UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía

Albeiro Rubio Pinto

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Bogotá, Colombia
2012

Unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía

Albeiro Rubio Pinto

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Directora:
Química,M.Sc. Dr.Sc.,**LILIAM ALEXANDRA PALOMEQUE FORERO**
Grupo de Investigación
MOTIVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA (M.E.Q.)

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Bogotá, Colombia
2012

A Dios,
a mi esposa Jennyfer
y a mi hijo Juan David, con todo mi amor.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia por acogerme en la posibilidad de mejorar mi potencial para el desarrollo de mi función social como educador

A Liliam Alexandra Palomeque Forero directora de este trabajo, por su constante colaboración, aportes y valiosas sugerencias.

A Clara Denis Cabrera, Rectora del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., por su tiempo, espacios y colaboración.

A los estudiantes de grado 1001 y 1002 del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., por participar en el desarrollo de las actividades programadas para evidenciar el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

A Todas y cada una de las personas que hicieron posible la realización de esta labor.

Resumen

Este trabajo presenta el diseño e implementación de una unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía considerando premisas del aprendizaje constructivista;el propósito es mejorar la comprensión del tema en estudiantes de grado décimo. La construcción del concepto energía se aborda desde el reconocimiento de las experiencias y los aprendizajes que han adquirido con anterioridad los estudiantes; se utilizan diversos recursos como la indagación de ideas previas, experimentos, mapas conceptuales, videos y clases explicativas. Con esta metodología, se identifica un mayor protagonismo de los estudiantes en su conceptualización e identificación del concepto de energía, sin embargo, no se logra un alto grado de inclusión en la totalidad del grupo, ya que se notan dificultades en el seguimiento de instrucciones, en la interpretación de textos y en el uso de la matemática para cuantificar la energía. Por consiguiente se sugiere la implementación de esta propuesta, pero con atención a la superación de las dificultades relacionadas anteriormente.

Palabras clave: energía, unidad didáctica, constructivismo, cuantificaciónde la energía, mapas conceptuales, conceptualización.

Abstract

This work presents the design and implementation of a didactic unit to teach the concept of energy taking into account the premises of constructional learning. The purpose is to increase the comprehension of tenth-grade students. The acquisition of the concept energy begins when the students recognize their past learning experiences; they used different resources such as:previous information, experiments, mental maps, videos and lectures. With this methodology,we identify an increase of prominence of the students in conceptualization and identification of the energy concepts. There was notyet a full integration of the group, mainly because there is a lack of comprehension following instructions, interpreting texts and using mathematics in order to quantify the energy. Therefore, we suggest implementing this proposal, but overcome the previous difficulties.

Keywords: energy, teaching unit, constructivism, quantization the energy, concept maps, conceptualization.

Contenido

1. Introducción del trabajo……..……..……..1
1.1. Introducción general……...1
1.2. Descripción de la población de trabajo…….3
1.3. Planteamiento del problema general……..5
1.4. Justificación del estudio……6
1.5. Estándares básicos de competencias……..……...7
2. Hipótesis del trabajo……11
3. Objetivos…….13
3.1. Objetivo general……..……....13
3.2. Objetivos específicos……..……...…...13
4. Referentes conceptuales……...……...…15
4.1 Aspectos disciplinares…….15
4.1.1. El ambiguo concepto de energía……...15
4.1.2. Formas de energía…….16
4.1.3. Energía..……..16
4.1.4. Trabajo realizado por una fuerza constante……...16
4.1.5. Trabajo y energía cinética……...19
4.1.6. Fuerzas conservativas y no conservativas……21
4.1.7. Energía potencial……...23
4.1.8. Conservación de la energía mecánica…….25
4.1.9. Trabajo realizado por un sistema de partículas……25
4.1.10. Energía interna en un sistema de partículas……..27
4.1.11. Transferencia de energía por calor……...27
4.2. Nociones de la evolución histórica del concepto de energía…….28
4.2.1 Los recursos energéticos y su transformación……28
4.2.2. La invarianza según Parmenides y Heráclito…….29
4.2.3. El pneuma y la energeia para Aristóteles……30
4.2.4. La energía en la edad media……...30
4.2.5. La energía en Galileo……31
4.2.6 El concepto de «vis viva»……32

4.2.7. La naturaleza del calor…….32
4.2.8. El aporte de Sadi Carnot a los inicios de la termodinámica……..33
4.2.9. Teoría mecánica del calor…….. 33
4.2.10. El concepto energía en el siglo XX……...33
4.3. Aspectos didácticos…….…….34
4.3.1. Dificultades en el aprendizaje del concepto energía……...34
4.3.2. El constructivismo en el proceso educativo……..36
4.3.3 La enseñanza del concepto energía en el modelo tradicional……..38
4.3.4 Aprendizaje por indagación……38
4.3.5. La unidad didáctica……...39
5. Metodología…….41
5.1. Descripción general de la metodología……..……..…41
5.1.1. Tipo de profundización……41
5.1.2. Población y muestra…….…41
5.1.3. Instrumentos para la recolección de datos……42
5.1.4. Instrumentos para estudiantes……..…42
5.1.5. De las preguntas formuladas a los estudiantes……43
6. Diseño e implementación de la unidad didáctica……...…45
6.1. Justificación……..…45
6.2. Objetivo general de la unidad didáctica……...……45
6.3. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación……..……..…46
7. Resultados y análisis……..……49
7.1. Sesión 1: preconceptos de los estudiantes……..49
7.2. Sesión 2: primera práctica experimental……..52
7.3. Sesión 3: primera clase teórica……..…55
7.4. Sesión 4: segunda práctica experimental……..56
7.5. Sesión 5: segunda clase teórica……58
7.6. Sesión 6: tercera práctica experimental……..60
7.7. Sesión 7: elaboración de un mapa conceptual……..…63
7.8. Sesión 8: actividad interpretativa y argumentativa……..67
8. Conclusiones……69
9. Bibliografía……...71
A. Anexo: Indagación de las ideas previas en los estudiantes……76
B. Anexo: Práctica experimental 1……77
C. Anexo: Práctica experimental 2……78
D. Anexo: Práctica experimental 3……79
E. Anexo: Guía de elaboración de mapas conceptuales……80
F. Anexo: Actividad interpretativa y argumentativa……82

1. Introducción del trabajo

1.1. Introducción general

Generalmente, los intentosde solución de problemáticas de aprendizaje en la escuela, corresponden a las acomodaciones pedagógicas de estrategias metodológicas que benefician los procesos de Enseñanza y Aprendizaje. Los docentes que aplican dichas estrategias, tienen la responsabilidad de no desconocer el contexto de los estudiantes; por el contrario, deben interceder para que lo comprendan y contribuyan, a través de sus potencialidades, a su transformación. Una primera aproximación a la idea de contexto, permite reconocer en él las interacciones del aprendizaje de los estudiantes con un entorno físico y sociocultural (Lacasa y Herranz, 1989).

Un área problemática, de bastante interés en el ámbito educativo, es la enseñanza de conceptos de la física, para lo cual, los docentes abordan estrategias metodológicas de enseñanza con el fin de contribuir a la mejora significativa de los procesos educativos que promueven un alto rendimiento académico; sin embargo, dejan de lado el estudio de los procesos que viven los estudiantes durante el aprendizaje cuando éste se da. Por lo tanto, con este trabajo se pretende identificar un problema de la educación, como es el aprendizaje memorístico e irreflexivo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978), esperando, que surjan alternativas para los docentes que desean aportar al aprendizaje constructivista de los estudiantes en el reconocimiento de sus experiencias y los aprendizajes que han adquirido con anterioridad.

A través de los estándares curriculares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, en ciencias naturales, se vincula el concepto energía en algunas de las acciones de pensamiento y de producción concretas[1] que los estudiantes deben

[1] De acuerdo con los estándares curriculares del Ministerio de Educación Nacional, el manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales está definido en tres ejes básicos: entorno vivo, entorno físico y ciencia, tecnología y sociedad. Para los grados décimo y undécimo,el entorno vivo yel entorno físico se subdividen en procesos biológicos, procesos físicos y procesos químicos.

realizar durante la educación básica y media; su importancia está relacionada con su aplicación en la unificación de la física clásica y con su papel en otras ciencias (Solbes y Tarín, 1998). Al respecto de la enseñanza del concepto energía, un primer problema que se presenta tiene que ver con la controversia sobre la conveniencia de introducir el concepto de trabajo antes que el de energía o viceversa (Sexl, 1981;Duit, 1981; Warren, 1982), además, se han detectado otras dificultades: confundir entre trabajo y fuerza (Pozo, 1998); desligar la relación del trabajo y la energía (Duit, 1984; Driver y Warrington, 1985); considerar que la energía se puede gastar (Kesidou y Duit, 1993) o almacenar (Solomon, 1985); considerar el calor como una forma de energía (Von Roon y otros, 1994) y no activar los esquemas de transformación, conservación, transferencia y degradación de la energía (Duit, 1981, 1984).

El presente trabajo de profundizaciónmuestra la implementación de una estrategia metodológica articulada en una unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía; adicional a esto, enseña al lector la forma en que se reconocen las ideas previas de los estudiantes (aceptándolas como parte de su estructura cognitiva) y procura evidenciar que ellos no reconocen fácilmente fenómenos físicos como la energía y que, por lo tanto, se les dificulta reestructurar su visión del mundo. La alternativa propuesta para el mejoramiento del aprendizajedel concepto energía, incluye:la integración de preguntas problematizadoras con las prácticas experimentales que formulan predicciones individuales y grupales; la realización de clases teóricas; el planteamiento de situaciones reales o hipotéticas; la resolución de problemas; la elaboración de un mapa conceptual y una actividad interpretativa y argumentativa.

En el capítulo 1; además, de la introducción general, se presentanla descripción de la población de trabajo, el planteamiento del problema general, la justificación del estudio y lo referente a los Estándares Básicos de Competencias. En los capítulos 2 y 3, se presentan la hipótesis del trabajo y los objetivos de la propuesta, respectivamente. En el capítulo 4 se trabajan los aspectos disciplinares, históricos, y didácticos del concepto de energía. En el capítulo 5 se presenta la metodología. En el capítulo 6 se presenta el diseño e implementación de la unidad didáctica.En los capítulos 7 y 8 se presentan el análisis de resultados y las conclusiones, respectivamente. El análisis de resultados mostró que la metodología desarrollada genera una mejora significativa en el aprendizaje del concepto energía, y que por lo tanto se recomienda su aplicación. Sin embargo, no se logra un alto grado de inclusión en la totalidad del grupo, ya que se notan dificultades en el seguimiento de instrucciones, en la interpretación de textos y en el uso de la matemática para cuantificar la energía. Por consiguiente se sugiere la implementación de esta propuesta, pero con atención a la superación de las dificultades relacionadas anteriormente.

1.2. Descripción de la población de trabajo

El Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., se encuentra ubicado en la localidad de San Cristóbal, en las proximidades de los Cerros Orientales de la ciudad de Bogotá.

En el año 2007 se procuró llevar a cabo una caracterización de la Comunidad Educativa de la Institución y se aplicó un instrumento de indagación;algunos de sus resultados fueron los siguientes:

- En los estudiantes se presentan dificultades importantes en el orden de lo académico:con la entrada en vigencia del decreto 0230 de 2002 y su ejecución hasta el año 2009, se estableció un porcentaje no superior al 5 % para consideraciones de reprobación del año escolar en los estudiantes.Durante estos años, se ha observado la promoción de estudiantes al siguiente grado con reprobación de entre 3 y 5 asignaturas.
- Las familias de los estudiantes son de escasos recursos económicos, ya que el 66 % tienen un ingreso no superior a un salario mínimo.
- El 40 % de la población accede a servicio médico a través del SISBEN.
- El 50 % de las familias no cuentan con casa propia.
- Las familias están conformadas en un 70 % por 1 o 2 hijos y en un 30 % por 3 o más hijos.

Además, el grado de inclusión que se logra en actividades académicas de tipo científico es bajo pues existe un desinterés generalizado, manifestado por los estudiantes. Aunque se cuenta con laboratorio de física en ocasiones son necesarios algunos aditamentos que los estudiantes podrían conseguir fácilmente pero no se observa ningún esfuerzo para su consecución;prácticamente, se les debe entregar todo lo necesario. Contrariamente, se observa gran interés de los estudiantes por actividades de tipo cultural y deportivo.

Para el año 2007,la Institución define un enfoque comunicativo dado que se identificaron, problemas de los estudiantes relacionados con dificultades para la interpretación de textos y para escribir.Esto además se correspondió con la implementación de una cátedra en comunicación que no pasó la prueba, según consideraciones del Consejo Académico, al cabo de un año. Actualmente la Institución define su Proyecto Educativo Institucional en términos de“La Comunicación para una Vida Digna”.

En los últimos 5 años, en los exámenes de estado aplicados por el ICFES, se ha evidenciado el desempeño bajo en las asignaturas de física, química y matemáticas que corresponden a los que actualmente se denominan, campos de pensamiento científico y matemático, respectivamente.

En cuanto a los estudiantes de grado décimo del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., jornada tarde, se presentan dificultades específicas como: falta de comprensión de textos, deficiencias en el pensamiento matemático y falta de habilidades científicas.

Los estudiantes presentan dificultad en la lectura de textos científicos, porque no comprenden o reconstruyen los significados y el sentido de este tipo demanifestaciones lingüísticas.

En cuanto a las dificultades que se evidencian en matemáticas, los estudiantes no interpretan el planteamiento de problemas que se relacionen con otras ciencias y en la mayoría de los casos, sus habilidades de pensamiento matemático se limitan a la repetición de procedimientos que se llevan a cabo a partir de ejemplos. Existen problemasen el uso del álgebra, ya que no la utilizan con sentido y se les dificulta relacionarla con situaciones de variación de los valores.

En el campo de pensamiento científico y tecnológico, particularmente en la asignatura de física, se tiene dificultades con la apropiación de conceptos científicos.Los estudiantes no tienenconceptos suficientes para el estudio de diversos fenómenos naturales. Al igual que sucede en matemáticas, existen problemas de utilización del algebra en la resolución de problemas que requieren una interpretación cuantitativa.

A través de los últimos 5 años, se ha procurado la implementación de la enseñanza de la física en los ciclos 3 y 4, sin embargo, la intensidad horaria en los cursos de sexto a noveno, que corresponde con estos ciclos, es demasiado baja (una hora semanal y en el caso del ciclo 5 para los grados décimo y undécimo, 3 horas semanales). A lo anterior se suma,la problemática de las reiteradas inasistenciasa clase de un numeroso grupo de estudiantes; este problema dificulta desarrollar normalmente los procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo cual se debe recurrir permanentemente a actividades de nivelación y refuerzo.

En general, se puede afirmar que los estudiantes de grado décimo no desarrollan procesos de aprendizaje de orden superior (*a partir de la conceptualización, la abstracción y la utilización de modelos explicativos y predictivos de los fenómenos*

observables y no observables del universo.Ministerio de Educación Nacional, 2004*)*. Las motivaciones de los estudiantes están determinadas por el impacto de la cultura que define su contexto, sus afectividades están determinadas por solidaridades que rápidamente caducan, es decir, viven con constantes desencantos del mundo que les rodea; en ellos se percibe la existencia de una enorme relación entre cultura e individuo pero, lamentablemente, sus expresiones culturales se manifiestan siempre fuera del contexto de la escuela y no son siempre buenas y sanas.

1.3. Planteamiento del problema general

A nivel educativo, se ha dado gran importancia a la enseñanza y el aprendizaje del concepto de energía, ya que se concibe como uno de los más importantes de la física (Borsboom y otros, 2008; Jewett, 2008); sin embargo, como se refiere en la sección 1.1 del presente trabajo, también ha sobresalido por las dificultades encontradas por los estudiantes para aprenderlo, ya que se requiere un alto nivel de abstracción (Herón y otros, 2008); además, se han identificado factores que influyen en los estudiantes para el aprendizaje de dicho concepto,como: el bajo nivel de razonamiento; el contexto socio-cultural en que están inmersos; la motivación para aprender ciencias; la forma inadecuada de abordar las temáticas por el docente; la estructura de los libros de texto, entre otros (Trna, 2008; Núñez y otros, 2004). Al respecto, los estudiantes de grado décimo del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., relacionan de manera incorrecta el concepto de energía con la fuerza, el trabajo, el movimiento, el calor, entre otros y lodefinen como la capacidad para realizar trabajo, sin comprender su significado, lo que ocasiona dificultades para comprenderlo desde diversos contextos.

La mayoría de los educadores, no manifiesta interés por conocer lo que pasa por el pensamiento de los jóvenes cuando se les presenta un nuevo concepto, se desconocen sus ideas previas al respecto y se pretende que los estudiantes se aproximen a las ideas de quien tiene el objetivo de enseñar. Además, no existe un seguimiento a las formas en que cambian las concepciones de los estudiantes (Solbes y Tarín, 1998).Cuando no se brinda la posibilidad a los estudiantes para que con espontaneidad perciban los nuevos conocimientos, se corre el riesgo de no generar en ellos ningún tipo de aprendizaje permanente.Por tanto, se plantea que el docente reconozca las ideas de los estudiantes y promueva en ellos, habilidades que les permitan comprender el mundo en el que viven.

1.4. Justificación del estudio

La enseñanza del concepto de energía a estudiantes de educación media presenta tres aspectos importantes, (a) las ideas previas de los estudiantes, se presenta la confusión entre el concepto de energía y conceptos como la fuerza, el trabajo, el movimiento, entre otros; (b) los libros de física comúnmente introducen el concepto de energía de forma incompleta, parcial o limitada (Sevilla, 1986), y (c) la innegable importancia del tema con respecto a las posibilidades que ofrece para ser enfocada desde distintas materias, como la química, la biología, y desde las ciencias sociales, por sus grandes implicaciones económicas y las consecuencias en la calidad de vida de las personas.

Por otra parte, los medios de comunicación como la televisión, la radio, los periódicos, las revistas, la internet, entre otros, vienen utilizando el concepto energía, en información relativa a la ciencia como; “consumo de energía", "energías limpias", "residuos energéticos", “energías renovables”, “energías alternativas”, “energía nuclear”, entre otros; sin embargo, no siempre las relaciones son de tipo científico y llevan el concepto de energía hacia una pseudociencia con ideas como la “energía cósmica”, “la energía vital”, “la energía negativa”, “la energía psíquica”, etcétera (Saglam-Arslan y Kurnas, 2009).

En las escuelas por lo general, se ha orientado el estudio de la energía y su conservación a partir de las definiciones de fuerza, trabajo mecánico, energía mecánica y la energía térmica. A pesar de esto, se ha demostrado que esta orientación no es eficaz para proporcionar una idea general correcta sobre la energía, ni de sus transferencias, transformaciones, conservación y degradación. Es posible considerar el concepto energía en el contexto de los estudiantes para promover en ellos una interpretación de la realidad tecnológica, social y ambiental que les afecta directa o indirectamente.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, es posible modificar la enseñanza del concepto de energía, llevándola a consideraciones de la realidad. En lo que se refiere a la conceptualización de la energía hay autores, que sostienen que se debe dar una definición operativa de la energía a partir del trabajo mecánico (Warren, 1982), mientras que otros que han diseñado materiales curriculares sobre el tema, defienden que se puede dar una definición descriptivade la energía que posteriormente se irá completando, (Duit, 1981, 1987; López, 1983).

A través del diseño y la aplicación de launidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía,se pretende facilitar la apropiación del concepto para que sirva de insumo a

los estudiantes en la comprensión de diversos fenómenos naturales, además, para que lo conciban a través de diversos contextos.

1.5. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias

En Colombia hasta los años sesenta en las instituciones educativas se evaluaba por contenidos, esto quiere decir que los docentes indagaban superficialmente sobre lo que sabían los estudiantes por medio de preguntas que debían ser respondidas oralmente; a partir de las respuestas dadas se podía concluir sobre la posibilidad de un estudiante para pasar al siguiente año escolar.

Para la década del sesenta, la evaluación cambió a la evaluación por objetivos específicos, tendencia que se consolidó en primaria en el año 1963 en el Decreto 1710 y en bachillerato durante los años 1973 y 1974en el Decreto 080 de 1974. Sobre lo anterior, no se conoceningún tipo de reacción por parte de los docentes.Para estos años la evaluación estuvo enmarcada en el análisis de la conducta o conductismo.

Debido a diversas discusiones y a la reflexión que generó la crítica del conductismo, se impuso la Resolución 2343 de 1996, en la cual se fijaba una lista de indicadores de logro para algunos grupos de grados, "*pero nadie podía distinguir bien los objetivos específicos, los logros y los indicadores de logros*" (Vasco, 2003).

A finales de los noventa, a la discusión nacional se sumó la intervención del ICFES, de la Universidad Nacional y de la Secretaría de Educación Distrital quienes propusieron el diseño de una evaluación por competencias.

En concordancia con el plan sectorial de educación, 1998 – 2000, para lo cual se definieron tres ejes básicos: calidad, equidad y eficiencia(que determinaronpara este tiempo las acciones previstas por la Secretaría de Educación Distrital), se llevó a cabo la tercera aplicación censal del proyecto de evaluación de competencias básicas en lenguaje, matemáticas y ciencias, a estudiantes de grados 7° y 9° de las instituciones de calendario A de la ciudad de Bogotá, bajo la responsabilidad académica, técnica y operativa de la Universidad Nacional de Colombia. Estaba proyectado que los resultados de esta evaluación orientaran los proyectos encaminados a mejorar sustancialmente la calidad educativa de los estudiantes y esto repercutiría en mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

De igual manera, se vinculaban las instituciones educativas con la aplicación y el análisis de resultados de la evaluación de competencias, con el fin de producir el insumo fundamental para la formulación y ajuste de los proyectos educativos institucionales y buscando definir la base esencial de la generación de altos niveles de calidad educativa; a comienzos del año 2002, emergió en el escenario de la educación colombiana, lo que hoy conocemos como Estándares Básicos de Competencias.

La evaluación por competencias representaba la estimación de un "*saber-hacer flexible*".En particular, una competencia "*puede ser definida como un tipo de aprendizaje caracterizado por la forma en que cualquier persona logra combinar sus múltiples recursos personales (saberes, actitudes, valores, emociones, etcétera) para lograr una respuesta satisfactoria a una a una tarea planteada en un contexto definido*(Moya, 2011).Por la diversidad de tareas y de contextos, el saber-hacer flexible corresponde con la posible actualización de la competencia de acuerdo con los diversos contextos.

A partir de la definición de las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas por parte del ICFES y de los bajos resultados en las aplicaciones censales del proyecto de evaluación de competencias propositivas, resulta complejo suponer la eficacia de las pruebas que evalúan la competencia propositiva para quienes desarrollan procesos de enseñanza y aprendizaje de tipo constructivista, ya que desde esta perspectiva,las interpretaciones no emergen de la simple lectura de textos, sino que se generan como construcciones o reconstrucciones del conocimiento a través de la participación activa de los aprendices.

