aprendizaje la resolución de problemas como investigación dirigida, en la cual “se plantea el aprendizaje como tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que los alumnos puedan considerar de su interés” (Gil, 1993), de esta manera, se basó más en comprender el concepto implicado en el problema que la mecanización de situaciones solucionadas con el uso de una fórmula. Por el contrario el aprendizaje en el grupo control se basó en la resolución de problemas mediante la metodología tradicional, la cual “tiene como base la utilización de tareas rutinarias, que son esencialmente ejercicios o problemas cerrados, casi siempre apoyados en la utilización de reglas y algoritmos anteriormente aprendidos y automáticamente aplicados”(Neto y Valente, 2001), por

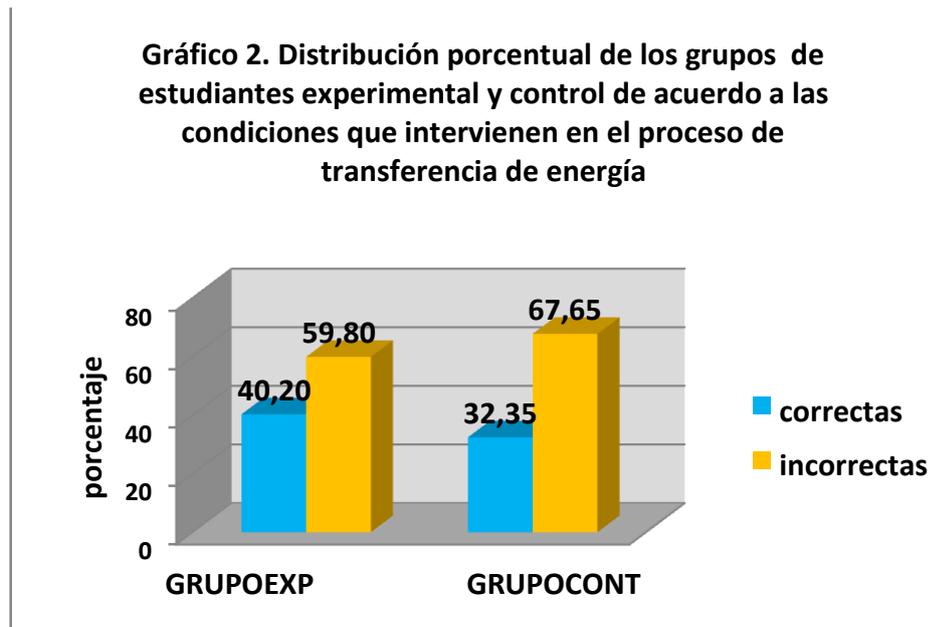
tanto dicho grupo no tuvo la posibilidad de comprender el problema y las diferentes relaciones que permiten comprender el concepto, pues la importancia que se le da al problema es aplicar la fórmula y obtener el resultado.

Por otra parte, el que aproximadamente un 28% del grupo experimental responda incorrectamente al ítem con que se evalúa el concepto de calor puede ser debido a que este “es un vocablo muy utilizado en la vida cotidiana con otra connotación (el calor es alguna clase de sustancia) que le ha servido a la gente para explicar parte de los fenómenos térmicos” (Cervantes y otros, 2001).

- Factor condiciones que intervienen en el proceso de transferencia de energía.

Las condiciones que intervienen en el proceso de transferencia de energía, fueron evaluadas con los indicadores: entender que un aislante térmico impide que fluya la energía calórica, comprender que son necesarios por lo menos dos sistemas para el proceso de transferencia de energía (calor) y comprender que la transferencia de calor se da desde los cuerpos de mayor temperatura a los de menor. Los resultados indican que el 40,20% del grupo experimental analiza adecuadamente las condiciones que intervienen en el proceso de transferencia de energía, y que el

59,80% de este grupo no lo hace. Así mismo indican que el 32,35% del grupo control analiza adecuadamente dichas condiciones, y que el 65,65% de dicho grupo no lo hace (ver gráfico 2).



Las diferencias pueden deberse a que el grupo experimental al resolver problemas abiertos tuvo la posibilidad de acotar el problema y hacer un análisis cualitativo del mismo, lo que permite que la transferencia de energía (calor) se asimile como un proceso de interacción entre sistemas y no como una sustancia; mientras que el grupo control sólo asimila estas condiciones por medio de problemas que arrojan datos por el algoritmo aplicado, es decir, se obtiene un número que permite resolver el problema, pero que impide analizar dicha interacción y la dirección en que fluye el

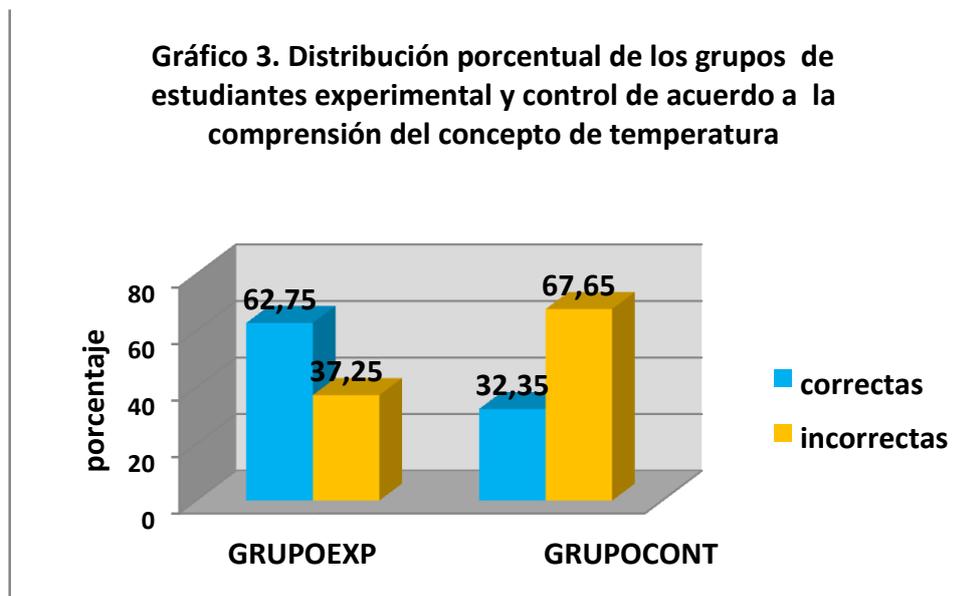
calor.

El que más de la mitad de los estudiantes del grupo experimental responda incorrectamente a este factor puede atribuirse tal vez, a que cuando se les propone a los estudiantes determinados conceptos científicos, como es el caso de calor, “estos están ya en posesión de sus propios esquemas conceptuales al respecto, elaborados en un intento de explicación racional de sus experiencias cotidianas previas, estos conceptos espontáneos resultan extraordinariamente resistentes al cambio”. (Vásquez, 1987), por lo que los estudiantes no logran asumir con facilidad el concepto de calor como transferencia de energía, y por ende se les dificulta mucho más analizar las condiciones que intervienen en este proceso, además de que las exigencias en lo referente a las condiciones que son necesarias para generar un aprendizaje conceptual, implica mucho tiempo para romper con el esquema tradicional de la enseñanza.

- Factor comprensión del concepto de temperatura.

Los indicadores que corresponden a este factor son: comprender el concepto de temperatura como la medida del promedio de la energía cinética de las moléculas y comparar la medida de la temperatura en las diferentes escalas. Los resultados indican que el 62,75% del

grupo experimental comprende adecuadamente el concepto de temperatura, y que el 37,25% de este grupo no lo hace. Así mismo indican que el 32,35% del grupo control comprende adecuadamente dicho concepto, y que el 67,75% de dicho grupo no lo hace (ver gráfico 3).



