ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ENERGÍA A TRAVÉS DEL DESARROLLO DE UNA UNIDAD DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA, UEPS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

AYDA DIANEY ZAPATA OCHOA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

MEDELLIN, COLOMBIA

2013

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ENERGÍA A TRAVÉS DEL DESARROLLO DE UNA UNIDAD DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA, UEPS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

AYDA DIANEY ZAPATA OCHOA

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

DOCTOR

RODRIGO COVALEDA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

MEDELLIN COLOMBIA

2013

Agradecimientos

A la universidad Nacional de Colombia Sede Medellín por propiciar espacios para la cualificación docente.

Al profesor Rodrigo Covaleda por su excelente trabajo de asesoría; las discusiones sostenidas con él, así como sus observaciones y correcciones, fueron un gran apoyo para la culminación de estas notas.

A las directivas y estudiantes de la Institución Educativa Lola González por permitirme la realización del proyecto de investigación del cual el presente trabajo es fruto.

Por último, a mi familia. Su apoyo durante el desarrollo de este trabajo, me brindó la fuerza y motivación sin las cuales hubiera sido muy difícil su culminación.

Resumen

La formación integral en ciencias naturales de un grupo de estudiantes debe garantizar, además del dominio en el campo conceptual, una concepción crítica sobre la ciencia y su relación con el entorno que nos rodea. En aras de alcanzar este objetivo, se propone la construcción e implementación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa, secuencia didáctica propuesta por el doctor Marco Antonio Moreira para su aplicación en el aula y con la que se pretende lograr un aprendizaje significativo, con el fin de intervenir en los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto de energía, particularmente energía mecánica y su relación con el concepto de trabajo, en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Lola González.

Palabras y frases clave: Energía, aprendizaje significativo, aprendizaje significativo crítico, actividades potencialmente significativas, Unidad de enseñanza potencialmente significativa.

Abstract

The integral formation in natural sciences of a group of students must assure not only the domain in the conceptual field, a critical conception about science and its relation with the environment that surrounds us. In order to achieve this purpose, in the following proposal, we aim to the construction and implementation of a potentially significant teaching unit, teaching sequence proposed by Dr. Marco Antonio Moreira to guide the significant learning, with the goal of intervening the teaching and learning processes of the concept of energy, especially mechanical energy and its relation to the work, in the tenth grade students of the educational institution Lola Gonzalez.

Keywords: energy, critical significant learning, activities potentially significant, potentially significant teaching unit.

Contenido

Pág.

Resumen ..... **III**

Lista de tablas ..... **VI**

Introducción **1**

1. Justificación y formulación del problema **3**

2. Objetivos **7**

2.1 Objetivo general 7

2.2 Objetivos específicos 7

3. Referente teórico **8**

3.1 Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubuel 9

3.2 Teoría del Aprendizaje Significativo Crìtico de Marco Moreira 10

4. Referente disciplinar **4**

4.1 La visión mecanicista de la energía 14

4.2 La teoría del calórico y termodinámica 15

4.3 La ley de Coulomb: energía y electricidad 16

4.4 Ondas y electromagnetismo 17

4.5 Física moderna 18

4.6 La energía como elemento integrador en la física 19

5. Metodología **22**

5.1 Metodología de investigación cualitativa 22

5.1.1 Etapas del análisis de resultados bajo estudio de casos 23

5.2 Metodología de enseñanza 25

5.2.1 Presentación de la UEPS 26

5.2.2 Secuencia para la aplicación de la UEPS 27

6. Análisis de resultados 32
6.1 Cuestionario inicial 32
6.2 Análisis e interpretación de resultados del cuestionario final y las situaciones problema 1 y 2 35
6.2.1 Conceptos analizados y categorías relacionadas a cada concepto para el cuestionario final, situación problema 1 y situación problema 2 35
6.2.2 Análisis de resultados 40
6.3 Consideraciones generales sobre los resultados de las actividades desarrolladas en la aplicación de la UEPS 44
6.3.1 Organización de la información 44
6.3.2 Resultados y observaciones 46
6.4 Inconvenientes encontrados 58

7. Conclusiones y recomendaciones 60
7.1 Conclusiones 60
7.2 Recomendaciones 61

8. Anexos: 63
8.1 Anexo 1 63
8.2 Anexo 2 67
8.3 Anexo 3 69
8.4 Anexo 4 72
8.5 Anexo 5 78
8.6 Anexo 6 83
8.7 Anexo 7 86
8.8 Anexo 8 89
8.9 Anexo 9 93
8.10 Anexo 10 96

Lista de tablas: .....