En cuanto a los estándares básicos, un referente próximo son los *Professional StandardsforTeachingMathematics* de 1991 y los *AssessmentStandardsforMathematics* de 1995, propuestos por el *National Council of Teachers of Mathematics*(NCTM) en Virginia, Estados Unidos(Hiebert, 1999). Para el NCTM un estándar es "*una proposición que puede ser utilizada para juzgar la calidad de un currículo de matemáticas o de unos métodos de evaluación*".En la actualidad el Ministerio de Educación Nacional de Colombia continúa desarrollando la propuesta de definir Estándares Nacionales para lengua castellana, matemáticas y ciencias, aplicando evaluaciones por medio de pruebas censales o por muestreo en los grados quinto y noveno, y por medio de los exámenes de Estado (Prueba Saber 11°) en grado undécimo.

Los estándares o criterios básicos están concebidos en Colombia como la herramienta que facilita el traslado de estudiantes entre instituciones educativas de todo el país sin que se generen mayores traumatismos. Para su estructuración fueron necesarios los Lineamientos Curriculares que, para el caso de ciencias naturales, se publicaron en 1998. Con respecto a los estándares de ciencias naturales relacionados con el presente

trabajo y en particular con la enseñanza del concepto de energía,actualmente se encuentran definidos los siguientes para los grados décimo y undécimo(Ministerio de Educación Nacional, 2004).

a) En Procesos biológicos

- Explico las relaciones entre materia y energía en las cadenas alimentarias.
- Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de conversión de energía necesaria para organismos aerobios.
- Busco ejemplos de principios termodinámicos en algunos ecosistemas.
- Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas.

b) En procesos químicos

- Explico la obtención de energíanuclear a partir de la alteraciónde la estructura del átomo.

c) En procesos físicos

- Establezco relaciones entre las diferentesfuerzas que actúan sobre loscuerpos en reposo o en movimientorectilíneo uniforme y establezco condicionespara conservar la energíamecánica.
- Explico la transformación de energíamecánica en energía térmica.

d) En ciencia, tecnologíay sociedad

- Analizo el potencial de los recursosnaturales en la obtención de energíapara diferentes usos.

Es posible reconocer en los estándares una funcionalidad propia, referente a la posibilidad de incrementar la equidad; además, permiten redefinir y mejorar los currículos y pueden facilitar no sólo la aplicación de pruebas, sino también favorecer de manera importante el proceso evaluativo.

Por otra parte, si los estándares contribuyen a que la evaluación externa de nuestros estudiantes les permita el paso fácil de uno a otro colegio y de una a otra ciudad sin muchos traumatismos, un potencial no menos importante lo adquieren las herramientas didácticas que puedan implementar los docentes que a largo plazo pueden favorecer los procesos de mejoramiento de la calidad de la educación en todo el país.

2. Hipótesis

La implementación de la unidad didáctica en el marco de una estrategia metodológica constructivista para la enseñanza del concepto de energía, posibilita superar el problema de aprendizaje memorístico e irreflexivo que impide en los estudiantes de grado 10º del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., Jornada Tarde, transformen sus ideas en un conocimiento al que le hallen sentido.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Profundizar en el análisis del concepto de energía desde el punto de vista epistemológico y didáctico para estructurar y probar una propuesta didáctica, teniendo en cuenta premisas del aprendizaje constructivista.

3.2. Objetivos específicos

- Revisar planteamientos teóricos y epistemológicos relativos al concepto de energía.

- Revisar aspectos históricos y conceptuales relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto de energía.

- Diseñar y aplicar una unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía.

- Desarrollar en los estudiantes el aprendizaje significativo del concepto de energía,como una herramienta que les permita aproximarse a la comprensión de sus implicaciones sociales, tecnológicas y ambientales.

4. Referentes conceptuales

4.1. Aspectos disciplinares

4.1.1. El ambiguo concepto de energía

El concepto de energía es un concepto físico de gran importancia, tanto en la ciencia como en la ingeniería. En la cotidianidad, se considera la energía en términos del costo de recursos como el petróleo, la electricidad y los alimentos, sin embargo, las consideraciones al respecto del uso de estos recursos no permiten una aproximación al concepto de energía, sólo equivalen a la relación existente entre estos y las posibilidades de aprovechamiento de lo que suministran,que es lo que se llama energía (Serway y Jewett, 2008).

Según Puig y Corominas (1990), "*en la ciencia definir energía resulta difícil, y más desde que Einstein estableciera la equivalencia entre materia y energía, y algunos científicos defienden la correspondencia entre energía e información"*,por tanto, todo se podría relacionar con la energía, sin embargo, esto tampoco ayuda a aproximarnos a comprender lo que es.

4.1.2. Formas de la energía

Aún sin precisar todavía ¿qué es la energía?, en el contexto científico se tienen diferenciadas algunas de sus formas, entre las que se conocen la energía mecánica, electromagnética, química, térmica y nuclear; todas estas formas de energía se relacionan particularmente por sus posibilidades de transformación de una a otra forma.La presunción de una posible conservación de la energía es lo que hace útil y flexible este concepto en la suposición que la cantidad de energía total llegue a ser la misma al final de cada transformación. Según Serway (1993), "*si un sistema aislado pierde energía en alguna forma, entonces la ley de conservación de la energía dice que el sistema ganará una cantidad de energía igual en otra formas"*.

4.1.3. Energía

Una aproximación a la definición de energía según Valera (2005) viene dada por "*la capacidad de la materia para producir un efecto o trabajo*", tanto la energía como el trabajo, son conceptos asociados y a la vez cantidades escalares, esto quiere decir que no tienen dirección. Como la energía no es una cantidad vectorial, sólo tiene magnitud y sentido.En cuanto a la energía de un sistema de cuerpos corresponde a la suma de las energías de cada cuerpo mientras que la energía total de un sistema corresponde a la suma de las magnitudes de las diversas formas de energía que posee el sistema.

En física, una de las propiedades que se puede determinar de los cuerpos en movimiento es la energía, ésta a su vez se puede clasificar de dos maneras:

- Energía almacenada, cuando la materia presenta una condición de equilibrio, por ejemplo, cuando se comprime un resorte y en este proceso se almacena energía.
- Energía en transición, cuando se transforma de una a otra forma y su cantidad total permanece igual.

4.1.4. Trabajo realizado por una fuerza constante

Para el desarrollo de esta sección se consideró en mayoría Serway y Jewett (2005).

Comúnmente se relaciona el trabajo con asuntos laborales, pero en física el trabajo es una relación de la fuerza y el desplazamiento y el uso del concepto trabajo está ligado a la descripción cuantitativa del movimiento que logra una fuerza cuando actúa sobre un cuerpo. Según Hecht (2001), "*El trabajo efectuado sobre un cuerpo por una fuerza aplicada de modo constante, es igual al producto de la componente de la fuerza con dirección del movimiento, multiplicada por la distancia sobre la que actúa*".

El trabajo está relacionado con la posibilidad de movimiento de los cuerpos durante cierta distancia, en un caso simple, como en la figura 4.1, cuando se aplica una fuerza constante $\vec{F}$ que mueve un cuerpo en la misma dirección que el desplazamiento $\vec{d}$, el trabajo *W* se define como el producto de sus magnitudes:

$$W = |\vec{F}||\vec{d}| \qquad \text{Ecuación4.1.}$$

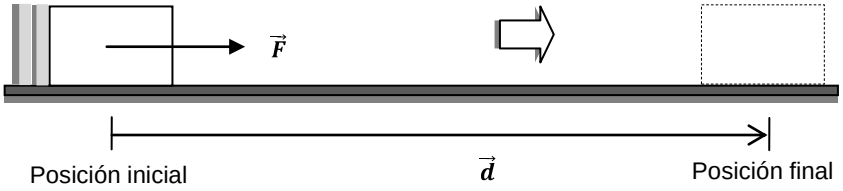


Figura 4.1. Trabajo realizado por una fuerza constante en la dirección del desplazamiento, $W = |\vec{F}||\vec{d}|$.

En caso de aplicarse una fuerza a un cuerpo, pero sin que haya movimiento (desplazamiento), esta fuerza no realizará trabajo.

Ahora, una definición más general del trabajo realizado por una fuerza constante, como en la figura 4.2,corresponde al producto de la componente de la fuerza en la dirección del desplazamiento y la magnitud del desplazamiento:

$$W = (|\vec{F}|\cos\theta)|\vec{d}| \qquad \text{Ecuación4.2.}$$

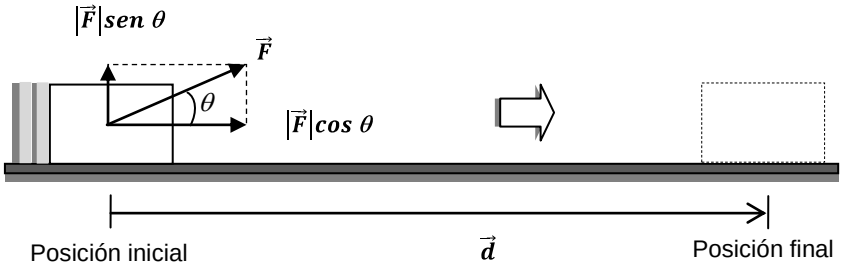


Figura 4.2. Trabajo realizado por una fuerza constanteque forma un ángulo con el desplazamiento, $W = (|\vec{F}|\cos\theta)|\vec{d}|$.

Por ejemplo, si una estudiante empuja una pared de ladrillo, como en la figura 4.3, está ejerciendo una fuerza sobre la pared pero la estudiante no realiza trabajo por que la pared no se mueve, sin embargo, los músculos se contraen en el proceso, experimentando un desplazamiento, por tanto, utiliza parte de su energía interna.

Figura 4.3. La estudiante de grado décimo no realiza trabajo por que la pared no se mueve, sin embargo, sus músculos se contraen, experimentando un desplazamiento, por tanto, utiliza energía interna.

Cuando se levanta un cuerpo, ejerciendo una fuerza con los brazos, se aplica una fuerza hacia arriba, un poco mayor al peso, por tanto, la fuerza que se aplica realiza un trabajo, ver figura 4.4.

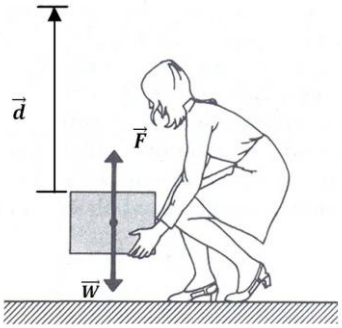


Figura 4.4. Cuando se alza un cuerpo, se realiza un trabajo en contra de la fuerza gravitacional. Imagen tomada de WILSON (1994).

El trabajo realizado por una fuerza es cero cuando la fuerza es perpendicular al desplazamiento, ya que según la ecuación 4.2 para $\theta = \mathbf{90°}$, $\boldsymbol{cos}\ \mathbf{90°} = \mathbf{0}$.

El signo del trabajo depende de la dirección de la fuerza respecto al desplazamiento, cuando la fuerza aplicada y el desplazamiento tienen la misma dirección, el trabajo realizado por la fuerza es positivo y cuando tienen dirección contraria, el trabajo es negativo. Cuando se levanta un cuerpo, la fuerza aplicada es positiva, ya que está dirigida hacia arriba y en la misma dirección que el desplazamiento, de esto se infiere que el trabajo realizado por la fuerza gravitacional es negativo.

Para el caso de un cuerpo al que se aplica una fuerza y que se desliza sobre una superficie áspera, el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento cinética $\boldsymbol{f_k}$será:

$$W_{f_k} = -|\vec{f_k}||\vec{d}| \qquad \text{Ecuación4.3.}$$

El signo negativo (–) se obtiene de considerar $\theta = \mathbf{180°}$y$\boldsymbol{cos}\ \mathbf{180°} = \mathbf{-1.}$

Cuando se considera una fuerza aplicada $\vec{\boldsymbol{F}}$ sobre un cuerpo a lo largo de la dirección del desplazamiento, entonces el signo positivo (+) se obtiene de considerar $\theta = \mathbf{0°}$y$\boldsymbol{cos}\ \mathbf{0°} = +\mathbf{1}$.

Las unidades del trabajo se derivan de la fuerza y la longitud y están definidas como aparecen en la siguiente tabla:

Sistema	Unidad de Trabajo	Nombre de la unidad combinada
Sistema Internacional	Newton - metro (N m)	Joule (J)
Sistema Cegesimal de Unidades	Dina - centímetro (dina cm)	Ergio (erg)
Sistema de Ingeniería Británico (convencional)	Libra - pie (ft lb)	Pie – libra (ft lb)

Tabla 4.1. Unidades de trabajo en tres sistemas de unidades tradicionales.

4.1.5. Trabajo y energía cinética

Para el desarrollo de esta sección se consideró en mayoría Serway (2003).

Cuando se determina la fuerza neta$\vec{F}_{neta}$ como consecuencia de todas las fuerzas que actúan aplicada sobre un cuerpo de masa *m*, se puede calcular su trabajo neto W_{neto} y se tiene:

$$W_{neto} = |\vec{\boldsymbol{F}}_{\boldsymbol{neta}}||\vec{\boldsymbol{d}}| \qquad \text{Ecuación 4.4.}$$

De acuerdo a la segunda ley de Newton,

$$\vec{\boldsymbol{F}}_{\boldsymbol{neta}} = m\vec{\boldsymbol{a}} \qquad \text{Ecuación4.5.}$$

Reemplazando la ecuación 4.5 en la ecuación 4.4se tiene:

$$W_{neto} = m|\vec{\boldsymbol{a}}||\vec{\boldsymbol{d}}| \qquad \text{Ecuación 4.6.}$$

A medida que el cuerpo se desplaza, esta fuerza neta cambia su velocidad de $\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{1}}$a $\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{2}}$,ahora, una relación de velocidad con la aceleración estará dada por:

$$\vec{\boldsymbol{a}} = \frac{\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{2}} - \vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{1}}}{\Delta t} \qquad \text{Ecuación4.7.}$$

Luego, si se considera otra relación válidacuando un cuerpo experimenta una aceleración constante,

$$\vec{\boldsymbol{d}} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{2}}(\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{1}} + \vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{2}})\Delta t \qquad \text{Ecuación4.8.}$$

Si se sustituyen las ecuaciones 4.7 y 4.8 en la ecuación 4.6, se obtiene:

$$W_{neto} = m\left(\frac{|\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{2}}| - |\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{1}}|}{\Delta t}\right)\left[\frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{2}}(|\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{1}}| + |\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{2}}|)\Delta t\right] \qquad \text{Ecuación 4.9.}$$

$$W_{neto} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{2}}m|\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{2}}|^{\boldsymbol{2}} - \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{2}}m|\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{1}}|^{\boldsymbol{2}} \qquad \text{Ecuación 4.10.}$$

Por lo anterior, se puede afirmar que la energía cinética se define como el producto de un medio de la masa y el cuadrado de la rapidez (Moore, 2003), matemáticamente será:

$$K = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{2}}m|\vec{\boldsymbol{v}}|^{\boldsymbol{2}} \qquad \text{Ecuación 4.11.}$$

La energía cinética al igual que el trabajo es una cantidad escalar y tienen las mismas unidades.

En términos de las energías cinéticas inicial y final que puede llegar a tener un cuerpo, se puede reescribir convenientemente la ecuación 4.11 como

$$W = K_2 - K_1 = \Delta K \qquad \text{Ecuación 4.12.}$$

Por tanto, el trabajo realizado por la fuerza constante $\vec{F}$ al desplazarse un cuerpo es igual al cambio en la energía cinética del cuerpo.

En la ecuación 4.12 se halla condensado lo que se conoce como el teorema del trabajo y energía. Este teorema está definido para casos en que las fuerzas son constantes, sin embargo, puede ser útil cuando la fuerza es variable. El teorema del trabajo y energía se resume a partir de lo siguiente: El trabajo realizado por una fuerza que actúa sobre un cuerpo, es igual al cambio en la energía cinética del cuerpo.

4.1.6. Fuerzas conservativas y no conservativas

Para el desarrollo de esta sección se consideró en mayoría Serway (2003).

Resulta importante identificar dos tipos de fuerzas, las conservativas y las no conservativas.

Se tiene una fuerza conservativa cuando el trabajo realizado por la fuerza sobre un cuerpo que se mueve entre una posición inicial y otra final, es independiente de la trayectoria que toma el cuerpo entre las dos posiciones, por consiguiente, el trabajo efectuado sobre un cuerpo por una fuerza conservativa dependerá específicamente de las coordenadas inicial y final de la posición del cuerpo. Para la figura 4.5, donde se presentan dos trayectorias entre dos posiciones A y B, se puede considerar la siguiente expresión:

$$W_{AB}(a\ lo\ largo\ de\ la\ trayectoria\ 1) = W_{AB}(a\ lo\ largo\ de\ la\ trayectoria\ 2)$$

Ecuación 4.12.

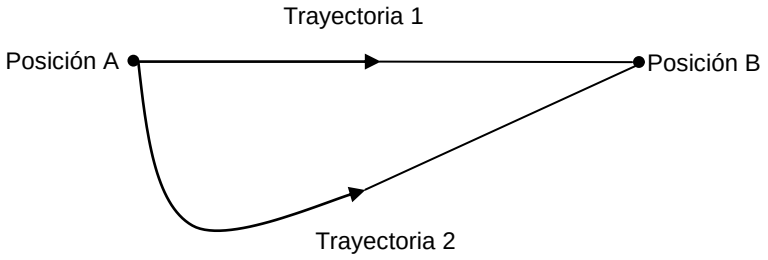


Figura 4.5. El trabajo realizado por una fuerza conservativa que actúa sobre un cuerpo entre las posiciones A y B a lo largo las trayectorias 1 y 2 es el mismo.

A partir de la condición anterior se deduce otra propiedad de las fuerzas conservativas, el trabajo realizado por una fuerza conservativa sobre un cuerpo es cero cuando el cuerpo se mueve alrededor de cualquier trayectoria cerrada y regresa a su posición inicial, como se muestra en la figura 4.6. Por tanto, la ecuación 4.13 se puede expresar como:

$$W_{AB}(a\ lo\ largo\ de\ la\ trayectoria\ 1) = -W_{AB}(a\ lo\ largo\ de\ la\ trayectoria\ 2)$$

Ecuación 4.13.

Y luego,

$$W_{AB}(a\ lo\ largo\ de\ la\ trayectoria\ 1) + W_{AB}(a\ lo\ largo\ de\ la\ trayectoria\ 2) = 0$$

Ecuación 4.14.

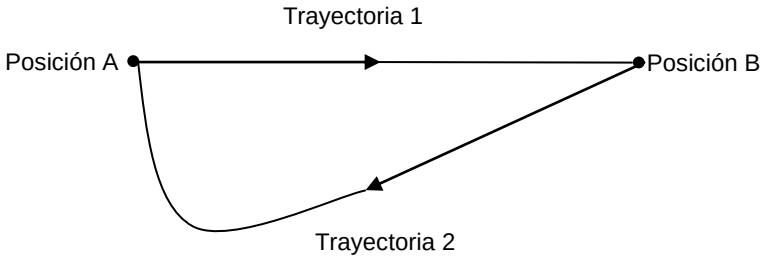


Figura 4.6. El trabajo realizado por una fuerza conservativa que actúa sobre un cuerpo en la trayectoria de regreso 2 desde la posición B hasta la posición A es igual al valor negativo del trabajo efectuado de la posición A hasta la posición B a lo largo de la trayectoria 1.

Un ejemplo de fuerza conservativa se puede observar de la fuerza gravitacional, si se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba con una rapidez $|\vec{v}_1|$ y despreciandola resistencia del aire, el cuerpo regresará a la posición de la que fue lanzada con la misma rapidez y la misma energía cinética que tuvo al iniciar su movimiento, por tanto, el trabajo total realizado por la fuerza gravitacional será cero.

A diferencia de las fuerzas conservativas, una fuerza es no conservativa cuando el trabajo realizado por la fuerza sobre un cuerpo que se mueve entre una posición inicial y otra final es dependiente de la trayectoria que toma el cuerpo entre las dos posiciones, además, el trabajo realizado por la fuerza sobre un cuerpo que se mueve a lo largo de una trayectoria cerrada no es cero necesariamente.

Un ejemplo de fuerza no conservativa está representado en la fuerza de rozamiento por deslizamiento de un cuerpo sobre una superficie áspera. Si se desplaza un cuerpo entre dos posiciones, el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento será mayor o menor dependiendo de la longitud de la trayectoria. Si el cuerpo se mueve recorriendo cualquier trayectoria cerrada, el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento será diferente de cero ya que la fuerza de rozamiento se opone al movimiento.

Para el ejemplo del cuerpo lanzado verticalmente hacia arriba, con mediciones de precisión, es posible observar que el cuerpo regresará a la posición de la que fue lanzada con una rapidez menor, por tanto, su energía cinética final es menor que su energía cinética inicial (Giancoli, 2006).

4.1.7. Energía potencial

Para el desarrollo de esta sección se consideró Resnick y otros (2002).

Cuando un sistema consta por lo menos de dos cuerpos, por ejemplo, un cuerpo lanzado verticalmente hacia arriba o que se deje caer en la Tierra y se tiene una interacción a través de una fuerza que realiza trabajo mientras se transfiere energía entre las partes del sistema a medida que se mueve una respecto a la otra, es conveniente definir la energía potencial. La energía potencial U se relaciona con la forma en que estén situadas o dispuestas las partes de un sistema entre sí.

Cuando una fuerza conservativa realiza trabajo en un sistema, la situación o disposición de sus partes cambia, por tanto, la energía potencial pasa de un valor inicial U_1 a un valor final U_2. El cambio en la energía potencial que está relacionado con una fuerza individual está definido por:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = -W \qquad \text{Ecuación 4.15.}$$

Donde W es el trabajo relacionado por esa fuerza a medida que el sistema pasa de una situación o disposición inicial específica a una situación o disposición final también específica.

Se debe tener en cuenta que la energía potencial caracteriza al sistema y no a los cuerpos que interactúan individualmente. Para el caso del cuerpo lanzado verticalmente

hacia arriba o que se deje caer en la Tierra, se refiere a la energía potencial gravitacional del sistema de cuerpo –Tierra y para el caso de la masa sujeta a un resorte, a la energía potencial elástica del sistema masa – resorte.

Al considerar que un cuerpo se desplaza por el eje x de x_1 a x_2, mientras se le aplica una fuerza $F_x\ (x)$, el trabajo total realizado por F_x sobre un cuerpo que se desplaza de x_1 a x_2, será:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x(x)dx \qquad \text{Ecuación4.16.}$$

De las ecuaciones 4.15 y 4.16 se obtiene:

$$\Delta U = U_{(x_2)} - U_{(x_1)} = -W = -\int_{x_1}^{x_2} F_x(x)dx \qquad \text{Ecuación 4.17.}$$

La ecuación 4.17 permite calcular la diferencia de la energía potencial entre dos posiciones con referencia a x_1 y x_2 de un cuerpo sobre el cual actúa una fuerza F_x.