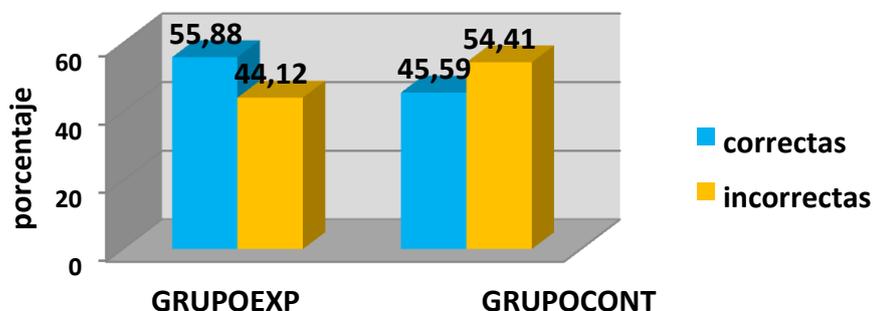
Las diferencias pueden ser debidas a que el grupo experimental por medio de las situaciones contextualizadas, que son cercanas a su vida cotidiana, les permitía estar más familiarizados con el problema, logrando una mejor interpretación, además para los estudiantes la noción intuitiva de temperatura es más restringida que el concepto de calor, pues esta es más cercana al concepto científico como tal, es por ello que no se muestran tantas concepciones alternativas; en cambio la resolución de problemas cerrados en el grupo control no

da la oportunidad al estudiante de un aprendizaje conceptual porque una ecuación le permite la solución sin tener la necesidad de comprender, analizar, experimentar, sintetizar y evaluar.

- Factor comprensión del concepto de energía interna.

El concepto de energía interna, se evaluó con los indicadores comprender la energía interna como la constituida por energía rotacional, vibracional, cinética y potencial de las moléculas y comprender que la energía interna de un sistema depende de la temperatura. Los resultados indican que el 55,88% del grupo experimental comprende adecuadamente el concepto de energía interna, y que el 44,12% de este grupo no lo hace. Así mismo indican que el 45,59% del grupo control comprende adecuadamente dicho concepto, y que el 54,41% de dicho grupo no lo hace (ver gráfico 4).

Gráfico 4. Distribución porcentual de los grupos de estudiantes experimental y control de acuerdo a la comprensión del concepto de energía



Las diferencias pueden ser debidas a que el grupo experimental, en el que se implementó una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas articulados al movimiento CTS, el cual “ofrece grupos de situaciones contextualizadas, que ayudan a los estudiantes a aprender los conceptos, a desarrollar sus capacidades de pensamiento y conseguir un conocimiento en acción” (Hodson, 2003), posibilita un mejor aprendizaje del concepto de energía interna que es uno de los cuales están presentes en las problemáticas ambientales actuales; por el contrario el grupo control no tuvo la posibilidad de hacer una construcción propia de sus conocimientos, pues la importancia de los problemas se restringe a lo procedimental, es decir, la resolución de problemas se enfoca a la aplicación de un algoritmo que lleva a la solución del problema, por lo que los estudiantes no comprenden los conceptos que en él se están abordando.

Por otro lado que la diferencia de los grupos sea sólo de un 10%, puede deberse a que “las dificultades de los estudiantes para la comprensión y el manejo del concepto de energía interna, se extienden a los conceptos de calor y trabajo”. (Alomá y Malaver, 2007), por ende los estudiantes se les dificulta en mayor medida entender este concepto, porque si no tienen claridad sobre el concepto de calor, es más complicado entender los otros conceptos que necesitan de él, como lo es el de energía interna.

6.1.3 Prueba de la hipótesis de investigación

Para probar estadísticamente la hipótesis se utiliza el estadígrafo t de Student. Para realizar dicho cálculo en esta investigación se usó el programa estadístico SPSS, pero cabe señalar que la t de Student también puede ser calculada mediante la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

En la cual:

\bar{X}_1 = media del grupo experimental.

\bar{X}_2 = media del grupo control.

S_1 = suma de las desviaciones del grupo experimental.

S_2 =suma de las desviaciones del grupo control.

n_1 =número de estudiantes evaluados del grupo experimental. n_2 = número de estudiantes evaluados del grupo control.

Los resultados indican que la t experimental es de 5,936 (tabla 6.3). Esta es mucho mayor que la t crítica estándar, que es 1,6924, para un nivel de significancia de 0,05 y 33 grados de libertad considerados en este estudio, y presenta un valor de significatividad bilateral de 99%. Esto permite decir que al ser la t experimental estadísticamente significativa también lo es la diferencia encontrada entre los dos grupos. Por ende se puede probar la hipótesis que afirma que la estrategia didáctica diseñada influye positivamente en el aprendizaje conceptual de los estudiantes sobre conceptos básicos de termodinámica.

Tabla 6.3 Resultados estadísticos de la aplicación de la t de Student a los datos de los grupos control y experimental en cuanto al aprendizaje conceptual de calor, temperatura y energía interna.

Correlaciones de muestras relacionadas			
	N	Correlación	Sig.
Par 1 GRUPEXP y GRUPCONT	34	,449	,008

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilater al)
					Inferior	Superior			
Par 1	GRUPEXP – GRUPCONT	1,5294 1	1,50223	,25763	1,00526	2,05356	5,936	33	,000

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas como investigación dirigida y articulada a los lineamientos del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad, posibilita el aprendizaje conceptual de calor, temperatura y energía interna de los estudiantes de grado décimo.

La articulación de la resolución de problemas y el movimiento CTS permitió que los problemas fueran contextualizados a la realidad de los estudiantes, por lo que se dio una aplicabilidad de los conocimientos científicos al mundo real, por ende se generó más interés por el aprendizaje de los conceptos de la termodinámica.

- La estrategia didáctica influye más en el aprendizaje del concepto de temperatura que en el aprendizaje de los conceptos de calor y energía interna, pues el problema abierto que se planteó permitió que las preguntas llevaran a los estudiantes a un acercamiento del concepto científico, además concuerda con que para los estudiantes la noción intuitiva de temperatura es más restringida que el concepto de calor, pues esta es más cercana al concepto científico como tal, por tanto no presenta tantas concepciones alternativas.
- El aprendizaje menos desarrollado con la implementación de la estrategia didáctica fue el concepto de calor y las condiciones que intervienen en él. Éste resultado concuerda con muchas investigaciones en las que se argumenta que el concepto de calor presenta muchas concepciones alternativas, dado que es muy utilizado en el lenguaje de la vida cotidiana de los estudiantes, ocasionando que se comprenda como una sustancia que permite la explicación de los fenómenos térmicos que rodean a los estudiantes.

- El aprendizaje de los conceptos calor, temperatura y energía interna mediante una estrategia didáctica que articula la resolución de problemas como investigación dirigida y el movimiento CTS, es mucho mayor y significativo, que el aprendizaje de estos conceptos mediante la estrategia tradicional que se centra en el aprendizaje por transmisión-recepción; esto permitió analizar que la resolución de problemas tradicional deja de lado lo conceptual para centrarse en lo algorítmico, impidiendo un aprendizaje más centrado en lo que la enseñanza de las ciencias se propone alcanzar.
- En el periodo de intervención de la estrategia didáctica, los estudiantes debieron asumir nuevos papeles dentro del contexto de clases, por la metodología de trabajo grupal, esta propuesta motivó a los estudiantes en la medida que resolvían los problemas de forma activa, se interesaban por participar en el debate de las respuestas, surgían varias propuestas y discusiones, ya que la temática trabajada en cada problema tenía que ver con situaciones medioambientales que actualmente afectan al mundo.
- La metodología de resolución de problemas desde situaciones cercanas a la realidad que vive el estudiante, es decir, situaciones contextualizadas posibilita una mejor apropiación de los conceptos de la ciencia, debido a que los estudiantes perciben que la enseñanza de

la física ayuda a entender algunas situaciones que viven por fuera del aula de clase, logrando relacionar lo educativo con lo social.

- La metodología de resolución de problemas permite realizar procesos propios de la ciencia, como analizar, acotar los problemas, emitir hipótesis, verificar, sintetizar, descurtir, trabajar en equipo, proponer e investigar, ya que el estudiante deja de ser el receptor del conocimiento para convertirse en un sujeto activo que se apropia de su aprendizaje, donde el docente sólo es un orientador del proceso.
- Desde la estrategia didáctica se promueve el trabajo en grupo, en la medida que cada uno de los integrantes debe asumir un papel de investigador, donde va a poder exponer ante sus compañeros su punto de vista frente al problema planteado y con los puntos de vista de los demás irán enriqueciendo la construcción de la solución, para finalmente por medio de un consenso grupal, tomar lo más significativo y relevante que posibilite dar la mejor solución.

7.2 RECOMENDACIONES

- Para la enseñanza del concepto de calor, mediante la metodología de resolución de problemas como investigación dirigida, sugerimos para otras investigaciones profundizar en el diseño de problemas abiertos que sean más trabajados durante la estrategia didáctica, en donde las preguntas confronten al estudiante con los conocimientos

espontáneos que trae desde su cotidianidad y los que propone la comunidad científica.