Tabla 1. Características de los conceptos de energía, trabajo y calor 21
Tabla 2. Resultados prueba diagnóstica 33
Tabla 3. Categorías del concepto de sistema 36
Tabla 4. Categorías asociadas al principio de conservación de la energía 38
Tabla 5. Categorías asociadas a la relación del concepto de energía con el contexto real. 40
Tabla 6. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el concepto de sistema en el cuestionario. 41
Tabla 7. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el concepto de sistema en la situación problema 1.....41
Tabla 8. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el concepto de sistema en la situación problema 2.....41
Tabla 9. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el principio de conservación de la energía en el cuestionario 42
Tabla 10. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el principio de conservación de la energía en la situación problema 1.....42
Tabla 11. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el principio de conservación de la energía en la situación problema 2. 43
Tabla 12. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que relacionan el concepto de energía con el contexto real en el cuestionario 44
Tabla 13. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que relacionan el concepto de energía con el contexto real en la situación problema 1.....44
Tabla 14. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que relacionan el concepto de energía con el contexto real en la situación problema 2.....44
Tabla 15. Indicadores asociados a cada uno de los conceptos y las actividades desarrolladas en la UEPS 45
Tabla 16. Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a los cuestionarios inicial y final 46
Tabla 17. Porcentaje de desempeño de los estudiantes en cada uno de los conceptos abordados. 48

Tabla 18. Resultados de la evaluación de la UEPS realizada por los estudiantes 48

Bibliografía.....99

Introducción

Desde la reforma educativa de 1994 impulsada por la ley general de educación 115, el MEN ha buscado que la enseñanza de las ciencias naturales responda más a las necesidades de los estudiantes por comprender conceptos que sirvan para dar explicación a diferentes fenómenos de la naturaleza, que a la solución de ejercicios en los cuales solo se realiza la aplicación de algoritmos. De acuerdo con los *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*, el objetivo que se persigue "es que el estudiante desarrolle las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar hechos y fenómenos; analizar problemas; observar y obtener información; definir, utilizar y evaluar diferentes métodos de análisis, compartir los resultados, formular hipótesis y proponer las soluciones. Son aproximaciones a lo que haría un científico natural para poder comprender, entender y conocer el entorno del mundo natural, físico, químico"[1]. El formar estudiantes con una concepción crítica sobre la ciencia responde tanto al espíritu que se ha consagrado en la constitución para la educación en general y para la enseñanza de las ciencias en particular, así como a las diferentes propuestas pedagógicas y didácticas que, desde 1960 y hasta la fecha, han mostrado cómo el modelo tradicional, basado en la aplicación mecánica de algoritmos y la solución de ejercicios rutinarios, no es suficiente, y en muchos casos contraproducente, para el aprendizaje real de las ciencias naturales.

Es así como a partir de la mencionada reforma, el MEN comienza a publicar diferentes documentos de apoyo[2] para los docentes, en los que enmarca los propósitos y alcances de la educación en ciencias naturales. Lineamientos curriculares, competencias por áreas, estándares básicos, sirven como carta de navegación para el diseño de propuestas curriculares, metodologías para abordar los componentes y desarrollar las competencias de los estudiantes, así como para definir los procesos de seguimiento y evaluación del aprendizaje.

Paralelo a ello, desde la didáctica de las ciencias naturales, la fuerza tomada por los modelos de enseñanza constructivista abre una nueva puerta a los procesos de enseñanza, centrando la atención en el estudiante y en sus procesos de aprendizaje, rechazando la idea del alumno como un reproductor o receptor de saberes. "La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. Estos aprendizajes no se producirán de manera satisfactoria a no ser que se suministre una ayuda específica mediante la participación del alumno en

---

[1]Ministerio de Educación nacional (MEN) de Colombia. *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*. 2004

[2]Ministerio de Educación nacional (MEN) de Colombia. Lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental.1998.
Ministerio de Educación nacional (MEN) de Colombia. Formar en Ciencias ¡El desafío! Guía Nº 7. 2004.
POZO, J. I. y CARRETERO, M., Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la Enseñanza de la Ciencia? Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid.

actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logren propiciar en éste una actividad mental constructivista" (Coll, 1988)[3].

Así mismo, en respuesta a una exigencia de la sociedad actual, el uso de las TIC en el aula es indispensable debido al lugar que han logrado ocupar en el proceso de enseñanza aprendizaje y a que, sin duda, pueden contribuir al desarrollo de ciertas habilidades que le permitirán al alumno moverse y aprender en un mundo cambiante; facilitándole, en algunos momentos, acceder al conocimiento que ya es universal y dinámico. El uso de TIC en actividades bien orientadas, puede ayudar a que el estudiante, no sólo relacione con su estructura cognitiva nueva información, sino que tal información pueda modificar la ya existente permitiendo que las nuevas ideas adquieran significado y se integren en la estructura cognitiva.