Para el sistema de cuerpo –Tierra se puede representar la coordenada vertical en vez de x y se supone que la dirección ascendente es positiva. De seleccionar un punto de referencia $y_0 = 0$ en la superficie de la Tierra y se define$U(y_0) = 0$ en ese punto. Al evaluar la energía potencial $U(y)$ del sistema a partir de la ecuación 4.17 cuando $F_y(y) = -mg$se tiene:

$$U(y) - 0 = -\int_0^y (-mg)dy \qquad \text{Ecuación 4.18.}$$

$$U(y) = mgy \qquad \text{Ecuación 4.19.}$$

Para el sistema masa – resorte con la posición de referencia x_0 donde se supone el resorte se encuentra en estado relajado,$x_0 = 0$, y definiendo que la energía potencial del sistema es cero cuando la masa está en esa posición, $U(x_0) = 0$, la energía potencial del sistema se halla sustituyendo en la ecuación 4.17, así:

$$U(x) - 0 = -\int_0^x (-kx)dx \qquad \text{Ecuación 4.20.}$$

$$U(x) = \frac{1}{2}kx^2 \qquad \text{Ecuación 4.21.}$$

4.1.8. Conservación de la energía mecánica

Para el desarrollo de esta sección se consideró (Tipler y Mosca, 2005).

Para un cuerpo que se mueve a lo largo del eje x cuando actúa sobre él una fuerza conservativa, F_x, siendo esta la única fuerza que actúa sobre el cuerpo, el teorema del trabajo y energía afirma que el trabajo realizado por una fuerza que actúa sobre un cuerpo, es igual al cambio en la energía cinética del cuerpo:

$$W = K_2 - K_1 = \Delta K \quad \text{Ecuación 4.22}$$

Como la fuerza es conservativa, de acuerdo a la ecuación 4.17 se puede considerar que $W = -\Delta U$, por tanto,

$$\Delta K = -\Delta U \quad \text{Ecuación 4.23.y,}$$

$$\Delta K + \Delta U = \Delta(K + U) = 0 \quad \text{Ecuación 4.24.}$$

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \quad \text{Ecuación 4.25.}$$

Las ecuaciones4.24 y 4.25 corresponden a la ley de conservación de la energía mecánica, para lo cual, la energía total de un sistema permanece constante si la única fuerza que realiza trabajo es una fuerza conservativa. Esto quiere decir que el aumento o disminución de cierta cantidad de energía cinética hace que disminuya o aumente la energía potencial en la misma cantidad.

Definiendo la energía mecánica total del sistema, E, como la suma de la energía cinética y la energía potencial, se puede expresar la conservación de la energía como

$$E_1 = E_2 \quad \text{Ecuación 4.26.}$$

Donde

$$E = K + U \quad \text{Ecuación 4.27.}$$

4.1.9. Trabajo realizado por un sistema de partículas

Para el desarrollo de esta sección se consideró Resnick y otros (2002).

El concepto energía y la ley de conservación se puede ampliar respecto a sistemas en los cuales las fuerzas externas pueden alterar la energía mecánica total. La energía puede guardarse internamente en los movimientos o en las interacciones entre varios átomos o moléculas constitutivas, pueden intervenir fuerzas no conservativas sobre todo las de fricción y la energía puede modificarse mediante la transferencia de calor.

Considerando un sistema encerrado por alguna frontera como en la figura 4.7, que tiene interacciones entre sus cuerpos o partículas que ejercen fuerzas de conservación entre sí (energía cinética y energía potencial)y que se encuentran en un ambiente que puede intercambiar energía realizando trabajo externo W_{ext}, se puede suponer que fuerzas externas aplicadas por partículas o cuerpos en el ambiente del sistema producen trabajo que puede cambiar la energía mecánica total ($E_{total} = K + U$) del sistema.

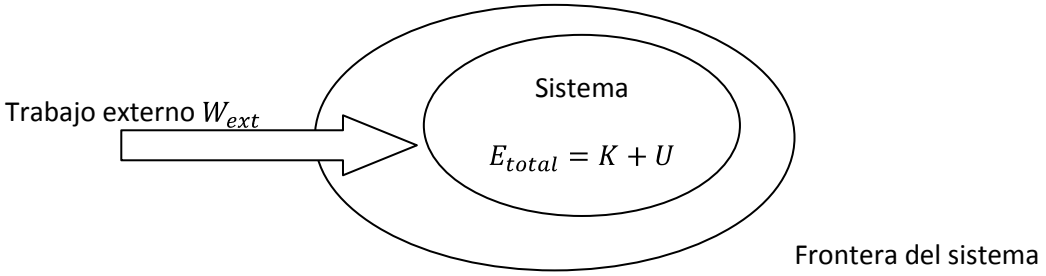


Figura 4.7. Sistema encerrado por una frontera que tiene interacciones entre sus cuerpos o partículas que ejerzan fuerzas de conservación entre sí, energía cinética y energía potencial, y que se encuentra en un ambiente que puede intercambiar energía con él realizando trabajo externo W_{ext}.

El trabajo externo realizado por el ambiente puede tener tanto la posibilidad de aumentar, como de disminuir la energía total del sistema, dependiendo de si el trabajo es positivo o negativo. Esto representa particularmente una transferencia de energía ya que no cambia el total de energía entre el sistema y el ambiente.

Se puede suponer la presencia de fuerzas conservativas al interior de un sistema con cuerpos y/o partículas, donde el trabajo realizado por interacción de las mismas, sobre una de las partículas, se relaciona con el trabajo interno. El trabajo externo en la partícula lo realizan las fuerzas aplicadas por los cuerpos o partículas que se encuentran fuera de la frontera del sistema. Un trabajo neto en la partícula corresponde a la suma de los trabajos interno y externo, considerando el teorema del trabajo y energía, se debe recordar que dicho trabajo es igual al cambio de su energía cinética.

Al considerar un sistema de n partículas, el cambio total de su energía cinética será la suma de la que se produce en todas las n partículas. El trabajo total externo realizado en

el sistema, es la suma de las fuerzas externas en todas las n partículas. Siendo conservativas se pueden representar como una función de energía potencial a partir de la ecuación 4.15, para lo cual se tiene que:

$$\Delta K + \Delta U = W_{ext} \qquad \text{Ecuación 4.28.}$$

La ecuación 4.28 lleva a concluir que el trabajo externo tiene la potencialidad de cambiar la energía total del sistema dentro de la frontera.

4.1.10. Energía interna en un sistema de partículas

Según Resnick y otros (2002), se puede ampliar el concepto de energía, si se considera un sistema formado por muchas partículas que pueden almacenar energía en una forma que se llama energía interna E_{int}, de acuerdo a la ecuación 4.28, se tiene:

$$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{int} = W_{ext} \qquad \text{Ecuación 4.29.}$$

Aunque se puede relacionar la energía interna de un sistema como la suma de la energía cinética asociada a los movimientos de las partículas (átomos o moléculas) y la energía potencial asociada a la fuerza entre ellas, en general, se puede reconocer la energía interna simplemente como otra clase de energía del sistema (Kane y Sternheim, 2007).

4.1.11. Transferencia de energía por calor

Para el desarrollo de esta sección se consideró Resnick y otros (2002).

Como se mostró en la sección 4.1.9, la energía de un sistema puede modificarse por el trabajo que el ambiente realiza en él. Las dos formas en que un sistema puede intercambiar energía son el trabajo y el calor.

Al respecto del concepto calor, se puede afirmar que es una forma de transferencia de energía entre un sistema y su ambiente, como consecuencia de la diferencia entre sus temperaturas.

Cuando se transfiere calor de un sistema a otro, sólo se puede afirmar que alguno de los sistemas tiene menos energía que el otro. Existe dependencia entre la forma en que se lleva a cabo la transferencia de calor y el calor transferido, la transferencia de calor es semejante al trabajo no conservativo, como ocurre con la fricción, puede requerir diversas cantidades de calor transferido para llevar el sistema por diferentes trayectorias que vinculen el mismo estado inicial con el mismo estado final.

Se hace necesario aproximarse al concepto temperatura para poder referirse al calor, en física la noción de temperatura se puede abordar desde el equilibrio térmico entre sistemas, cuando se pone en contacto dos sistemas que tienen diferente temperatura, el equilibrio térmico entre estos será posible si sus temperaturas son iguales. Cuando cambia la temperatura de un cuerpo se produce una alteración de la energía cinética de sus átomos y moléculas. Para diferenciar calor y temperatura se afirma que el primero corresponde a la energía en tránsito entre cuerpos o sistemas, mientras que la segunda corresponde a una medida de la energía interna de un cuerpo o sistema. Se puede elevar la temperatura de un cuerpo sin que haya transferencia de calor y se puede transferir calor del ambiente a un cuerpo a una temperatura más elevada sin que cambie la temperatura.

4.2. Nociones de la evolución histórica del concepto de energía

4.2.1 Los recursos energéticos y su transformación

El desarrollo de la humanidad a través de la manipulación de la energía ha favorecidola posibilidad de una calidad de vida más allá de suplir las necesidades básicas relacionadas con su supervivencia.El uso de la energía se puede contextualizar en dos ámbitos, el primero, los recursos de los cuales se puede disponer y el segundo, la aplicación de argumentos técnicos y tecnológicos que hacen posible la transformación de los recursos en calor y en trabajo, como representación de un enlace entre la fuerza y la energía.Si se considerala primera ley de la termodinámica, "*la energía no se crea ni se destruye, sólo se puede convertir en sus diversas formas"* (Rolle, 2006), siempre ha habido disponibilidad de recursos energéticos desde el origen del Universo, en comparación, el desarrollo y la fabricación de mecanismos para transformar la energíaes reciente en la historia de la humanidad.

Un referente importante del uso de la energía es la máquina, esta adquiere representatividad en loque significa la transformación de energía en trabajo o en otras formas equivalentes de la misma, sin embargo, su papel más importante emerge como consecuencia de las pérdidas que se pueden conocer determinando su rendimiento. La noción de perdida representa la idea principal de la aproximación de la humanidad al concepto de energía. Esto lleva a considerar las desventajas compensatorias que subyacen de lo que sería en el caso de las máquinas, la ventaja mecánica proporcionada por ellas. En este principio de compensación está la raíz del concepto de energía, la compensación implica **algo** que permanece constante en la operación de la máquina que más adelante será cuantificado como energía(González, 1991; Barcelo, 1984).

4.2.2. La invarianza según Parmenides y Heráclito

Según González (1991), la búsqueda del origen del concepto de energía y sus primeros desarrollos requieren de una hipótesis de tipo filosófico, que esta relacionada con reconocer que la idea clave detrás de dicho concepto,"*es la de constancia (en el sentido de permanencia de) en medio del cambio, orden en medio del caos o, en términos físicos, invarianza*".

Los filósofos presocráticos que aportan ideas acerca de la invarianza son Parménides y Heráclito, ambos del 600 a.C.Una posible solución al problema del cambio, que se relaciona con la invarianza, está expresada por Heráclito quien dijo "*No es posible meterse dos veces en el mismo río ni tocar dos veces una sustancia mortal en el mismo estado; a causa de la velocidad del movimiento todo se dispersa y se recompone de nuevo, todo viene y va*"(Muñoz, 1988). Para Heráclito,todo fluye y nada permanece, todo es cambio, todo fluye permanentemente, en su posición filosófica considera algo invariante en el universo al cual llama fuego, "*todas las cosas son llamas, como el fuego, una llama puede parecer como una cosa, pero sabemos que no es una cosa sino un proceso, no hay cosas, sino sólo cambios, procesos*". Para Parménides, el mundo, la realidad, lo que se desea entender, en verdad existe. La realidad es una sola y por ser una sola debe permanecer idéntica a sí misma durante el cambio. De esta manera se plantea el problema: el cambio es paradójico.ParaParménides, esta paradoja constituye una imposibilidad lógica, no existe un cambio real, si la causa y el efecto son iguales entonces dicha igualdad muestra que en realidad no hay cambio, pero hay algo que permanece idéntico a sí mismo a través de un proceso causal. El racionalismo parmenídeo es conductor de la teoría de invariantes y de la teoría según la cual toda explicación del cambio, evacua el cambio sin llegar al extremo de considerarlo necesariamente como una ilusión, pero si orientada al reconocimiento de una realidad que no cambia durante el cambio (Popper, 1999).

4.2.3. El pneuma y la energeia para Aristóteles

Según Karwasz y otros (2008), el término *energía* se deriva del griego, *wergon*que significa *trabajo*; más tarde cambió a «*energeia*»y adquirió un significado abstracto. Aristóteles (384 – 322 a, C) usó el término *energía* (*ένέργεια*) como el principio determinante del movimiento, pero confundió el significado con el de potencia (*potenza, dynamics, δύναμις*).

El punto de vista de Aristóteles en relación con la fisiología y las energías vitales se derivaron de los de Empédocles, Hipócrates y Platón. El Calor vital y el pneuma (espíritu vital) fueron fundamentales en sus teorías. La fuente del movimiento del cuerpo, del pneuma, del origen de la conciencia y del instrumento del alma era el corazón. El pneuma tenía su origen en el aire y dependía del mecanismo de respiración del cuerpo, era una sustancia similar al aire, a un espíritu, que contenía calor vital y siempre estaba en movimiento, por tanto, era fuente de calor, de«impulso», de energía y de movimiento para el cuerpo. El pneuma de Aristóteles era también la fuerza motivadora en el exterior del cuerpo, en el mundo físico. De acuerdo a la mecánica de Aristóteles, el reposo era el estado natural de las cosas y no el movimiento. Por tanto, el pneuma significa energía para Aristóteles, sin embargo, este término desempeño un papel diferente en el pensamiento clásico. Aristóteles fue quien utilizó por primera vez el término energeia, del cual se deriva la palabra energía. Sin embargo, lo uso para relacionar la energía «real», como opuesta a la energía «potencial», pues concebía una teoría según la cual el «cambio» implicaba pasar de algo potencial a algo real. Para Aristóteles, la energeia se asociaba con el cambio. Dentro de los conceptos de la antigüedad, el pneuma es lo más próximo al concepto de energía, ya que, se refiere a una forma potencial y no material de movimiento, acción y calor y sus transformaciones corresponden a las de la energía (Brown, 2002).

Aristóteles escribió el primer tratado de física y aunque no relacionó explícitamente el problema de las máquinas, formuló los cimientos para que uno de sus sucesores escribiera “la mecánica”, que es reconocida como el primer intento de explicar el funcionamiento de las máquinas, desde un punto de vista dinámico a diferencia del método estático,que más adelante se desarrolló por Euclides y Arquímedes(González, 1991).

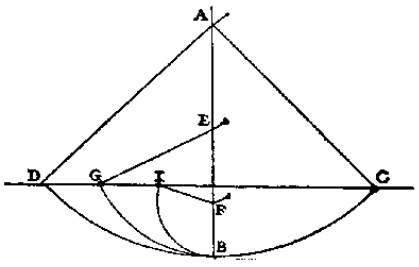
4.2.4. La energía en la edad media

La Edad Media representa una lamentable interrupción en el progreso de la humanidad, el conocimiento acumulado por la Antigüedad clásica, se perdió casi totalmente, hasta

que el Renacimiento lo recuperó parcialmente. El Medievo se caracteriza por ser una época funesta,sellada por el oscurantismo, la miseria y el retraso tecnológico.Así lo dicen los tópicos propagados a partir de la modernidad con el propósito de revalorizar los nuevos tiempos a costa de devaluar el periodo abierto entre la caída del Imperio romano de Occidente (simbolizada por la conquista de la ciudad de Roma por los bárbaros) y la del Imperio romano de Oriente (representada por la toma de Constantinopla a manos de los turcos). Sin embargo, las últimas indagaciones historiográficas cuestionan esa visión negativa, contraponiéndole una perspectiva donde los retrocesos coexisten con notables avances.A pesar que en la Edad Media predominó la tradición aristotélica, y no hubo desarrollos importantes hasta los siglos XVI y XVII,la energía y, en particular, la de origen hidráulico, trascendió en el despegue económico para finales del siglo XV. El suministro energético proporcionado por los molinos de agua aumento a partir del siglo XI, como consecuencia del aporte islámico, que a partir del siglo VIII, impulsó lo que se conoce como la revolución verde islámica, que trajo importantes innovaciones agrícolas asociadas al complejo tecnológico de gestión hídrica (Francescutti, 2011).

4.2.5. La energía en Galileo

La obra de Galileo está relacionada con la idea del concepto energía. En su segundo dialogo, *Dis*corsie *DimostrazioniMatematicheintorno a DueNuoveScienzeattenentiallaMecanica e i MovimentiLocati, se refiere* a las características esenciales de las máquinas y expone el principio de las velocidades virtuales(lo que es ganado en fuerza es perdido en velocidad), al igual, considera el problema de la percusión en donde introduce adelantos que permitieron definir el concepto moderno de energía cinética. Una evidencia sobre la aproximación de Galileo a la idea de la constancia en medio del cambio, se relaciona en su famoso experimento del péndulo (ver figura 4.8), con el cual definió las bases experimentales para revisar su hipótesis de que cuando los cuerpos caen libremente por acción de la gravedad, existe una dependencia entre la velocidad y la altura desde la cual cae, independientemente de la trayectoria de la caída. Según Galileo, si la cuerda del péndulo se acorta durante la caída y si se tiene como referencia que el cuerpo cae para cualquier caso, desde la misma altura, algo se mantiene constante y esto es lo que se conoce actualmente como la energía mecánica total de la masa del péndulo(Jaramillo y otros, 1997, González, 1991).



4.8. Experimento de Galileo.Imagen tomada de

http://stoa.usp.br/ewout/files/744/10825/galileo-pendulo.gif

4.2.6 El concepto de «*vis viva*»

Christian Huygens, experto matemático que construyó un telescopio y, apoyado en el trabajo de Galileo, inventó el primer reloj práctico de péndulo, estudio los principios de conservación aplicados al choque elástico y en 1669, propuso como base de la solución al problema de colisión, la regla de que la suma extendida a todos los cuerpos del sistema del producto de la masa por el cuadrado de la velocidad permanece constante antes y después del choque en una colisión perfectamente elástica. Luego, a la cantidad mv^2 se le reconoció con el nombre de «*vis viva*» (fuerza viva)y fue utilizada como base de las teorías mecánicas de Gottfried Wilhelm Leibniz, quien estaba convencido de que la «*vis viva*», no sólo se conservaba en ciertos tipos de choque, como decía Hyugens, sino que es una magnitud que se conserva siempre. Para el año 1743,Jean le RondD'Alembert precisó que la fuerza no es inherente a los cuerpos, sino que es la causa externa del movimiento, enfatizó que el cambio en la cantidad del movimiento, está ligado con el efecto producido por una fuerza acumulado en el tiempo, mientras que el cambio en la «*vis viva*», está relacionado con el efecto acumulado de una fuerza en el espacio, lo que hoy se conoce como trabajo. De igual manera, D'Alembert también establece el principio de conservación del «vis viva» afirmando que cuando sobre un sistema de partículas no actúan fuerzas, la suma de los productos de las masas por las velocidades al cuadrado se mantiene constante. En 1788, Joseph-Louis de Lagrange escribió lo que hoy conocemos como la ecuación de energía para un sistema dinámico. El término «vis viva», fue conservado hasta finales del siglo XIX, tiempo en el cual fue sustituido por el de energía cinética (Holton y Brush, 1987; González, 1991).

4.2.7. La naturaleza del calor

Una segunda etapa de la evolución del concepto energía,está relacionada con el problema de la naturaleza del calor, al respecto, las dos perspectivas en lo que difiere son: la materialista, que considera el calor como una clase de sustancia, distinta de la materia común, de su presencia depende que los cuerpos estén calientes o fríos y la motriz, que reconoce el calor como el resultado del movimiento de las partes constitutivas de la materia o del movimiento. Desde la postura materialista, Pierre Gassendi (1592-1695) consideró que el calor se constituye por un tipo especial de átomos capaces de penetrar en la intersección de los átomos que conforman la materia ordinaria, a diferencia de lo anterior, Robert Boyle (1627-1691) como defensor de la teoría motriz, se acercó al concepto de la transformación de energía cinética en trabajo, para 1738, Daniel Bernoulli formuló que el calor en un fluido es debido al movimiento de las partículas que le constituyen. En 1789, Laurent Lavoiser introduce el término de calórico para designar dentro de su concepción materialistala sustancia del calor, a finales del siglo XVIII, eso se conoció como la teoría calórica de la corriente materialista(González, 1991).

4.2.8. El aporte de Sadi Carnot a los inicios de la termodinámica

La termodinámica como ciencia, se inicia en 1824 a través de la publicación de libro *Reflexions sur la puissance motive du fe*, de Sadi Carnot. El trabajo de Carnot hizo un análisis de la eficiencia de las máquinas en cuanto a convertir el calor en trabajo, demostró que el trabajo se produce cuando el calor pasa de una alta a una baja temperatura. Carnot tomó el terminó calórico por calor, sin embargo, insistió en que no se pierde calórico en la producción motriz de una máquina. Carnot fue el primer científico que constató que el calor y el trabajo eran intercambiables y quien calculó por primera vez la cantidad de trabajo que puede desarrollar cierta cantidad de calor (Gribbin, 2002).

4.2.9. Teoría mecánica del calor

En 1843 ocurre una ruptura en la evolución del concepto energía, a partir de los trabajos de John Clayton Mayer, James Prescott Joule, y otros, se inicia el desarrollo de la teoría mecánica del calor. El primer resultado de Joule es la comparación del trabajo mecánico necesario para el funcionamiento de un generador eléctrico y el calor producido por la corriente engendrada, a pesar de las limitaciones técnicas de la época, Joule logró establecer la equivalencia de 1 cal = 4,51 joule. Seguidamente realizó diversas mediciones para obtener la relación numérica entre el calor y la energía mecánica, lo que actualmente conocemos como equivalente mecánico del calor.Para 1884 se publicó un valor$J$ = 4,15 joule/cal., que en la actualidad es aceptado como J = 4,184 joule/cal. A Mayer se reconoce haber sido el primero en aproximase al valor del equivalente mecánico y el haber planteado cinco formas de energía: energía potencial; energía de movimiento; calor; energía química y energía magnética y eléctrica (Holton y Brush, 1987).

4.2.10. El concepto energía en el siglo XX

El descubrimiento de la radiactividad por parte de Henri Becquerel y la teoría de la relatividad, permitió a Albert Einstein expresar la relación entre la masa y la energía: "l*a energía contenida en una masa es igual al producto de ésta por la velocidad de la luz al cuadrado*". Esta relación cambia significativamente el concepto físico del mundo y las posibilidades energéticas de la humanidad. Así como el calor y el trabajo son expresiones de la misma magnitud física (la energía), la materia y la energía son lo mismo. La posibilidad de experimentar con reacciones atómicas ha permitido demostrar

el principio de conservación de la energía. Los elementos que se hallan en la naturaleza poseen un equilibrio energético que se considera estable, si la estructura del átomo se modifica por la absorción de otras partículas atómicas, como en el caso de una reacción de fisión del uranio, se produce un estado energético inestable, que da lugar a núcleos de menor peso atómico y a una disipación de la energía. Para el caso en que se unen dos núcleos, como en una reacción de fusión del hidrógeno, se obtiene un elemento con peso atómico superior y se genera una superior disipación de energía. En estos procesos de fisión y fusión se comprueba la aplicabilidad de $E = mC^2$; además corresponde a la energía liberada. En la actualidad, la física de partículas elementales ha evidenciado la equivalencia entre materia y energía; es posible suponer la transformación de materia en energía o viceversa (González, 1991).