- Para cada concepto desarrollado en los problemas abiertos, se sugiere que cada concepto nuevo a enseñar ayude al mismo tiempo a explicar el anterior, de manera que se profundice mucho más en los conceptos y se refuercen falencias de los estudiantes en conceptos anteriores.
- La estrategia didáctica requiere más tiempo para ser desarrollada, pues un mes es un periodo muy corto en el cual no se puede desarrollar a fondo el aprendizaje de los conceptos calor, temperatura y energía interna, por las concepciones alternativas que presentan los estudiantes con respecto a estos conceptos.
- La propuesta que se planteó en el trabajo del aprendizaje conceptual de algunos de los conceptos que están en la base de la termodinámica, como son: calor, temperatura y energía interna, posibilita realizar una propuesta más amplia, en donde se incluyan más conceptos como calor latente, trabajo, incluso las leyes de la termodinámica, con el fin de abarcar más a fondo la unidad de termodinámica.

- Para futuras investigaciones, se recomienda que en el aula de clases se profundice en mayor medida la metodología de resolución de problemas como investigación dirigida con los estudiantes, antes de abordar los problemas abiertos, pues se evidenció algunas desorientaciones a la hora de seguir los pasos propuestos.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía.

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1(1), 3-16.

ACEVEDO, J. A y VÁZQUEZ, A. (2004). Las relaciones entre ciencia y tecnología en la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre*

Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 1 (3), pág. 240-246

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (2002). El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias. En *Sala de Lecturas CTS +I de la OEI*.

ACEVEDO, J. A; VÁSQUEZ, A; MARTIN, M y otros, (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 2 (2), pág. 121-140

ALOMÁ, E y MALAVER, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 25 (3), págs. 387-398

BECERRA L, C; GRAS-MARTÍ, A y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de Física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 22(2). Pág. 275-284.

BUTELER, L; GANGOSO, Z; BRINCONES C, I; GONZÁLEZ M, M. (2001). La resolución de problemas en física y su representación: un estudio en la escuela media. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 19 (2). Pág. 285-295.

CABRERA, G y ELÓRTEGUI, N. (1998). La incorporación de los trabajos prácticos a la resolución de problemas. II Simposio sobre la Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria. Colegio Oficial de Biólogos. 11 al 13 de septiembre. Madrid. pág. 234-238.

CAMACHO G, J. P y PERÉZ M, R. (2005) Análisis de la transposición didáctica de los conceptos calor y temperatura en los libros de texto para la enseñanza de la química. *Tecné, Episteme y Didaxis*. N. 17

CAMELO B, F. J y RODRÍGUEZ S, S. J. (2008). Una revisión histórica del concepto de calor: algunas implicaciones para su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*. N. 23

CARCAVILLA C, A y ESCUDERO E, T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de Física bien estructurados: aspectos identificativos y aspectos formales. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 22(2). Pág. 213-228.

CEBERIO, M; GUIASOLA, J y ALMUDÍ, J. M. (2008). ¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas de Física y qué resultados alcanzan? *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 26(3), pág. 419-430

CERVANTES, A. (1987). Los conceptos de calor y temperatura: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 5 (1). Págs. 66-70

CERVANTES, L; DE LA TORRE, N; VERDEJO, A; TREJO, L. M; CÓRDOVA, J. L y FLORES, F. (2001). El concepto de calor en

termodinámica y su enseñanza. Memorias del XVI Congreso Nacional de Termodinámica. México D.F. págs. 558-564

CHÁVEZ T, M. (2003). El lugar de la ciencia y la tecnología en la cultura occidental y su relación con la educación en ciencias y en tecnología: aportes y límites del movimiento de educación en “Ciencia, Tecnología y Sociedad” (CTS.) y una visión hacia el futuro. *Revista ciencia y tecnología*, número extra. Pág. 11-18

CONCARI, S. B y GIORGI, S. M. (2000). Los problemas resueltos en textos universitarios de Física. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 18(3). Pág. 381-390.

CONTRERAS, L. C, (1987). ¿La resolución de problemas, una panacea metodológica?; escuela universitaria del profesorado de EGB de Huelva. *Enseñanza de las ciencias*, vol. 5(1). Pág. 49-52

DA SILVEIRA, L. (1996). Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. *Enseñanza de las ciencias*, vol. 14 (1). pág. 83

DOMÍNGUEZ C, J. M; DE PRO BUENO, A y GARCÍA-RODEJA F, E. (1998). Las partículas de la materia y su utilización en el campo de calor y temperatura: un estudio transversal. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 16 (3), pág. 461-475.

Efecto invernadero. Fecha de consulta: 31 de agosto de 2009. En: <http://www.sagan-gea.org/hojared/Hoja15.htm>

ELSTGEEEST, J. (1976). La enseñanza de las ciencias mediante resolución de problemas. *Revista Perspectivas*. Vol. 8(1). Pág. 69-77

FURIÓ, C y VILCHEZ, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las Ciencias y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. ICE/Horsori: Barcelona.

FURIÓ-GÓMEZ, C; SOLBES, J Y FURIÓ-MAS, C. (2007). La historia del primer principio de termodinámica y sus implicaciones didácticas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. Vol. 4 (3). Págs. 461-475

GARCÍA G, J. J. Didáctica de las ciencias, resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. 1998, págs. 368

GARCÍA G, J. J. (1998). La creatividad y la resolución de problemas como base de un modelo didáctico alternativo. *Educación y pedagogía*; universidad de Antioquia, Facultad de Educación; vol. 10 (21). pág. 145-173

GARCÍA G, J. J. y CAUICH C, J. F. (2008). ¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? Una propuesta que articula la Tecnología, la Sociedad y el medio ambiente. *Revista educación y pedagogía*. Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de educación. Vol. 20 (50), pág. 111-122

GARCÍA, M. I. El deshielo de las cumbres. Terramérica, medio ambiente y desarrollo. Fecha de consulta: 31 de agosto de 2009. En: <http://www.tierramerica.net/2001/0408/acentos.shtml>

GARRET, M. R. (1988). Resolución de problemas y creatividad, implicaciones para el currículo de las ciencias; school of education, University of Bristol, U.K. *Enseñanza de las ciencias*, vol. 6 (3), pág. 224-230

GARRET, M. R. (1989). Resolución de problemas, creatividad y originalidad. *Revista chilena de educación química*. Vol. 14 (1-2), pág. 21-28

GARRET, R. M. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias. *Alambique*. Didáctica de las ciencias experimentales, N°5, pág. 6-15.

GAVADIA, V y otros. Análisis de los trabajos prácticos de biología en los libros de texto de secundaria. *En: didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. Barcelona Vol. 15, 1993

GIL P, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias*. Universidad autónoma de Barcelona.

GIL P, 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*. Vol. 11(2). pág. 197-212

GIL P, D y CARRASCOSA, J. El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *En: revista educación y pedagogía*. Medellín, Universidad de Antioquia, Vol. 11 (25). 1995.

GIL P, D; FURIÓ M, C; VALDÉS, P y SALINAS. (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 17(2). Pág. 311-320

GIL P, D. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1983). A model for problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, Vol. 5 (4), pp. 447-455.

GIL P, D; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J; SENEENT P, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física, una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las ciencias*, vol. 6 (2) pág. 131-146.

GONZÁLEZ A, A. (2003). Calor y trabajo en la enseñanza de la termodinámica. *Revista cubana de Física*, vol. 20 (2), Universidad de la Habana.

GRISALES G, G. M; GIL M, G y PALACIOS, J. I. la resolución de problemas para el desarrollo de las habilidades cognitivas superiores. Una propuesta a la enseñanza de la física newtoniana. Grupo de ciencias experimentales GECE. Universidad de Antioquia, Facultad de educación,

Medellín. 2000

HERNÁNDEZ, Sampieri. Metodología de la investigación. Capítulo 10: análisis de los datos cuantitativos. Pág. 438. Cuarta edición.

HEWITT, P. G. (1996). Física conceptual. Pearson educación. Novena edición. Pág. 291

HOLTON, G. (1976). Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas. Segunda edición. Editorial reverté S.A. pág. 841

Humedal de Capellanía. Fecha de consulta 31 de agosto de 2009. En:

http://es.wikipedia.org/wiki/Humedal_de_Capellan%C3%ADa

IBÁÑEZ O, M. T. Aplicación de una metodología de resolución de problemas como una investigación para el desarrollo de un enfoque ciencia-tecnología y sociedad en el currículo de biología de educación secundaria. Memoria para optar el grado de doctor. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Educación, Departamento de Didáctica de las ciencias experimentales, Madrid. 2003.

