

LOS MODELOS EXPLICATIVOS PARA LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE
DEL CONCEPTO DE TERMODINÁMICA

Practica Pedagógica Investigativa Para obtener el Título de Licenciado en
Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Universidad del Cauca, Popayán



Universidad
del Cauca

Fredy Yovany Cuastumal Cuaran

Felipe Morales Aranda

Mayo De 2016

Nota de aceptación

ii

El asesor y los jurados han leído el presente documento, han escuchado la socialización del mismo por sus Autores, y lo encuentran satisfactorio.

Yoner Fernando Campo Erazo
Asesor

Popayán 4 de mayo de 2016

Dedico este trabajo de grado primordialmente a mis padres Esperanza Cuaran y Marco Tulio Cuastumal por brindarme la vida y la libertad de alcanzar este logro.

A Marisol Ortega por el apoyo moral para finalizar este trabajo y finalmente al misterio de la creación que engendró el cosmos, enigma de la ciencia que inquieta mi existencia en el ambiguo mundo de las ideas.

Fredy Cuastumal

Dedico este trabajo de grado a mis padres María Cristina Aranda y Israel Morales Aranda quienes me apoyaron en este proceso y por su ayuda permanente, por lo que han hecho desde el día de mi existencia, por lo que son y seguirán siendo en mi vida.

Felipe Morales Aranda

Agradecimientos

iv

Al cuerpo académico del Departamento de Educación de la Universidad del Cauca por posibilitarnos ser hombres de ciencia en el campo educativo, de las ciencias naturales y humanista.

El presente trabajo de índole pedagógica e investigativa tiene por objetivo estructurar un proceso que ofrezca resultados en el desarrollo de modelos explicativos, en la dificultad para asociar la teoría científica a la realidad en estudios macros y micros, para la enseñanza aprendizaje de la termodinámica con estudiantes de grado décimo de la Institución Técnico Industrial de Popayán. Así pues se formula el proceso pedagógico desde la modelización explicativa partiendo de los saberes e ideas previas que se expresan en la cotidianidad y el conocimiento científico establecido en la enseñanza de las ciencias naturales, en particular conceptos asociados con física y química que dan lugar al estudio de la termodinámica y en esta, conceptos básicos como calor, temperatura, trabajo y sus leyes; en un ambiente de práctica y evidencia de la enseñanza abordando los conocimientos de los estudiantes y favoreciendo en ellos una dinámica de interés y participación acentuados a la comprensión de conceptos en su mayor parte cualitativos para el desarrollo cognitivo. Paralelo a este proceso desde la investigación acción se evaluó con el fin de interpretar teórica y conceptualmente el proceso pedagógico a partir de la acción del maestro y el estudiante proporcionando alternativas pedagógicas a partir de la observación y registro de datos. Dando como resultados que los modelos explicativos propician la relación conceptual de lo fundamental a lo complejo en el marco de un ambiente tangible a los conceptos.

Palabras clave: Termodinámica, modelización, investigación, pedagogía

Tabla de Contenido

vi

	Pág
1 Introducción.....	1
2 Antecedentes.....	4
3 Descripción Del Problema.....	7
4 Pregunta De Investigación	10
5 Objetivo General.....	10
6 Objetivos Específicos.....	10
7 Justificación.....	11
8 Referente Conceptual.....	15
8.1 Referente Pedagógico.....	15
8.2 Referente Disciplinar.....	17
8.3 Enseñanza De Las Ciencias Naturales.....	18
8.4 Modelos Explicativos.....	21
9 Marco Contextual.....	23
10 Diseño metodológico.....	25
11 Análisis De Resultados	31
11.1 Las Ideas Previas Como Punto De Partida Para La Conceptualización De La Termodinámica	31
11.2 Aprendiendo Termodinámica Con Los Modelos Explicativos.....	41
11.2.1 Modelo Explicativo De Transferencia De Calor.....	43
11.2.2 Modelo Explicativo De Temperatura.....	46
11.2.3 Modelo Explicativo De Trabajo.....	51
11.2.4 Modelo Explicativo De La 1 Ley De Equilibrio Térmico.....	54
11.2.5 Modelo Explicativo De La 2 Ley De La Termodinámica (Entropía)	57
11.3 Funcionalidad De Los Modelos Explicativos En La Enseñanza-Aprendizaje De La Termodinámica.....	58
11.3.1 Modelo Explicativo Transferencias De Calor.....	59
11.3.2 Modelo Explicativo De Temperatura.....	62
11.3.3 Modelo Explicativo Barco De Vapor Para Explicar Trabajo, Primera Ley De La Termodinámica (Ley Del Equilibrio Térmico), 2da Ley De La Termodinámica (Entropía)	62
12 Conclusiones.....	68
13 Recomendaciones.....	70
Bibliografía.....	

Lista de tablas

vii

Tablas.		Pág.
Tabla 1.	Estándares del MEN (1998).	12
Tabla 2.	Concepciones o ideas previas sobre materia-energía-átomo-molécula.	34
Tabla 3.	Concepciones sobre átomo y molécula después de los modelos explicativos. ...	37
Tabla 4.	Ecuación de Harris Benedict.	60

Lista de figuras

viii

Figuras.	Pág.
Figura 1. Instalaciones. Institución Educativa técnico industrial de Popayán. ...	24
Figura 2. Metodología, fases de investigación acción J. Elliot (1991) y modelización de R. Giere (1999).	30
Figura 3. Conceptos relacionados con termodinámica.	42
Figura 4. Movimiento de partículas en los estados: gaseoso, líquido y sólido..	43
Figura 5. Explicación de transferencia de calor.	45
Figura 6. Identificación cualitativa del calor.	48
Figura 7. Escalas de temperatura.	49
Figura 8. Conversión entre escalas de temperatura con aspectos cotidianos.	50
Figura 9. Barco de vapor diseñado por estudiantes.	51
Figura 10. Representación cuantitativa del concepto de trabajo.	52
Figura 11. Representación del equilibrio térmico.	55
Figura 12. Representación de equilibrio termino cuestión de perspectiva.	56
Figura 13. Entropía, desperdicio y aprovechamiento de la energía.	57
Figura 14. Calorías requeridas para las funciones vitales del cuerpo.	61
Figura 15. Observación de fenómenos macroscópicos.	63
Figura 16. Principio de termodinámica relacionados con aspectos ambientales. ...	64
Figura 17. Preguntas y respuestas con respecto a las competencias en ciencias naturales.	65
Figura 18. Representación de las transformaciones de la energía.	66

1 Introducción

La práctica pedagógica investigativa Los modelos explicativos para la enseñanza aprendizaje del concepto Termodinámica se formula desde el contexto escolar de la Institución Educativa Técnico Industrial de Popayán en el grado decimo.

Partiendo desde la observación y los registros se identificó en los estudiantes dificultades para interpretar conceptos científicos principalmente asociado a la energía en relación al movimiento de partículas y la apropiación conceptual que demanda esta, en este sentido también se interpretó que en la cotidianidad del saber y el lenguaje común es usual hablar de la energía y sus implicaciones diarias: así pues consideramos una alternativa de Enseñanza-Aprendizaje con los modelos explicativos, el cual se elabora a partir de la concepción científica teniendo en cuenta el saber cotidiano para la interpretación de fenómenos reales y el diseño de la modelización explicativa de la temática a tratar, abordando desde el campo disciplinar de las ciencias naturales en particular de química y física el estudio de la dinámica de la energía, en este caso calórica, necesario para el estudio de la termodinámica como concepto general, así pues se propone una alternativa pedagógica alternativa al proceso pedagógico que se viene realizado con el profesor del área de ciencias. Transversalmente asocia la investigación acción como forma de autoformación reflexiva que emprenden los participantes en situaciones sociales, en orden a mejorar la racionalidad y la justicia de

sus propias prácticas, su entendimiento de las mismas y las situaciones dentro de las cuales ellas tienen lugar (Kemmis, 2002).

Teniendo en cuenta esta situación se formuló la metodología basándose a nivel pedagógico con el modelo explicativo y a nivel investigativo desde la Investigación Acción, la primera es la constitución y establecimiento de un proceso de Enseñanza-Aprendizaje significativo de la realidad natural para la interpretación cognitiva de los estudiantes en el aprendizaje del concepto de termodinámica, aquí se indaga sobre las teorías, conceptos, saberes e ideas que han adquirido los estudiantes en su diario vivir para ubicarnos en una óptica diseminadora del concepto de termodinámica, de esta manera se realizaron las consultas bibliográficas necesarias para definir y construir el contenido temático del proceso de enseñanza y posteriormente, adoptar instrumentos didácticos que sirvan para la explicación de fenómenos experimentales para los conceptos básicos de termodinámica. Ahora bien articulados a todo este proceso se guiará el diseño de un tecno-fácto o modelos explicativos de termodinámica que es el objetivo de todo el proceso pedagógico en la etapa de ejecución.

Y la segunda, desde la Investigación Acción con el fin de analizar, evaluar y presentar un resultado de nuestro proceso de enseñanza del concepto de termodinámica bajo la construcción de un modelo explicativo, construido en conjunto con los estudiantes a través de procesos de Enseñanza-Aprendizaje que será registrado a través de las siguientes técnicas de investigación: la entrevista en donde se registrarán los conocimientos previos de las temáticas que construyen el concepto de

termodinámica, el diario de campo como instrumento de investigación, que registrará lo que acontezca en el aula de clases, exposiciones de los estudiantes, observación, material fotográfico y por último la evaluación formativa, empleada para dimensionar la comprensión y el avance del aprendizaje y del proceso de enseñanza para replantear el proceso como lo sugiere la investigación acción.

2 Antecedentes

Los siguientes trabajos de investigación presentan relación con nuestro tema central y aportan de manera pedagógica, investigativa y disciplinar al proyecto de práctica pedagógica investigativa el modelo explicativo para la enseñanza aprendizaje de la Termodinámica.

Méndez (Madrid 2012) realizó una propuesta educativa cuyo contexto para la enseñanza-aprendizaje de conceptos básicos de termodinámica fue la dificultad que experimentan los estudiantes de la Educación Secundaria en el aprendizaje de las ciencias en general y de la Física en particular. En este contexto se formula la propuesta sobre la dilatada experiencia de los profesores, el análisis de las tasas de fracaso escolar en este medio y la generalizada opinión de los expertos. En la tesis se plantea el objetivo de investigar los niveles de aprendizaje, obtenidos por tres grupos de alumnos, sobre los conceptos básicos de la termodinámica, explicados previamente en las clases.

Los conceptos a que se refiere son: densidad, presión, temperatura, volumen y calor; conceptos que se abordan en el énfasis disciplinar de la propuesta por lo cual este trabajo investigativo y educativa, ayuda a definir los conceptos fundamentales para el estudio de la termodinámica en el entorno educativo de finalización de la educación básica en el grado noveno e inicio de la educación media en grado decimo.

En el mismo sentido Casares A. (2011) abordó la dinámica molecular y la termodinámica estadística como una propuesta pedagógica para abordar los conceptos básicos de la termodinámica en cursos de media vocacional en el cual se hace una propuesta didáctica que se sirve de herramientas virtuales y activas de aprendizaje para facilitar la explicación de conceptos termodinámicos que por su nivel de abstracción se tornan complejos para el estudiante. El desarrollo de la propuesta hace uso de la teoría cinética molecular y la termodinámica estadística como instrumentos conceptuales para abordar los conceptos de energía, calor, entropía, energía interna y otros. Su construcción se fundamenta en el análisis epistemológico y disciplinario de estos temas y contempla la interdisciplinariedad entre la química, la física y las matemáticas a sabiendas del carácter holístico del conocimiento científico; convirtiéndola en una herramienta didáctica para los docentes, que facilita el proceso enseñanza- aprendizaje de la termodinámica. Se consideró pertinente los aportes de este trabajo, ya que proporciona elementos conceptuales de termodinámica y su idea central, que es enseñar para comprender fenómenos naturales de la cotidianidad mediante una explicación previa de conceptos termodinámicos.

Por último, Martínez & Pérez (1997), donde la propuesta didáctica enfatiza en la “construcción de los conceptos de *energía interna* y *temperatura*, vinculados a un modelo molecular, para luego focalizar sobre los conceptos de *calor* y *trabajo* relacionados con los procesos de interacción entre sistemas, que normalmente conducen a cambios en sus estados termodinámicos”. Esta propuesta es realizada en

contextos donde los estudiantes (edades promedio 16, 17 y 18 años) tienen concepciones erróneas que no coinciden con las científicamente aceptadas. También la importancia de tener en consideración el término *sistemas* ya que para la enseñanza de la termodinámica y, especialmente el concepto de calor implica la aplicación de este tipo de energía en un medio donde haya la interacción de un conjunto de partes organizados en el cual fluya, acompañado de la materia en sus diferentes estados.

Los anteriores trabajos de investigación pedagógica para la enseñanza de la termodinámica se refieren a la dificultad que en casos presentan los alumnos para entender y abordar desde la realidad cotidiana la naturaleza de la energía y su implicación en el diario vivir de la sociedad. Sin embargo, la prioridad de estos trabajos, igual que esta propuesta, es establecer alternativas de enseñanza de las Ciencias Naturales, visto que el aprendizaje en especial de la física y la química, puesto que suele tornarse complicado y difícil de comprender para los estudiantes y complejo de enseñar para el profesor.