4.3. Aspectos didácticos

4.3.1. Dificultades en el aprendizaje del concepto energía

La importancia de la enseñanza del concepto energía en las ciencias naturales irradia sobre dos aspectos particularmente, el primero, su funcionalidad en la posibilidad de explicar una gran diversidad de fenómenos naturales y el segundo, la representatividad que tiene en los ámbitos científico, tecnológico y social. Los estudiantes comúnmente están familiarizados con el concepto energía, ya que se ha difundido a través de diversos medios de comunicación. El estar familiarizado con el concepto energía no representa ciertamente una ventaja, por el contrario, representa en gran medida algunas dificultades ya que los estudiantes relacionan el concepto energía con expresiones o ideas distantes de su verdadero significado en ciencias.

A continuación se mencionan algunas de las ideas erróneas y dificultades conceptuales de los estudiantes cuando intentan diferenciar entre el concepto físico de energía y las ideas que relacionan con energía en la cotidianidad (Pozo, 1998).

- Usan el concepto energía de forma inconsistente respecto a las situaciones hipotéticas o reales que estudian.
- Consideran la energía como algo inherente a los seres vivos, por tanto, en ocasiones consideran que los cuerpos inanimados no tienen energía.
- Uso indiferenciado de los conceptos fuerza y energía, los relacionan como si tuvieran un significado similar.
- Se considera la energía como algún tipo de combustible que se puede usar o almacenar en aparatos o en los seres vivos, además, piensan que se puede gastar e incluso recargar.

- La conservación de la energía no genera en los estudiantes consideraciones distintas a perder o ganar algo material.
- La producción y el consumo de energía se relaciona equivocadamente con la creación o desaparición de la energía.
- Los estudiantes asocian la temperatura de un cuerpo con las características macroscópicas y en ocasiones atribuyendo mayor temperatura a cuerpos de mayor tamaño.
- Se halla dificultad para la distinción entre los conceptos calor y temperatura. Se considera la temperatura como una mezcla del calor y el frío que posee un cuerpo.

Existen tres problemas relacionados con la enseñanza del concepto energía (Pozo, 1998):

El problema de la interacción entre cuerpos y sistemas: los estudiantes establecen relaciones causales como por ejemplo: para que un cuerpo gane o pierda energía es necesario un agente que provoque ese cambio, el calor es el agente causante del cambio y se establece una relación lineal entre calor y temperatura. Los estudiantes sustancializan el concepto atribuyendo a la energía propiedades materiales considerándola una especie de combustible que se almacena en los cuerpos. Para los estudiantes, la energía es un concepto ligado exclusivamente a la actividad humana y los seres vivos. Es necesario que los docentes promuevan el reconocimiento de la energía como una propiedad de los cuerpos;que consideren que como resultado de la interacción entre cuerpos y sistemas se producen transferencias de energía y al respecto del calor, que lo presenten como la transferencia de energía producto de una interacción entre cuerpos y sistemas.

El problema de la conservación: en los estudiantes se presenta una tendencia a fijar la atención en lo que cambia y no en lo que permanece, a la vez que se fijan más en el estado final que en el estado inicial de un sistema. Centrar la atención en los cambios, en lo que se transforma y no en los estados, supone una limitación importante para comprender la conservación de la energía. El estudiante permanece en la idea de considerar que la energía se gasta o se acaba. Cuando se presenta el principio de conservación de energía a los estudiantes, se hace sobre consideraciones ideales, esto no favorece el desarrollo de habilidades que les permita utilizarlo como argumento de las posibles explicaciones a diversos fenómenos de la naturaleza. El paso de la enseñanza de los cambios de la materia en términos de sus interacciones a su correspondiente conservación no es simple, se requiere los estudiantes comprendan que, como resultado de una interacción entre dos cuerpos o sistemas, se producen cambios simultáneos y opuestos en ambos de la propiedad llamada energía.

El problema de la cuantificación: una buena posibilidad para los estudiantes es que establezcan relaciones cuantitativas entre las variables que definen un problema. Al respecto de la cuantificación de la energía se requiere que los estudiantes puedan

realizar relaciones de proporcionalidad, lamentablemente, comprender y analizar estas relaciones no resulta simple, aunque puedan hacer correctamente los cálculos numéricos. Un ejemplo de la falta de análisis de los estudiantes se refiere al caso de la energía cinética ($K = \frac{1}{2}m|\vec{v}|^2$), para lo cual no se establece la relación de proporcionalidad en términos del cuadrado de la velocidad, sino que la establecen de forma directa entre la velocidad y la energía. Cuando se propone a los estudiantes analizar el tamaño del agujero que provoca la caída de un cuerpo en la arena, teniendo en cuenta diversas masas y alturas, centran su atención en una sola variable, como puede ser la altura, prescindiendo del valor de la masa. Respecto a la energía intercambiada por un cuerpo cuando se modifica su temperatura, los estudiantes centran el análisis de la variación de energía en la modificación de la temperatura, prescindiendo de las características de la materia(Pozo, 1998).

4.3.2. El constructivismo en el proceso educativo

En la consideración de que todos los estudiantes de una clase de física puedan corresponder a los propósitos de un docente que desea desarrollar un proceso educativo conducente a un aprendizaje significativo, será necesario que se examinen cuidadosamente por parte del docente, las características aptitudinales de los jóvenes, como dicen Sacristán y Pérez (1992): "*La estructura cognitiva del alumno/a tiene que incluir los requisitos de capacidad intelectual, contenido ideativo y antecedentes experienciales*". La innovación realizada por el docente ha de ensamblar el nuevo conocimiento, lo mejor posible, en la estructura cognitiva del estudiante.

Un aprendizaje significativo en un estudiante, es posible, en la medida que nuevos conocimientos se incorporen a conocimientos adquiridos previamente. Según Ausubel (1978), un aprendizaje es significativo cuando "*puede relacionarse de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe*". Por tanto, es necesario que el material pedagógico que presente el docente posea en sí mismo un significado.

Al considerar el aprendizaje como un proceso social de solución de conflicto conceptual, en el cual el docente y el estudiante procuran una permanente mediación para llegar a acuerdos respecto a cómo se concibe de parte y parte el conocimiento y dado el posible cambio de paradigma en educación al respecto de que los estudiantes asuman con liderazgo su aprendizaje, al construir el conocimiento a partir de sus experiencias y aprendizajes, puede aproximar al supuesto teórico de implementar una estrategia metodológica basada en las premisas del constructivismo, donde el conocimiento es construido, no transmitido, para lo cual las experiencias deben ser interpretadas y procesadas por cada estudiante, además, el conocimiento previo adquiere un

reconocimiento por el impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Begoña, 2002).

Por otra parte, teniendo en cuenta el concepto de paradigma de Kuhn, como la síntesis de creencias grupales, maneras de ver, compartidos por una comunidad científica,Soler (2006) clasifica a un grupo de investigadores dentro del paradigma interpretativo (constructivista) y epistemológicamente respecto a cuál es la naturaleza de la relación entre el conocedor (el investigador) y el conocido (o saber) sostiene que la relación sujeto – objeto es dialógica y constructiva. Por tanto, en el paradigma constructivista se sostiene que"*la realidad existe en forma de constructos mentales múltiples, determinados por las personas y los grupos sociales que los adoptan*. *Conocer es interactuar con una realidad cambiante y elusiva para interpretarla y crear nuevos constructor mentales, cada vez más complejos*" (Soler, 2006).

Lo anterior, se puede extrapolar al contexto educativo afirmando que el paradigma positivista, donde la objetividad es posible, puede sufrir un cambio conformando el paradigma interpretativo, para lo cual, la relación sujeto-objeto es interactiva, no objetiva sino dialógica, por tanto, de una realidad absoluta allá afuera se pasaría a concebir una realidad cambiante y múltiple.

En cuanto a lo que sucede en el aula de clase cuando se procura el aprendizaje de los estudiantes, se observa que los jóvenes tienen bajos niveles interpretativos y reflexivos sobre lo que significa su lectura del mundo y el cómo funciona; el educador no reflexiona al respecto, para ambos la realidad parece no ser cambiante. Además, parece poco o nada importante el mundo interno determinado por las experiencias particulares de quienes aprenden.

El constructivismo tal como lo define Soler (2006): "*retoma las premisas epistemológicas del paradigma "interpretativo" y las aplica al aprendizaje, considerando una actividad cognoscitiva del aprendiz, quien organiza y da sentido a la experiencia individual. De manera suscinta, el constructivismo es la creencia de que los estudiantes son los protagonistas en su proceso de aprendizaje*", aplicado a la enseñanza, el ejercicio pedagógico constructivista, se puede concebir como el espacio propicio para que un individuo construya sus propias ideas acerca de la realidad, estas ideas deben ser el referente más importante para un acercamiento al conocimiento.

El docente constructivista debe ser un facilitador del aprendizaje, que separado del conductismo y del positivismo, también se separa de la figura autoritaria, dando paso a quien como un educador que reconoce el antecedente histórico de la enseñanza, toma

con responsabilidad su papel de facilitador de los aprendizajes de sus estudiantes para que no sean memorísticos. *Un aprendizaje memorístico o por repetición es aquel en el que los contenidos están relacionados entre sí de un modo arbitrario, es decir careciendo de todo significado para la persona que aprende. Es el clásico aprendizaje por asociación: como lo describe* Pozo (1992)*, "se da cuando la tarea de aprendizaje consta de puras asociaciones arbitrarias sin ninguna implicación afectiva para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores"*.

4.3.3. La enseñanza del concepto energía en el modelo tradicional

La enseñanza tradicional desarrolla en los estudiantes,por separado: el contenido conceptual y las habilidades de investigación. Los conceptos se enseñan a través de exposiciones y la práctica científica se enseña con la adecuación de experimentos de laboratorio. Esto conduce a un aprendizaje superficial y pone en evidencia la memorización y la repetición de eventos. Como consecuencia de lo anterior, se orienta la enseñanza hacia una simple memorización y los estudiantes no pueden hacer uso del conocimiento cuando lo requieren. En general, la enseñanza tradicional de la física corresponde a formar en los estudiantes una colección memorística de conocimientos y eventos, pero no se enseñan habilidades de razonamiento y aprendizaje (Ackoff y Greenberg, 2008).

4.3.4. Aprendizaje por indagación

Una de las tendencias pedagógicas opuesta a la tradicional es el aprendizaje por indagación. A diferencia de las clases tradicionales en las que se coloca al estudiante en función de la pasividad, el aprendizaje por indagación considera que el estudiante esté activo mientras aprende. Esta propuesta de enseñanza insiste en que los estudiantes indaguen sobre el contenido académico de las temáticas a través del estudio independiente, los reportes orales y escritos, las búsquedas en la biblioteca, los experimentos de laboratorio y el trabajo de campo. De tal manera que docente toma el papel como facilitador, organizador y asesor en el desarrollo de las clases. La enseñanza basada en la indagación se produce de tres maneras, estas se dan en forma continua: a) Indagación dirigida por el profesor. b) Profesores y estudiantes como co-investigadores. c) Indagación dirigida por los estudiantes.Los estudiantes aprenden a aprender cuando desarrollan la observación, el razonamiento, el pensamiento crítico y la capacidad para justificar o refutar el conocimiento. Este proceso se da también porque se estimula la creatividad y la curiosidad, además de controlar su aprendizaje (Henson, 2000).

4.3.5 La unidad didáctica

Tomar decisión sobre lo que se enseña y cómo hacerlo, es tal vez la actividad más importante que se lleva a cabo por parte de un docente, puesto que a través de tomar posición en este sentido, se puede concretar la intención educativa en reconocimiento del contexto educativo. Un buen diseño didáctico debe responder a las necesidades de los estudiantes y debemejorar las posibilidades de superación de las dificultades de aprendizaje.La rigidez de propuestas y esquemas propuestos por el Ministerio de Educación Nacional, al respecto de los contenidos que deben desarrollarse en la enseñanza de la ciencia, tienen en la unidad didáctica una alternativa para la organización de los conocimientos escolares considerando la autonomía de los docentes en las instituciones educativas(Mosquera y Otros 2003).

Para Pozuelos (Cañal, 1997) el diseño de *una unidad didáctica se entiende como un proyecto* que, planteado *en términos de hipótesis, orienta y facilita el desarrollo profesional del profesorado.* Así, la unidad didáctica se concibe como una propuesta flexible que puede y debe adaptarse a la realidad concreta a la que intenta servir, en base al marco de referencia que la fundamenta y justifica, *de manera que sea posible un cierto grado de estructuración del proceso de enseñanza - aprendizaje con el objeto de evitar la improvisación constante y la dispersión.*

La unidad didáctica se debe corresponder con la posibilidad de proporcionar el derrotero a seguir para lograr desarrollar la articulación organizada de un conjunto deprocesos educativos que favorecen el aprendizaje de los estudiantes.

De acuerdo a la estructura presentada por Mosquera y otros (2003),*para el diseño de una unidad didáctica se considera: la justificación (el ¿por qué?), los conocimientos o información (el ¿para qué? y el ¿qué?), las estrategias (el ¿cómo?), los recursos (el ¿con qué?), la organización (¿de qué forma?), la evaluación (¿qué?, ¿cuándo?, ¿cómo?) y en el centro de esta red de elementos está el fundamento investigativo deliberativo*.

La justificación:cada aspecto que se trate dentro de la unidad didáctica debe corresponder a las necesidades de los estudiantes y a los requerimientos del campo conceptual que se va a tratar, además debe responder al ¿por qué del diseño de la unidaddidáctica?, ¿de qué manera se impacta el contexto escolar?, ¿para qué puede servir?, para compactarlo dentro de un modelo didáctico.

Conocimientos e información:se parte de las ideas previas de los estudiantes con el fin de identificar en alguna medida el nivel de interés por el tema a tratar, en lo posible el plan a desarrollar debe tener rasgos de negociación entre las partes que intervienen en

la elaboración y desarrollo de la unidad didáctica. Actualmente existe una tendencia del diseño escolar en ciencia, al respecto de conceptos que estructuran y que van más allá, implicando otras disciplinas.

Articulación o estrategias: corresponde al uso de las premisas constructivistas, partiendo de las ideas previas de los estudiantes para estimularlos hacia el conflicto cognitivo, por otro lado, se pretende generar redescubrimiento de las principales ideas científicas a partir de la investigación.

Recursos y materiales curriculares: se requiere de hacer uso de diferentes recursos y materiales que faciliten tanto la acción de losdocentes como la actividad delosestudiantes.

Organización: corresponde a la organización de tiempo y espacio en el cual se desarrollan las actividades programadas.

Investigación: en sí misma, la unidad didáctica plantea un modelo alternativo de enseñanza, por tanto, es susceptible de análisis y seguimiento con el fin de consolidar el cumplimiento de los objetivos pedagógicos.

Evaluación: en la aplicación de una unidad didáctica es importante la definición de las actividades de evaluación, pero especialmente identificar los aspectos a evaluar, esto favorece la regulación y el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En la implementación de una unidad didáctica se hace necesaria, por parte del docente, la mirada retrospectiva sobre aspectos epistemológicos, el buen manejo de los aspectos disciplinares directamente relacionados con el tema a tratar y el reconocimiento de las dificultades didácticas evidenciadas en el aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente,se puede afirmar que "*la unidad didáctica es una forma de planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad. Esta forma de organizar conocimientos y experiencias debe considerar la diversidad de elementos que contextualizan el proceso (nivel de desarrollo del alumno, medio sociocultural y familiar, Proyecto Curricular, recursos disponibles) para regular la práctica de los contenidos, seleccionar los objetivos básicos que pretende conseguir, las pautas metodológicas con las que trabajará, las experiencias de enseñanza-aprendizaje necesarios para perfeccionar dicho proceso*" (Escamilla, 1993).

5. Metodología

5.1. Descripción general de la metodología

5.1.1. Tipo de profundización

El presente trabajo de profundización es cualitativo y corresponde a la valoración delas experiencias de los estudiantes y de los grupos que estos integran.Aunque estas experiencias no son medibles, se espera que este estudio aporte directamente alos procesos de enseñanza y aprendizaje. Se ocupa fundamentalmente de la promoción del aprendizaje del concepto energía considerando el contextoescolar de los estudiantes de grado 10º del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D. - Jornada Tarde.

Se pretende responder al ¿por qué no existe aprendizaje no-memorístico, reflexivo y contextualizado del concepto de energía? Además, este trabajo de profundización coincide con el interés de solucionar problemáticas en el ámbito educativo y pedagógico mediante la actividad investigativa.

5.1.2. Población y muestra

Como población y muestra se tienen los estudiantes de grado 10º (2 grupos; 1001 y 1002) del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D. Jornada Tarde, que consta de 56 estudiantes de ambos sexos con edades entre los 14 y 18 años y un nivel socioeconómico medio-bajo.

5.1.3. Instrumentos para la recolección de datos

Dado que las preguntas que se plantean en laprofundización son abiertas, ya sea de forma escrita o verbal, se puede afirmar que lo que se pretende es identificar, con cada pregunta, las tendencias de respuesta de los estudiantes. Estas tendencias se asumen como las respuestas grupales cualitativas para elaborar gráficas que permitan observar y comparar la frecuencia con que aparece cada respuesta.

5.1.4. Instrumentos para estudiantes

Los instrumentos que permiten evaluar la hipótesis: la implementación de la unidad didáctica en el marco de una estrategia metodológica constructivista para la enseñanza del concepto de energía, posibilita superar el problema de aprendizaje memorístico e irreflexivo que impide en los estudiantes de grado 10º del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., Jornada Tarde, transformen sus ideas en un conocimiento al que hayan sentido, aparecen consignadas cronológicamente de forma ascendente, así:

- Para la etapa diagnóstica se consultó a todos los estudiantes de grado 10º del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D. Jornada Tarde, lo que entendían por energía, ver anexo A.
- Para la práctica experimental 1 se planteó a los estudiantes predecir individual y grupalmente ¿qué sucederá cuando se libera un carrito de impulso?, luego de hacerlo retroceder sobre una superficie áspera, y el ¿por qué de lo que predicen?, luego, los estudiantes experimentaron y concluyeron al respecto, ver anexo B.
- Para la clase teórica 1 se presentó el teorema del trabajo y energía, se explicaron algunos ejemplos de su uso y se procedió a plantear problemas para que los estudiantes los resolvieran.
- Para la práctica experimental 2 se planteó a los estudiantes predecir individual y grupalmente ¿qué sucede cuando se libera una esfera metálica desde una altura no superior a 2 metros respecto al piso, para que caiga justo en el centro de un balde con arena?, y el ¿porqué de lo que predicen?, luego, los estudiantes experimentaron y concluyeron al respecto, ver anexo C.
- Para la clase teórica 2 se presentaron las fuerzas conservativas y no conservativas, la energía potencial y la conservación de la energía mecánica, se explicaron algunos ejemplos correspondientemente y se procedió a plantear problemas para que los estudiantes los resolvieran.
- Para la práctica experimental 3 se planteó a los estudiantes predecir individual y grupalmente ¿qué sucede cuando se deposita un cuerpo metálico, calentado previamente, en un recipiente con agua a temperatura ambiente?, y el ¿porqué de lo

que predicen?, luego, los estudiantes experimentaron y concluyeron al respecto, ver anexo D.

- Para iniciar la clase se usó un documento audiovisual ubicado en youtube, al que corresponde la URL: http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=Zv0_ZVzZ3E0, (El calor y la temperatura) y como insumo de la elaboración del mapa conceptual se suministraron copias, a cada estudiante (capítulos 21 y 22 del libro Física Conceptual de Paul G. Hewitt). Los temas son: Temperatura, calor, expansión y transmisión de calor; además, se presentó una guía de elaboración de mapas conceptuales tomada de Mapas Conceptuales, Mapas Mentales y otras Formas de Representación del Conocimiento de Campos (2005), ver anexo E.
- Para la actividad interpretativa y argumentativa se presentó un documento elaborado a partir del libro La Energía y su Impacto Social de Barcelo (1984). Se propuso a los estudiantes clasificar algunas descripciones relacionadas con el uso de la energía; además, jerarquizar sobre los diferentes tipos de energía por su potencialidad energética y por su implicación en la contaminación ambiental, ver anexo F.

5.1.5. De las preguntas formuladas a los estudiantes

Las preguntas planteadas a los estudiantes atienden inicialmente al interés de indagar al respecto de sus ideas previas sobre lo que entienden por energía y en lo consiguiente, cada pregunta se formuló con el objetivo de orientar su aproximación a la articulación de estas ideas previas con el nuevo concepto.

6. Diseño e implementación de la unidad didáctica

6.1. Justificación

El diseño de la unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energíase propone con el fin de fortalecer el plan de estudios de ciencias naturales y específicamente de física, del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., Jornada Tarde, ésta puede ser empleada dentro de un curso general de física a nivel escolarde la educación media académica, preferiblemente grado décimo. La importancia de la unidad didáctica dependerá del cumplimiento del objetivo general que corresponde a la profundización en el análisis del concepto energía desde el punto de vista didáctico.

Con la unidad didáctica propuesta se procura generar ambientes de aprendizaje en los cuales se favorezca el aprendizaje significativo de los estudiantes, considerando en diferentes momentos sus conocimientos previos; además, se tiene en cuenta contenidos y actividades relacionados como elementos relevantes del estudio del concepto energía y se da un orden a los elementos que conforman el diseño de la unidad.

6.2. Objetivo general de la unidad didáctica

Enseñar el concepto de energíapor medio de diferentes actividades como:la indagación de preconceptos, las prácticas experimentales, los conversatorios teórico-formales y las socializaciones, que buscan el reconocimiento de premisas constructivistasque favorezcan el aprendizaje no memorístico de los estudiantes de grado décimo del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D.

6.3. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación

Para lograr el objetivo general de la unidad didáctica se requiere de la definición de algunos objetivos específicosa partir de los cuales se relacionan contenidos conceptuales, se organizan los tiempos, espacios, recursos y se plantean los criterios de evaluación que permitirán comprobar si se han alcanzado los objetivos específicos propuestos. Con este orden de ideas se espera que cada objetivo específico se corresponda con una de las sesiones programadas, además, cada sesión corresponderá a un ambiente de aprendizaje con su propio diseño, que no debe apartarse de la pretensión de desarrollar en los estudiantes el aprendizaje significativo del concepto de energía como una herramienta que les permita comprender sus implicaciones sociales, tecnológicas y ambientales. A continuación se presentan las unidades programáticas de cada sesión:

Sesión 1: preconceptos de los estudiantes			
Objetivo específico	**Contenidos**	**Preguntas asociadas**	**Criterios de evaluación**
Identificar el concepto de energía.	- Concepto de energía.	¿Qué entiendes por energía?	Identifica el concepto de energía.
Actividad	Indagación de lospreconceptos de los estudiantes respecto al concepto de energía, ver anexo A		
Recursos	Instrumento de indagación.		
Tiempo	1/4 de hora (15 minutos).		