En virtud de lo antes mencionado, es necesario plantear propuestas que estén encaminadas a superar las falencias en el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de energía. El estudio de este concepto y de temas como manifestaciones y transformaciones de energía, transferencia entre sistemas, conservación de la energía en sistemas asilados o sistemas no aislados, relación de la energía con la explotación de fuentes renovables y no renovables, crisis energética y cambio climático, la energía y los avances tecnológicos, es de gran relevancia en el currículo de física por su actualidad, por desvirtuar ideas seudocientíficas y favorecer la alfabetización científicas, lo cual estaría en concordancia con el planteamiento realizado en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, "Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico [...]. Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad" (Declaración de Budapest, 1999)[4]. Así mismo, tales temáticas revisten gran importancia dado que permean diferentes áreas del conocimiento; como afirma J.J Doménech "el estudio de la energía constituye uno de los núcleos básicos en todo currículo de educación científica, con una notable presencia en campos tan diversos como la mecánica, la termodinámica, la electricidad, las reacciones químicas, los procesos biológicos y geológicos, etc. Ese estudio resulta imprescindible para la comprensión de los procesos de unificación, auténticos hitos del desarrollo científico, que han mostrado los vínculos entre campos aparentemente inconexos; imprescindible también para la comprensión del funcionamiento de las máquinas e instrumentos que impregnan nuestra vida y, muy particularmente, para la adquisición de pautas de comportamiento ante los problemas ambientales y desequilibrios sociales que caracterizan la actual situación de *emergencia planetaria* (Bybee, 1991)[5], estrechamente asociada, entre otros, a las crecientes necesidades de recursos energéticos, al uso de los combustibles fósiles, etc." (Doménech, 2003).

---

[3]César Coll, citado por Díaz. F y Hernández, G. (1999) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: Editores Mc Graw Hill.

[4] Texto citado por Vilches, A. y Gil, D. (2006). EDUCACIÓN CIUDADANA Y ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA: MITOS Y REALIDADES. Revista Iberoamericana de Educación. Nº 42.

[5] La cita a Bybee es de Doménech, y sólo hace alusión al término *emergencia planetaria*.

1. Justificación y formulación del problema

"¡Oh dificultades que soportar! clama el cobarde, el veleta, el que carece de ánimo, aquel que tiene la cabeza llena de pájaros. La tarea no es imposible, aunque sí difícil. El pusilánime debe hacerse a un lado. Las tareas fáciles son para el rebaño y las personas vulgares. Los hombres excepcionales, heroicos y divinos superan las dificultades del camino y arrancan una palma inmortal de la necesidad. Tal vez no llegues a alcanzar tu meta, pero aun así corre la carrera. Invierte tus fuerzas en tal alta empresa. Sigue luchando con tu último aliento"

Giordano Bruno. La cena del Miércoles de Ceniza.

En los últimos años, en la I.E. Lola González se ha implementado un proyecto ambiental apoyado por todas las áreas. Los docentes de Ciencias Naturales enfocaron el aporte desde sus asignaturas, a la relación entre medio ambiente y el concepto de energía. A partir de esta iniciativa, y de los resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas Saber, desde la asignatura física se hizo un seguimiento al nivel de conceptualización alcanzado por los estudiantes de los grados décimo y undécimo, de términos tales como: energía, trabajo, conservación de la energía, acumulación, degradación, etc. Tal proceso de seguimiento evidenció que la mayor parte de los estudiantes de estos grados, en el mejor de los casos, interpretan la energía como la "fuerza que posee un cuerpo"; ello cuando tal concepto no es reducido exclusivamente a una ecuación, o se asocia a ideas previas seudocientíficas o supersticiosas. Igualmente, presentan dificultades para caracterizar las diferentes manifestaciones de energía asociadas a un cuerpo o un sistema, y para explicar fenómenos en los cuales se presentan conservación, transferencia, transformación, acumulación y degradación de energía entre cuerpos de un sistema o entre dos sistemas. Así mismo, los estudiantes presentan dificultades para establecer relación entre la conceptualización de energía desde la física con la desarrollada en biología, química y medio ambiente; desconociendo, en la mayoría de los casos, que la división convencional de las ciencias naturales (biología, física y química), es sólo una interpretación dada en las instituciones a una propuesta de los lineamientos curriculares, en los cuales se plantea una integración de las ciencias naturales en la que el concepto de energía es uno sólo, expresado en diferentes manifestaciones.

En este sentido, se ha identificado que las diferentes maneras de interpretar la energía están desarticuladas unas de otras, así como del estudio del movimiento de un cuerpo. Es así como para los estudiantes de dicha Institución, relaciones entre energía cinética, energía potencial gravitacional o elástica, trabajo, calor, radiación, pérdida de energía por fricción, disipación de la energía en forma de calor o sonido, cambio en la cantidad de movimiento, conservación de la energía, son temas aislados que responden exclusivamente a una o más ecuaciones y cuya conexión está dada por la aparición de una variable en dos de tales ecuaciones. Además de la dificultad en la interpretación del concepto de energía, su reducción a la aplicación de fórmulas genera a su vez un nuevo problema asociado con las herramientas matemáticas que se deben utilizar en la solución de ejercicios rutinarios.