3 Descripción Del Problema

En el área de la termodinámica básica estudiada desde la Física y la Química para básica secundaria y media, los profesores en su práctica repiten la secuencia conceptual establecida por los libros de textos, en cuanto a las concepciones de temperatura, calor, trabajo y leyes de la termodinámica. Dichos conceptos son abordados desde el campo macroscópico, dejando de lado la descripción de los fenómenos que se presentan a nivel microscópico. Al respecto, Cárdenas & Ragout (1996) afirma que la falta de explicación y descripción de los fenómenos microscópicos que suceden en la naturaleza puede generar dificultades en los estudiantes para comprender tales fenómenos.

A estas dificultades no son ajenos los estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Técnico Industrial de Popayán. Mediante encuestas, entrevistas y preguntas abiertas, relacionadas sobre el concepto de termodinámica se indagó sobre los conceptos tales como: energía, calor, temperatura, átomo y moléculas. En donde se determinó la confusión en la interpretación y manejo de conceptos. En concreto, se verifico que los estudiantes en general no diferencian el concepto de átomo y molécula.

La temperatura y el calor, estudiadas desde el área de las Ciencias Naturales (Química y Física) son fenómenos que se presentan en la vida cotidiana de manera

macroscópica y microscópica. Pero los profesores orientan dichos conceptos en descripciones macroscópicas y no en su sentido más amplio como es desde la descripción microscópica, es decir usando descripciones micro asociadas al sistema de movimiento de partículas que componen el sistema Físico-Químico de la materia.

Los conceptos de temperatura y calor son términos básicos y esenciales para el estudio de la termodinámica, por tal razón su explicación y descripción se debe hacer desde los fenómenos macroscópicos y microscópicos para una mejor comprensión de parte de los estudiantes y lo puedan aplicarlos en la realidad.

Así, en las visitas realizadas a la Institución Educativa; específicamente en la clase de química, se observó que a la hora de realizar modelos o dibujos sobre los conceptos de átomo y molécula por parte de los estudiantes; recorriendo a los estados de la materia, en este caso del agua, los estudiantes presentan dificultades para diferenciar estos dos conceptos.

De esta manera, las dificultades y confusiones para diferenciar términos básicos para el estudio de la termodinámica en la educación media, suceden porque las clases son orientadas desde una mirada teórica, basados en estudios macroscópicos sin profundizar en el comportamiento de la materia a nivel microscópico en ausencia de la experimentación.

En efecto la ausencia de modelos explicativos da lugar a dificultades en el aprendizaje de las ciencias ya que el profesor de química en su accionar pedagógico deja de lado la experimentación con el objeto de estudio tangible. En definitiva orientaremos la propuesta al entendimiento significativo de la termodinámica por medio de los modelos explicativos. Para que los Estudiantes desarrollen la capacidad de interpretar los fenómenos reales desde conceptos científicos construidos desde el lenguaje cotidiano propiciando en ellos aprendizaje significativo.

4 Pregunta de Investigación

¿Qué incidencia tiene el desarrollo de modelos explicativos en la enseñanza-aprendizaje del concepto de termodinámica en estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Técnico Industrial de Popayán?

5 Objetivo general

Determinar la incidencia que tienen los modelos explicativos en la enseñanza-aprendizaje del concepto termodinámica en estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Técnico Industrial de Popayán.

6 Objetivos específicos

- Identificar las ideas previas que tienen los estudiantes de grado decimo sobre conceptos relacionados con termodinámica.
- Develar los aprendizajes generados en estudiantes de grado decimo sobre el concepto de termodinámica a través de los modelos explicativos.
- Evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje que ofrecen los modelos explicativos en conceptos asociados a la termodinámica.

7 Justificación

Los Estándares de Ciencias Naturales diseñados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) contemplan la introducción de los conceptos básicos de termodinámica para el grado noveno; sin embargo debido al gran número de temas y a la prioridad de algunos de ellos, solo se abarca hasta décimo grado en la asignatura de física, donde generalmente la termodinámica se presenta de una manera aislada y desconectada de la química y de la naturaleza en que se estudia; por tanto es de gran valor que el conocimiento adquirido en la instituciones educativas contemplen el concepto de termodinámica como fundamental y básico para la enseñanza de fenómenos químicos y físicos para estudiar la materia y la energía. Pues la termodinámica reúne e interrelaciona una serie de conceptos aprendidos antes de ingresar a la educación media y adopta temáticas transversales al grado noveno y décimo; así pues presentamos la tabla N°1 adecuada y orientada desde y cómo lo indican los estándares del ministerio de educación nacional en Ciencias Naturales refiriéndonos al estudio de la termodinámica.

Tabla 1. Estándares del MEN (2007)

Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales		
	Entorno Físico Ciencia,	Tecnología y Sociedad
Octavo a Noveno (8° a 9°)	<p>Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica, y las expreso matemáticamente</p> <p>Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.</p>	<p>Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción Con la materia.</p>
	<p>Relaciono las diversas formas de transferencia de energía térmica con la formación de vientos. Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación.</p>	<p>Identifico aplicaciones comerciales e industriales del transporte de energía y de las interacciones de la materia.</p> <p>Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.</p>
manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales		
	Entorno Físico Ciencia,	Tecnología y Sociedad
Octavo a Noveno (8° a 9°)	<p>Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica, y las expreso matemáticamente.</p> <p>Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.</p>	<p>Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción Con la materia.</p>
	<p>Relaciono las diversas formas de transferencia de energía térmica con la formación de vientos. Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación.</p>	<p>Identifico aplicaciones comerciales e industriales del transporte de energía y de las interacciones de la materia.</p> <p>Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.</p>

Fuente: Estándares Nacionales 1998, MEN

En este sentido consideramos pertinente realizar la propuesta didáctica en la construcción de los modelos explicativos para la enseñanza de las ciencias, ya que permite la interacción permanente entre profesores y alumnos, encaminados en el sentido de la comprensión del concepto de termodinámica y como esto se ve reflejada en la cotidianidad de la institución educativa y fuera de ella.

Así mismo, es trascendental ir dando aportes significativos para la enseñanza de las ciencias, buscando alternativas para dar solución a las problemáticas actuales de la educación. Un ejemplo claro, es la poca capacidad de los estudiantes en aplicar conceptos de ciencias en un contexto real, es decir que los alumnos son buenos para memorizar definiciones, pero en el momento en que se les plantea problemas de situaciones reales no son capaces de interpretar y mucho menos comprender la situación. Además el termino termodinámica es un asunto de mucho interés e importante para la enseñanza de las ciencias, ya que en él se integra muchos conceptos que de alguna manera hacen parte del contexto cotidiano, escolar, social, ambiental, pues su estudio radica, básicamente en el estudio de la energía y la materia en la evidencia de fenómenos que deviene de esta relación como por ejemplo los estados de la materia.

Por lo tanto, un modelo explicativo proporcionará comprensión del concepto de termodinámica, desde el estudio del modeló corpuscular generando en los estudiantes ambientes de interés y de interacción con sus compañeros y profesores,

proporcionando en los profesores de química mejorar la enseñanza y utilizar estas estrategias para sus prácticas en el aula. En esta medida se genera alternativas para el proceso de enseñanza-aprendizaje que contribuye a los estudiantes, profesores en ejercicio y por supuesto a los profesores en formación. Estos últimos, de alguna manera proporcionan alternativas de enseñar temáticas complejas en sí mismos, abordando los conocimientos de los estudiantes y propiciando en ellos una dinámica de interés, participación y comprensión de conceptos.

8 Referente Conceptual

La pregunta de investigación que se plantea en las páginas anteriores, es necesario revisar referentes teóricos que sirvan para el proceso investigativo y el proceso metodológico, que permitan llevar a cabo la propuesta.

8.1 Referente Pedagógico

En el marco de la constitución y establecimiento de un proceso de Enseñanza -Aprendizaje significativo de la realidad natural para la interpretación cognitiva de los estudiantes en el aprendizaje del concepto de termodinámica, se indagó sobre las teorías, conceptos, saberes e ideas que han adquirido los estudiantes en su diario vivir para ubicarnos en una óptica diseminadora del concepto de termodinámica, de esta forma realizamos las consultas bibliográficas necesarias para definir y construir el contenido temático del proceso de enseñanza y posteriormente, adoptar instrumentos didácticos que sirvan para la explicación de fenómenos experimentales para los conceptos básicos de termodinámica. Ahora bien articulados a todo este proceso se guiará el diseño de un tecno-fácto o médelos explicativos de termodinámica que es el objetivo de todo el proceso pedagógico en la etapa de ejecución.

Asumiendo el modelo pedagógico constructivista, se procede al uso de los procesos didácticos, es decir las formas de enseñar, que depende de cada profesor, de

cómo él asume la práctica educativa en el aula de clase. En este caso; tomado de Giere (1998), se considera los modelos explicativos entendida como la “representación de una teoría compleja (termodinámica) en un modelo explicativo complejo” (Valencia. 1999).

Así pues se procedió con dinámicas de socialización maestro estudiante para establecer un ambiente propicio para el aprendizaje. Ya con esto se usó la entrevista y la encuesta de forma que el estudiante pudo dar noción de los que sabe y entiende con respecto a conceptos como materia, energía, átomo y molécula inicialmente asocian al estudio de la termodinámica en particular; con esta información se orientará el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los modelos explicativos resultado de grades transformaciones pedagógicas enfocadas a la comprensión de conceptos de ciencias. Dadas las circunstancias que dan lenguaje científico a la naturaleza en su estudio experimental. Lenguaje conceptual modelado o representado gráfica, cognitiva y experimentalmente a través del filtro de la comprensión a la acción real y creadora de los individuos en los procesos de educación.

Para este caso, con el fin de diseñar modelos explicativos para la enseñanza del concepto de termodinámica; se parte desde los aprendizajes que anteceden a lo que se aprenderá o ideas previas que tienen los estudiantes, ideas que reconstruyen los conocimientos, ya elaborados por la ciencia en donde dicho proceso es mediado por el lenguaje como lo indica Vigotsky; así mismo apoyados por Ausubel (1976) con el

aprendizaje significativo, en donde las ideas se relacionan sustancialmente con lo que el alumno ya sabe, los nuevos conocimientos ;vinculan así, de manera estrecha y estable con los anteriores (Viera, 2003). Para que esto sea real es necesario que se presenten de manera simultánea estas condiciones; primera el contenido del aprendizaje debe ser significativo, segunda; el modelo explicativo toma estructura en interrelación con el lenguaje común de los estudiantes y el lenguaje científico, tomados en cuenta en el proceso de Enseñanza- Aprendizaje.

8.2 Referente Disciplinar

En efecto el contenido conceptual definido para nuestro énfasis disciplinar se plantea y se resuelve según Van (2004) tomado de Zambrano (2009), desde el estudio de la termodinámica, concepto que corresponde al campo de la física que describe y relaciona las propiedades físicas de la materia de los sistemas macroscópicos, así como sus intercambios energéticos o calóricos. Sabiendo que la energía se ha definido como la capacidad de producir un efecto.

Así mismo, la termodinámica (apoyada en Van 2004) es el estudio de las relaciones entre trabajo, calor y energía. La termodinámica corresponde al campo de la física que describe y relaciona las propiedades físicas de la materia de los sistemas macroscópicos, así como sus intercambios energéticos. Los principios de la termodinámica tienen una importancia fundamental para todas las ramas de la ciencia

y la ingeniería; además afirma que la termodinámica es la ciencia de la energía y la entropía, según Zambrano (2009).

Así, entonces el calor es el proceso a través del cual se transfiere energía interna desde un sistema a su entorno y viceversa, debido a una deficiencia de temperatura. Dicha deficiencia puede producir cambios de fase, como la fusión de hielo o la vaporación del agua; de tal forma, se es necesario cuantificar el grado de calor de las sustancias desde el concepto de temperatura para identificar características o resultantes de proceso como la vaporización, aprovechada en las máquinas de vapor para producir movimiento en forma de Trabajo; explicado así: es el cambio de energía que resulta de un proceso. Este lo podemos ver representado cuando un cuerpo de en una mesa se desplaza de una zona A, a una zona B, en donde se tienen dos variables. Una es la fuerza requerida para mover el cuerpo y la otra la distancia movida por el cuerpo, dando como resultado una componente escalar por la interacción de dichas variables, el trabajo puede verse representado en dirección de la fuerza.

8.3 Enseñanza de las Ciencias Naturales

Otro campo conceptual que se requiere para el desarrollo de la práctica pedagógica es la enseñanza de las Ciencias Naturales, hay que tener en cuenta que hace parte del currículo y busca brindar a los estudiantes formación científica básica para comprender fenómenos de su entorno.

En este sentido, la Enseñanza-Aprendizaje de las ciencias, según Claret-Viafara y Millerdady (2008), tiene cuatro elementos principales que un maestro debe tener en cuenta en la práctica, dentro del aula, las cuales son:

El primero: tener en cuenta los aprendizajes previos de sus estudiantes; Segundo: el maestro debe conocer del tema y tercero: el maestro debe saber enseñar.