Tabla 6.1. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación, sesión 1.

Sesión 2: primera práctica experimental			
Objetivo específico	**Contenidos**	**Preguntas asociadas**	**Criterios de evaluación**
Analizar el movimiento de un cuerpo considerando su interacción con otros cuerpos y la variación de su energía cinética.	- Movimiento. - Desplazamiento. - Fuerza. - Fuerza de rozamiento. - Velocidad.	Si dispones de un carrito de impulso en una superficie plana y áspera y lo haces retroceder algunos centímetros ¿qué sucederá cuando lo liberes?, ¿por qué crees que ocurre lo que predices?	Analiza el movimiento de un cuerpo considerando su interacción con otros cuerpos y la variación de su energía cinética.
Actividad	Práctica experimental 1, ver anexo B.		
Recursos	Superficie áspera y un carrito de impulso.		
Tiempo	1 hora (60 minutos).		

Tabla 6.2. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación, sesión 2.

Sesión 3: primera clase teórica			
Objetivo específico	**Contenidos**	**Preguntas asociadas**	**Criterios de evaluación**
Explicar el teorema del trabajo y energía.	- Movimiento. - Fuerza. - Desplazamiento. - Masa. - Velocidad. - Trabajo. - Energía cinética.	¿Cómo ha evolucionado históricamente el concepto de energía? ¿Cómo se define el trabajo realizado por una fuerza constante? ¿Qué relación de proporcionalidadexiste entre la velocidad de un cuerpo y su energía cinética?	Aplica el teorema del trabajo y energíaa la resolución de problemas.
Actividad	Clase teórica 1.		
Recursos	Libros de texto.		
Tiempo	2 horas (120 minutos).		

Tabla 6.3. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación, sesión 3.

Sesión 4: segunda práctica experimental			
Objetivo específico	**Contenidos**	**Preguntas asociadas**	**Criterios de evaluación**
Evidenciar la interacción entre cuerpos en caída libre y superficies que se deforman por el choque.	- Masa. - Aceleración gravitacional. - Altura. - Energía potencial.	Si liberas una esfera metálica desde una altura no superior a 2 metros respecto al piso, para que caiga justo en el centro de un balde con arena ¿qué sucede cuando la esfera cae en la arena?, ¿por qué crees que ocurre lo que predices?	Evidencia la interacción entre cuerpos en caída y superficies que se deforman por el choque.
Actividad	Práctica experimental 2, ver anexo C.		
Recursos	Esfera metálica, recipiente con arena.		
Tiempo	1 hora (60 minutos).		

Tabla 6.4. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación, sesión 4.

Sesión 5: segunda clase teórica			
Objetivo específico	**Contenidos**	**Preguntas asociadas**	**Criterios de evaluación**
Explicar sobre las fuerzas conservativas y no conservativas, la energía potencial y la conservación de la energía mecánica.	- Masa. - Aceleración gravitacional. - Altura. - Energía potencial.	¿Qué diferencia a una fuerza conservativa de una no conservativa? ¿En situación se puede referir la energía potencial? ¿Cómo se define la conservación de la energía mecánica?	Resuelve problemas de energía potencial y conservación de energía mecánica.
Actividad	Clase teórica 2.		
Recursos	Libros de texto.		
Tiempo	4hora (240 minutos).		

Tabla 6.5. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación, sesión 5.

Sesión 6: tercera práctica experimental			
Objetivo específico	**Contenidos**	**Preguntas asociadas**	**Criterios de evaluación**
Comprobar la transferencia de calor a través de la exposición de dos cuerpos al contacto térmico.	- Temperatura. - Calor. - Transferencia de Calor. - Equilibrio térmico.	Si tienes un vaso de precipitado (Becker) con agua a temperatura ambiente e introduces en éste un cuerpo metálico que se ha calentado previamente ¿qué sucederá?, ¿por qué crees que ocurre lo que predices?	Comprueba la transferencia de calor a través de la exposición de dos cuerpos al contacto térmico.
Actividad	Practica experimental 3, ver anexo D.		
Recursos	Vaso de precipitado (Becker), agua a temperatura ambiente, esfera metálica, estufa o mechero, termómetro.		
Tiempo	1 hora (60 minutos).		

Tabla 6.6. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación, sesión 6.

Sesión 7: elaboración de un mapa conceptual			
Objetivo específico	**Contenidos**	**Preguntas asociadas**	**Criterios de evaluación**
Identificar y organizar jerárquicamente conceptos relacionados con la transferencia de energía por calor.	- Transferencia de energía. - Calor - Transferencia de calor. - Conducción. - Convección. - Radiación.	¿Qué es la transferencia de calor? ¿De qué forma se transfiere el calor?	Identifica y organiza jerárquicamente conceptos relacionados con la transferencia de energía por calor.
Actividad	Elaboración de un mapa conceptual.		
Recursos	Libro de Texto, guía de elaboración de mapas conceptuales, ver anexo E.		
Tiempo	4hora (240 minutos).		

Tabla 6.7. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación, sesión 7.

Sesión 8: actividad interpretativa y argumentativa			
Objetivo específico	**Contenidos**	**Preguntas asociadas**	**Criterios de evaluación**
Clasificar diversos tipos de energía e identificar posibles riesgos y problemas ambientales producto del uso de las fuentes energéticas.	- Fuente de energía.	¿Qué tipo de energía permite un mayor aprovechamiento del potencial energético? ¿Qué tipo de energía se relaciona estrechamente con un mayor potencial contaminante?	Clasifica diversos tipos de energía e identifica posibles riesgos y problemas ambientales producto del uso de las fuentes energéticas.
Actividad	Actividad interpretativa y argumentativa.		
Recursos	Instrumento de clasificación, aprovechamiento de las fuentes energéticas, ver anexo F.		
Tiempo	1 hora (60 minutos)		

Tabla 6.8. Objetivos específicos, organización de contenidos, planeación y criterios de evaluación, sesión 8.

7. Resultados y análisis

7.1. Sesión 1: preconceptos de los estudiantes

Se preguntó a 2 grupos de estudiantes de grado décimo, del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D., Jornada Tarde, al respecto de lo que entienden por energía.

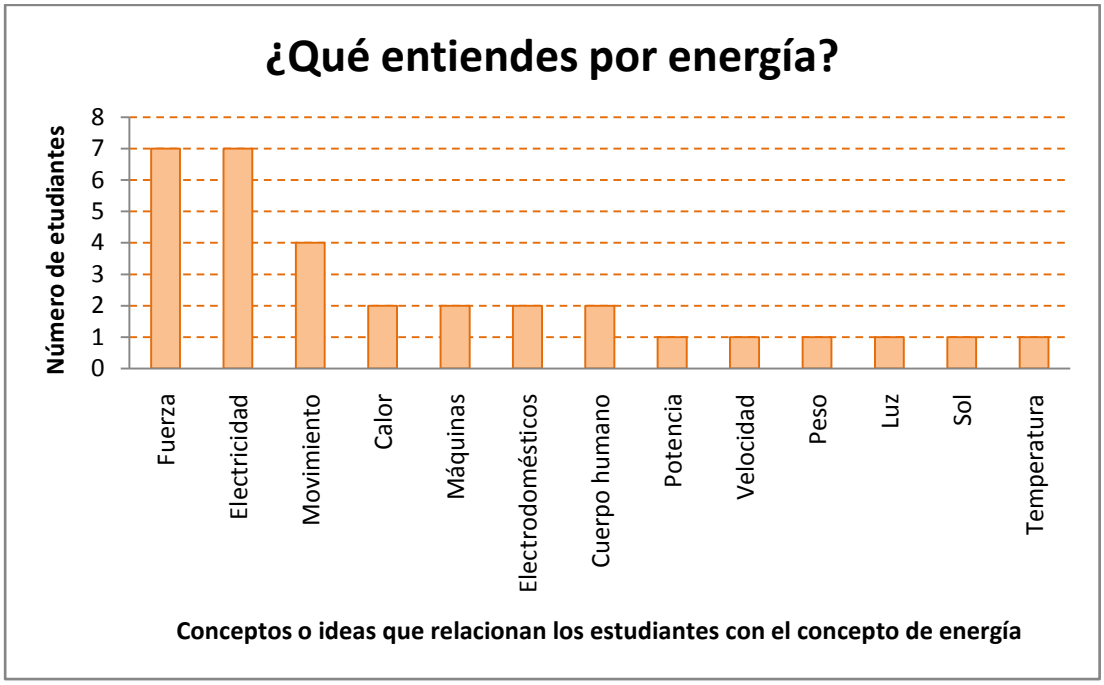
Inicialmente se consideró la forma de obtener una respuesta que se correspondiera con la idea previa que cada uno tenía, entonces, cada estudiante, de manera individual, asignó uno o más conceptos relacionados en frases explicando lo que entendía por energía.

El primer grupo, 1001, (ver gráfica 7.1) relacionó el concepto de energía, en la mayoría de los casos, con conceptos como fuerza, electricidad, movimiento, calor, maquinas, electrodomésticos, cuerpo humano, potencia, velocidad, peso, luz, sol y temperatura. De lo anterior se puede afirmar que los conceptos u objetos con los cuales los estudiantes relacionan el concepto de energía tienen alguna relación en el contexto de la física, sin embargo, los estudiantes se encuentran distantes de la definición delconcepto de energía.

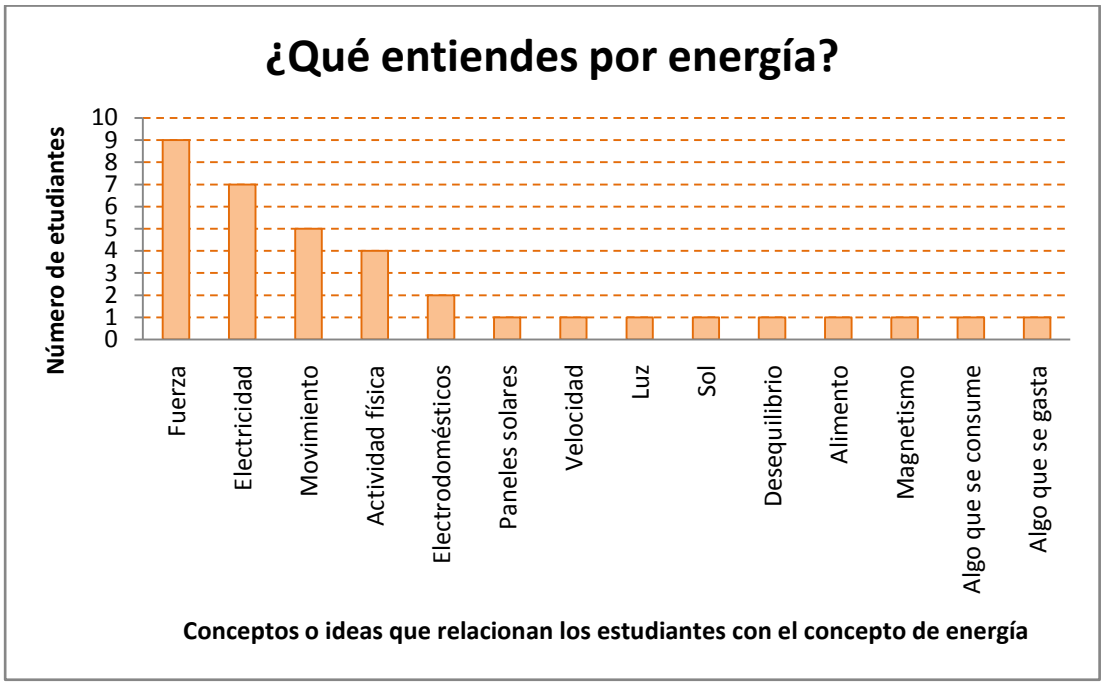
El segundo grupo, 1002, (ver gráfica 7.2) relacionó el concepto de energía, con conceptos comofuerza, electricidad, movimiento, actividad física, paneles solares, velocidad, luz, Sol, desequilibrio y alimento. Algunos estudiantes, en su intento de explicar lo que entienden por energía, vinculan su respuesta con ideas como que la energía es algo que se gasta o se consume como aparece a continuación:

- Deisy: "*energía es aquella que poseen los cuerpos".*
- Jesús: "*energía es la que posee un cuerpo para realizar una acción"*.
- Angie: "*la energía es algo que nos ayuda para estar activos y hacer actividades".*

- Duvan: "*la energía es la que nos permite hacer actividad física hasta que la quemamos*"



Grafica 7.1. Indagación sobre lo que los estudiantes del grupo1001 entienden por energía.

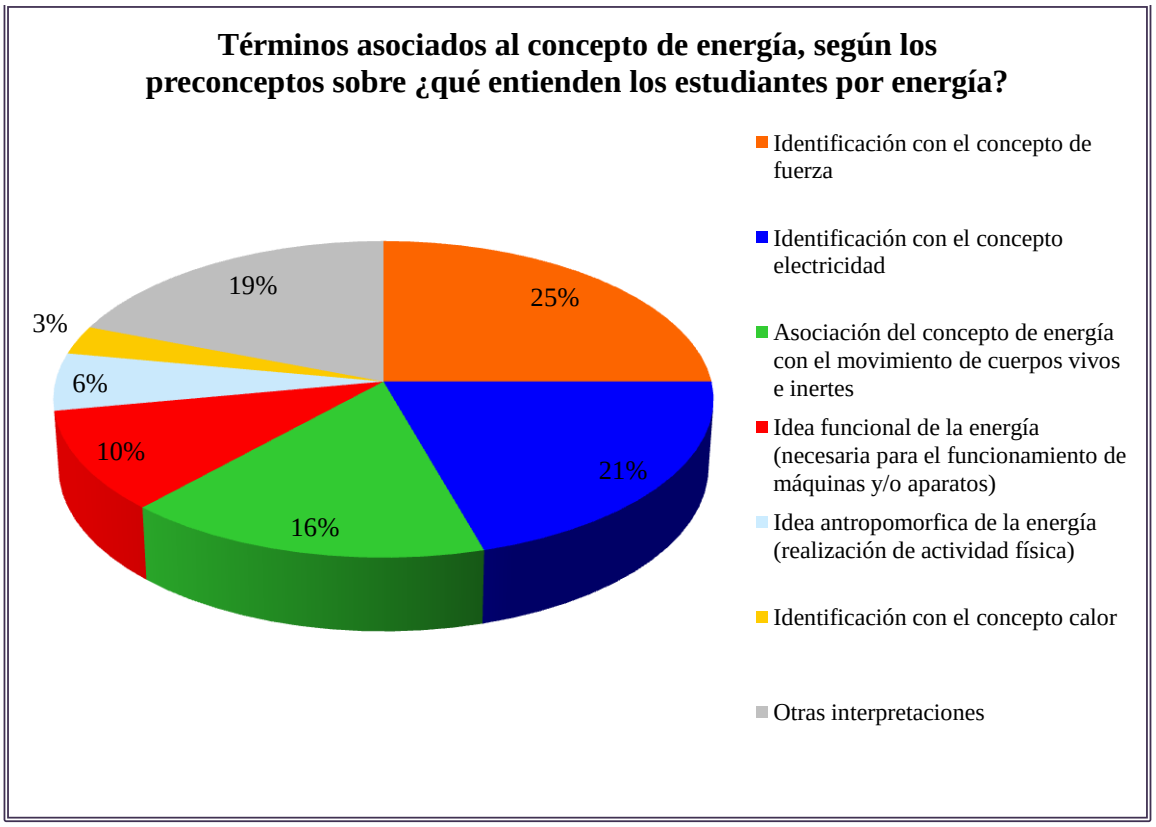


Grafica 7.2. Indagación sobre lo que los estudiantes del grupo1002 entienden por energía.

De acuerdo con lo expuesto en la sección 4.3.1, se evidencian los siguientes aspectos:

- Los estudiantes reconocen el concepto de energía como algo inherente a los seres vivos (de acuerdo a su actividad física), a los electrodomésticos y en ocasiones,a las máquinas; además, consideran que los cuerpos inanimados no tienen energía.
- Uso indiferenciado de los conceptos fuerza, electricidad, movimiento y energía, los relacionan como si tuvieran el mismo significado.
- Se considera la energía como algún tipo de combustible que se puede usar o almacenar en aparatos o en los seres vivos, además, piensan que se puede gastar o consumir.
- De manera insignificante, se hace reconocimiento del calor como una forma de la transferencia de energía.

Una generalización de los preconceptos de los estudiantes se tiene a continuación en la en la gráfica 7.3.



Gráfica 7.3. Generalización de los preconceptos de los estudiantes, al respecto de lo que entienden por energía

Una explicación puede ser que los estudiantes están familiarizados con algunos términos de la física, sin embargo, no realizan una discriminación clara entre los conceptos de velocidad, calor, potencia, movimiento, fuerza, energía, entre otros.

La indagación realizada, al respecto de los preconceptos de los estudiantes, cuando se les preguntó ¿qué entendían por energía?, hace necesariala revisióndel plan curricular de ciencias naturales, del Colegio Altamira Sur Oriental, ya que como se observa en las gráficas 7.1 y 7.2 son pocos los estudiantes que relacionan el concepto de calor con la adecuada explicación del concepto de energía. A este respecto, es importante consultar¿qué sucede con los procesos de enseñanza y aprendizaje en grados de formación anteriores al grado décimo?, puesno se evidencia en los estudiantes la apropiación de conceptos físicos importantes,definidos porlos Estándares Básicosde Competencias y que debieron ser tratados con anterioridad. El lenguaje usado por los estudiantes, para responder a la pregunta, no corresponde a un nivel homogéneo en el grupo;aunqueusan conceptos propios de la ciencia, también vinculan ideas que explican con un vocabulario común y escaso. Una parte de los problemas expuestos anteriormente, está relacionada con la implementación del Decreto 0230 de 2002,por el cual se dictaronlas normas en materia de currículo, evaluación y promoción de los educandos y evaluación institucional, hasta el año 2009. Durante este tiempo,muchos estudiantes con dificultades académicas en 3 o más áreas fueron promovidos sin importar que no superaran sus dificultades de aprendizaje.

7.2. Sesión 2: primera práctica experimental

Se preguntó a los estudiantes delos grupos 1001 y 1002 sobre lo que sucederíaal hacer retroceder unos centímetros un carrito de impulso, que luego es liberado sobre una superficie plana pero áspera;durante la predicción grupal algunas de las respuestas fueron:

- Johanna y Brayan: "*el carrito llegaría más lejos en una superficie lisa que en la superficie áspera, lo áspero de la superficie plana lo detiene".*
- Ingrid B., Nayibe e Ingrid P.: "*cuando se hace retroceder el carrito, lo que el carrito tiene internamente lo hace mover".*
- Adrian y Aura: "*la superficie áspera hace que el carrito se desacelere".*
- Jennifer y Vanessa: *"por ser una superficie áspera, el carrito poco a poco va perdiendo velocidad".*
- Samanta, Dayana y Camilo: *"dependiendo de la aspereza de la superficie el carrito se desplazará con mayor o menor velocidad".*

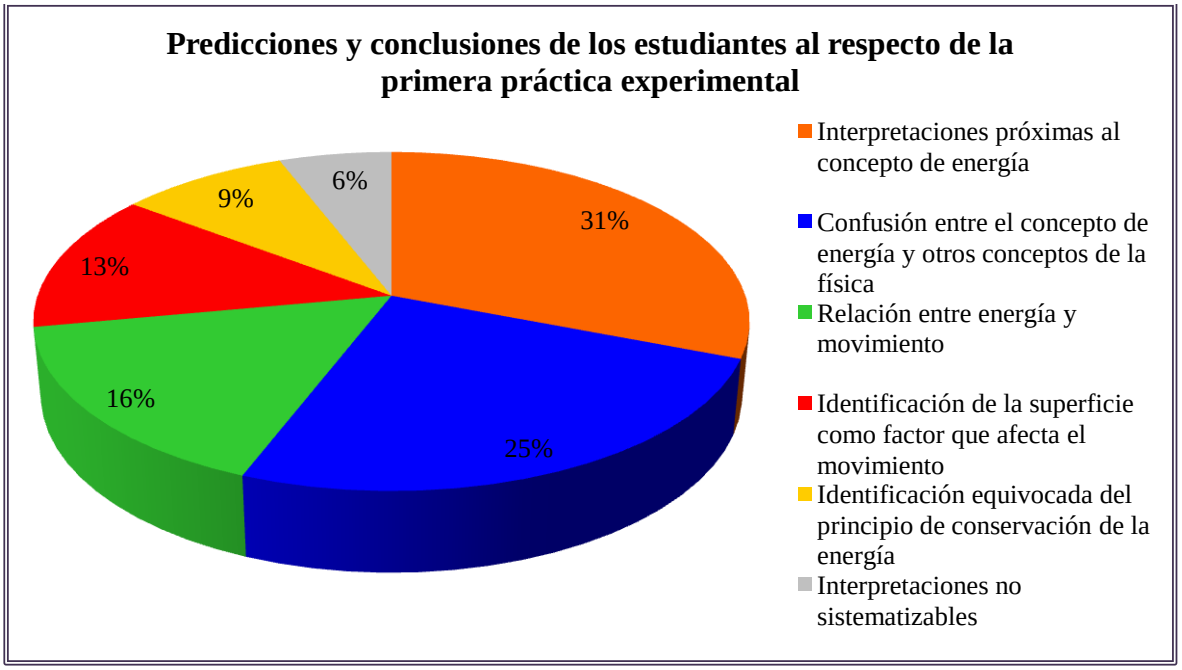
- Angie, Deisy, Marily y Anyi: "*el carrito en una superficie lisa recorrerá el doble de la distancia que se hizo retroceder, en la superficie áspera la distancia será menor".*
- Edwin, Andrés y Mayerli: "*la superficie áspera hace que el carrito tenga una fuerza menor".*

Como se puede deducir de lo anterior, los estudiantes no logran identificar formalmente el efecto de la fuerza de fricción sobre sus ruedas y menos una condición de interacción entre 2 o más cuerpos. Los estudiantes reconocen variables como la aceleración, la fuerza, la velocidad y la distancia. Se evidencia el intento de algunos estudiantes, del grupo 1002,que procuran relacionar la situación con la energía de la siguiente manera:

- Brandon, Jesús y Rubén: "*al darle cuerda al carrito, el genera suficiente energía para avanzar y no para sino hasta que se le acaba la cuerda".*
- Laura, Walter y Sthephanny*: "lo que sucede es que el carrito coge energía y el carrito anda".*

El interés del docente se centró particularmente en dinamizar la idea de que el carrito interactúa con la superficie áspera, estableciendo para el sistema carrito – superficie, una condición de equilibrio en un caso mecánico. Prevaleció el interés para que los estudiantes reconocieran el movimiento del carrito en términos de que posee energía y que como consecuencia de la interacción con la superficie áspera, debe cederla para realizar un trabajo que venza dicha fuerza de rozamiento y que por lo anterior, disminuye su velocidad.