IRAZOQUE P, G; ZAMORA R, M. K y GARRITZ R, A. (2005). La resolución de problemas como centro constructor en la enseñanza de la termodinámica. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, VII congreso. Pág. 1-3

KEMPA, R. F. (1986). Investigación y experiencias didácticas: resolución de problemas de química y estructura cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 4(2), pág. 99-100

KHALATBARI, A y GODFRIN, H. (2000). La temperatura. *Mundo científico*. Vol. 20 (218).

La Coca Cola usa 390 millones de litros de agua por año. *América Latina en Movimiento*. Agencia latinoamericana de información. 2007-12-07.

Fecha de consulta: 31 de agosto de 2009. En:
<http://www.alainet.org/active/21074&lang=es>

LANGLOIS, F; GREY, J y VIARD, J. (1995). Influencia de la formulación del enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas. *Enseñanza de las ciencias*. Vol.

13(2), pág. 179-191

LEMKE, J. (2006). "Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir". *Enseñanza de las ciencias*. Barcelona. Vol. 24 (1), pág. 5-12

LEONARD, W; GERACE, W y DUFRESNE, R. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 20(3), pág. 387-400

LEVINE, I. N. (1995). Físicoquímica. Madrid: McGraw-Hill.

Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental del Ministerio de Educación Nacional MEN (1998).

LÓPEZ, B. y COSTA, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas. Fundamentación, presentación e implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, vol. 14(1). Pág. 45-65.

LÓPEZ C, J. A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad. El estado de la cuestión en Europa y estados unidos. *Revista iberoamericana de educación. Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la educación*. Nº 18, pág. 41-68.

LÓPEZ C, J. A. La democratización de la ciencia. Temas de Ciencia, tecnología, cultura y sociedad. Colección Poliedra. 2003

LÓPEZ R, N y CORTES, M. Implementación de prácticas de laboratorio para el desarrollo de una perspectiva científica en la formación inicial de maestros en la escuela normal superior „Victoriano Toro Echeverri“ de Amagá. Trabajo de grado para optar al título de Licenciatura en educación ciencias naturales. Universidad de Antioquia, facultad de educación, Medellín, 2003.

MACEDO DE BURGHI, B y SOUSSAN, G. (1985). Estudio de los

conocimientos pre-adquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 10 a 15 años. *Enseñanza de las ciencias*. pág. 83-90

MALLOVE, E. (2005). Los misterios y los mitos del calor: una breve historia de lo caliente y lo frío. *Revista Attos IV*. Publicado en su versión original en *infinite Energy* 37, mayo-junio de 2001. Fecha de consulta: 27 de abril de 2010. En: www.attos.com

MARTÍNEZ AZNAR, M. M y VARELA, M. P. (1996). De la resolución de problemas al cambio conceptual. *Investigación en la escuela*, N. 28, pág. 59-68.

MARTÍNEZ L, M. categorías principios y métodos de la enseñanza problémica. Editorial Pueblo y Educación, ciudad de la Habana. 1986. Pág. 9.

MARTÍNEZ, I. Termodinámica básica y aplicada. Apéndice 1: Historia de la termodinámica. Pág. 573-583. Fecha de consulta: abril 3 de 2010. En: <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/Appendices/Historia%20de%20a%20Termodinamica.pdf>

MARTÍNEZ, J. M y PERÉZ, B. A. (1997). Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 15 (3), pág. 287-300

MEJÍA R, M. N y ORTIZ E, N. Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS.) y Alfabetización Científica. Investigación Monográfica para optar al título de

Licenciadas en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad de Antioquia, Facultad de educación, Medellín. 2007, Págs. 53.

NANCLARES S, L. A; TAMAYO M, E. D; PARRA Z, P. A y FERNÁNDEZ R, J.M. Physis videns: implicaciones de una propuesta didáctica en la motivación y en la resolución de situaciones problémicas de la física a partir de imágenes en movimiento. Informe final de investigación. Grupo de investigación Diverser. Universidad de Antioquia, Facultad de educación, Medellín, 2007.

NETO, A y VALENTE, M. O. (2001). Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de física: una propuesta para su superación de raíz vygotskiana. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 19(1), pág. 21-30

NICKERSON, R. S; PERSKINS, D. N y SMITH, E. E. Enseñar a pensar aspectos de la aptitud intelectual. Ediciones Paidós. Ministerio de Educación y Ciencia. Barcelona, España. 1990. Pág. 432.

OÑORBE DE TORRE, A. y SÁNCHEZ J, J.M. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química. I. opiniones del alumno. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 14(2), pág. 165-170.

OSORIO M, C. (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque en CTS. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. *Revista iberoamericana de educación. Enseñanza de la tecnología*. N° 28. Pág. 61-81.

- PERALES P, F. J. (1993). La resolución de problemas, una revisión estructurada. Departamento de didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación. Campus universitario de Cartuja, Granada. *Enseñanza de las ciencias*, vol. 11(2), pág. 170- 178
- PERALES P, F. J. (1998). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Educación y pedagogía*; universidad de Antioquia, Facultad de Educación; vol. 10 (21). pág. 119-143
- PERALES P, F.J. y otros. (2000). resolución de problemas; proyecto Editorial S.A, Madrid. España; “síntesis educación”; Didáctica de las ciencias experimentales.
- POMÉS R, J. (1991). La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista pots-piagetiano. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 9 (1), pág. 78-82.
- PORRAS C, Y. A. (2006). El análisis histórico, epistemológico y didáctico como una concreción del modelo de aprendizaje de la termodinámica por investigación. *Tecné, Episteme y Didaxis*. N. 20
- PRADA, G y PINTO, Y. (2003). El calor, desde la transposición didáctica como problema epistemológico y didáctico. TED, Número Extra, Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencia.
- RAYMOND A, S. (2005). Física para ciencias e ingenierías. International Thomson editores, S.A. Sexta edición, vol. 1. pág. 605

RÍOS T, M; PIEDRAHITA, A. A y VALLEJO T, V.H. (2008). Las concepciones sobre el calor de los futuros maestros de ciencias naturales de la Universidad de Antioquia. Trabajo de investigación para optar el título de Licenciatura en Educación Básica Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Medellín.

RODRÍGUEZ DA SILVA, D; DEL PINO, J. C. (2009). Algunas reflexiones sobre la relación entre el uso de resolución de problemas como estrategia metodológica para la enseñanza de ciencias en la educación primaria y los cambios de comportamiento del grupo en estudio. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*. Vol. 6(2), pág. 232-246

SIGÜENZA, A. F. Y SÁEZ, M. J. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 8(3), pág. 223-230.

SMORODINSKI YA. (1983). La temperatura. Editorial Mir Moscú. Págs. 168

SOLBES, J y VILCHES, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 22(3). Pág. 337-347.

SPSS. Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2009. En:

<http://es.wikipedia.org/wiki/SPSS>

URIBE, C. (2007). Ciencia, Tecnología y Sociedad: revolución y revoluciones. Instituto de química. Universidad de Antioquia. Pág. 1-18

VIENNOT, L. Hechos experimentales y formas de razonamiento en termodinámica, enfoque común de los alumnos. Universidad Denis Didert. Paris, Francia. Pág. 1-10

ZAMORANO, R; GIBBS, H; MORO, L y VIAU, J. (2006). Evaluación de un modelo didáctico analógico para el aprendizaje de energía interna y temperatura. Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias. Vol. 3(3), pág. 392-408

ANEXOS

ANEXO 1
ESTRATEGIA DIDÁCTICA

ORGANIZACIÓN

Sesión 1

Objetivos:

- Organizar la metodología de trabajo
- Conocer el modelo de resolución de problemas como investigación dirigida

Actividades:

- A. Informar a los estudiantes sobre el trabajo que se pretende realizar.
- B. Conformar los equipos de trabajo.

C. Leer el documento sobre resolución de problemas y responder las preguntas.

Documento: LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO INVESTIGACIÓN DIRIGIDA

La propuesta de resolución de problemas como investigación es iniciada por Gil y Martínez Torregrosa (1983), esta se ha implementado desde hace aproximadamente unos veinte años en la Universidad de Valencia, España. Esta propuesta concibe a las y los estudiantes como investigadores *noveles*, cuya actividad consiste en una réplica de investigaciones bien conocidas por el experto que dirige y apoya el trabajo realizado. Se concede importancia al conocimiento previo y se desarrolla en el contexto de situaciones próximas a la realidad. Las etapas presentes en el modelo son:

- Análisis cualitativo del problema:

Quien resuelve el problema debe comprender que le están preguntando, cuales son los datos más relevantes para la solución del problema y que le hace falta para resolver el problema, en suma, el resolutor debe acotar el problema tomando conciencia de las condiciones iniciales del mismo.