La segunda tiene que ver con el constructivismo modelo pedagógico que busca que el alumno construya conocimiento a partir de sus experiencias; apoyado y guiado por el profesor.

La tercera es la preparación del profesor para enseñar conceptos científicos, es decir debe conocer la naturaleza de la disciplina.

La cuarto y ultima está muy relacionada con la segunda y la tercera, ya que se necesita conocer la disciplina pero también, como el conocimiento científico se debe enseñar para que se entienda para los alumnos. En esta parte la explicación y el entorno natural como las salidas de campo y los experimentos son necesarios para contrastar la teoría y la práctica.

Pero en muchas ocasiones los “maestros siguen privilegiando el conocimiento científico como principio pedagógico en la enseñanza de las ciencias, porque los diferentes principios educativos complementarios en la pregunta, tales como: las ideas

previas, la vida cotidiana, la experimentación, la observación y el análisis han sido tenido en cuenta en menor porcentaje. Pero además, agregan otro problema más complejos, no sólo privilegian el saber de la materia sino que lo separan del saber enseñar” (Claret et al.2008. p. 9).

Pero, para enseñar y aprender ciencias se requiere hacer un seguimiento, lo que conocemos como evaluación. “La evaluación es una de las actividades educativas más importantes que realiza el docente, en ella se determina el nivel alcanzado por el estudiante sobre los elementos que el docente considera más importantes a construir por el estudiante antes, durante o al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje”(Claret et al. 2008 p.18). También, la evaluación permite reflexionar al profesor acerca de las estrategias de enseñar, de si funciona o no para poder cambiar o mejorar su didáctica. La evaluación, muchas veces se realiza solo por un solo método y que hace parte del paradigma positivista y es el examen escrito. Pero hay que tener en cuenta que no es la única forma de evaluar, hay otras que se pueden tomar en consideración como las exposiciones, talleres, informes, trabajos individuales y grupales.

Teniendo cuenta lo anterior, podemos definir la Enseñanza de las Ciencias Naturales como: dar a conocer los conocimientos de manera más precisa sobre las condiciones del medio Biológico, Químico y Físico; que permite a los alumnos conocer conceptos científicos, propiciando en ellos pensamiento científico acerca de su entorno.

De esta manera, con el concepto de termodinámica se promueve una visión científica del mundo que permita diferenciar el conocimiento científico y el conocimiento común, y explicar a través del modelo explicativo los fenómenos naturales desde la cotidianidad (Claret et al. 2008). Dicha explicación se da en la creación o construcción del modelo explicativo por parte de los alumnos con la orientación teórica necesaria para tal fin.

La visión de ciencia que plantea Ronald Giere, (1999) es una visión constructivista de la ciencia, es decir cómo podemos adecuar la teoría a la práctica, en donde el conocimiento científico se puede adecuar a un conocimiento científico escolarizado, para que los estudiantes puedan tener claridad de lo que se está enseñando o se pretende enseñar, para ello se tiene en cuenta la construcción de modelos didácticos como una estrategia para representar la realidad y que se adecue a los intereses de los niños, sin olvidar que lo más importante no es la transmisión de conocimiento, sino la formación humana.

8.4 Los Modelos Explicativos

La importancia de los modelos radica en que para un estudiante es más fácil entender y comprender lo que se está enseñando, a través de representaciones que se quedan en la memoria de los estudiantes y cuando sea necesario recordarlo se hace con más motivación.

La idea de la *explicación científica* ha sido una preocupación teórica importante para la construcción de conocimiento científico (Giere, 1992), que ha

llamado la atención en los últimos años en la modelización científica escolar (Izquierdo y Adúriz- Bravo, 2003). Es por ello que se ha optado por la modelización tangible de los conceptos para acercarlos a la realidad y especialmente a la comprensión de los estudiantes.

9 Marco Contextual

Antes de mencionar cómo se trabajó la práctica pedagógica investigativa es necesario referirnos a aspectos importantes sobre la institución educativa donde se desarrolló la propuesta.

La institución técnico industrial de Popayán empezó a con la idea de doña Josefina Valencia de Hubach en 1956, quien se desempeñaba en esa época como ministra de educación nacional, quien autoriza la planeación del proyecto. En 1956 Las oficinas de la escuela Industrial se instalaron provisionalmente en las dependencias del hotel de turismo (hoy Hotel Monasterio); en este mismo año y a mediados del mes de octubre se inicia las tareas escolares con 37 alumnos matriculados para el curso primero de bachillerato técnico. Las clases se distan en el paraninfo de la Universidad del Cauca. Posteriormente en 1.963 se legaliza la donación de los terrenos de Tulcán por parte de la Universidad del Cauca a la nación y consecuentemente el Ministerio de Educación Nacional apropia una partida para construcción de un nuevo pabellón del plantel con dineros provenientes de la ley 58 de 1.963 y con la colaboración del doctor Daniel Solarte Hurtado, gobernador del departamento del cauca, se construye el segundo pabellón espacio que se ha venido adecuando de acuerdo a las necesidades y posibilidades que se has generado. En estas instalaciones se pretende formar personas integras desarrollando el pensamiento lógico, enfatizando en la solución de problemas, para facilitar el ingreso a la educación superior y el desempeño en el sector productivo.

La Institución se ubica en el sector Tulcán en la calle 5, antigua vía al Huila, comuna 4, al Oriente esta la facultad de Ciencias Contables, Administrativas y Económicas de la Universidad del Cauca, mientras que al Occidente limita con el Río Molino y la clínica la Estancia, por el Norte está el sector de Pomona y al Sur el Centro Deportivo Universitario de la Universidad del Cauca, sector Tulcán;

características de ubicación que la convierten en una zona de alta afluencia estudiantil y de diferentes tipos de trabajadores lo cual suscita actividades académicas, recreativas, de servicios de salud y de comercios informales que causan alta afluencia de personas.

A nivel interno cuenta con laboratorios para física y química, biblioteca, aula múltiple, salón de profesores, restaurante, parqueadero y sitios de recreación como patios y cancha de fútbol; además es un colegio técnico y por tanto posee talleres de electricidad, mecánica, ebanistería, sistemas y dibujo técnico.

La población con se ejecutó la práctica pedagógica investigativa fueron los estudiantes de grado decimo con 34 estudiantes entre edades de 15 y 16 años con estratificación social de 1 y 2 en promedio.



Figura 1. Instalaciones. Institución Educativa Técnico Industrial De Popayán.

10 Diseño Metodológico

El desarrollo de la PPI se realizó entre los años 2014-2016 con estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Técnico Industrial de Popayán. Para la propuesta pedagógica basada en los modelos explicativos, la investigación se llevó a cabo con el método de Investigación-Acción planteada por John Elliot (1999); fundamentada desde el paradigma cualitativo en donde hay un análisis de relación sujeto- sujeto.

La propuesta pedagógica basada en los modelos explicativos, la investigación se llevó a cabo con el método de Investigación-Acción planteada por John Elliot, el cual considera tres fases:

Fase 1. Diagnóstico: caracterización del contexto y diseño de la propuesta; se trabajó en la caracterización de contexto para establecer las problemáticas en la enseñanza de las ciencias naturales y fundamentar la pregunta y sus componentes de investigación y pedagógicos.

Fase 2. Desarrollo: se llevó a cabo la ejecución de la propuesta pedagógica y la recolección de información.

Fase 3. Sistematización y análisis de datos: donde se procedió a la elaboración del informe tomando como referencia los registros recogidos durante la práctica de las actividades realizadas.

Así pues se trabajaron sesiones (en el salón de clase y otros espacios al interior de la institución) orientadas a identificar ideas previas que tienen los estudiantes sobre conceptos relacionados con termodinámica y el desarrollo de modelos explicativos de conceptos de termodinámica con análisis posterior al proceso de enseñanza-aprendizaje. Para lo cual, se utilizaron técnicas como entrevistas, encuestas, talleres, diario e instrumentos como el diario pedagógico. También se utilizó las siguientes herramientas como cámaras fotográficas y video beam. Las técnicas, instrumentos y herramientas, fueron aplicados y utilizados para recolectar y registrar información de cada objetivo a desarrollar.

De igual manera se utilizó el diario pedagógico; muy importante en el proceso investigativo, en el cual se registraron las repuestas de los estudiantes sobre los conceptos relacionados con termodinámica.

Para las ideas previas, se realizaron preguntas relacionadas con los siguientes conceptos: átomo, molécula, energía y materia; las cuales en sus respuestas se hacen de forma escrita y la elaboración de modelos gráficos. Además, se realizaron dinámicas de socialización por fuera del aula de clase que consistía en realizar

preguntas abiertas sobre que entendían por termodinámica en donde participaron todos los estudiantes.

Como se encontró dificultades conceptuales de átomo y molécula se procede a corregir la confusión conceptual por medio del primer experimento que la denominamos “procesos de transferencia de calor” tomando esta como modelo explicativo para luego realizar los respectivos análisis.

Este experimento realizado con un globo, una vela, un metal y hielo. Con estos materiales se procede a realizar la clase de transferencia de calor que son: por conducción, convección y radiación. Dicho modelo explicativo consistió en exponer o poner en contacto con la energía térmica o calórica a los distintos materiales (metal, hielo y globo, esta última llena de agua), en donde se les explica que el calor hace referencia al movimiento cinético de moléculas o átomos dependiendo de la composición de la materia. Para poder diferenciar los términos de átomo y molécula se toma como ejemplo el globo lleno de agua, afirmando que está compuesto por dos átomos diferentes: dos de hidrogeno y una de oxígeno. Para ello fue muy importante aclarar que el agua puede estar en sus estados; sólido, líquido y gaseoso, pero su composición molecular no cambiara.

Posteriormente se procede a preguntar a los estudiantes ¿Qué entienden por átomo y molécula? Estas preguntas se desarrollaron en hojas y entregados a los

profesores luego de las explicaciones pertinentes de las sesiones anteriores realizadas a partir de experimentos (modelos explicativos) y el video, se hizo las preguntas a los alumnos de los conceptos trabajados y que se requerían reforzamiento para mejor la comprensión. Dichas preguntas están relacionadas con átomo y molécula.

Posterior a ello se pide que salgan dos estudiantes al tablero a representar un esquema en cual reflejen las formas de transferencia de calor. En esta actividad los demás compañeros tienen que ayudar a los otros dos estudiantes a dibujar el esquema y para dar la explicación pertinente y adecuada de lo que observaron en el experimento.

Para analizar la categoría aprendiendo termodinámica con los modelos explicativos se tienen en cuenta:

El modelo inicial que fue elaborado y llevado a la clase por parte de los profesores en formación y que se denominó “procesos de transferencia de calor”, con la cual se orienta los conceptos de conducción, radiación y convección que son las formas básicas de transferencia de calor, esto por un lado.

Por otro lado la explicación del concepto de calor y temperatura, se realizó la siguiente actividad: con tres recipientes uno con agua fría, otro con agua caliente y otro con agua tibia, se introdujeron las manos de los alumnos quienes a través del tacto determinaban tres afirmaciones cualitativas frío caliente y tibio. Esto, se realizó para

explicar las diferencias entre los conceptos de calor y temperatura, además para identificar las sustancias frías y calientes que son conceptos manejados por los estudiantes en su cotidianidad. De esta manera los para evaluar el aprendizaje de los estudiantes sobre los que entendieron el experimento se realizan talleres como; resolución de problemas en ejercicios de aplicación de las escalas de temperatura con las fórmulas de Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), Kelvin (K) y Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y la representación del calor en calorías relacionadas con la energía necesaria para poner en funcionamiento el cuerpo.

De igual manera se tiene el modelo final realizado por los estudiantes (barco de vapor) para el proceso de enseñanza-aprendizaje para representar el concepto de trabajo y leyes de la termodinámica. En el siguiente esquema se presenta los conceptos trabajados en clase con los modelos explicativos en relación a la termodinámica:

Finalmente, para analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje posterior a la aplicación de los modelos explicativos se analiza los alcances y posibilidades que ofrecen los modelos explicativos para la enseñanza de conceptos fundamentales de termodinámica a partir de una problemática y como estos contribuyen al procesos de aprendizaje e que los estudiantes evidencien y apliquen todos los conceptos trabajados en clase. Para esta categoría se considera los procesos llevados en la propuesta específicamente los relacionados con actividades que implican la observación de los modelos explicativos.