En la gráfica 7.4 se presenta una generalización de las predicciones y conclusiones de los estudiantes al respecto de la primera práctica experimental (anexo B).



Gráfica 7.4. Generalización de las predicciones y conclusiones de los estudiantes, al respecto de la primera práctica experimental.

El 31 % de los estudiantes se aproxima al concepto de energía. Tienen ideas sobre la acumulación de energía cuando se activa el sistema de cuerda del carrito.

La relación de energía asociada al movimiento se presenta en un 16 % de los estudiantes.

A pesar de que se menciona el rozamiento como un factor de movimiento del carrito, los estudiantes no identifican lo relacionado con la degradación de la energía, por tanto, esto permite suponer que no hay una interpretación de tipo energético.

Es importante resaltar en esta primera experiencia, que la manera en que se presentó la guía de trabajo, no da lugar a que los estudiantes experimenten variando algunas de las condiciones dadas inicialmente, por ejemplo, sería interesante que algunos estudiantes pudieran experimentar sobre superficies lisas; además, incluir instrumentos de medida (flexómetro, cronómetro, balanza) que permitan hallar relaciones o regularidades que puedan ser contrastadas significativamente con el uso de los argumentos teóricos del estudio del concepto de energía.

7.3. Sesión 3: primera clase teórica

En la primera parte de la clase se presentaron, de forma general, consideraciones al respecto de la evolución histórica del concepto de energía, teniendo en cuenta la sección 4.2 del presente trabajo. Se explicó a los estudiantes sobre la ambigüedad y el poco sentido científico de algunas de las interpretaciones que se hacen actualmente y de algunas situaciones que comúnmente se relacionan equivocadamente con el concepto de energía.

Posteriormente, se explicó sobre el trabajo realizado por una fuerza constante y el teorema del trabajo y la energía, dando como ejemplos situaciones como las presentadas en las figuras 4.1, 4.2 y 4.4, con cada ejemplo se asignaron valores hipotéticos con los cuales se planteó:

- El cálculo del trabajo realizado por una fuerza constante que actúa sobre un cuerpo de determinada masa que se encuentra sobre una superficie horizontal lisa.
- El cálculo del trabajo neto realizado por la interacción de una fuerza constante y por la fuerza de rozamiento que actúan simultáneamente en un cuerpo de determinada masa, que se encuentra sobre una superficie horizontal áspera.
- El cálculo del trabajo realizado por la fuerza necesaria para al alzar del suelo un cuerpo de determinada masa.
- El cálculo de la variación en la rapidez de un cuerpo, utilizando el teorema del trabajo y la energía.

Durante esta sesión de la unidad didáctica, se observó gran dificultad en los estudiantes, para usar la matemática en la resolución de los problemas planteados. Aunque se pretendía favorecer la aproximación de los estudiantes al contexto de la primera práctica experimental, esto no fue posible durante esta sesión; se destinó una sesión extra para centrar la atención de los estudiantes que presentaron mayor dificultad. La circunstancia mencionada anteriormente, permitió redefinir el uso del tiempo para las siguientes sesiones teóricas.

Para el futuro desarrollo y mejora de esta propuesta didáctica y como referente de crecimiento profesional del Docente, es necesario considerar, que una circunstancia problemática de aprendizaje en los estudiantes, ligada a lasdebilidades de las estrategias metodológicas implementadas en el aula, degeneran en dificultades de organización que comúnmente se hacen evidentes a través del fracaso escolar y la perdida de interés por el conocimiento.

7.4. Sesión 4: segunda práctica experimental

Cuando se preguntó a los estudiantes de los grupos 1001 y 1002 sobre lo que sucede si se libera una esfera metálica desde una altura no superior a 2 metros respecto al piso, para que caiga justo en el centro de un balde con arena (ver figura 7.1), algunas predicciones grupales fueron las siguientes:

- Adrian y Aura: "*se abre un orificio en la arena por la fuerza que posee la esfera y salpica la arena"*
- Yennifer y vanessa: "*la fuerza no es suficiente y al tocar la arena no se hunde sino que queda en la superficie haciendo un pequeño cráter.*
- Samanta, Dayana y Camilo: "*al liberar la esfera está hará un agujero en la arena, provocando un esparcimiento de la arena".*
- Nicol, Diana y Dubán: "*al caer la esfera se hunde en la arena y forma ondas".*
- Angie, Deisy, Marily y Anyi: "*el peso de la esfera hace que se abra un hoyo en la arena, esparciéndola hacia los lados.*

En una de las explicaciones dadas por estudiantes del grupo 1002 se procura relacionar la situación con la energía de la siguiente manera:

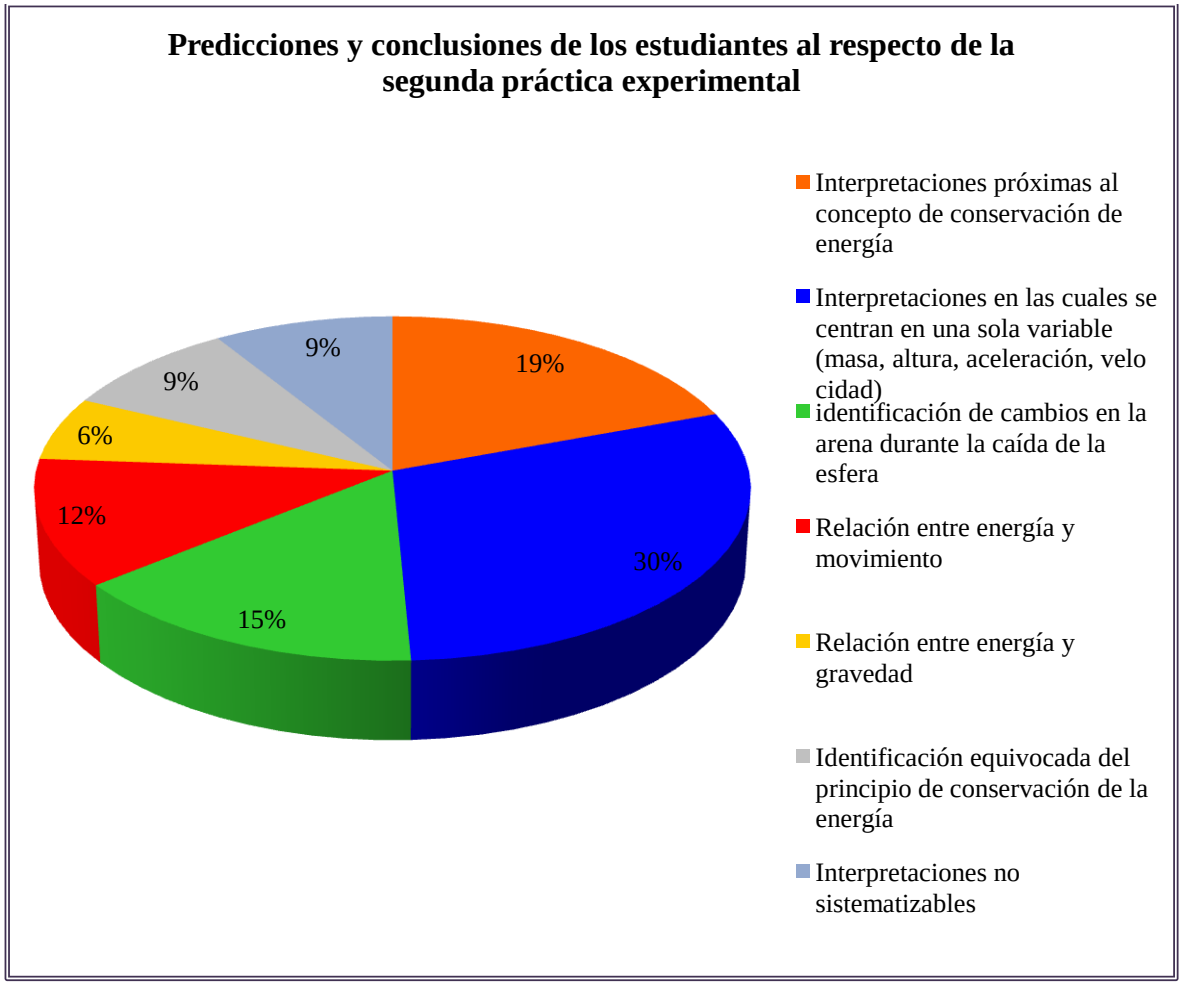
- Laura, Walter y Sthephanny*: "la esfera metálica coge velocidad y energía cuando está cayendo y cuando cae en la arena, la arena que esta encima se eleva y cae por fuera del balde y la esfera metálica se hunde".*

Figura 7.1. Un estudiante de grado décimo libera una esfera metálica (señalada con la flecha) desde una altura no superior a dos metros, con el propósito de que caiga en un recipiente con arena.

Este ambiente de aprendizaje expuesto a los estudiantes de grado décimo, permite considerar los siguientes aspectos, que luego se formalizarán en la segunda clase teórica:

- La identificación de las variables de las que depende el movimiento en caída libre de la esfera (masa, aceleración gravitacional, altura).
- El análisisde la variación de la energía cinética y potencial, respecto al cambio de la velocidad y la altura de la esfera mientras cae a la arena.
- La identificación del trabajo realizado por la fuerza gravitacional.
- Las consideraciones al respecto de la conservación de la energía mecánica.

En la gráfica 7.5 se presenta una generalización de las predicciones y conclusiones de los estudiantes al respecto de la segunda práctica experimental (anexo C).



Gráfica 7.5. Generalización de las predicciones y conclusiones de los estudiantes, al respecto de la segunda práctica experimental.

El 19 % de los estudiantes se aproxima al concepto de conservación de energía, respecto a ideas que reconocen como transformación de energía potencial en cinética.

Las Interpretaciones en las cuales se centran en una sola variable (masa, altura, aceleración, velocidad), se presenta en un 30 % de los estudiantes.

No se identifica de manera importante la relación que hallan entre la altura de caída de la esfera y los orificios que esta deja en la arena.

Aunque los resultados que aparecen en la gráfica 7.5, no permiten deducir que los estudiantes argumentan al respecto del concepto de energía, a partir de lo tratado en las anteriores sesiones, la dinámica de trabajo en la que se hacen las predicciones individuales y el dialogo que se genera alrededor de las predicciones grupales, permiten evidenciar un interés generalizado de los estudiantes por participar en la clase. Las conversaciones, las discusiones y las decisiones grupales, contribuyen al desarrollo social y cognitivo y a la socialización de los estudiantes; además,la relación entre ellos tiene consecuencias como son: a) el aprendizaje directo de actitudes, valores, habilidades e información, b) el desarrollo de compromisos sociales que fortalecen los modelos de la conducta social, c) la interacción compartiendo las diferentes perspectivas de acuerdo a las situaciones y problemas, d) la capacidad de mantener las relaciones cooperativas y e) la vivencia de sentimientos de pertenencia, aceptación, apoyo y afecto (Johnson, 1980; Johnson y Johnson, 1989).

7.5. Sesión 5: segunda clase teórica

En la primera parte de esta sesión (2 horas),se presentaron de forma general, consideraciones al respecto de las fuerzas conservativas y no conservativas, luego, se expusieron los conceptos de energía potencial y de conservación de la energía mecánica. El desarrollo de esta primera parte de la sesión 5, requirió de las secciones 4.1.6, 4.1.7 y 4.1.8 del presente trabajo de profundización.

Para la segunda parte de esta sesión, se planteó el análisis cuantitativo del problema de la caída de la esfera en el recipiente con arena, luego se abordó un problema que implicó una montaña rusa, y el cambio de la velocidad y las energías cinética y potencial del carrito mientras este seguía su trayectoria, de acuerdo con diferentes posiciones, respecto a un nivel de referencia.

Durante esta sesión, aún se observaron dificultades en los estudiantes, para usar la matemática en la resolución de los problemas planteados, sin embargo, la mayoría de los estudiantes logró identificar cuantitativamente la energía mecánica en el problema de la caída de la esfera en el recipiente con arena. Lo anterior se evidenció en el cálculo de la energía cinética y potencial en diferentes alturas de la caída, que llevó a algunos estudiantes a aproximarse al concepto de conservación de la energía mecánica. a continuación se muestra la representación y cálculo que hizo una estudiante de grado décimo (ver figura 7.2).

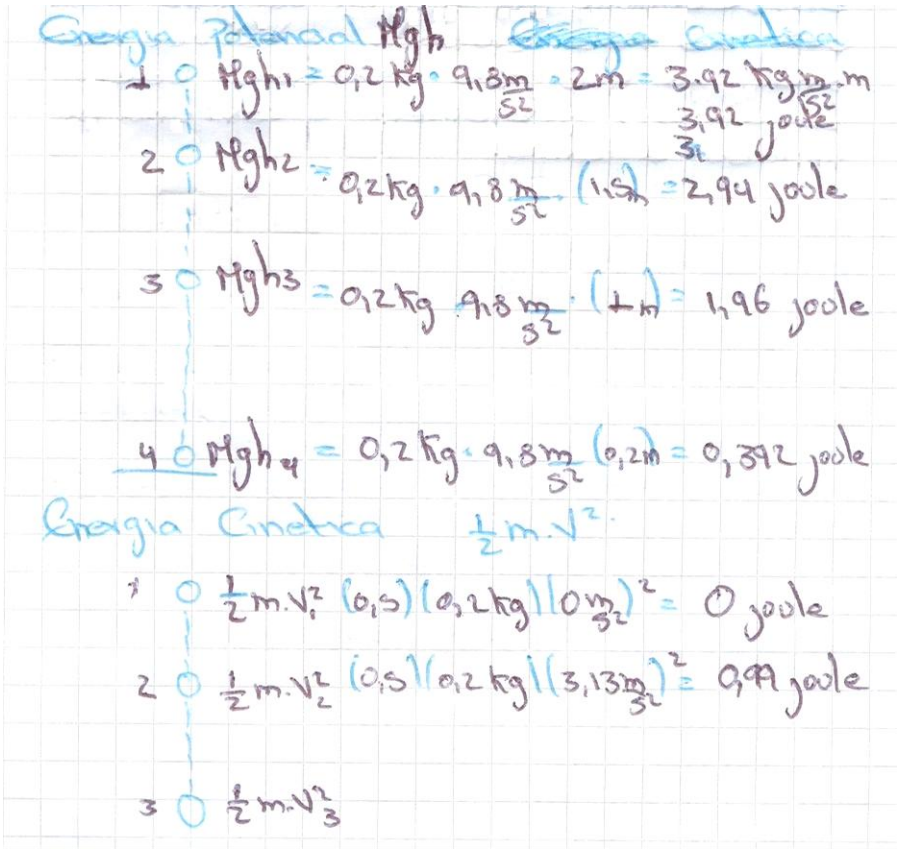


Figura 7.2. Aproximación de la estudiante Aura Guerrero, de grado décimo, Colegio Altamira Sur Oriental, a la cuantificación de las energías cinética y potencial en la caída de una esfera en un recipiente con arena.

A diferencia de lo sucedido en la sesión 3, la actividad programada favoreció la aproximación de los estudiantes al contexto de la segunda práctica experimental; durante esta sesión se motivó y aumentó la participación de los estudiantes.

En lo futuro del desarrollo de esta unidad didáctica, será necesario considerar la participación de los estudiantes con sus propias preguntas, esto con el interés de motivar en ellossu imaginación y un desarrollo particular de sus formas de aprender ciencia.

Lo anterior deja en evidencia, que esta propuesta metodológica se separa del modelo pedagógico tradicional y favorece un poco más los procesos de enseñanza y aprendizaje en la escuela.

7.6. Sesión 6: tercera práctica experimental

Se preguntó a los estudiantes de los grupos 1001 y 1002 sobre lo que sucede si se introduce un cuerpo metálico, calentado previamente, en un recipiente con agua a temperatura ambiente (ver figura 7.3);durante la predicción grupal algunas de las respuestas son las siguientes:

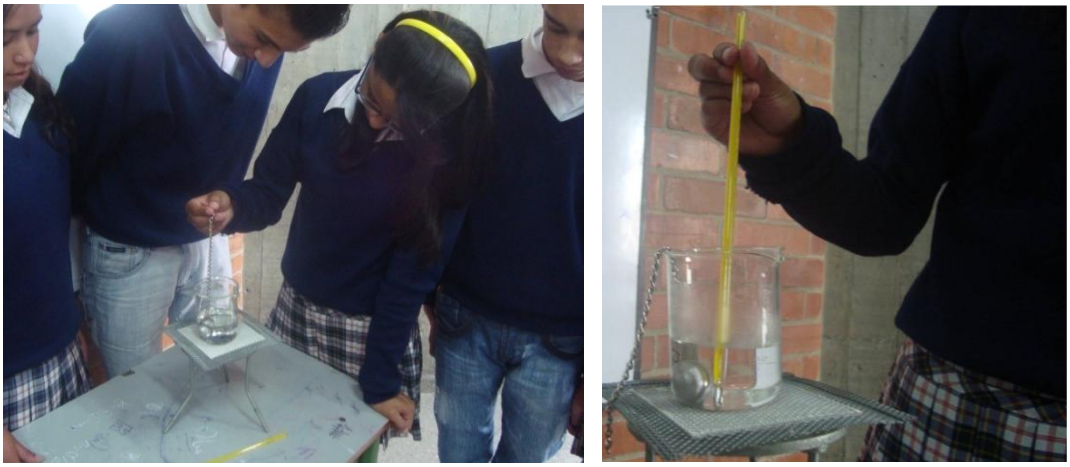
- Edwin, Andrés y Mayerli: "*la temperatura cambia, tanto la del agua como la del cuerpo metálico"*
- Jennifer y Vanessa: "*disminuye la temperatura del cuerpo metálico".*
- Johanna y Brayan: "*el cuerpo metálico se enfriará mientras que el agua se calienta un poco".*
- Ingrid B., Nayibe e Ingrid P.: "*el agua se evapora".*
- Brandon, Jesús y Rubén: "*la esfera quedará a temperatura ambiente y el agua se evaporará en un 5 %, aproximadamente.*
- Laura, Walter y Sthephanny*: "el cuerpo metálico se va enfriando y el agua e pone tibia".*
- Angie, Deisy, Marily y Anyi: "*salen burbujas del agua mientras el cuerpo metálico se enfría y el agua se tibia".*
- Sandra y Manuel: "*disminuirá el nivel del agua por la evaporación*".

En su mayoría, los estudiantes suponen cambios en la temperatura de la esfera y del agua. Algunos estudiantes del grupo 1001 ubicanla situación en un contexto físico que implica la energía como se muestra a continuación:

- Aura: "*el cuerpo metálico le permitirá su energía para calentar el agua, pero al mismo tiempo pierde energía".*
- Aura y Adrian: "*se calienta el agua y se evapora una parte del agua por la energía que este cuerpo posee".*

En general, los estudiantes relacionan la situación con cambios en la temperatura y con la evaporación del agua.Por lo anterior, un propósito del docente será promover la

comprensión del fenómeno considerando la interacción de sistemas y la transferencia de calor, como también será importante relacionar el fenómeno desde consideraciones del equilibrio térmico.



(a) (b)

Figura 7.3. (a) Una estudiante de grado décimo introduce una esfera metálica, calentada previamente, en un vaso de precipitado con agua a temperatura ambiente. (b) La estudiante usa un termómetro para comprobar el cambio en la temperatura del agua.

En lo correspondiente a la comprobación experimental, se logró observar el cambio de la temperatura del agua, que pasó de 18 °C a 21 °C (aproximadamente). A continuación se muestra una de las descripciones realizadas por un estudiante del grupo 1002 (figura 7.4):

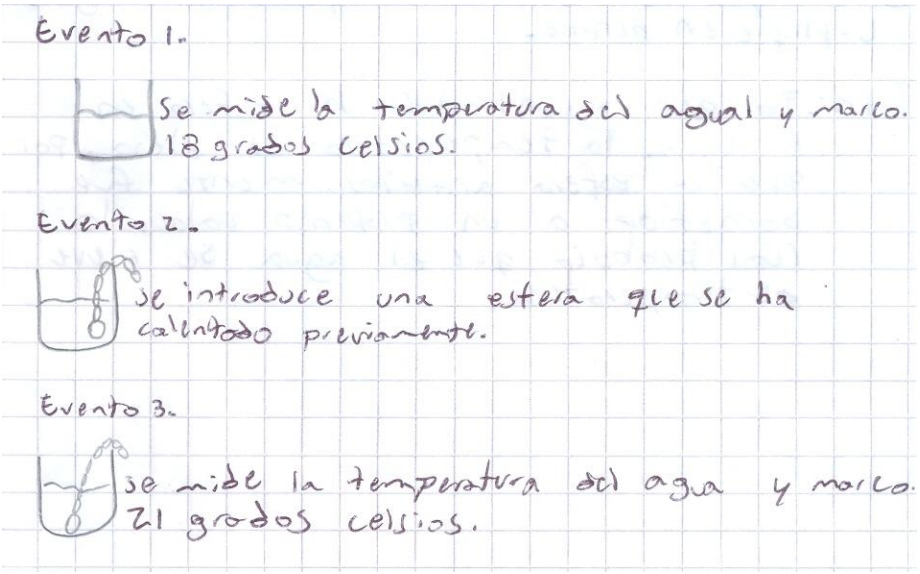
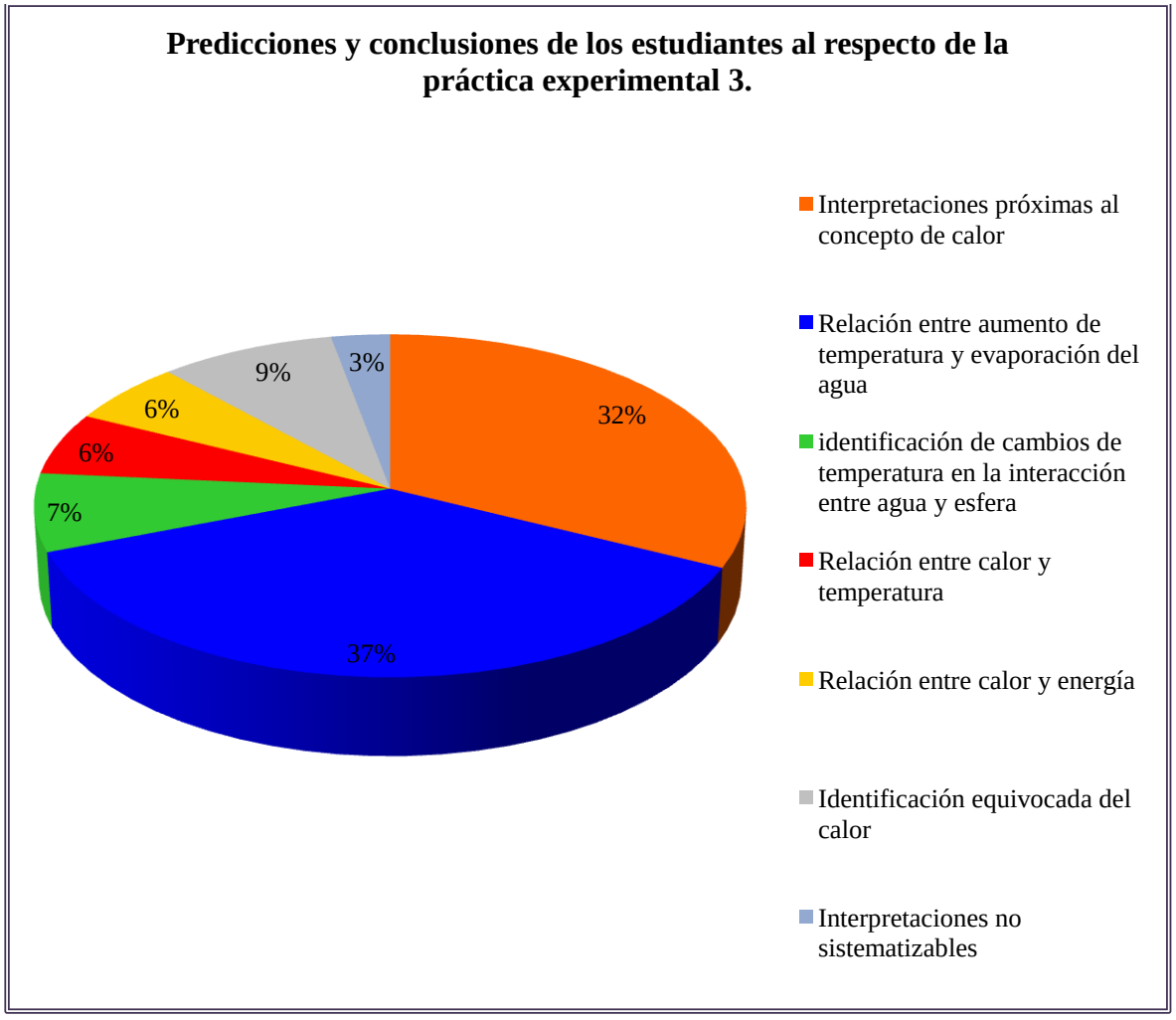


Figura 7.4. Descripción realizada por un estudiante de grado décimo, de la experimentación con una esfera metálica, calentada previamente, que se introduce en un vaso de precipitado con agua a temperatura ambiente.