- Emisión de hipótesis:

Emitir hipótesis fundadas, sobre los factores de los cuales puede depender la magnitud buscada. Estas hipótesis dirigen la investigación y evaluar los resultados obtenidos en la investigación.

- Diseño de estrategia de resolución:

Diseñar la estrategia de resolución del problema es elegir lo que se hace, como se hace y con qué. El proceso del diseño de la estrategia de resolución del problema debe estar orientado por las hipótesis formuladas y por el cuerpo de conocimiento del cual se dispone.

- Resolución:

Debe llevarse a cabo según el plan diseñado, evitando en todo momento el ensayo – error. El estudiante en esta etapa debe ser reflexivo sobre las acciones que va realizando, al mismo tiempo puede ir reestructurando el proceso de acuerdo a las necesidades y a nuevas inquietudes que van surgiendo.

- Análisis de resultado:

En esta etapa no se trata sólo de descubrir los errores, sino de verificar la validez del resultado con relación a las hipótesis emitidas y al cuerpo de conocimientos.

Responde las siguientes preguntas:

- ¿Habías escuchado sobre el modelo de resolución de problemas?

- ¿Qué piensas sobre la resolución de problemas en Física?
- ¿Qué etapas sigues para resolver un problema?
- ¿Qué tipo de problemas resuelves en el colegio?
- ¿Resolver problemas hace parte de tu vida cotidiana ó sólo hace parte del colegio?

D. Discutir en mesa redonda la lectura anterior.

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA

Sesión 2

Objetivo: Indagar sobre algunas concepciones previas de los conceptos a estudiar.

Actividades:

A. Contesta cada una de las preguntas del cuestionario.

CUESTIONARIO

1) ¿Qué entiendes por el concepto de calor?

2) Es correcto decir que un cuerpo tiene mucho calor. Explica

3) ¿Qué entiendes por el concepto de temperatura?

4) ¿Qué condiciones deben tener dos o más cuerpos para que fluya energía térmica de un cuerpo a otro?

5) Es correcto afirmar que a mayor calor mayor temperatura. Explica

6) ¿Qué entiendes por el concepto de energía interna?

7) Todos los cuerpos tienen energía interna. Explica

Sesión 3 y 4

Objetivo:

- Comprender el concepto de calor.

Actividades:

A. En el equipo de trabajo y utilizando el modelo de resolución de problemas como investigación dirigida resuelve el siguiente problema.

Problema: el calor.

El volcán nevado del Ruiz, en su parte superior está cubierto por un casquete glaciar entre 1200 y 1500 millones de metros cúbicos y el nevado del Huila tiene un casquete glaciar de 823 millones de metros cúbicos, es decir la masa del casquete glaciar del Ruíz es mayor que la masa del casquete del Huila; pero a causa del calentamiento global estos nevados se están descongelando al igual que muchos otros. ¿Cómo afecta el descongelamiento del nevado del Huila a los habitantes de Caldas, Tolima

y Huila?, si aislamos térmicamente los dos nevados, la temperatura inicial de ambos nevados es igual y reciben la misma cantidad de rayos solares, ¿Qué nevado se descongelaría más rápido? ¿Cómo sería la temperatura de un nevado con respecto a otro en el proceso de descongelamiento? ¿Podemos afirmar que el casquete del nevado del Ruiz tiene más cantidad de calor que el del Huila? Si aumentamos los rayos solares sobre el nevado del Ruíz, entonces ¿este nevado tendrá más cantidad de calor? ¿Tiene más temperatura que el nevado del Huila?

B. Discusión sobre la solución del problema con los diferentes grupos

C. Lectura que se entrega por parte del profesor.
Descongelamiento de los glaciares

“El descongelamiento de los glaciares en Colombia podría agotar a mediados o fines de este siglo las fuentes de agua de deshielo que surten acueductos como el de la ciudad de Manizales (Caldas)”⁹. Se ha escuchado en los medios de comunicación que el descongelamiento del nevado del Ruiz y de las otras montañas del parque de los Nevados es irreversible, en poco tiempo desaparecerán, debido al calentamiento global. Según el IDEAM, el Ruiz y el Huila son los nevados más golpeados del país por este fenómeno global. “El Ruiz ha perdido el 45% de su área glaciar y podría desaparecer en 6 años. Su situación agravó por el deshielo que tuvo en

⁹ García, María Isabel. El deshielo de las cumbres. Terramerica, medio ambiente y desarrollo. Fecha de consulta: 31 de agosto. En: <http://www.tierramerica.net/2001/0408/acentos.shtml>

1985 a raíz de la explosión que luego provocó la avalancha de Armero (Tolima)”¹⁰.

“El efecto invernadero es uno de los principales factores que provocan el calentamiento global de la Tierra, debido a la acumulación de los llamados gases invernadero los cuales retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. Algunos de estos gases son dióxido de carbono y el metano”¹¹, los cuales son producto de la actividad económica humana. Si se continúa con el aumento excesivo de estos gases, “la temperatura media de la superficie terrestre aumentara 0,3°C por década. Esta cifra, que parece a simple vista no excesiva, puede ocasionar, grandes cambios climáticos en todas las regiones terrestres. La década de los años ochenta ha sido la más calurosa desde que empezaron a tomar mediciones globales de la temperatura. Los científicos pronostican que para el año 2020, la temperatura ha aumentado en 1,8°C”¹². Si el casquete glaciar del nevado del Ruiz y el Huila se descongelara por completo se perdería una reserva natural de agua y aumentaría el nivel de los ríos, lo que ocasionaría inundaciones graves a las poblaciones que viven cerca de ellos.

¹⁰ *Ibíd.*

¹¹ Efecto invernadero. Fecha de consulta: 31 de agosto. En: <http://www.sagangea.org/hojared/Hoja15.htm>

¹² *Ibíd.*

En cuanto al descongelamiento de los dos nevados se puede decir que interviene la energía transferida en forma de calor, la temperatura inicial y de la cantidad de masa. La temperatura inicial de ambos es la misma, la cantidad de masa es diferente y la energía térmica suministrada es la misma, por tanto se descongelaría primero el casquete glaciar de menos masa. En el proceso de descongelamiento la temperatura del nevado de menos masa es mayor que el nevado de mayor masa por ser más pequeño, además no podemos afirmar que uno de los dos nevados reciba más transferencia de energía, ya que ambos están aislados térmicamente y reciben la misma transferencia de energía. Si se le suministra más energía térmica a uno de los glaciares aumenta la transferencia de energía, lo que ocasiona además un aumento de la temperatura y por tanto un descongelamiento más acelerado para este glaciar.

Desde la comunidad científica, el calor es entendido como un proceso de transferencia de energía de un sistema a otro debido a la diferencia de temperatura (Porrás, 2006).

Sesión 5 y 6

Objetivo: comprender el concepto de temperatura.

Actividades:

A. En el equipo de trabajo y utilizando el modelo de resolución de problemas como investigación dirigida resuelve el siguiente problema.

Problema: Temperatura.

La industria nacional de gaseosas S.A que embotella Coca Cola diariamente en su producción, por cada 2.7 litros de agua que extrae de la tierra, fabrica 1 litro de su producto y los otros 1.7 litros los destina para lavar botellas y máquinas, es decir, lo convierte en agua contaminada que posteriormente es vertida a los alcantarillados, algunos desembocan en ríos, humedales, lagunas, entre otros. Particularmente en Bogotá en el humedal de Capellanía se ha descubierto que estas aguas residuales lo están contaminando, ¿cómo afecta esta contaminación a los habitantes de Fontibón, Bogotá? , si las cantidades de masas de agua fueran las mismas, y la temperatura del agua contaminada fuera de 26°C y la temperatura del humedal fuera de 18°C , ¿cuál sería la temperatura final de la mezcla? ¿Bajo qué condiciones se puede alcanzar esta temperatura, sabiendo que la temperatura inicial de las dos aguas es distinta? ¿Puede alcanzar la mezcla de las aguas una temperatura inferior a 18°C ? explica la respuesta, ¿puede alcanzar la mezcla una temperatura superior a 26°C ? además, el agua contaminada tiene una temperatura de 26°C , ¿A Cuánto equivale en grados Fahrenheit? Supongamos que en un día muy caluroso el agua

contaminada alcanzó una temperatura de 30°C, pero en la noche alcanzó una temperatura 104°F, ¿es posible que esto ocurra?