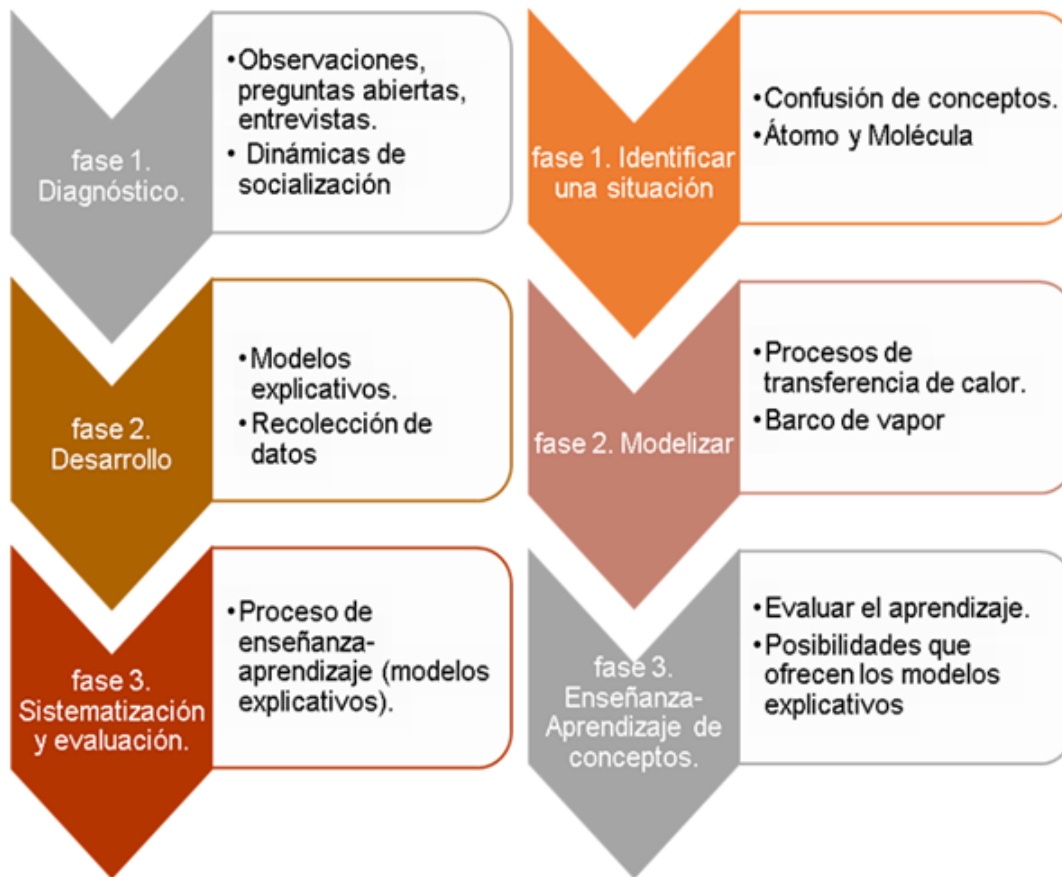


Figura 2. Metodología. Fases de investigación acción J. Elliot, (1991) y modelización de R. Giere, (1999).

11 Análisis De Resultados

Esta fase se centra en el análisis de los resultados obtenidos durante el proceso de desarrollo de la Práctica Pedagógica Investigativa; trabajando para esto con la categorización de resultados para la reflexión a partir de la triangulación de información.

En este sentido y con el propósito de indagar ideas previas de los estudiantes del grado decimo sobre conceptos relacionados con la termodinámica se considera el siguiente eje de análisis:

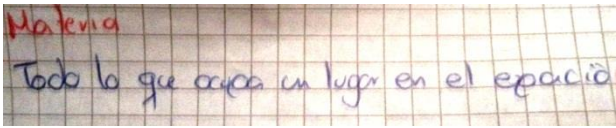
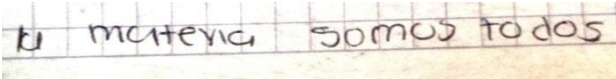
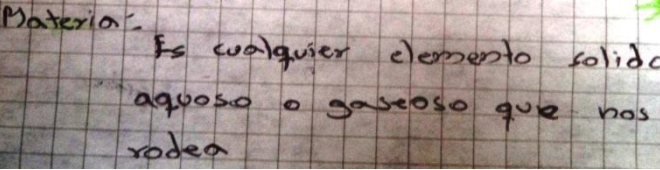
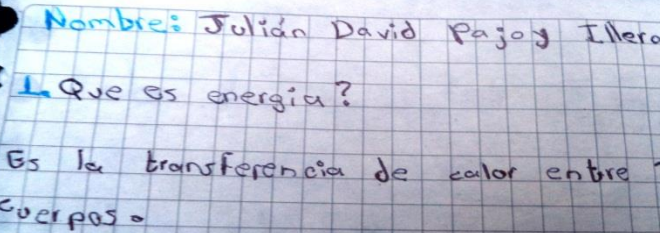
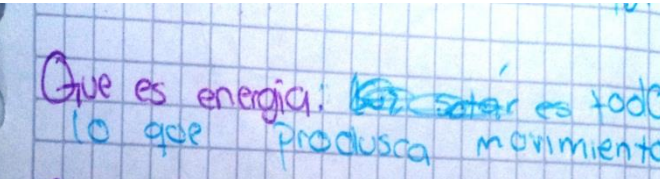
11.1 Las ideas previas como punto de partida para la conceptualización de la termodinámica.

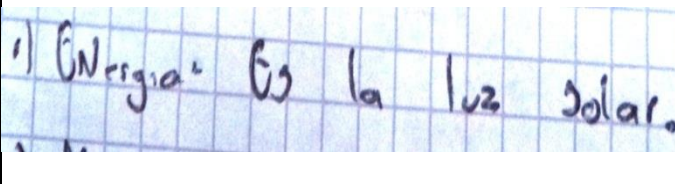
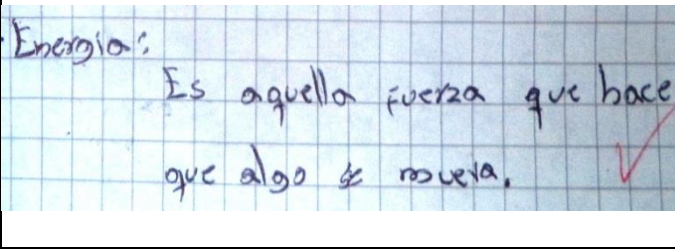
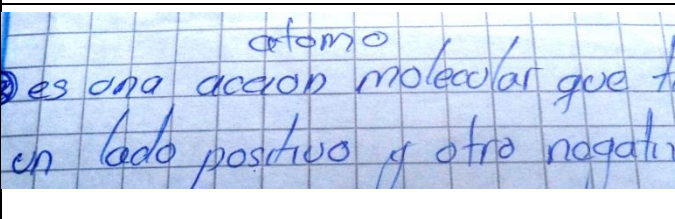
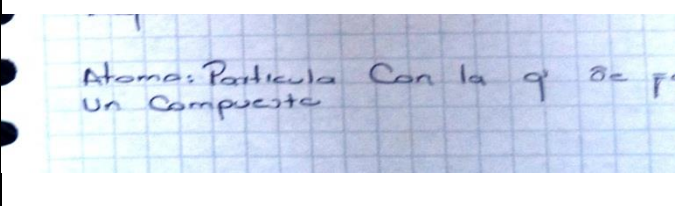
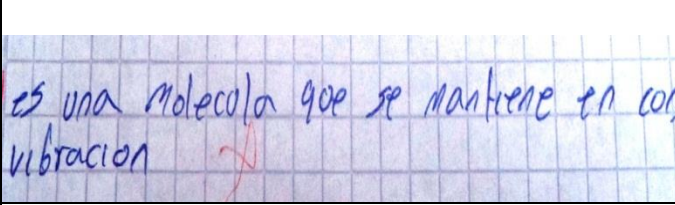
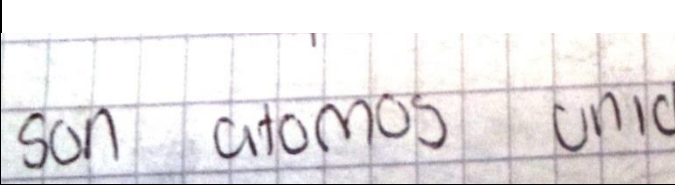
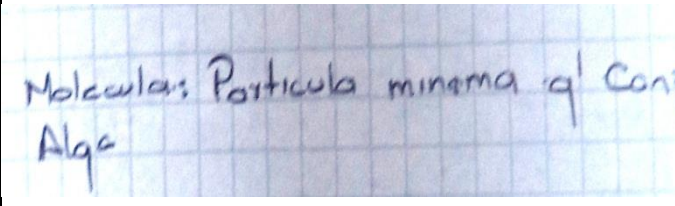
En esta categoría se prevalece sobre las concepciones significativas pretéritas tratadas en el área de ciencias naturales con el fin de dimensionar el acercamiento de los estudiantes en temas de termodinámica; por otro lado también proporcionar un punto de partida para establecer de qué manera se desarrollará el concepto de termodinámica.

Para lo anterior, se llevó a cabo la recolección de las ideas previas realizando a los estudiantes de grado decimo preguntas relacionadas con materia, energía, átomo y

molécula; las preguntas se consideraron pertinentes ya que estas temáticas son fundamentales para abordar los conceptos de calor, temperatura, trabajo y leyes de la termodinámica.

A continuación se presentan las preguntas y respuestas relacionadas con materia, energía, átomo y molécula por parte de los estudiantes.

Conceptos	Respuestas	Evidencias
Materia	Todo lo que ocupa un lugar en el espacio.	
	La materia somos todos.	
	Es cualquier elemento solido acuoso o gaseoso que nos rodea.	
Energía	Es la transferencia de calor entre 2 cuerpos.	
	Es todo lo que produce movimiento.	

	Es la luz solar.	
	Es aquella fuerza que hace que algo se mueva.	
Átomo	Es una acción molecular que tiene un lado positivo y uno negativo.	
	Partícula con que se forma un compuesto.	
	Es una molécula que se mantiene en constante vibración.	
Molécula	son átomos unidos	
	Partícula mínima que conforma algo.	

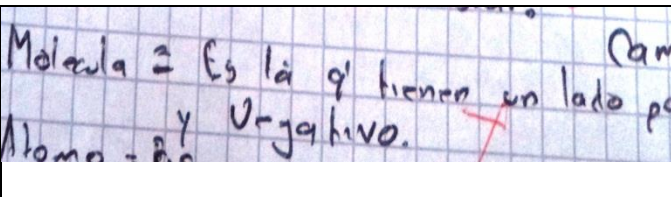
	Es la parte de un átomo.	
--	--------------------------	--

Tabla 2. Concepciones o ideas previas sobre materia-energía-átomo-molécula

Revisando los preconceptos se encuentra que a nivel de:

Materia.

Según las respuestas de los estudiantes la materia es todo lo que ocupa un lugar en el espacio y tiene una estructuración definida y composición cuando agregan que la materia somos todos y que puede estar en diferentes estados físicos sólido, líquido y gaseoso. La concepción de los alumnos acerca de la materia desde los términos científicos es compatible, ya que sus conocimientos fueron enseñados en cursos anteriores y fueron asimilados de manera significativa. Al respecto Briceño, C. Rodríguez, L (1999) confirman la noción de que la materia “es cualquier cosa que ocupa espacio y tiene masa; ejemplo: arboles, ropa, oxígeno, agua y minerales”. Los autores al ejemplificar objetos, elementos y aspectos físicos como el agua se refieren a los estados de la materia, pero consideran que estos objetos y elementos del entorno natural; además de ocupar un lugar en el espacio, tiene masa. En este caso los alumnos no consideran esta propiedad física en sus preconceptos.

En este sentido, se podría afirmar que los conocimientos sobre la materia están asociados a objetos y al ser biológico, pero sin tener en cuenta propiedades físicas

como la masa y volumen, las cuales están presentes en los estados de la materia como propiedades físicas, de igual manera la concepción de materia no sólo lo asocia con objetos o elementos químicos, sino que consideran al ser vivo. En este sentido Briceño y Rodríguez también resaltan al ser vivo como materia puesto que nombran a los árboles como algo que ocupa un lugar en el espacio, pero estas necesitan de algunos elementos para crecer y poder alimentarse.

Energía

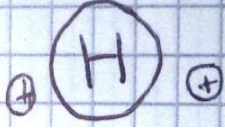
Ante el concepto de energía, se identifica que los estudiantes manejan varias concepciones; algunos lo relacionan con calor, la cual se trasfiere de un cuerpo hacia otro, otros lo relacionan con fuerza y esta hace que algo tenga movimiento, de igual manera, otros solo la ejemplifican afirmando que la energía es la luz solar como la principal fuente energía del planeta, pero no presentan una definición conceptual.

Según Hewitt, P. (1999), la energía es el concepto más fundamental de toda la ciencia. Este concepto lo familiarizamos con el sol que nos da energía en forma de luz, nuestros alimentos contiene energía y está mantiene la vida. La energía es quizás el concepto científico más popular; con todo, es uno de los más difíciles de definir. Hay energía en las personas, los lugares y las cosas, pero únicamente observamos sus efectos cuando algo está sucediendo. Solo podemos observar la energía cuando se trasfiere de un lugar a otro o cuando se transforma de una forma en otra.