En la gráfica 7.6 se presenta una generalización de las predicciones y conclusiones de los estudiantes al respecto de la tercera práctica experimental (anexo D).



Gráfica 7.6. Generalización de las predicciones y conclusiones de los estudiantes, al respecto de la tercera práctica experimental.

El 32 % de los estudiantes se aproxima al concepto de calor, respecto a ideas que reconocen como transferencia de energía.

Las interpretaciones en las cuales se relaciona el aumento de temperatura con la evaporación del agua se presenta en un 37 % de los estudiantes.

Aunque los estudiantes reconocen conceptos como calor, temperatura y energía, no se evidencia la identificación de calor como una forma de la transferencia de energía. Se

prescinde de considerar características de la sustancia o el material implicado (masa, calor específico).

Al respecto del desarrollo de esta sesión, se destaca lo relacionado en la figura 7.4, que corresponde a la participación del estudiante Julio Bautista, que está en riesgo de deserción escolar, y quien tomó la iniciativa de plasmar la experimentación realizada en el laboratorio; él identifica 3 eventos que le llevan a hacer una comparación.

Lo anterior permite una reflexión importante sobre papel de la escuela y de los maestros, pues ellos deben generar los espacios de participación que permitan la argumentación y el contraste de ideas con el mundo físico. Como dice Zubiría (2001), "*la escuela debe permitir al niño actuar y pensar a su manera, favoreciendo un desarrollo espontaneo, en el cual el maestro cumpla un papel de segundo orden y se libere al ambiente de las restricciones y obligaciones propias de la escuela tradicional".*

7.7. Sesión 7: elaboración de un mapa conceptual

La primera parte de la sesión (2 horas), se desarrolló con la ayuda de un documento audiovisual ubicado en "YOUTUBE"; que tiene la URL:http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=Zv0_ZVzZ3E0(el calor y la temperatura).

Durante este tiempo de la clase se hizo énfasis al respecto del concepto de calor, como una forma de la transferencia de energía. Se explicaron de forma general los fenómenos de conducción, convección y radiación. Luegose planteó la identificación de palabras importantes, que se mencionan en el video y se propuso realizar algún tipo de organización y jerarquizaciónde palabras o términos. Dado que se encuentran frecuentemente, dificultades en la mayoría de estudiantes, quienes no reconocen los mapas conceptuales, se orientó un trabajo con una guía que contiene algunos elementos necesarios para la elaboración de mapas conceptuales (ver anexo E).

En la segunda parte de la sesión, los estudiantes se dedicaron a elaborar un mapa conceptual, a partir de unas copias suministradas por parte del docente (capítulos 21 y 22 del libro Física Conceptual de Paul G. Hewitt). Los temas son:temperatura, calor, expansión y transmisión de calor.

A continuación se presentan algunos de los trabajos realizados por los estudiantes:

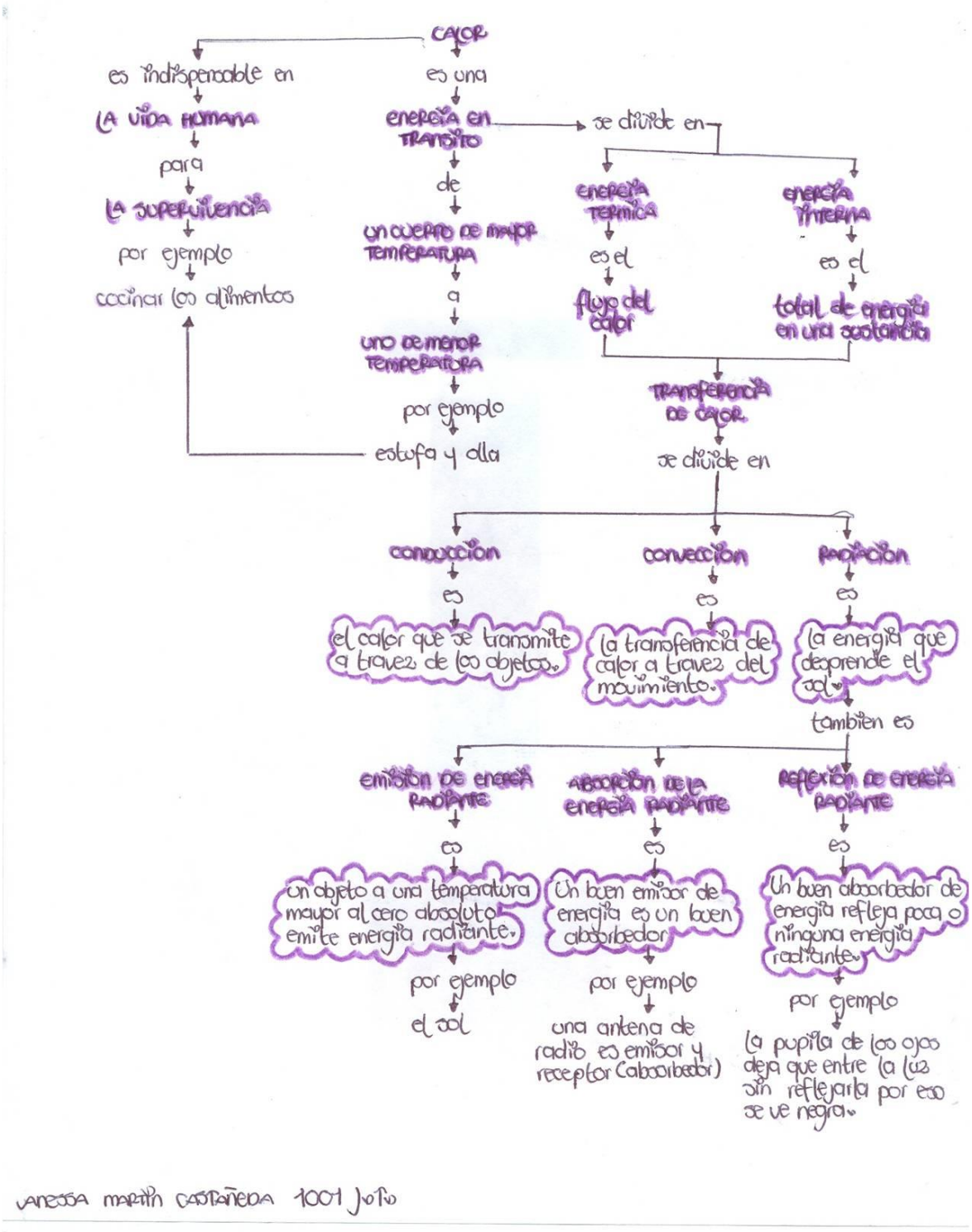


Figura 7.5. Imagen de un mapa conceptual realizado por un estudiante de grado décimo, sobre los temas temperatura, calor, expansión y transmisión de calor.

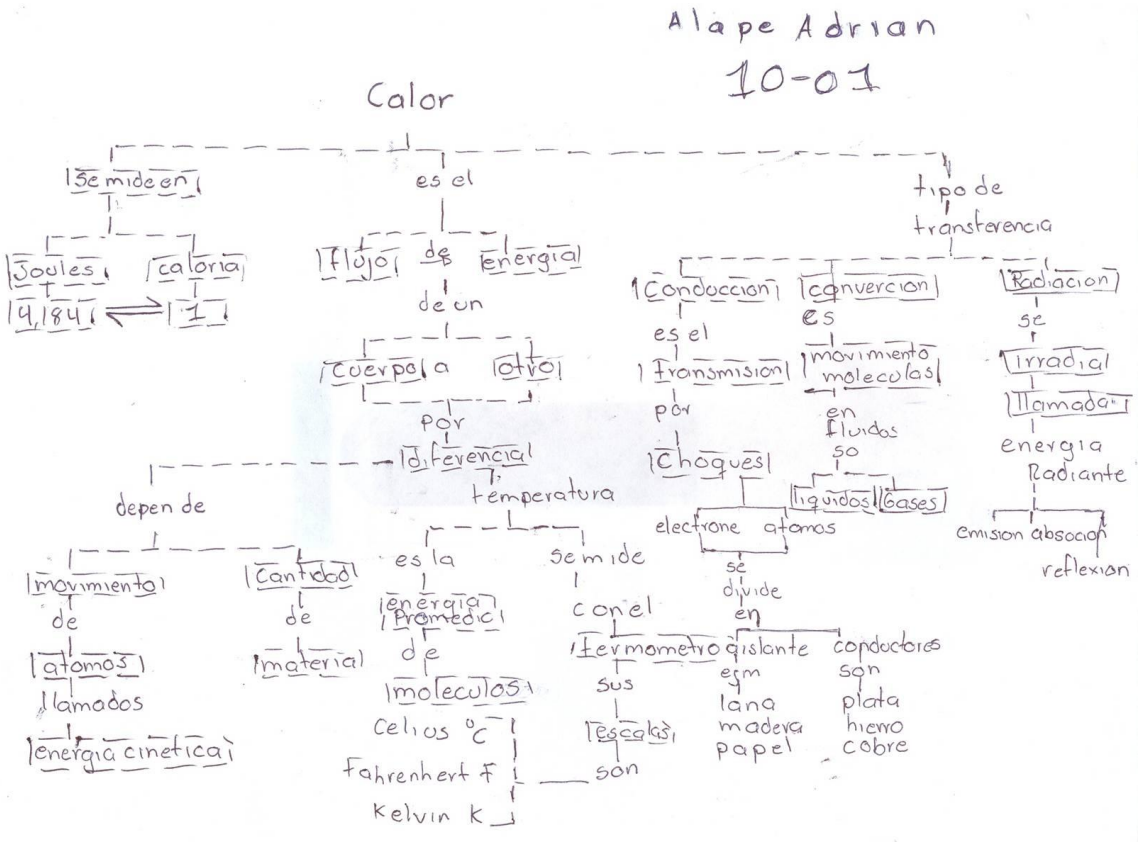


Figura 7.6. Imagen de un mapa conceptual realizado por un estudiante de grado décimo, sobre los temas temperatura, calor, expansión y transmisión de calor.

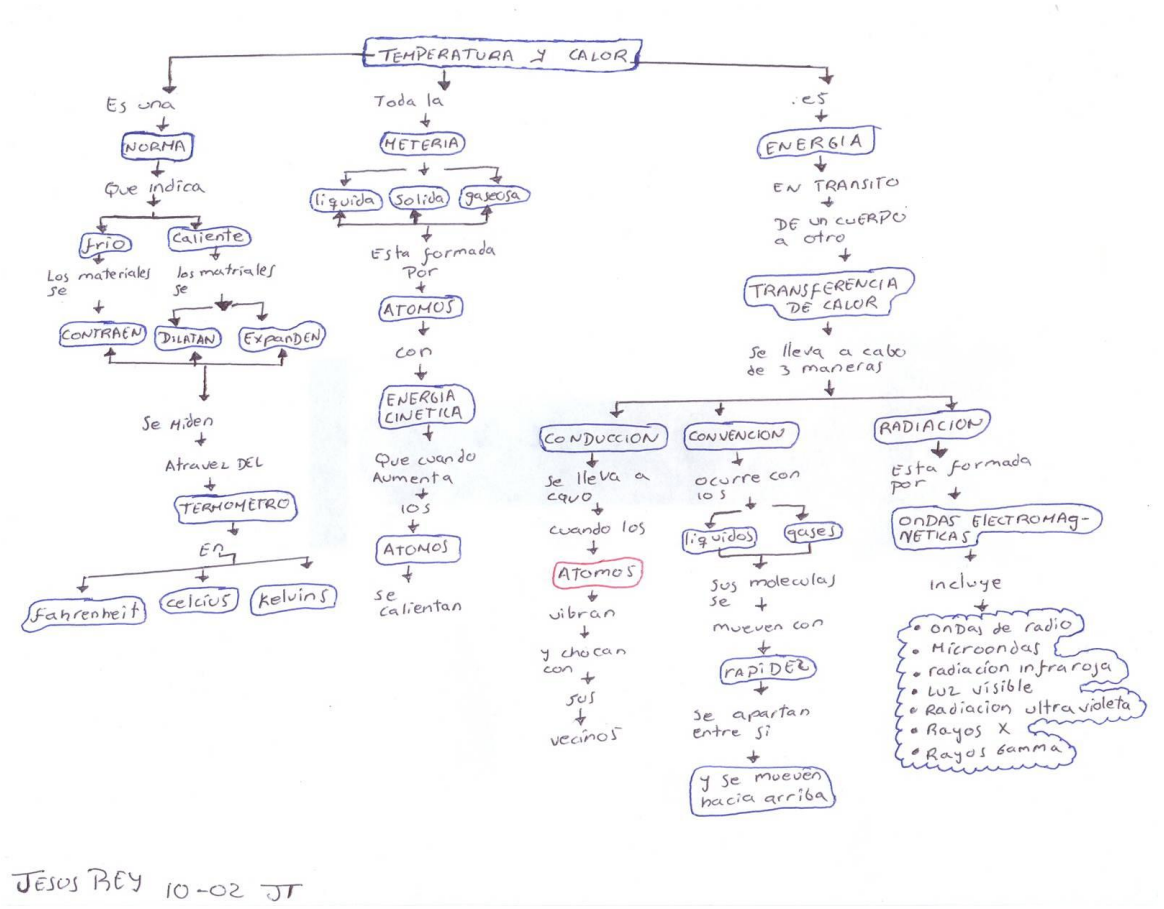


Figura 7.7. Imagen de un mapa conceptual realizado por un estudiante de grado décimo, sobre los temas temperatura, calor, expansión y transmisión de calor.

Los mapas conceptuales, presentados anteriormente, fueron realizados por estudiantes afectados por diversas problemáticas sociales, relacionadas con su contexto, sin embargo, llama la atención, la forma en que se aproximan a los conceptos y particularmente como organizan la información que se entregó previamente. Se infiere que la modificación de los ambientes de aprendizaje, es un factor determinante en la posibilidad de llevar la práctica docente a un nivel de inclusión superior y favorece notablemente los procesos de enseñanza, motivación y aprendizaje.

La elaboración de los mapas conceptuales, fue un ejercicio diferente y novedoso en el aula, ya que, los estudiantes no manejaban este tipo de herramientas metodológicas y de organización de la información. Para trabajos futuros se repetirá y mejorarán este tipo de prácticas.

7.8. Sesión 8: actividad interpretativa y argumentativa

La intención de esta actividad de interpretación y argumentación, fue mejorar la identificación de los tipos de energía en contextos históricos reales, para lo cual, los estudiantes clasificaron y relacionaron los hechos presentados en la tabla que se muestra en el anexo F.

Aunque no se presentan los resultados de esta actividad, se puede decir que fue importante para mejorar las capacidades de interpretación, comprensión de lectura y concentración. A futuro se llevará a cabo la socialización de la interpretación y argumentación sobre la posibilidad de uso de diversos tipos de energía y las implicaciones ambientales pertinentes (ver preguntas al final del anexo F.

De esta actividad se puede decir, que fue productiva y que se considerará el uso de este tipo de ejercicios para la enseñanza de otros temas, ya que se aleja de lo que genera el aprendizaje memorístico e irreflexivo, puesto al descubierto por la falta de seguimiento de los docentes a los procesos de pensamiento realizados por los estudiantes. En general, los docentes no están interesados en proporcionar las condiciones y los ambientes de aprendizaje necesarios, que hagan posible que los estudiantes relacionen sus ideas previas, las observaciones y la realidad, al adquirir nuevos conocimientos.

Como análisis general de los resultados, se puede decir que:

- Se logró aumentar la motivación y se fijo mejor la atención de los estudiantes.
- Se mejoró la relación docente-estudiante en el aula.
- La consideración de las ideas previas y la argumentación grupal fueron elementos importantes para el desarrollo de la unidad didáctica.
- Alternar clases experimentales y teóricas permite un buen avance en la apropiación de conceptos.
- Surge la necesidad de incluir preguntas de profundización y aplicación, durante las sesiones teóricas, ya que esto, propiciaría el interés y daría mejores ideas sobre la aplicabilidad de los conceptos.
- El diseño y aplicación de la unidad didáctica, deja ver que es necesario considerar una flexibilidad alta en el tiempo, de trabajo con los grupos, ya que, algunos temas o conceptos pueden ser más complejos o difíciles de comprender desde la cotidianidad de los estudiantes.

- Este trabajo aporta elementos valiosos para la autoevaluación del currículo del Colegio Altamira Sur Oriental I.E.D.

8. Conclusiones

De acuerdo con lo realizado en esta profundización,se concluye que:

- Se revisaron a profundidad los aspectos disciplinares, epistemológicos y disciplinares relacionados con el concepto de energía.

- La estrategia metodológica en la que se enmarca el diseño y la implementación de la unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía,elevó la posibilidad de consolidar dicho concepto en la estructura cognitiva de los estudiantes. Tiene como debilidad que no permite observar, a corto plazo, avances del aprendizaje significativo en la totalidad de los jóvenes, sin embargo, le permite al docente adquirir confianza respecto a la innovación educativa en el aula.

- La aplicación de la metodología de enseñanza con premisas del constructivismo, genera la posibilidad para el docente, de observar y evaluar rasgos aptitudinales y actitudinales de los estudiantes que comúnmente no se identifican en una relación no dialógica. Por tanto, el docente tiene como posibilidad valorar los esfuerzos de los estudiantes y contribuir a quienes tienen mayor dificultad para aprender.

- A pesar que para los estudiantes no fue posible llegar a la definición formal del concepto de energía, es evidente que este proceso de enseñanza desarrollado en el marco de una estrategia metodológica constructivista, les permitió abordar correctamente diversos contextos en el reconocimiento de la energía y mejoró su capacidad para observar, deducir, predecir, concluir y para organizar y jerarquizar información.

9. Bibliografía

[1] ACKOFF, Russell&Greenberg, Daniel. (2008). Turning Learning Right Side Up: Putting Educatión Back on Track. Pearson Education.

[2] AUSUBEL, David, *et al*.(1978). Psicología Educativa. México, Ed. Trillas.

[3] BARCELO, Gabriel.(1984). La Energía y su Impacto Social. Editorial Index (MAVECO). Tomo 1.

[4] BEGOÑA, Gros. (2002). Constructivismo y Diseño de Entornos Virtuales de Aprendizaje. Revista de Educación: Didácticas Específicas.

[5] BORSBOOM, J., *et al*.(2008). The Relation between Context and Concept in Case of Forming an Energy Concept. Resúmenes de la XIII Conferencia Internacional GIREP. Nicosia, Chipre.

[6] BROWN, Guy. (2002). La energía de la Vida. Editorial Critica S.L. España.

[7] CAMPOS, Agustín. (2005). Mapas Conceptuales, Mapas Mentales y otras Formas de Representación del Conocimiento. Cooperativa Editorial Magisterio.

[8] CAÑAL, Pedro; Pozuelos Francisco&Travé Gabriel. (2005). Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo. Descripción general y Fundamentos. Sevilla. Diada.

[9] DUIT, Reinders. (1981). Understanding Energy as a Conserved Quantity Remarks on the Article by R.U. Sexl. European Journal of Science Educatión.

[10] DUIT, Reinders. (1984). Learning the Energy Concept in School Empirical Results from The Philippines and West Germany. Physics Education.

[11] DUIT, Reinders. (1987). Should Energy beIllustrated Assomething Quasi Material? International. Journal of Science Education.

[12] DRIVER, R. & Warrington, L. (1985). Students' use of the Principle of Energy Conservation in ProblemaSituations. Physics Education.

[13] ESCAMILLA, Amparo. (1993). Unidades Didácticas: una Propuesta de Trabajo de Aula. Ed. Edelvives.

[14] FRANCESCUTTI, Pablo. (2011). La Energía de la Edad Oscura. Revista Digital de Red Eléctrica de España.

[15] GIANCOLI, Douglas. (2006). Física. Principios con Aplicaciones. Pearson Educación. México.

[16] GONZALEZ, Fabio. (1991). Evolución Histórica del Concepto Energía. Seminario Taller, Evolución y Perspectivas del Sector Energético Colombiano. Centro de Documentación e Información Pontificia Universidad Javeriana.

[17] GRIBBIN, Jhon. (2002). La Historia de la Ciencia. Editorial Critica S.L.

[18] HECHT, Eugene.(2001). Fundamentos de Física. International Thomson Editores. México.

[19] HENSON, Kenneth & Eller, Ben. (2000). Psicología Educativa para la Enseñanza Eficaz. International Thomson Editores.

[20] HERON, P., et al.(2008). Teaching and Learning the Concept of Energy in Primary School. Resúmenes de la XIII Conferencia Internacional GIREP. Nicosia, Chipre.

[21] HIEBERT, James. (1999). Relationships Between Reserch and the NCTM Standars. Journal for Research in Mathematics Education.