B. Discusión sobre la solución del problema de los diferentes grupos.

C. Lectura del artículo.

Contaminación de la flora y fauna del país

“El Humedal de Capellanía es un humedal de planicie, es decir, área geográfica plana o ligeramente ondulada, ubicado en la zona urbana de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Fontibón, entre las avenidas Ciudad de Cali, La Esperanza y Ferrocarril de Occidente. El área de protección legal del humedal comprende 21 hectáreas, 6 de ellas inundables, y es considerado como uno de los humedales más deteriorados de la ciudad.

Las aguas que alimentan este humedal provienen del subsuelo y de las lluvias, directamente y a través del Canal Oriental de Fontibón.”¹³ Pero la contaminación por parte de las industrias está ocasionando pérdida de vegetación, seres que viven en sus alrededores, potreros, entre otros. Si reflexionamos a nivel mundial nos damos cuenta que la mayoría de los ríos están contaminados, no sólo por industrias sino también por la misma mano del hombre y estamos acabando con el recurso más importante para todos los seres vivos.

¹³ Humedal de Capellanía. Fecha de consulta 31 de agosto de 2009. En: http://es.wikipedia.org/wiki/Humedal_de_Capellan%C3%ADa

Además, la industria de Coca-Cola ha ocasionado la contaminación de este humedal, “el agua que utiliza podría satisfacer las necesidades de agua potable a gran parte de la humanidad que actualmente no tiene acceso, pues para su producción hace uso de 390 mil millones de litros de agua en un año que, ciertamente es absurdo que cualquiera que sea la compañía, extraiga cantidades tan grandes de agua necesaria para sostener la vida y la convierta en su gran mayoría en agua de desecho. Sobre todo, si se considera que el agua dulce es escasa, sólo un 2.5% de toda el agua del mundo es potable, el resto del agua es salada.”¹⁴

Por otro lado, la temperatura es una magnitud intensiva, no es una magnitud aditiva, (es decir si tengo un objeto a una temperatura de 3°C y otro objeto a una temperatura de 5°C, entonces la temperatura total del sistema no es de 8°C. Si tienen igual masa y son de la misma sustancia, sería un promedio entre las dos temperaturas). En el caso de la mezcla del agua contaminada con el humedal la temperatura sería de 22°C, que es el promedio entre la temperatura de 18°C y 26°C. Además, desde la comunidad científica se establece que la temperatura está relacionada directamente con la energía cinética molecular media de las partículas y en consecuencia con la agitación de las mismas, de acuerdo con esto, los

¹⁴ La Coca Cola usa 390 millones de litros de agua por año. *América Latina en Movimiento*. Agencia latinoamericana de información. 2007-12-07. Fecha de consulta: 31 de agosto de 2009. En: <http://www.alainet.org/active/21074&lang=es>

factores que influyen en la temperatura alcanzada en la mezcla son la temperatura inicial y masa de cada líquido que debe ser la misma. Bajo las condiciones mencionadas la mezcla no puede alcanzar una temperatura inferior de 18°C, ni superior a 26°C.

Con respecto a la conversión de escalas de temperaturas se podría decir que existen escalas de temperatura utilizadas en varios países como son: Kelvin, Fahrenheit, Rankine, Celsius. Además, se han establecido relaciones entre ellas, es decir, se permite convertir unas en términos de las otras, por ejemplo para convertir Celsius a Fahrenheit se utiliza la expresión $T (^{\circ}\text{F}) = (9/5) * T (^{\circ}\text{C}) + 32$, de acuerdo a esta expresión, la temperatura de 26°C equivale a 78,8°F y, si un líquido en el día alcanza una temperatura de 30°C y en la noche una temperatura de 104°F que equivalen a 40°C, no sería posible debido a que en la noche en vez de aumentar disminuye, es decir, la temperatura del ambiente en la noche es menor que en el día.

Sesión 7

Objetivos:

- Conocer las diferentes escalas de temperatura existentes

- Convertir escalas de temperaturas teniendo en cuenta la ecuación dada.
- Comprender el concepto de energía interna.

Actividades:

A. Resolver el siguiente taller sobre conversión de escalas de temperatura.

Fórmulas de conversión de temperaturas		
De	A	Fórmula
Fahrenheit	Celsius	$C = (F - 32)/1.8$
Celsius	Fahrenheit	$F = 1.8C + 32$
Fahrenheit	Kelvin	$K = (F - 32)/1.8 + 273.15$
Kelvin	Fahrenheit	$F = (9/5)K - 32$
Fahrenheit	Rankine	$Ra = F + 459.67$
Rankine	Fahrenheit	$F = Ra - 459.67$
Celsius	kelvin	$K = C + 273.15$
Kelvin	Celsius	$C = K - 273.15$

TALLER

- 1 La temperatura en un salón es 24 °C. ¿Cuál será la lectura en la escala Fahrenheit?
- 2 Un médico inglés mide la temperatura de un paciente y obtiene 106 °F. ¿Cuál será la lectura en la escala Celsius?
- 3 Completar el siguiente cuadro; utilizando la ecuación de conversión:

CELSIUS	FAHRENHEIT	KELVIN
200 °C		
40°C		
-5 °C		

-32°C		
120°C		

- 4 Convertir 450°K, 100°K, 60°Ra, 40°F, 20°F a grados Celsius.
- 5 Convertir 40°Ra y 60°Ra a Fahrenheit.

B. En el equipo de trabajo y utilizando el modelo de resolución de problemas como investigación dirigida resuelve el siguiente problema.

Problema: Energía interna

La sierra nevada de Santa Marta es la montaña más alta de Colombia y sus picos nevados más altos son el pico Simón Bolívar y el pico Cristóbal Colón con una altura de 5755 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar), debido a los cambios climáticos que padece nuestro planeta por el calentamiento global, los picos nevados se están descongelando, ¿Cómo afecta a Colombia este descongelamiento? ¿Qué factores inciden en este fenómeno?, si los dos picos tienen masas diferentes, están aislados térmicamente y reciben la misma cantidad de rayos solares ¿Cómo es el cambio de la energía interna del pico Simón Bolívar con relación al pico Cristóbal Colón? ¿De qué factores depende el cambio de la energía interna de los dos picos?, si disminuimos a la mitad la temperatura del ambiente que está en contacto con el pico Cristóbal Colón, ¿Cómo es el cambio de la energía interna en esta nueva situación, tanto para los picos como para el medio ambiente?

C. Explicación del problema de energía interna

Los factores que tienen más incidencia en el calentamiento global son los llamados gases invernadero producidos por autos y fabricas, estos deterioran la capa de ozono, lo que hace que los rayos del sol entren más directamente a la tierra. Estos contaminantes del aire se acumulan en la atmósfera formando una capa cada vez más gruesa, atrapando el calor del sol y causando el calentamiento del planeta. La principal fuente de contaminación por la emisión de bióxido de carbono son las plantas de generación de energía a base de carbón, pues emiten 2,500 millones de toneladas al año. La segunda causa principal, son los automóviles, emiten casi 1,500 millones de toneladas de CO₂ al año.

Como ambos picos están aislados térmicamente, es decir solo tienen contacto con los rayos solares, tienen diferentes masas y reciben la misma cantidad de rayos solares, el cambio de la energía interna es igual para ambos picos, ya que la transferencia de energía del medio es la misma; este cambio de energía depende de la masa de los cuerpos, de la temperatura y de la transferencia de energía del medio.

Cuando al pico Cristóbal Colón se le disminuye la temperatura (ó la cantidad de rayos solares) al medio ambiente que está en contacto térmico con él, el cambio de la energía interna es mayor en el pico Simón Bolívar que en el pico Cristóbal Colón, debido a que el primero está recibiendo más

transferencia de energía. La energía interna que aumenta para el pico Simón Bolívar es la misma cantidad que disminuye para el medio ambiente, esto mismo ocurre para el pico Cristóbal Colón.

Desde la comunidad científica la energía interna es concebida como una función de estado de un sistema que está constituido por la suma de la energía cinética del movimiento aleatorio de traslación, rotación y vibración de las moléculas, energía potencial dentro de las moléculas y entre moléculas, (Serway, 2005), depende de la cantidad de masa de un cuerpo y de su temperatura. La energía interna también es de propiedad extensiva, es decir, si un cuerpo tiene un cambio de energía interna de 9 J y otros dos cuerpos que tienen cada uno un cambio de energía interna de 4,5 J, al ponerlos en contacto queda un cuerpo de cambio de energía interna de 9 J.