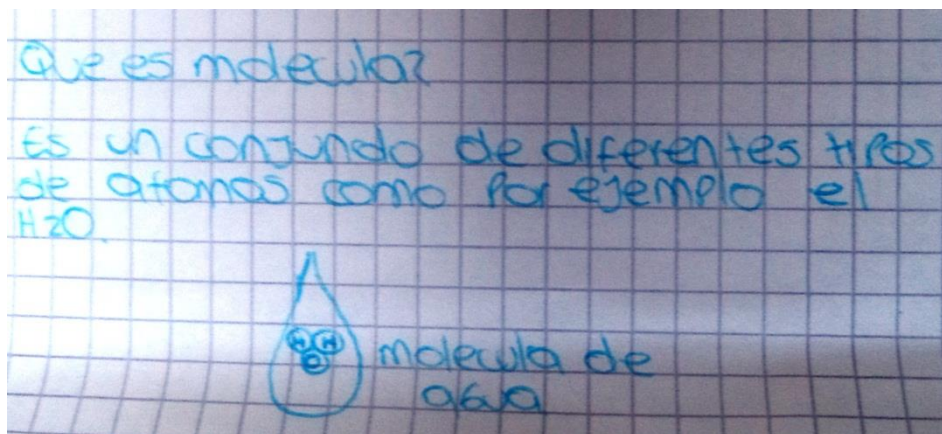
La definición de energía, como lo plantea Hewitt es compleja, por tanto se hace difícil de definir. El reflejo de la complejidad para definir el concepto de energía en los estudiantes se evidencia cuando los relacionan con fenómenos naturales como la luz solar y como calor, la cual es un tipo de energía; los fenómenos naturales y experiencias de los estudiantes hacen que ellos hagan uso del lenguaje común para dar a conocer argumentos o definiciones que pueden o no ser verdaderos o que pueden aproximarse al lenguaje científico.

Átomo

Siguiendo con las preguntas, los estudiantes responden lo que entienden de átomo y molécula, aquí se encuentra una gran dificultad en distinguir tales conceptos. De acuerdo con Cárdenas & Agout de Lozano, s. (1996 Pág. 188), Para la mayoría de los alumnos el átomo es una acción molecular que tiene un lado positivo y un lado negativo en la cual están en constante vibración, además afirman que la molécula es la parte de un átomo; así, se evidencio cómo ellos confunden los términos y definiciones; todas las confusiones que presentan los estudiantes se derivan de la comprensión errónea sucedido por la no “construcción de un modelo explicativo más amplio y próximo al aceptado científicamente”

Preconceptos	Evidencias
	<p data-bbox="451 348 1406 415">¿Qué es átomo?</p> <p data-bbox="451 428 1406 590">- Es un componente de una molécula como por ejemplo el hidrógeno es un átomo</p>  <p data-bbox="440 737 1406 814">2) ¿Qué son átomos?</p> <p data-bbox="440 835 1406 1094">Los átomos están conformados por electrones y protones y neutrones unidos conforman una materia y a raíz de la materia constituyen todo el nuestro alrededor</p> <p data-bbox="440 1178 1406 1444">Unidad átomo Unidad funcional de la materia materia. Proton (p), neutron (N) electron (e-)</p>

Es un conjunto de diferentes de átomos como por ejemplo H₂O



los átomos son los que componen las moléculas- (es la unión de dos o más átomos)

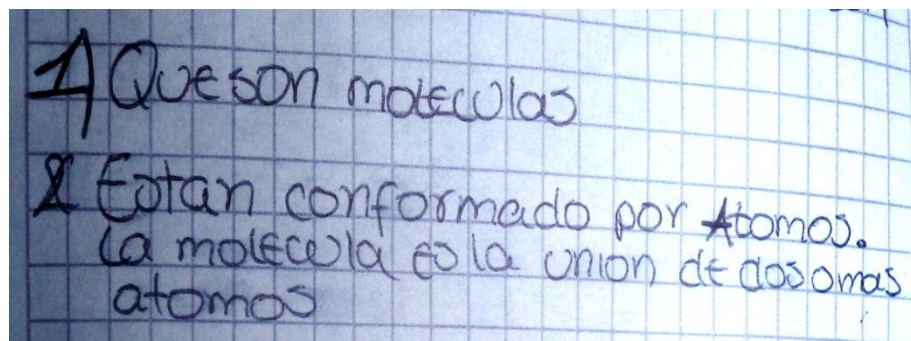


Tabla 3. Concepciones sobre átomo y molécula después de los modelos explicativos

Las respuestas a la pregunta sobre átomo: los estudiantes generan ideas más claras y afirman que el átomo compone la materia y es la unidad funcional de esta, además agregan que están constituido por protones, neutrones y electrones como por

ejemplo el hidrógeno es un átomo y no lo pueden ver a simple vista porque es una partícula muy pequeña, de esta manera el átomo para ellos es la unidad funcional de la materia que no es visible y todo lo que los rodea está constituido de átomos.

Aun así, se evidencia que los estudiantes no definen lo que es el átomo solo dan descripciones generales. De esta manera para Hewitt, P. (1999), los átomos son los tabiques con los que se construye la mayor parte de la materia. Todo lo que ves, oyes, tocas saboreas, sientes u hueles esta hecho de átomos. Los zapatos, los barcos, los ratones, el plomo, la gente y las estrellas están hechos de átomos. En el mismo sentido Briceño, C. Rodríguez, L (1999) definen al átomo como partículas muy pequeñas que dan origen a la materia, de igual manera requieren millones de ellas para obtener una capa fina para que llegue ser observado por un microscopio.

En las respuestas podemos evidenciar que los estudiantes han captado la idea de lo que es el átomo por lo tanto sus conceptos han mejorado, de hecho dan ejemplos de átomos que se encuentran en la naturaleza como el hidrógeno.

Para el concepto de molécula, los estudiantes responden que los átomos son los que conforman las moléculas y a la vez son partículas que no se ven a simple vista, agregando que es un conjunto de átomos que están unidos que puede ser de dos o hasta más. La concepción de los estudiantes con respecto a la molécula es que dos átomos o más son los que la forman y además enfatizan en que es una partícula. De lo

anterior se puede establecer que ellos consideran a las moléculas como una organización de átomos que están agrupados y que es la proporción más pequeña de la materia, con estos aspectos identificados Briceño, C. Rodríguez, L (1999) definen una molécula como la parte más pequeña de un compuesto que puede participar en combinaciones químicas. Las moléculas están constituidas por dos o más átomos y pueden tener átomos de diferente clase como el agua, que contiene de hidrógeno y oxígeno o la misma clase de átomos como el Cl_2 .

La conceptualización de los alumnos sobre molécula presenta similitudes y diferencias con la definición de Briceño, C. Rodríguez, L. Estas similitudes se presentan cuando consideran que una molécula es una partícula de la materia, pero recordemos que la materia está constituida de átomos y estas son partículas indivisibles, entonces los alumnos pueden estar generalizando los conceptos y aludiendo a átomos y moléculas como un todo que están organizados y que en su conjunto son denominados partículas. Mientras Briceño, C. Rodríguez, L (1999) concluyen que el átomo es la partícula más pequeña de un elemento que puede participar en combinaciones químicas, de igual forma una molécula es la parte más pequeña de un compuesto que puede participar en combinaciones químicas. Entonces esta última en el cual los átomos son la parte más pequeña de un elemento químico y la molécula es la parte más pequeña de un compuesto.

Para las ideas previas como punto de partida para la conceptualización de la termodinámica, los estudiantes presentan conceptualizaciones que están asociadas a las vivencias que han experimentado durante su vida escolar y social; por tanto para llegar a definir un concepto, lo hacen relacionando con estos dos factores que influyen en su proceso de aprendizaje. Las concepciones de materia, energía, átomo y molécula carecen de un nivel avanzado de entendimiento acorde a su nivel educativo; es decir, los conocimientos son muy limitados para abordar otros conceptos fundamentales de la termodinámica como son: temperatura, calor, leyes de la termodinámica y trabajo.

Pero es a partir de estas concepciones donde los modelos explicativos contribuyen en la comprensión de términos.

El estudio de la termodinámica y su enseñanza requieren un alto grado de compromiso por parte de los actores que la propician para de esta manera generar un aprendizaje que enmarque las necesidades de los alumnos. Así mismo los conceptos trabajados requieren un manejo adecuado de terminología, por tal razón es importante reconocer y partir de los preconceptos de los estudiantes identificar el grado de manejo de conceptos para con ello mejorar, adecuar o vislumbrar una definición científica que contribuya a desarrollar el estudio de la termodinámica.

11.2 Aprendiendo termodinámica con los modelos explicativos

Para abordar esta categoría se tiene en cuenta las actividades desarrolladas durante la práctica pedagógica; en lo que tiene que ver con temas y modelos explicativos en temáticas de termodinámica consecutivamente calor, temperatura, trabajo y leyes de la termodinámica y las que devienen de estas como lo muestra la siguiente gráfica.



Figura 3. Conceptos relacionados con termodinámica.

11.2.2.1 Modelo explicativo de transferencia de calor

Este modelo se trabajó primeramente identificando el concepto de energía calórica y sus formas de transferencia de un cuerpo a otro desde un estudio macro y micro.

En este se expone la temática de energía calórica desde el movimiento de partículas en la materia en estado gaseoso, líquido y sólido como se muestra en la figura 4, interpretando de forma micro el comportamiento atómico o molecular en el estudio de las formas de transferencia de calor de un cuerpo a otro a través del experimento o modelo explicativo.

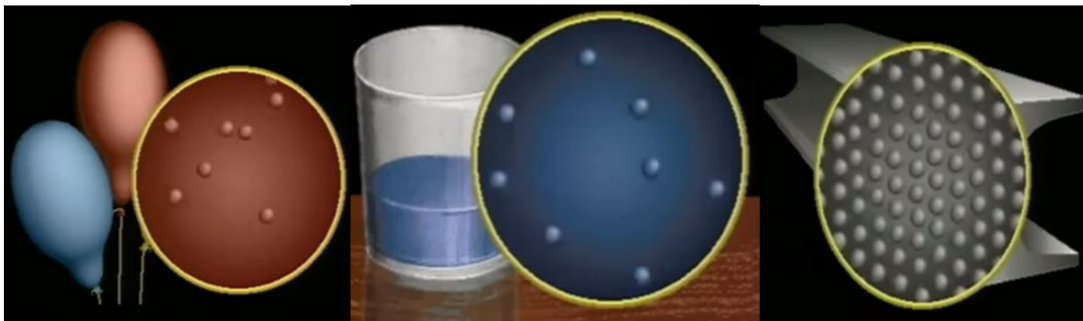


Figura 4. Movimiento de partículas en los estados: gaseoso, líquido y sólido.

Transferencia de calor por conducción

Experimentando con una vela en combustión como productora de energía calórica, una varilla de hierro como cuerpo conductor de calor y un helado como cuerpo receptor de calor, se pone en acción estos componentes para explicar dicho fenómeno, en cuanto se nota la propagación de calor del extremo en contacto

con la vela encendida al otro extremo de la varilla, donde se encuentra el helado en descongelamiento producto de la recepción de calor de la vela transportado por la varilla.

Trasferencia de calor por radiación.

En este experimento se contó con dos elementos: una vela como productor de calor y una bomba como receptor de calor; al accionar estos dos componentes mediante el acercamiento de la vela a el globo pero sin contacto alguno se observó cómo explota la bomba por la dilatación del látex al calor.

Transferencia de calor por convección.

Este experimento se llevó a cabo con una vela y una bomba con agua; con el propósito de demostrar que el agua en el fenómeno llamado convección es capaz de absorber el calor de una parte a otra impidiendo que éste se rompa, ya que se puso en contacto el globo lleno de agua con la llama de la vela.

Ya con la puesta en marcha de los modelos explicativos los estudiantes grafican sus propias interpretaciones del transporte del calor, entonces se pide que grafiquen y expliquen las diferentes formas de transferencia de calor.

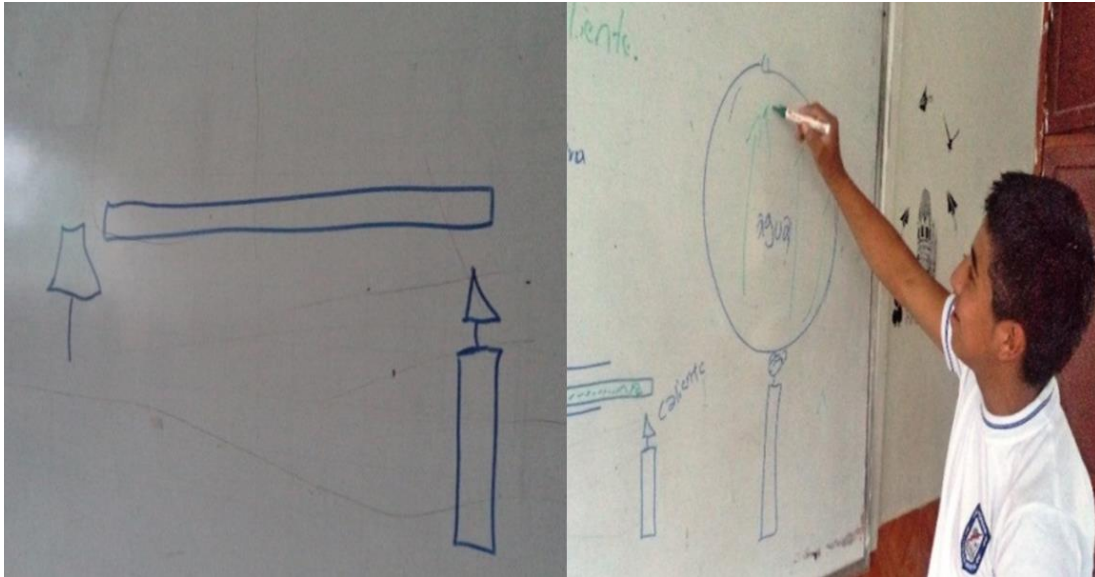


Figura 5. Explicación de transferencias de calor.