[22] HOLTON, Gerald & Brush Stephen. (1978). Introducción a los Conceptos y Teorías de las Ciencias Físicas. Editorial Reverté S.A.

[23] JARAMILLO, Juan, et al.(1997). Thomas Kunh. Editorial Universidad del valle.

[24] JOHNSON, D.W. (1980). Constructive Peer Relationships, social Development and Cooperative Learning Experiences: Implications for the Prevention of Drug abuse. Journal of Drug Education.

[25] JOHNSON,D.W. & Johnson, R. (1980). Cooperation and Competition: Theory and Research. Edina, Interaction Book Company.

[26] JEWETT, J. (2008). Energy and the Confused Student I: Work. The Physics Teacher.

[27] KARWASZ, G., et al.(2008). Energy-Historical, Interactive and Pedagogical Paths. Resúmenes de la XIII Conferencia Internacional GIREP. Nicosia, Chipre.

[28] KESIDOU, S. & Duit, R. (1993). Students' Conceptions of the Second Law of Thermodynamics- An Interpretative Study. Journal of Research in Science Teaching.

[29] LACASA, Pilar & Herranz Pilar. (1989). Contexto y Aprendizaje: el Papel de la Interacción en Diferentes Tipos de Tareas. Infancia y Aprendizaje.

[30] LÓPEZ, Rupérez& López Rupérez. (1983).Las Nociones de Trabajo y Energía. Análisis Conceptual y Didáctico, Bordón.

[31] LÓPEZ, Gay. (1987). Las Representaciones de los Alumnos como Punto de Partida. El caso de la Energía. Investigación en la Escuela.

[32] MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. La Formación en Ciencias: ¡El desafío!

[33] MOORE, Thomas. (2003). Física. Seis Ideas Fundamentales. McGRAW - HILL. México.

[34] MOSQUERA, Carlos,et al.(2003). Conceptos Fundamentales de la Química y su Relación con el Desarrollo Profesional del Profesorado. Bogotá, Fondo de Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

[35] MOYA, José.(2011). Teoría y Práctica de las Competencias Básicas. Ed. GRAÓ de IRIF, S.L.

[36] MUÑOZ, Gemma, et al.(1988).Historia del Pensamiento. Filosofía Antigua. Ed. Sarpe.

[37] NÚÑEZ, G., et al.(2004). ¿Por Qué Persisten las Dificultades en el Aprendizaje del Concepto de Energía? Didáctica de las ciencias experimentales y sociales.

[38] POPPER, Karl. (1999). El Mundo de Parménides: Ensayos sobre la Ilustración Presocrática. Ed. Paidós.

[39] POZO, Ignacio. (1992). Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid. Ed. Morata.

[40] POZO, Ignacio. (1998). Aprender y Enseñar Ciencia: Del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico. Madrid, Ed. Morata.

[41] PUIG, Josep & Corominas, Joaquim.(1990). La Ruta de la Energía. Ed. Anthropos.

[42] RESNICK, Robert, et al. (2002). Física Volumen 1. Ed. Continental, México.

[43] ROLLE, Kurl. (2006). Termodinámica. Ed. Pearson, Prentice Hall.

[44] SACRISTÁN, J. & Pérez, A. (1992). Comprender y Transformar la Enseñanza. Madrid, Ed. Morata.

[45] SAGLAM-ARSLAN, A. & Kurnas, M. (2009). Prospective Physics Teachers´Level of Understandign Energy, Power and Force Concepts. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching.

[46] SERWAY, Raymond. 1993.Física, McGRAW - HILL. México.Tomo I.

[47] SERWAY, Raymond & Jewett, Jhon, Jr. (2005). Física para Ciencias e Ingenierías. International Thomson Editores.

[48] SERWAY, Raymon & Jewett, Jhon, Jr. (2008). Física para Ciencias e Ingeniería con Física Moderna. Cencage Learning Editores S.A.

[49] SEVILLA, Segura. (1986). Reflexiones En Torno Al Concepto De Energía. Implicaciones Curriculares. En Enseñanza De Las Ciencias.

[50] SEXL, R.U. (1981). Some Observations Concerning the Teaching of the Energy Concept. European Journal of Science Education.

[51] SOLBES, J. & Tarín, F. (1998). Algunas Dificultades en torno a la Conservación de la Energía. Enseñanza de las Ciencias.

[52] SOLER, E. (2006). Constructivismo, Innovación y Enseñanza Efectiva. Valle de Sartenejas. Ed. Equinoccio.

[53] SOLOMON, J. (1985).Teaching the Conservation of Energy. Physics Education.

[54] TIPLER, Paul & Mosca, Gene. (2005). Física para la Ciencia y la Tecnología. Editorial Reverté.

[55] Trna, J. (2008). Energy Concept in Primary Science. Resúmenes de la XIII Conferencia Internacional GIREP. Nicosia, Chipre.

[56] VALERA, José.(2005). Apuntes de Física General. Universidad Autónoma de México.

[57] VASCO, Carlos. (2003). FECODE. Educación y Cultura: Revista trimestral del Centro de Estudios e Investigaciones de la Federación Colombiana de Educadores.

[58] VON ROON, P.H., et al. (1994). Work and Heat: on a Road TowardsThermodynamicsInternational Journal of Science Education.

[59] WILSON, Jerry.(1994). Física con Aplicaciones. Ed. McGraw-Hill.

[60] WARREN, J.W. (1982). The Nature of Energy. European Journal of Science Education.

[61] ZUBIRÍA, Julián. (2001). De la Escuela Nueva al Constructivismo, Un Análisis Crítico. Aula abierta. Magisterio.

A. Anexo:Indagación de las ideas previas en los estudiantes

COLEGIO ALTAMIRA SUR ORIENTAL I.E.D.
CAMPO DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
ASIGNATURA FÍSICA
INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS EN LOS ESTUDIANTES

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: _____
CURSO: _____

¿QUÉ ENTIENDES POR ENERGÍA?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

B. Anexo: primera practica experimental

COLEGIO ALTAMIRA SUR ORIENTAL I.E.D.
CAMPO DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
ASIGNATURA FÍSICA
PRÁCTICA EXPERIMENTAL 1

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: _____
CURSO: _____

PREDICCIÓN INDIVIDUAL

Si dispones de un carrito de impulso en una superficie plana y áspera y lo haces retroceder algunos centímetros ¿qué sucederá cuando lo liberes?, ¿por qué crees que ocurre lo que predices?

_____

_____

PREDICCIÓN GRUPAL

Conforma un grupo con 3 compañeros y dialoga al respecto de cada predicción individual, luego, concluye con tu grupo en una sola idea.

_____

_____

CONTEXTO EXPERIMENTAL

En el piso del salón, haz retroceder unos centímetros el carrito que te ha suministrado el profesor y libéralo, responde ¿qué sucede y cómo explicas lo que sucede?

_____

_____

_____

CONCLUSIONES

¿Qué concluyes al respecto de las predicciones individual y grupal luego de experimentar?

_____

_____

C. Anexo: segunda práctica experimental

COLEGIO ALTAMIRA SUR ORIENTAL I.E.D.
CAMPO DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
ASIGNATURA FÍSICA
PRÁCTICA EXPERIMENTAL 2

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

_____

CURSO: _____

PREDICCIÓN INDIVIDUAL

Si liberas una esfera metálica desde una altura no superior a 2 metros respecto al piso, para que caiga justo en el centro de un balde con arena ¿qué sucede cuando la esfera cae en la arena?, ¿por qué crees que ocurre lo que predices?

_____

_____

PREDICCIÓN GRUPAL

Conforma un grupo con 3 compañeros y dialoga al respecto de cada predicción individual, luego, concluye con tu grupo en una sola idea.

_____

_____

CONTEXTO EXPERIMENTAL

Desde 20 alturas diferentes respecto al piso (mide con el flexómetro), no superiores a 2 metros, deja caer la esfera metálica en el centro del balde con arena, para cada lanzamiento empareja la superficie de la arena contenida por el balde, responde ¿qué sucede y cómo explicas lo que sucede?

_____

_____

CONCLUSIONES

¿Qué concluyes al respecto de las predicciones individual y grupal luego de experimentar?

_____

_____

D. Anexo: tercera práctica experimental

COLEGIO ALTAMIRA SUR ORIENTAL I.E.D.
CAMPO DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
ASIGNATURA FÍSICA
PRÁCTICA EXPERIMENTAL 3

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:
_____
CURSO: _____

PREDICCIÓN INDIVIDUAL

Si tienes un vaso de precipitado (Becker) con agua a temperatura ambiente e introduces en éste un cuerpo metálico que se ha calentado previamente ¿qué sucederá?, ¿por qué crees que ocurre lo que predices?

_____

_____

PREDICCIÓN GRUPAL

Conforma un grupo con 3 compañeros y dialoga al respecto de cada predicción individual, luego, concluye con tu grupo en una sola idea.

_____

_____

CONTEXTO EXPERIMENTAL

En el vaso de precipitado (Becker) con agua a temperatura ambiente y un termómetro, introduce con las pinzas el cuerpo metálico caliente que te ha entregado el Profesor, responde ¿qué sucede y cómo explicas lo que sucede?

_____

_____

CONCLUSIONES

¿Qué concluyes al respecto de las predicciones individual y grupal luego de experimentar?

_____

_____

E. Anexo: Guía de elaboración de mapas conceptuales.

¿Cómo elaborar un mapa conceptual? (Tomado de Campos, 2005)

*"**Elementos***

Un modelo propuesto por el profesor y científico investigador Joseph D. Novak, considera tres elementos fundamentales:

***Conceptos**: son imágenes mentales, abstracciones que expresadas verbalmente indican regularidades, características comunes, de un grupo de objetos o acontecimientos.*
***Proposiciones**: son unidades semánticas conformadas por dos o más conceptos unidos por palabras apropiadas que le dan significado. Es una unidad semántica que tiene valor de verdad ya que afirma o niega algo.*
***Palabras-enlace**: son palabras que unen los conceptos para formar una unidad de significado. Así, por ejemplo, en la proposición "el carro es un vehículo, los conceptos "carro" y "vehículo" están unidos por la palabra-enlace "es que permite tener una proposición que tienen sentido y pueden determinarse como verdadera o falsa.*

Componentes

La expresión gráfica de un Mapa Conceptual se lleva a cabo haciendo uso de lo siguiente:

***Elipses**: aunque puede usarse también rectángulos o cuadrados, son las elipses las que, tradicionalmente, se usan para representar a los conceptos.*
***Líneas rectas**: se usan para unir los conceptos. Van siempre interrumpidas o cortadas, para permitir la inserción de las palabras enlace. Cuando los conceptos que se relacionan se encuentran en un mismo nivel horizontal o diferentes niveles de desarrollo, horizontal del mapa, se usa una línea con flecha (enlace cruzado).*

Elaboración del mapa conceptual

En términos generales, debe observarse el siguiente procedimiento:

1. *Decidir y acordar sobre el concepto materia del desarrollo esquemático.*
2. *Identificar los conceptos asociados con el primer concepto.*
3. *Establecer relaciones de inclusión entre los conceptos.*
4. *Asociar palabras enlaces entre conceptos.*
5. *Seguir estableciendo relaciones con conceptos de otro nivel hasta concluir.*
6. *Revisar y corregir la primera aproximación del mapa.*
7. *Presentar, imprimir, guardar, según el caso. Versión final.*

A continuación se presenta la secuencia propuesta para la elaboración del mapa Conceptual.

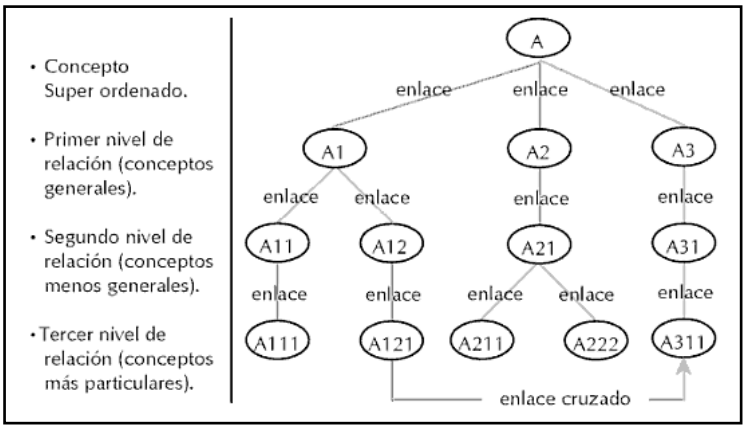


Figura 1: Estructura básica para la elaboración de Mapas Conceptuales, propuesta por Agustín Campos Arenas.

En el gráfico anterior se ilustra la posición y relación de conceptos y las líneas de enlace. Se acostumbra a usar elipses, los conceptos escritos con mayúsculas y los enlaces con minúscula. Sin embargo, ésta no es una regla rígida. El número de conceptos por nivel es variable dependiendo de la complejidad o riqueza del concepto súper ordenado o concepto de inicio. Los enlaces cruzados son horizontales y pueden ir en un mismo nivel o entre niveles. A continuación se presenta un ejemplo de un Mapa Conceptual".

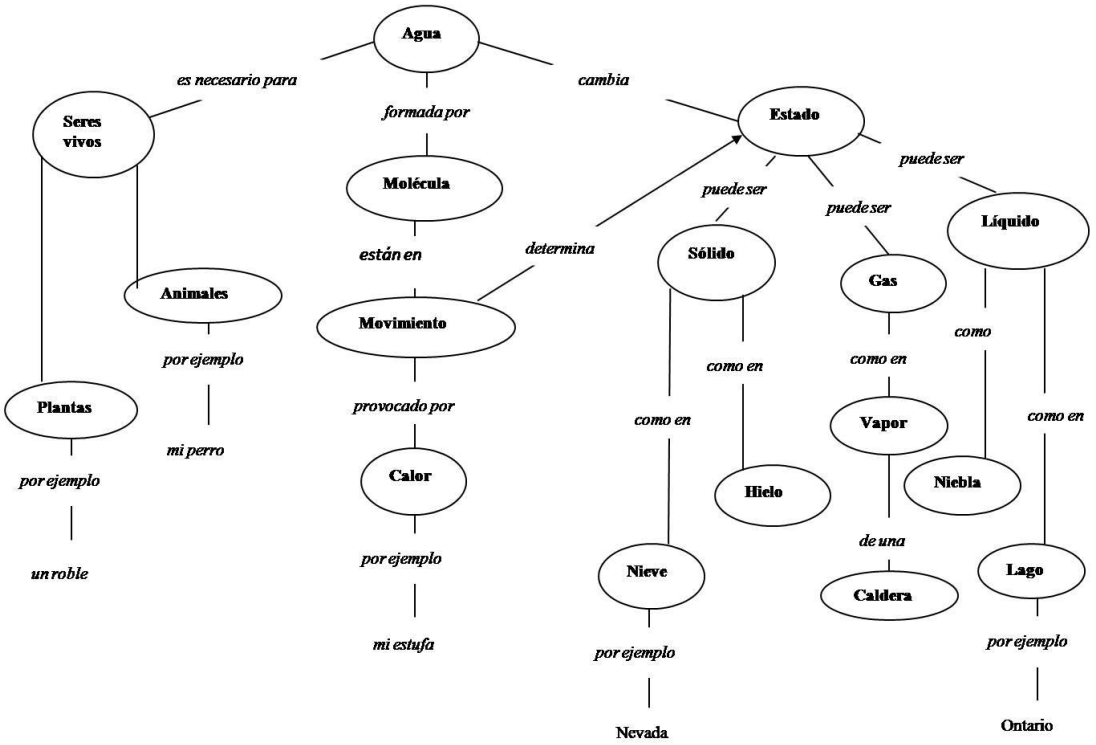


Figura 2. Imagen tomada de www3.unileon.e/…/Mapas_archivos/image002.gif.

F. Anexo: Actividad interpretativa y argumentativa.

Aprovechamiento de las fuentes energéticas (adaptado de Barcelo, 1984)

En la tabla 11 se presentan, cronológicamente ordenados, los principales hechos que determinaron el aprovechamiento de nuevas fuentes de energía o inc1uso de la conversión de unas formas en otras. En el origen, las únicas fuentes energéticas aprovechables eran las de baja temperatura producto del metabolismo. A pesar de ello, el hombre inicia el descubrimiento de máquinas de energía muscular como la palanca, la rueda de carro, el remo, la polea, el plano inclinado, etc.

Pero el descubrimiento paulatino de nuevas fuentes energéticas no supone una liberación plena, la generalización tarda siglos en producirse (como ocurre con las energías eólica e hidráulica). Durante siglos y siglos han existido esclavos y galeotes (esclavos condenados a remar en los barcos denominados galeras).

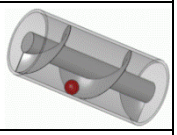
Aunque España fue pionera en la manumisión de los indios de América y precisamente con la victoria de Lepanto en 1571 libera a los galeones, ni supo defender su imagen ante la .Leyenda negra, ni consiguió suprimir el tráfico de esclavos que continuó casi hasta el presente siglo. Coexistieran durante siglos las fuentes tradicionales con los nuevos aprovechamientos, y aunque ya la máquina de vapor en el siglo XVIII inicia la primera revolución industrial, no es sino en este siglo cuando la humanidad puede beneficiarse de fuentes de energía que multiplican su capacidad. Todavía hoy en Asia la energía del músculo humano es fuente energética principal en la agricultura y otras actividades.

Junto a la máquina de vapor, el petróleo, la electricidad y las energías nucleares, se han mantenido, aunque con signo decreciente, el animal de tiro o incluso el esfuerzo muscular humano.

CÓDIGO	TIPO DE ENERGÍA
E. H.	*Energía hidráulica.*
E. L.	*Energía eléctrica.*
E. M.	*Energía mecánica.*
E. N.	*Energía nuclear.*
E. O.	*Energía eólica.*
E. S.	*Energía solar.*
Q. F.	*Energía química obtenida de combustibles orgánicos fósiles.*
Q. I.	*Energía química obtenida de productos inorgánicos.*
Q. N.	*Energía química producida en el metabolismo de los seres vivos.*
Q. O.	*Energía química obtenida de productos orgánicos.*

Tabla 1. Códigos de energías.

ACTIVIDAD 1. Considera el código de energías y clasifica según el tipo de energía en la siguiente tabla, escribe claramente las letras mayúsculas según corresponda.

Fecha	***Energía***	***Origen***	***Descripción***
Origen		*Alimentos*	*Uso de la energía muscular del hombre.*
Paleolítico inferior		*Alimentos*	*Transformación de la energía muscular mediante herramientas.*
Paleolítico		*Alimentos*	*Aprovechamiento de la energía muscular de los animales.*
Paleolítico		*Madera*	*Dominio del fuego.*
4000 A.C.		*Viento*	*Se inicia la navegación a vela.*
585 A.C.		*-*	*Tales de Mileto descubre la electricidad de rozamiento y descubre el magnetismo.*
210 A.C.		*Agua*	*Tornillo de Arquímedes: máquinagravimétrica helicoidal utilizada para elevación de agua, harina, cereales o material excavado.* 
80 A.C.		*Agua*	*Molino de agua que hizo construir MitridatesEupator VI en Pontos (Asia menor).*
Siglo V D.C.		*Viento*	*Uso de molinos de viento en Asia.*
Siglo XII		*Viento*	*Difusión de los molinos de viento en Europa.*
Siglo XIII		*Agua*	*Generalización en Europa de las ruedas hidráulicas.*
1259		*Pólvora*	*Descripción de una "lanza de fuego desenfrenado", hecha de bambú y rellena de pólvora, usada en China como arma de fuego.*
1452-.1519		*-*	*Leonardo da Vinci imagina diversas aplicaciones hidráulicas y eólicas.*
1571		*Alimentos*	*Felipe II manumite (da libertad) a los. Galeotes tras la victoria de Lepanto.*
1614		*Pólvora*	*Denis Papin, bajo la dirección de Huyguens, desarrolla un motor de pólvora.*
1690		*Combustión de madera*	*Denis Papin inventa la máquina de vapor con émbolo.*
1712		*Combustión de carbón*	*Thomas Newcomen inventa la "máquina atmosférica" a vapor.*
1769		*Combustión de carbón*	*James Watt obtiene su primera patente para su máquina de vapor de condensación.*
1830		*Electricidad*	*Se inicia el telégrafo*
1838		*Electricidad*	*Jacovith hace navegar en el Neva un bote eléctrico.*
1849		*Agua*	*Francis desarrolla su turbina hidráulica.*
1855		*Petróleo*	*Benjamín Sulliman inventa la primera lámpara de petróleo.*
1860		*Gas de hulla*	*Lenoir patenta un "motor accionado por aire que se dilata por combustión del gas del alumbrado".*
1876		*Electricidad*	*Bell desarrolla el teléfono.*
1878		*Electricidad*	*Siemens construye el primer motor eléctrico utilizable.*
1878		*Gas de hulla*	*Otto patenta un motor de gas a cuatro tiempos, antecedente de los de gasolina.*
1882		*Electricidad*	*Edison construye en Nueva York la primera central eléctrica de uso público.*
1883		*Gasolina*	*Daimler patenta su motor de combustión interna.*
1884		*Vapor*	*Primera turbina de vapor de Parsons.*
1888		*Radiación solar*	*Hallwachs investiga la fotoelectricidad.*
1892		*Gasóleo (**gasoil** o **diesel)***	*Diesel patenta el motor a gasóleo.*
1896		*Electricidad*	*Marconi inventa la transmisión inalámbrica.*
1898		*Agua*	*Se inaugura en las cataratas del Niágara la primera central hidráulica.*
1905		*Masa*	*Albert Einstein enuncia la ley masa energía.*
1912		*agua*	*Kaplan desarrolla su turbina de hélice.*

1925		*Combustible líquido*	*Goddard lanza el primer cohete a reacción con combustible líquido.*
1933		*Peróxido de hidrógeno.*	*M. Walter inicia el empleo del peróxido de hidrógeno como combustible de cohete.*
1938		*Uranio-235*	*Otto Hahn descubre la reacción en cadena de fusión.*
1938		*Uranio-235*	*Fermi pone en marcha el primer reactor nuclear.*
1943		*Gasolina.*	*Vuela por primera vez un avión a reacción, el Messerchmitt Me-262 alemán.*
1945		*Uranio-235*	*El reactor nuclear de Arco (Idaho) proporciona el vapor necesario para generar por primera vez energía eléctrica.*
1955		*Hidrógeno*	*Justi presenta su pila carburante que convierte directamente la energía química en energía eléctrica.*
1957		*Combustibles nucleares*	*Se consigue en HarwellIa primera fusión nuclear experimental.*

Tabla 2. *Algunos de los principales hechos que determinaron el aprovechamiento de nuevas fuentes de energía o inc1uso de la conversión de unas formas en otras*.

Preguntas problematizadoras

1. ¿Qué tipo de energía permite un mayor aprovechamiento dela potencialidad energética?

2. ¿Qué tipo de energía se relaciona estrechamente con una mayor potencialidad contaminante?