D. Discusión sobre la solución del problema de los diferentes grupos y aclaración por parte del profesor del proceso de respuesta.

Sesión 8 y 9 Objetivo:

- Contrastar conocimientos adquiridos con conocimientos científicos.
- Analizar las concepciones adquiridas durante el proceso.

Actividades

A. Video: “ calor y temperatura”

B. Realizar un mapa conceptual que dé cuenta de todo lo aprendido, con las siguientes palabras:

Calor, temperatura, energía interna, transferencia de energía, propiedad extensiva, propiedad intensiva, medida, escalas de temperatura, termodinámica, energía cinética, promedio, energía rotacional, energía vibratoria, energía potencial, proceso y sistema C. Socialización de los mapas conceptuales.

ANEXO 2

TEST: CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA

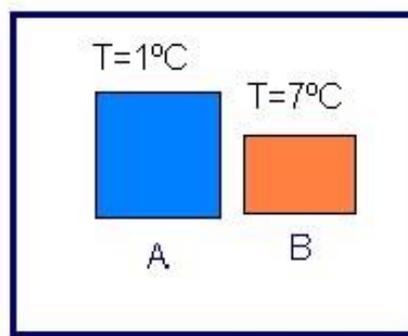
Marca en la hoja de respuesta la opción que consideres es la correcta.

1. Asociamos la existencia de calor:
 - a) A cualquier cuerpo, pues todo cuerpo posee calor.
 - b) Sólo aquellos cuerpos que están «calientes».
 - c) A situaciones donde ocurre transferencia de energía.
 - d) A los objetos que guardan cosas calientes, como los termos.

2. En un día frío, por lo general las personas se colocan abrigos, guantes, gorras para mantener la temperatura del cuerpo más alta que la del medio ambiente. Este fenómeno ocurre debido a que:
 - a) Las prendas proporcionan energía calórica a las personas.

- b) Las prendas funcionan como aislantes térmicos e impiden que fluya la energía calórica de las personas al medio ambiente.
 - c) Las personas proporcionan energía calórica a las prendas.
 - d) Las personas y las prendas se proporcionan energía calórica mutua.
3. En el salón de clase hay dos bloques (A y B) de madera cada uno con temperatura T_1 , T_2 y masas M_1 , M_2 , las condiciones para que haya transferencia de energía entre los bloques, además del contacto térmico es que entre ellos debe haber:
- a) Diferencia de temperaturas.
 - b) Diferencia de masas.
 - c) Diferencia de energías.
 - d) Igualdad de temperaturas.
4. Para que se pueda hablar de calor:
- a) Es suficiente un único sistema (cuerpo).
 - b) Son necesarios, por lo menos, dos sistemas a diferentes temperaturas.
 - c) Es suficiente un único sistema a alta temperatura.
 - d) Son necesarios dos sistemas, a la misma temperatura.

5. Tenemos dos cuerpos A y B aislados térmicamente. El cuerpo A tiene una temperatura de 1°C y el cuerpo B tiene una temperatura de 7°C .

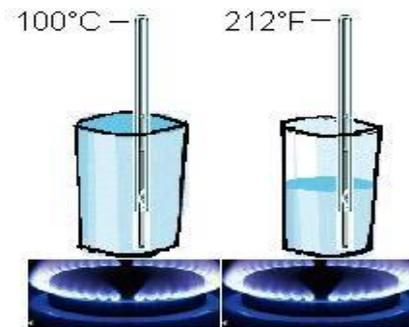


aislante térmico

A partir de esta situación se puede concluir:

- a) No hay transferencia de energía entre los dos cuerpos.
 - b) Hay transferencia de energía del cuerpo A al cuerpo B.
 - c) Hay transferencia de energía del cuerpo B al cuerpo A.
 - d) Hay transferencia de energía del cuerpo B al exterior.
6. La temperatura está asociada al movimiento de las partículas de un cuerpo, de acuerdo a esto, se puede decir que al medir la temperatura de un cuerpo, se mide el promedio de la energía
- a) Potencial de sus moléculas.
 - b) Rotacional de sus moléculas.
 - c) Cinética de sus moléculas.
 - d) Traslacional de las moléculas.

7. Se colocan en una estufa dos recipientes con agua, uno está lleno y el otro sólo tiene agua hasta la mitad, cuando ambos están hirviendo se les colocan termómetros, para el vaso lleno marca 100°C y para el vaso con la mitad de agua marca 212°F .



La temperatura en ambos casos es:

- a) Mayor en el vaso de menor cantidad de agua.
 - b) Mayor en el vaso de mayor cantidad de agua.
 - c) La misma para ambos recipientes con agua.
 - d) Difieren ambas temperaturas en 3°C .
8. Carlos se encuentra de viaje y en su expedición va vestido de jeans y camisilla; llegó a un país al medio día donde la temperatura ambiente ideal es de 23°C , en su caminata por este país alcanzó a observar un letrero que indica la temperatura y esta marcaba 285.45°K , si fueras amigo de Carlos que le recomendarías:
- a) Que se compre un abrigo porque el día está muy frío.
 - b) Que es un día estupendo para ir a bañarse en la piscina.
 - c) Que sus prendas de vestir son adecuadas para este día.

d) Que se valla del país y regrese a su casa.

9. La energía interna de un cuerpo es:

a) Solamente la energía traslacional y rotacional de sus átomos o moléculas.

b) Energía rotacional, vibracional, cinética y potencial de sus átomos o moléculas.

c) Solamente la energía potencial y vibracional de sus átomos o moléculas.

d) Solamente energía cinética y potencial de sus átomos o partículas.

10. Un bloque de un cierto material que se encuentra a una temperatura de 0°C , en un día soleado con una temperatura ambiente de 30°C , se lo expone a la radiación solar. Como consecuencia de ello:

a) Sólo aumentará su energía interna.

b) Sólo aumentará su temperatura.

c) Aumentarán su temperatura y su energía interna.

d) El bloque alcanzará una temperatura de equilibrio de 15°C .

ANEXO 3

EVIDENCIAS DE LA IMPLEMENTACION DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA AL GRUPO EXPERIMENTAL

Responde las siguientes preguntas:

- ¿Habías escuchado sobre el modelo de resolución de problemas?
- ¿Qué piensas sobre la resolución de problemas en Física?
- ¿Qué etapas sigues para resolver un problema?
- ¿Qué tipo de problemas resuelves en el colegio?
- ¿Resolver problemas hace parte de tu vida cotidiana ó sólo hace parte del colegio?

Solución

- 1 No
- 2 En física es la solución de problemas mediante el conocimiento que posee cada estudiante.
- 3 Identificar el problema, objetivo, planteamiento de hipótesis, metodología desarrollo conclusiones.
- 4 La ignorancia a la educación sexual, drogadicción, rendimiento académico, conflictos entre compañeros.
- 5 hace parte de la vida cotidiana.
por que cada persona se encuentra con problemas dependiendo la vida que lleve.

Los siguientes datos son de gran importancia para la investigación que estamos realizando, esperamos contar con su colaboración.

Nombre: Jonathan Gil ouque

Edad: 16 Estrato socioeconómico: 2

CUESTIONARIO

Responde a cada una de las siguientes preguntas de acuerdo a tus conocimientos.

1) ¿Qué entiendes por el concepto de calor?

ES LA TRANSFERENCIA DE ENERGIA, ES LA
ENERGIA QUE UN CUERPO ADOPTA.

2) Es correcto decir que un cuerpo tiene mucho calor. Explica

NO, EL CUERPO ADOPTA EL CALOR PERO
EL NO LO CONSERVA, NO ES PROPIO DE EL.

3) ¿Qué entiendes por el concepto de temperatura?

ES LA MEDIDA DE CALOR EN GRADOS.

4) ¿Qué condiciones deben tener dos o más cuerpos para que fluya energía térmica de un cuerpo a otro?