Estas imágenes muestran la interpretación gráfica y explicativa del resultado de la aplicación de los modelos explicativos, aquí observamos los tres fenómenos anteriormente experimentados conducción, convección y radiación.

De donde inferimos que el estudiante interpreta a través de los modelos cómo se propaga el calor de un cuerpo a otro cuando este indica la dirección que el calor lleva en el caso de conducción, en la convección indica como el calor se propaga dentro del globo de un lugar a otro y en la radiación hace notar que existen un calentamiento en el extremo del globo en donde influye la llama de la vela pero que a su vez no existe contacto físico alguno. Así mismo el estudiante fue apoyándose en las explicaciones a nivel microscópico aduciendo que la propagación de la energía de un cuerpo a otro tiene lugar en el movimiento de partículas en cualquiera de los casos.

Al respecto Van 2004. El calor es el proceso a través del cual se transfiere energía interna desde un sistema a su entorno y viceversa, debido a una deficiencia de temperatura. Dicha deficiencia puede producir cambios de fase, como la fusión de hielo o la vaporación del agua; de tal forma, se es necesario cuantificar el grado de calor de las sustancias desde el concepto de temperatura para identificar características o resultantes de proceso como la vaporización, aprovechada en las máquinas de vapor para producir movimiento en forma de Trabajo.

11.2.2 Modelo explicativo de temperatura

Se experimenta el concepto de temperatura a través de las escalas de temperatura y el concepto de caloría.

Temperatura

Se indago en los estudiantes con qué frecuencia y en que situaciones utilizan, en forma indistinta, los términos temperatura y calor para referirse a diversas situaciones. Aduciendo en ellos que estos son conceptos totalmente diferentes pero que están relacionados entre sí y que debemos entender con claridad a fin de no confundirlos, ni aplicarlos de modo erróneo.

Para esto se tomó el ejemplo de un vaso de agua aproximadamente $\frac{1}{4}$ de litro con otro de medio litro a la misma temperatura; pasando a explicar que el calor es la

energía total del movimiento molecular en una sustancia, mientras temperatura es una medida de la energía molecular media. El calor depende de la velocidad de las partículas, su número, su tamaño y su tipo. La temperatura no depende del tamaño, del número o del tipo.

Después de estas explicaciones a través del experimento los estudiantes postulan dos ideas

1. Si hay mayor materia hay más energía que si hubiera menos materia
2. La temperatura mide el calor mas no es percibida como el calor.

Llegando a la conclusión de que el vaso más grande posee mayor cantidad de energía es decir calor ya que tiene mayor cantidad de materia y que la temperatura no depende del tamaño, del número o tipo es igual en las dos porque es una unidad de cuantificación de la energía calórica o térmica.

Así mismo se continuó con la experimentación para identificar sustancias frías y calientes

Aquí se plantearon fenómenos cotidianos en los cuales el factor temperatura es indispensable para interpretar de forma cuantitativa la cantidad de calor en las sustancias.

Se experimentó con tres recipientes uno con agua fría, otro con agua caliente y otro con agua tibia, se introdujeron las manos de algunos estudiantes quienes a través del tacto determinaban tres afirmaciones cualitativas frío caliente y tibio.

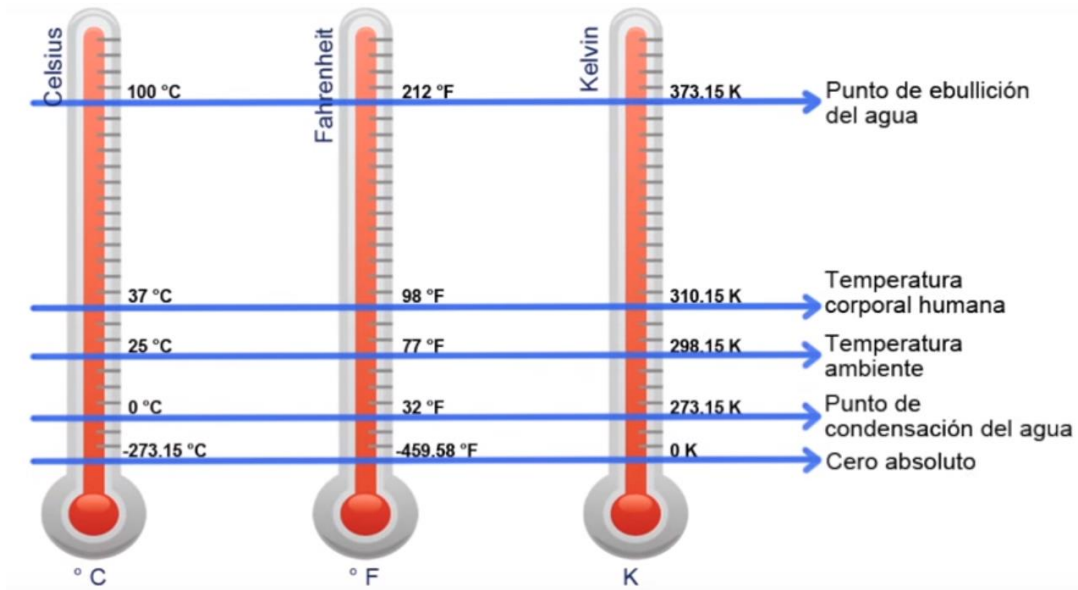


Figura 6. Identificación cualitativa del calor

Al final de este ejercicio no hay un consenso general de estas tres cualidades con respecto a los vasos de agua ya que lo que es frío para unos para los otros era tibio.

Entonces se dio pie a las escalas de medición de la temperatura, Fahrenheit, kelvin y Celsius

Partiendo de la explicación de la siguiente imagen



- Figura 7. Escalas de temperatura.

Así mismo se explicaron las fórmulas de conversión y se hicieron aplicaciones en el caso particular de la temperatura promedio del clima de Popayán primera mente en escala Celsius para convertirlas en kelvin, Fahrenheit y viceversa. Finalmente se concluyó desarrollando ejercicios con las fórmulas de conversión de escalas de temperatura con el ejercicio de conversión en lo que respecta a temperatura máxima del planeta, temperatura corporal de un perro, temperatura media de Popayán y temperatura menor de una nevera.

100

Nombre: Daniel Villota - Marvin Sanchez

Realizar la conversión de las temperaturas dadas a las escalas que correspondan

Celsius (°C)	Kelvin (K)	Fahrenheit (°F)
Temperatura máxima del planeta Mercurio 426,85 °C	Temperatura máxima del planeta Mercurio 790 grados Kelvin	Temperatura máxima del planeta Mercurio 800,33 800,33 F
Temperatura corporal de un perro 39°C	Temperatura corporal de un perro 273,15 K	Temperatura corporal de un perro 102,2 F
Temperatura media anual de Popayán 17°C	Temperatura media anual de Popayán 290,15 K	Temperatura media anual de Popayán 62,6 F
Temperatura menor de la nevera 0,55	Temperatura menor de la nevera 273,70	Temperatura menor de la nevera 33 grados Fahrenheit

- De °C a K $T_{Kelvin} = T_{Celsius} + 273,15$
- De °F a K $T_{Kelvin} = \frac{T_{Fahrenheit} + 459,67}{1,8}$
- De °C a F $T_{Fahrenheit} = 1,8 \cdot T_{Celsius} + 32$
- De °F a C $T_{Celsius} = \frac{T_{Fahrenheit} - 32}{1,8}$

Desarrolle los ejercicios en la parte de atrás de la hoja

K = 273,15

Conversiones Fórmulas

Conversión de	a	Fórmula
kelvin	grados Celsius	$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273.15$
grados Celsius	kelvin	$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$
kelvin	grados Fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = \text{K} \times 1.8 - 459.67$
Grados Fahrenheit	Grados Celsius	$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$
grados Fahrenheit	kelvin	$\text{K} = (^{\circ}\text{F} + 459.67) / 1.8$

Figura 8. Conversión entre escalas de temperatura con aspectos cotidianos.

En el ejercicio anterior los estudiantes practican la temperatura en un contexto real y son capaces de resolverlos aplicando conversiones indispensables para solucionar ecuaciones que demanden la aplicación de estas fórmulas; así mismo asumieron que el calor esta en toda la materia y posee condiciones que se determinan

cualitativamente cuando se refieren en el lenguaje común a frío o caliente y cuantitativamente a través de las escalas de temperatura científicamente aceptadas.

11.2.3 Modelo explicativo de trabajo

Barco de Vapor

Se realiza en grupos de 4 estudiantes el diseño de un barco de vapor con su respectivo motor de combustión externo que transforma la energía de una cantidad de vapor de agua en trabajo mecánico.



Figura 9. Barco de vapor diseñado por estudiantes.

Para poner en evidencia el concepto de trabajo se puso en marcha el barco diseñado por los estuantes calculando en tiempo (T) el recorrido de este en 10 centímetros (cm) y la masa.

Resultantes del experimento

El barco tiene una masa de 0.300 kilogramos (kg) se demora 35 segundos (s) en recorrer 100 centímetros (cm) a velocidad constante

Representación gráfica del fenómeno de fuerza de trabajo asimilado por los estudiantes tomando en cuenta datos reales del experimento.

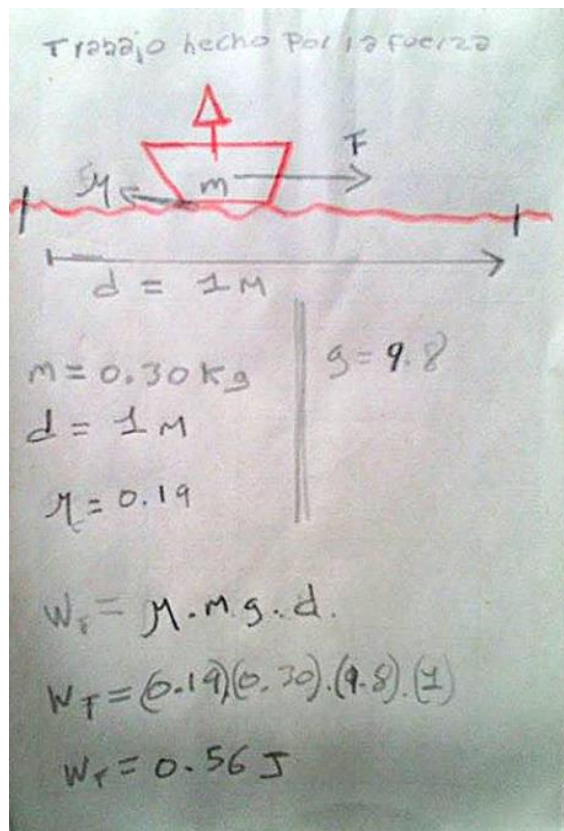


Figura 10. Representación cuantitativa del concepto de trabajo.

Se presentó la ecuación para encontrar trabajo (W)

$$W = F \cdot d \text{ (Trabajo = Fuerza} \cdot \text{Distancia)}$$

Para desarrollar esta ecuación fue necesario abordar desde el Sistema Internacional (S.I.) de Unidades de Medida conceptos de fuerza, presión atmosférica, masa, distancia y equivalente de rozamiento.

Así pues los estudiantes indican con la letra m el peso del barco en la gráfica y escriben la masa que este tiene después de pesarlo en una balanza, la distancia recorrida desde un punto de inicio a un punto final la cual se estableció favorablemente como un metro en el experimento desde el punto de inicio a un punto final, así mismo se tiene en cuenta las resultantes de fuerza como coeficiente de rozamiento y gravedad.

$m=0.30\text{kg}$	masa
$d=1\text{m}$	distancia
$\mu =0.19$	Coefficiente de rozamiento
$g= 9,81 \text{ m/s}^2$	gravedad

La resultante de la fuerza de trabajo producida por el motor de vapor del barco experimental fue de 0.56 julios.

Trabajo es el producto de una fuerza aplicada por el desplazamiento un cuerpo, esto lo podemos ver representado cuando un cuerpo en una mesa es desplazado de una zona A, a una zona B, en donde se tiene dos variables. Una la fuerza requerida

para mover el cuerpo y la otra la distancia recorrida por el cuerpo, dando como resultado una potente escalar por la interacción de dichas variables, la fuerza y la distancia, el trabajo puede verse representado en dirección de la fuerza. (Claret A. 2009)

Leyes de la termodinámica

11.2.4 Modelo explicativo de la 1 ley de equilibrio térmico

Este modelo se realizó con los siguientes experimentos

Primer Experimento

Un cubo de hielo señalado con temperatura de 0 C° - señalado como sistema A, un recipiente con agua cualitativamente a temperatura ambiente 17 C° -sistema B.

Así pues se introduce el hielo en el recipiente con agua y se espera a que este se disuelva en el fluido para entrar a analizar la siguiente situación “Cuando un cuerpo caliente entra en contacto con uno frío, la energía térmica se propaga del cuerpo caliente al más frío hasta que ambos alcanzan la misma temperatura; este es el estado de equilibrio térmico”.



Figura 11. Representación del Equilibrio térmico.

Segundo experimento

Se dejó caer una pelota de tenis y se registra la altura de los botes de esta a medida que avanza y se queda quieta. Entonces se observa que a medida que se propagan los botes de la pelota cada uno de ellos va siendo menor que el anterior. Aduciendo esta explicación en un contexto micro que la energía cinética de un cuerpo como un todo se va transformando en el caótico movimiento de los átomos que lo componen, ese proceso es muy similar al calor que se propaga a un cuerpo frío.



Figura 12. Representación equilibrio térmico cuestión de perspectiva.

Con el tiempo toda la energía disponible se llega a distribuir como energía cinética y potencial de los movimientos aleatorios de todos los átomos, por tanto la idea de equilibrio en definitiva es cuestión de perspectiva.

Al respecto (Claret A. 2009) Equilibrio térmico se refiere a la consideración que se hace cuando un cuerpo frío, denominado A se coloca en contacto con otro cuerpo caliente, denominado B, después de un tiempo suficiente A y B tienen la misma sensación de temperatura. Entonces se concluye que A y B están en equilibrio térmico.

11.2.5 Modelo explicativo de la 2 ley de la termodinámica (entropía)

Desde el modelo explicativo barco de vapor se explica el aprovechamiento de energía y la pérdida de la misma en la transformación a trabajo mecánico de desplazamiento cuando se analiza el resultado del trabajo realizado por el barco y la pérdida de la energía que se disipa en el ambiente graficando este fenómeno.

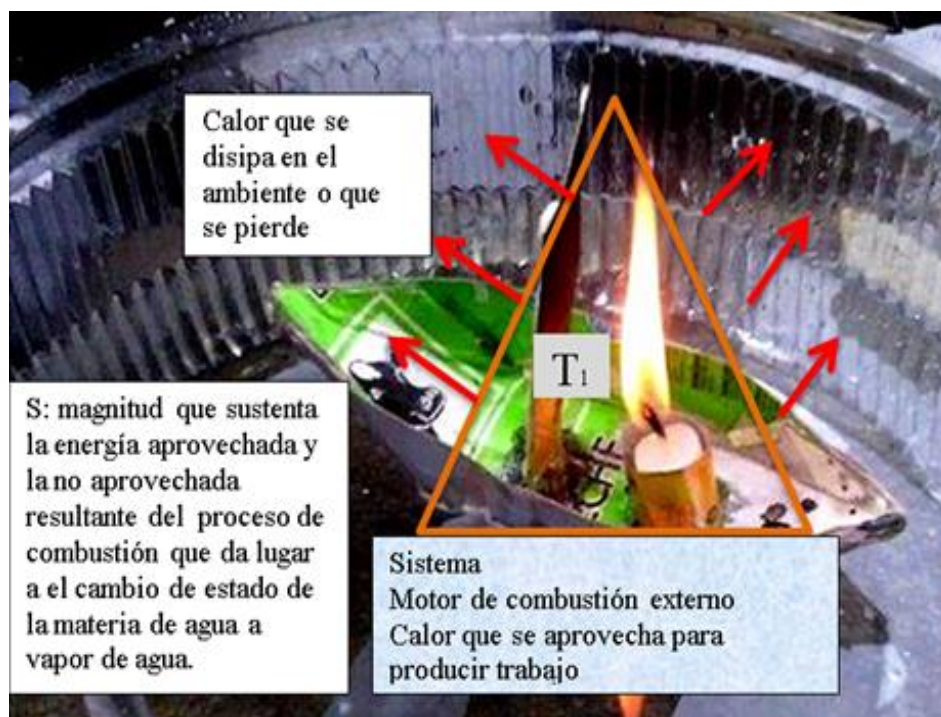


Figura 13. Entropía, desperdicio y aprovechamiento de la energía.

Por tanto se comparte la afirmación que la entropía con símbolo S es la medida de la energía aprovechada en forma de trabajo por el sistema como también la energía que se pierde en el ambiente ya que el calor pasa de una temperatura alta a una temperatura menor.

11.3 Funcionalidad de los modelos explicativos en la enseñanza-aprendizaje de la termodinámica.

En esta categoría se realiza un análisis del desarrollo temático en lo que respecta a calor, temperatura, trabajo, primera y segunda ley de la termodinámica a fin de sustentar el efecto de modelos explicativos en la enseñanza de la termodinámica; por tal razón se incluye el desarrollo de competencias en ciencias naturales (ICFES 2007), la cual define competencias como la capacidad de aplicar los conocimientos en situaciones reales. Las competencias en ciencias naturales son las siguientes: identificar, indagar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para aceptar la naturaleza del conocimiento es cambiante y disposición para reconocer la dimisión social del conocimiento. Hay que aclarar que no todos los modelos explicativos permiten el desarrollo de las competencias en ciencias naturales, pero tampoco es la idea central de este trabajo, por lo que se mencionan las más relevantes e interesantes del proceso de modelización para enseñanza de los conceptos relacionados con termodinámica,

Así pues se presenta un análisis de cada modelo con su respectivo tema para afirmar una idea general en temáticas acertadas para aprender termodinámica y funcionalidad en las mismas.

11.3.1 Modelo explicativo transferencias de calor

Partir de las ideas previas para dimensionar el alcance del tema, en este caso el calor, es fundamental para constituir el modelo explicativo, de esta manera se tienen en cuenta temas como átomo, molécula, energía y materia como ideas previas que deben estar firmes en los estudiantes desde un punto de vista microscópico teniendo claro que la transferencia de calor de un cuerpo a otro en concepciones microscópicas se propaga por vibraciones moleculares al contacto de los cuerpos en cambio si le damos una mirada macroscópica al entendimiento del calor y sus formas de propagación estaríamos hablando de conceptos de transferencia de calor teniendo en cuenta los estados de la materia y el concepto de temperatura. Así pues decimos que los modelos explicativos en su formulación y aplicación se construyen desde las ideas previas para poder comprender desde su profundidad conceptual temas que demandan una claridad conceptual pretérita. Aduriz e Izquierdo (2009) destacan que la teoría adquiere significado en sus modelos vinculados a los fenómenos; las hipótesis teóricas van estableciendo las maneras de proceder y de argumentar en la intervención (experimental o de otro tipo) según la teoría "general", que va adquiriendo significado práctico. Se establecen así conglomerados de modelos con diferentes grados de

especificidad; estos modelos, conjuntamente con las hipótesis teóricas, constituyen la teoría desde esta nueva mirada. Esta práctica se evidencia en la explicación de las formas de transferencia de calor, ya que los alumnos siguen procesos conceptuales mediante la observación y comportamiento físico macroscópico de convección, radiación, y conducción en fenómenos representados en los modelos explicativos que contribuyen al mejoramiento conceptual y cambiarlas de forma gradual o inmediata.

Este modelo explicativo también se procedió a cuantificar la energía requerida por cada estudiante con el propósito de identificar la cantidad de calorías que necesita el cuerpo para el funcionamiento de los órganos del mismo, ejercicios que se apoyan con la ecuación de Harris Benedict que consiste en estimar el metabolismo basal de una persona en función de peso, talla y la edad.

Hombres	$\text{TMB} = 66,4730 + (13,7516 \times \text{peso en kg}) + (5,0033 \times \text{altura en cm}) - (6,7550 \times \text{edad en años})$
Mujeres	$\text{TMB} = 655,0955 + (9,5634 \times \text{peso en kg}) + (1,8449 \times \text{altura en cm}) - (4,6756 \times \text{edad en años})$

Tabla 4. Ecuación de Harris Benedict

Con esta ecuación los estudiantes desarrollan las competencias específicas de las ciencias naturales como el de identificar y aceptar la dimisión social del conocimiento. Identificar porque dan cuenta de la cantidad de calorías requeridas para poner en funcionamiento del cuerpo, pero hay que considerar que solo se aplica para

poner en funcionamiento de los órganos internos mas no para realizar actividades como practicar un deporte, estudiar o trabajar, para ello deberán de consumir o tener más calorías para realizarlos. La de aceptar la dimensión social, ya que con la ecuación reconocen que para realizar las actividades mencionadas más arriba requieren de una cantidad de calorías por lo que necesitarían de una alimentación acorde a la actividad que desea hacer o practicar.

INSTITUTO PRE-UNIVERSITARIO
 Victor Andrés Escobar LOC
 $66,4730 + (13,751 \times 60) + (5,0033 \times 70 \text{ cm})$
 $66,4730 + 825,06 \text{ kg} +$
 $8,50562 - 201,25$
 $= 798,78576 \text{ kcal}$

10 "C"
 Deyvi Comito Zambrano Delgado
 AGOSTO 28-15
 TMB =
 $66,4730 + (13,751 \times 55 \text{ KI}) + (5,0033 \times$
 $1,63) - (6,75 \times 15)$
 $66,4730 + (756,308) + (8,15537) - (101,25)$
 $66,4730 + 756,308 + 8,15537 - 101,25$
 $= 729,68337 \text{ kcal}$

Figura 14. Calorías requeridas para las funciones vitales del cuerpo

11.3.2 Modelo explicativo de temperatura

La relación entre interpretaciones cualitativas y cuantitativas, en temas de calor y temperatura deben estructurarse y asumirse desde una visión experimental del estudio del calor ya que cualitativamente existen preconceptos de la cotidianidad estructurados desde el lenguaje común de los estudiantes (frío, caliente) que a la hora de aplicar el modelo explicativo se asocian con el lenguaje de los libros o científico haciendo posible la comprensión del concepto de temperatura y dar paso a la aplicación de las escalas de temperatura kelvin, Celsius y Fahrenheit.

11.3.3 Modelo explicativo barco de vapor para explicar trabajo, primera ley de la termodinámica (ley del equilibrio térmico), 2da ley de la termodinámica (entropía).

Este modelo permitió llevar una generalidad de temas ya que se asumió distintas perspectivas en lo que tiene que ver con fenómenos que sucedieron en la puesta en marcha de este modelo, estas perspectivas son asumidas cuando se “señala una imitación o simulación de su referente, que sólo captura de manera simplificada algunos elementos centrales -elegidos según una determinada mirada intencionada- y que pasa por alto los detalles a fin de permitir un acercamiento más sencillo al entendimiento y la manipulación de lo que se está modelizando” (Aduriz e Izquierdo. 2009).

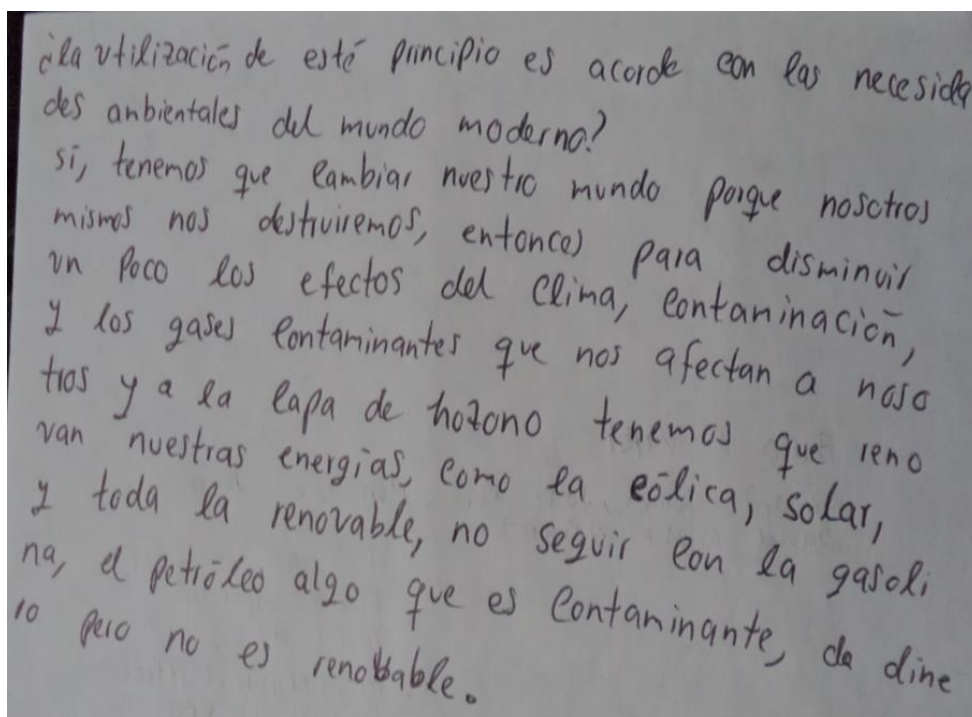
Los elementos específicos o sencillos para conceptualizar temas relacionados con termodinámica se especifican o se delimita los aspectos a trabajar y presentar los conceptos de forma que los alumnos observen los fenómenos macroscópicos de lo que sucede con el barco a vapor.



Figura 15. Observación de fenómenos macroscópicos

Además de enseñar los conceptos mencionados para este modelo, los estudiantes respondieron preguntas que no son conceptuales, sino más bien de la evolución de la termodinámica de los motores con las cuales operan las maquinas actualmente. En este caso vemos como los estudiantes desarrollan competencias en ciencias naturales como identificar, explicar, trabajo en equipo, disposición para aceptar la naturaleza del conocimiento es cambiante y disposición para reconocer la dimisión social del conocimiento.