PUES ME IMAGINO QUE ESTAN EN CONTACTO CON
LOS RAYOS SOLARES, Y QUE POR ELLOS FLUYA

Problema: el calor

1. Analisis cualitativo del problema
2. Emision de Hipotesis
3. Diseño de estrategia de resolución
4. Resolución
5. Analisis de Resultado

SOLUCION

1. Analisis Cuantitativo
Volcan Nevado del Ruiz = $1200m^2$ $1500m^2$
Nevado del Huila = $823m^2$
2. Emision de Hipotesis
 - Temperatura
 - Cantidad de Rayos solares
 - Proceso de descongelamiento
3. a) Tener en cuenta la Hipotesis y el analisis
b) Resolver pregunta por pregunta
c) Sumar y Restar lo necesario de acuerdo a los datos de los glaciales
4. - Afecta a los avitantes de caldas, tolima y Huila por que la reduce las corrientes de agua y Aumenta el calor, que a su vez sube los niveles de temperatura.
- El nevado del Huila se descongelaria mas rapido por que tiene menos millones de metros cubicos que el Nevado del Ruiz.
- Tendrian la misma temperatura por que los dos estan recibiendo la misma cantidad de Rayos de sol
- No, por que estan recibiendo los mismos rayos de sol
- Si. Aumentaran la cantidad de rayos de sol en consecuencia si tendria mas cantidad de calor.
- Si. tendria mayor temperatura por que se aumentaria Aumentaran los niveles de calor.
5. a) Conocer los efectos del calentamiento de los glaciales

Problema: temperatura

Solucion

¿Cómo afecta esta contaminación a los habitantes de Tenhbon, Bogotá?

Si los habitantes de esta zona consumieran estas aguas se podrían ocasionar distintos problemas en su salud, les podría dar parásitos, dar paños en la piel problemas intestinales y no tendrían agua potable para satisfacer sus necesidades.

¿Cuál es la temperatura final de la mezcla?

Al combinar las dos temperaturas, el humedal de 18°C congelados aumentará unos cuantos grados de 26°C , con lo que este aumentará aproximadamente a un 27°C .

¿Bajo que condiciones se puede alcanzar esta temperatura, sabiendo que la temperatura inicial de los dos aguas es distinta?

Que el agua de mayor se combine con el humedal de menor $^{\circ}\text{C}$.

¿Puede alcanzar la mezcla de las aguas una temperatura inferior a 18°C ?

Dependiendo de las condiciones climáticas que este afecte sobre el humedal.

¿Puede alcanzar la mezcla una temperatura mayor a 26°C ?

no sube por que de menor temperatura hace que la temperatura de 26° comience a disminuir.

¿A cuanto equivale 26°C a $^{\circ}\text{F}$?

$$26^{\circ}\text{C} \cdot \frac{9}{5} + 32 = 78.8^{\circ}\text{F}$$

¿Es posible que esto ocurra?

no es posible por que 20°C no equivale a 30°C .

Problema: energía interna

Institución Educativa San Luis Gonzaga 10º4
Elaborado por: Yuri Marcela Hincapié
José Wilson Hincapié

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA

Actividades:

A. En el equipo de trabajo y utilizando el modelo de resolución de problemas como investigación dirigida resuelve el siguiente problema.

Problema: Energía Interna
La sierra nevada de Santa Marta es la montaña más alta de Colombia y sus picos nevados más altos son el pico Simón Bolívar y el pico Cristóbal Colón con una altura de 5755 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar), debido a los cambios climáticos que padece nuestro planeta por el calentamiento global, en donde uno de ellos es el descongelamiento de los picos nevados, ¿Cómo afecta a Colombia este descongelamiento de la sierra nevada? ¿Qué factores son los que más incidencia tienen en este fenómeno?, si los dos picos tienen masas diferentes, están aislados térmicamente y reciben la misma cantidad de rayos solares ¿Cómo es el cambio de la energía interna del pico Simón Bolívar con relación al pico Cristóbal Colón? ¿De qué factores depende el cambio de la energía interna?, si disminuimos a la mitad la temperatura del ambiente que está en contacto con el pico Cristóbal Colón, ¿Cómo es el cambio de la energía interna en esta nueva situación, tanto para los picos como para el medio ambiente?

Solución
¿Cómo afecta a Colombia este descongelamiento?
1. Se acabaría un parque cultural, se ocasionarían inundaciones a los pueblos y comunidades más cercanas. El nivel del mar aumentaría afectando las vías marítimas y vegetal de la zona.

2. ¿de qué factores son los que más incidencia tienen en este fenómeno?
rayos solares, las altas olas de temperatura, contaminación ambiental, efecto invernadero.

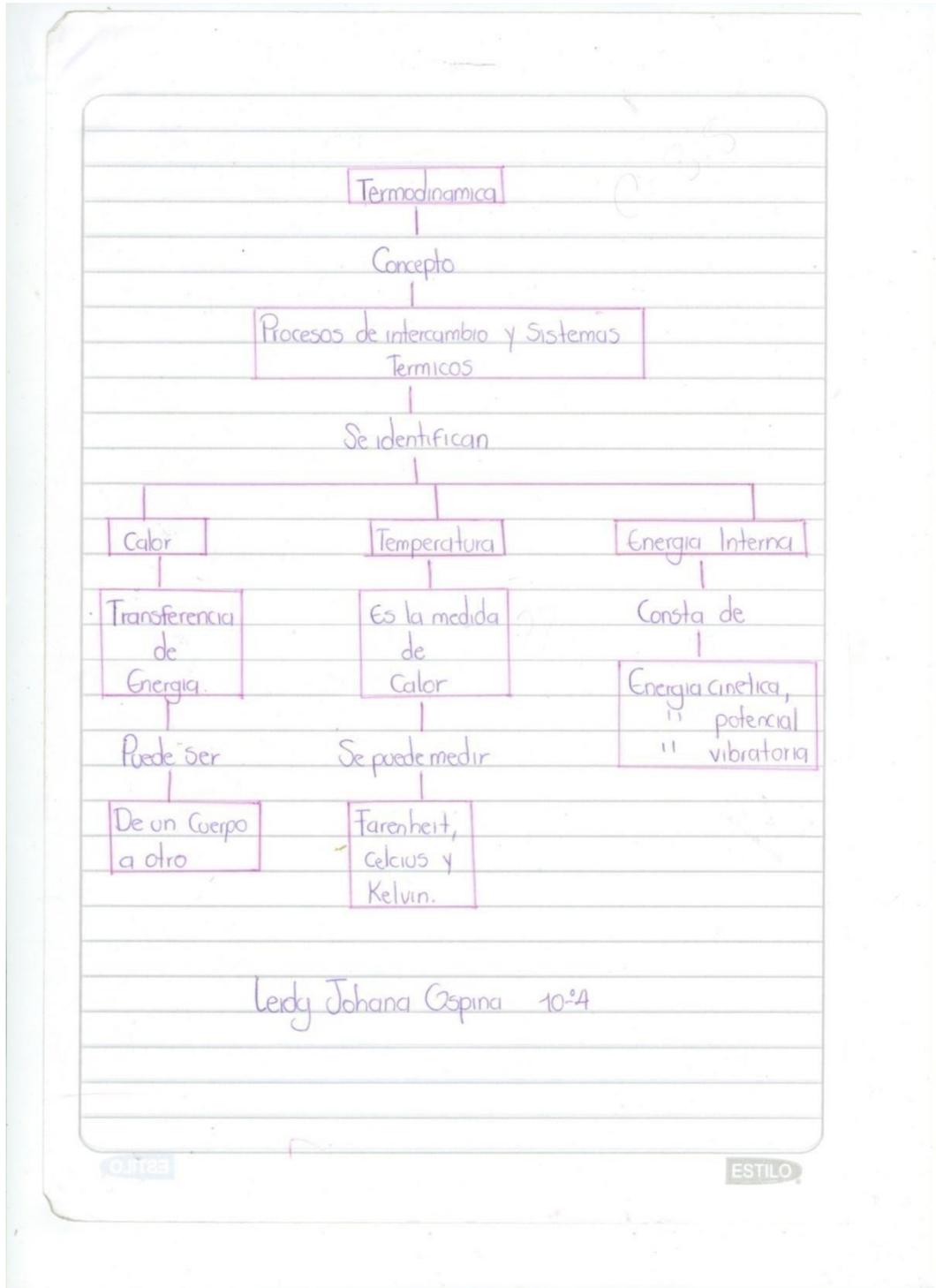
3. ¿cómo es el cambio de la energía interna del pico simón Bolívar con relación al pico cristóbal Colón?
sea menos afectado el pico con mayor concentración de masa.

4. ¿De qué factores depende el cambio de la energía interna?
Cambios climáticos, intensidad de los rayos solares, efecto invernadero.

5. ¿cómo es el cambio de la energía interna en esta nueva situación, tanto para los picos como para el medio ambiente.

6. ¿La temperatura del ambiente disminuye y cada pico aumenta con el aumento de la temperatura?

Mapa conceptual



ANEXO 4

EVIDENCIAS DE LA APLICACIÓN DEL TEST: CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA AL GRUPO EXPERIMENTAL