Estas competencias se desarrollan porque a los alumnos se les entrega unas preguntas, las cuales no necesariamente deben conocer o tener concepciones bien estructuradas en el aspecto cognitivo, sino de observaciones realizadas en el desarrollo del modelo explicativo del barco de vapor posibilito construir y recordar los conceptos trabajos teniendo en cuenta la teoría de la termodinámica en sus principios y en la actualidad y como ha influido la evolución de dichos conceptos relacionados a esta temática la sociedad , en la economía y pospuesto en el ambiente



¿la utilización de este principio es acorde con las necesidades ambientales del mundo moderno?
si, tenemos que cambiar nuestro mundo porque nosotros mismos nos destruiremos, entonces para disminuir un poco los efectos del clima, contaminación, y los gases contaminantes que nos afectan a nosotros y a la capa de ozono tenemos que renovar nuestras energías, como la eólica, solar, y toda la renovable, no seguir con la gasolina, el petróleo algo que es contaminante, de dinero pero no es renovable.

Figura 16. Principios de termodinámica relacionados con aspectos ambientales.

¿Qué fenómenos te llamaron la atención de este modelo explicativo?	que el vapor impulsaba el barco a cierta temperatura.
¿Qué otras energías se utilizan los medios de transporte actuales?	-Energía solar -Energía eólica -Energía mecánica -Energía nuclear
¿Qué tipo de energías utilizaban los medios de transporte utilizados por tus padres y abuelos?	-Gasolina -mecánica -Extra
¿Por qué el calor permite que el barco se desplace?	por que el calor hace que el agua hierba y produzca vapor.
¿Consideras que el transporte debe utilizar otras fuentes de energía? Si o no. Explicar.	no, ya hay medios de transporte que se recargan con la luz solar y eso es muy importante para el medio A
La utilización de éste principio es acorde con las necesidades ambientales del mundo moderno.	si por que el medio de transporte actual es muy contaminante

Figura 17. Preguntas y respuestas con respecto a las competencias en ciencias naturales

Ahora bien, si el proceso de estudio de la termodinámica desde una mirada cognitiva; es decir los aprendizajes que adquieren los estudiantes mediante el desarrollo de modelos explicativos es interesante e importante ya que relacionan muchos aspectos sobre las formas de interpretar y comprender el estudio del calor como un tipo de energía y que se puede transformarse en otros.

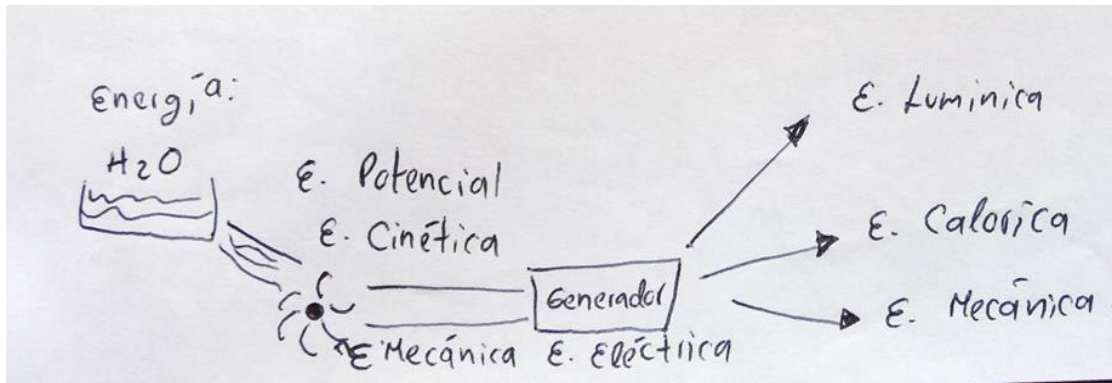


Figura 18. Representación de las transformaciones de la energía.

Con el proceso de modelización, el aprendizaje adquiere un ambiente mucho más agradable, permitiendo en ellos interés por los temas conceptuales, pero además van comprendiendo que las teorías o principios han evolucionado respecto al contexto histórico al que estaban inmersos; Aduriz e Izquierdo (2009) complementan esta afirmación añadiendo que esta recreación, auxiliada por el profesorado y por los textos, no se plantea entonces como un 'redescubrimiento' de ideas complejas que llevaron siglos de arduo trabajo a la humanidad, sino como una apropiación - profundamente constructiva- de potentísimas herramientas intelectuales que se van representando en el aula con el nivel de formalidad necesario para cada problema y cada momento del aprendizaje. Entonces, el desarrollo de los modelos explicativos para el proceso de enseñanza-aprendizaje contribuye a la construcción de conceptos relacionados con termodinámica e ir construyendo cada concepto; a veces confusos, por lo que son difíciles de comprenderlos y aún más complejos de entenderlos en fenómenos naturales, posibilitando en los alumnos a adquirir los conocimientos e interiorizarlos y poder aplicarlos; en el caso, al contexto al cual pertenecen.

Para finalizar con esta categoría de análisis debemos tener en cuenta los planteamientos de Aduriz e Izquierdo en la afirmación de que ahora no es tan importante enseñar a repetir y a manipular enunciados compactos (por ejemplo, las leyes de Newton), sino poder pensar sobre ciertos hechos-clave reconstruidos teóricamente (la caída de una manzana, el balanceo de un candelabro, la frenada de una patineta, el impacto entre dos bolas de billar...) para dar sentido a los fenómenos del mundo que nos rodea (la gravitación, las oscilaciones, el movimiento, el choque...) que se nos muestran análogos a aquellos. De este modo posibilitara a los estudiantes comprender y entender fenómenos desde la cotidianidad y responder al sistema educativo planteados por el país como es el desarrollo de competencias en ciencias naturales.

12 Conclusiones

Las concepciones trabajados sobre materia, energía, átomo y molécula son un paso fundamental para acercarse a la comprensión de conceptos fundamentales de la termodinámica como calor, temperatura y trabajo, por tanto este avance muestra que los estudiantes de grado decimo ostentaban un saber común que se hacía confuso a la hora de tratarlo desde la enseñanza de las ciencias, pero que con el debido tratamiento modélico explicativo se esclarecen dichos conceptos. Aunque es importante recalcar que al definir conceptos de átomo y molécula los estudiantes recurren a describir el funcionamiento de ellas nombrando algunas de sus partes; es decir, mediante la aplicación de los modelos explicativos los estudiantes comprendieron como era y como funciona las partículas de la materia pero no dan definiciones científicamente aceptadas.

Los modelos explicativos son una alternativa pedagógica que permite relacionar una secuencia conceptual lógica, desde lo básico a lo complejo, en la enseñanza-aprendizaje de la termodinámica. Además, se reconoce que los modelos explicativos generan otro tipo de aprendizajes como el desarrollo de competencias en ciencias naturales con la orientación y elaboración de actividades pertinentes al nivel de formalidad educativa o a la población que va dirigida. Dichas competencias no solo busca que los y las alumnas comprendan conceptos y puedan interpretarlos y aplicarlos en su cotidianidad, sino también hace que ellos (as) lo relacionen con

situaciones o problemas como el calentamiento global, la contaminación y entre otros aspectos ambientales y sociales.

Las dificultades conceptuales que traen los estudiantes desde años pretéritos de estudio difícilmente son subsanadas en años posteriores ya que por el tiempo y las secuencias en temas se hace difícil repetir o recordar temas básicos que anteceden a temas más complejos por tanto el uso de la experimentación a través de los modelos explicativos debe estar presente en todo el caminar de las ciencias escolares puesto que estamos en un mundo en el cual se requiere propuestas alternativas para llevar procesos de enseñanza- aprendizaje acorde a los contextos y que contribuyan a mejorar los procesos pedagógicos en el aula de clase por parte de los profesores en ciencias naturales y en otras áreas del conocimiento. Existe la falsa creencia que para enseñarlas ciencias desde una perspectiva experimental se requiere de una gran inversión de recursos materiales, aparte de la inversión de tiempo (Arce, 2002), con la realización de modelos explicativos se puede evidenciar lo anterior ya que la experimentación se puede realizar de materiales reciclables y el tiempo que se invierte en su realización propicia ventajas para los estudiantes porque en el proceso de desarrollo o puesta en marcha el experimento van desarrollando procesos cognitivos como el aprendizaje de conceptos y la apropiación de esos conceptos para ponerlos en práctica en sus contextos.

13 Recomendaciones

El estudio de la termodinámica y su enseñanza requieren un alto grado de compromiso por parte de los actores que la propician; para de esta manera se genere un aprendizaje que abarque las necesidades de los alumnos. Así mismo los conceptos requieren un manejo adecuado de terminología, por tal razón es importante reconocer y partir de los preconceptos de los estudiantes, identificar el grado de manejo de conceptos para con ello mejorar, adecuar o vislumbrar una definición científica que contribuya a desarrollar el estudio de la termodinámica de forma amena.

La conceptualización de la enseñanza de la termodinámica se puede convertir en algo tedioso, ya que tal concepto es muy amplio y requiere de un alto grado de conocimiento disciplinar; agregando que este concepto y con investigaciones realizadas por profesores en todos los niveles educativos, en si son muy complejo de abordarlos, quizás esta complejidad se presenten por que los estudiantes no tienen claro las nociones fundamentales como son átomo, molécula, materia y energía para poder abórdalos en conceptos termodinámicos. Así como es importante el conocimiento disciplinar es necesario y vital reconocer el valor pedagógico que ofrecen los modelos explicativos como medio para representar el funcionamiento de conceptos fundamentales en donde se puede evidenciar tales fenómenos posibilitando la enseñanza de la termodinámica

En la enseñanza de las ciencias naturales es importante la memorización de conceptos formulas, etc, pero dado a la complejidad de las mismas a los estudiantes no se le graba en sus mentes todo el conocimiento adquirido en el aula de clase generando en ellos dificultades cognitivos para asimilarlas, en ciencias, el estudiante no puede memorizarlo todo, y aunque pudiera hacerlo, esto no tendría ningún sentido, lo realmente importante es orientarlo en el desarrollo del razonamiento y su capacidad de análisis, así como enseñarlo a obtener información por sí mismo.

La experimentación o modelos explicativos hacen enriquecedor el proceso educativo porque es necesario que los estudiantes puedan vivenciar y comprenderlos fenómenos que ocurren en el entorno natural como el calor, y porque para los niños y jóvenes es mucho más interesante y motivante para aprender puesto que son las ciencias naturales las que contribuyen a identificar y comprender fenómenos naturales y de la sociedad en el cual están inmersos.

11. BIBLIOGRAFÍA

*Aduriz, Agustín e Izquierdo, Mercé (2009) Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. Rev. Electrónica. investig. educ. cienc. [online]. n.esp [citado 2016-03-08], pp. 40-49. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185066662009000100004&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1850-6666.

*Arce U, María E (2002). El valor de la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales. El taller de ciencias para niños de la sede del atlántico de la universidad de costa rica: una experiencia para compartir. Revista Educación 26(1): 147-154.

*Briseño, B, Carlos. Rodríguez, Lilia (1999) Química. Por fondo educativo panamericano. Segunda edición.

* Cárdenas, M. y Ragout de Lozano, S. (1996). Explicaciones de procesos termodinámicos a partir del modelo corpuscular: una propuesta didáctica. Instituto de Física. Universidad Nacional de Tucumán. Av. Independencia, 1800. (4000) S.M. de Tucumán. Argentina.

*Claret Zambrano, (2009), historia y epistemología de en los conceptos básicos de la termodinámica: calor, trabajo y temperatura, Cali, universidad del valle.

* Claret Zambrano, Viáfara Ortiz y Marín Quintero (2008). Estudio curricular sobre la enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental en instituciones

educativas de Barranquilla. Instituto de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle (Cali-Colombia).

*Harris Benedict. (1918-1919). Ecuación empírica para estimar el metabolismo basal de una persona en función de su peso corporal, estatura y edad. Laboratorio de Nutrición del Instituto Carnegie de Washington (EE.UU.). Monografía “A Biometric Study of Basal Metabolism in Man”. Disponible en:https://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaci%C3%B3n_de_Harris-Benedict

* Hewitt, P. (1999). Termodinámica. En A. Wesley (Eds.). Física conceptual- segunda edición. (pp. 376-390). EE. UU.

* Instituto Colombiano para la Educación superior (ICFES). Fundamentación conceptual área de ciencias naturales (2007). Disponible en:
http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459_pdf_2.pdf

* Martínez, J.M. y Pérez, B.A (1997) Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica. Investigación didáctica. Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia. (9200) Esquel. Chubut.

* MEN (1998). Estándares básicos de competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales.

* Usuga, O y Teresita del Niño Jesús (2012). Propuesta para la Enseñanza-Aprendizaje del concepto reacción química, en la educación básica secundaria de la Institución Educativa San José de Venecia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias Medellín, Colombia.

*Valencia (1999). Aportes de un modelo cognitivo de ciencias a la enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas. Izquierdo. M. (Ed).

*Viera Torres, Trilce (2003), El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe. Distrito Federal, Organismo Internacional. Universidades, núm. 26, julio-diciembre, 2003, pp. 37-43. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/373/37302605.pdf>.