Así mismo, es importante señalar que los problemas arriba mencionados, asociados con el aprendizaje del concepto de energía, han sido ampliamente discutidos por diversos autores; dentro de la literatura relacionada con la didáctica de la física pueden mencionarse los trabajos de Doménech, Solbes, Guruceaga, entre otros . Para Doménech: "La importancia creciente dada al estudio de la energía ha sido acompañada de la constatación de serias dificultades en el aprendizaje de este concepto, que afectan incluso a los estudiantes universitarios"(Doménech, 2003). Por su parte, Solbes resalta la importante de la enseñanza de éste concepto cuando afirma que: "la importancia, tanto científica como tecnológica, del concepto de *energía* ha producido una notable investigación didáctica. Entre las dificultades detectadas podemos mencionar las siguientes: la confusión entre trabajo y esfuerzo, identificar trabajo y energía, asignar un cierto carácter material a la energía, asociarla al movimiento, la actividad o a los procesos, considerar que la energía puede gastarse o almacenarse, confundir las formas de energía con sus fuentes, atribuir la energía potencial al cuerpo y no a la interacción entre los cuerpos, ignorar la variación de la energía interna, asignar un carácter sustancial al calor o considerarlo como una forma de energía, confundir la cantidad de calor y la temperatura y, muy en especial, no activar los esquemas de transformación, conservación, transferencia y degradación de la energía, sin los cuales no se puede comprender dicho concepto ni el principio de conservación"(Solbes,1998). En el mismo sentido Guruceaga, afirma: "Es nuestra opinión que el principal problema [del aprendizaje del concepto de energía] estriba en que el alumnado tiene serias dificultades a la hora de identificar los conceptos inclusivos más importantes, es decir, los alumnos tienen serias dificultades para dar un significado correcto al concepto de energía en relación con su naturaleza no material y a diferenciarlo de las problemáticas que tienen que ver con su uso, por lo que se ha impedido que se pudieran establecer diferenciaciones progresivas más enriquecedoras y más reconciliadas" (Guruceaga, 2011).

En virtud de lo anterior, el problema planteado puede dividirse en varias etapas:

- En los estudiantes de la Institución Educativa Lola González las ideas de anclaje están asociadas a fenómenos ajenos al campo científico; en este caso, los estudiantes relacionan la energía con actitudes "la energía positiva del equipo permitirá que ganemos en una competición", creencias religiosas "la energía que me da el amuleto me permitirá ganar el examen", o conceptos seudocientíficos apoyados por la publicidad "la energía del mago que se concentra y dobla cucharas". Así mismo, el trabajo se interpreta como una acción realizada en determinada tarea o con la dificultad de la tarea misma "hacer la tarea me causó mucho trabajo"; "ganar la partida de ajedrez fue un trabajo casi imposible."

- La definición de los diferentes tipos de energía mecánica dada por los textos o por el docente es muy técnica para los estudiantes; las palabras "cinética" y "potencial", o frases como "potencial gravitacional", "potencial elástica" sólo comienzan a cobrar sentido si se hace referencia permanente a los diferentes tipos de fenómenos a los cuales se asocian y se abordan en contextos reales. Los estudiantes memorizan la definición del libro o del cuaderno, aunque tenga poco o ningún significado; así, es común que los estudiantes al ser cuestionados por el concepto de energía cinética respondan en los siguientes términos: "energía

cinética es la asociada al movimiento" "energía cinética es la mitad de la masa por la velocidad elevada al cuadrado". Si bien en muchas ocasiones el tiempo en el que se abordan situaciones asociadas con estos términos es limitado, y las discusiones y ejemplificaciones se reducen a una o dos sesiones, debe tenerse en cuenta que el contexto social en el que se desarrolla la mayor parte de los estudiantes de la Institución Educativa Lola González dificulta el acercamiento con la ciencia y el aumento de la alfabetización científica. El lenguaje utilizado en sus hogares y barrios es sumamente reducido, aún para conversaciones cotidianas y no científicas, además no se establece un vínculo entre los conceptos abordados en clase y la cotidianidad.

- Para los estudiantes la energía mecánica se desvincula del concepto más general de energía; le energía es "algo" que hace funcionar las cosas, como la energía que entra al televisor, o la energía de los alimentos, pero no es claro como ese "algo" puede ser relacionado con el movimiento de una persona que camina, "camina porque tiene fuerza en los pies"; o con el movimiento de la masa de un péndulo que oscila, "se mueve porque intenta caer por la fuerza de gravedad y la cuerda no la deja"; o con un carro que frena, "las llantas ejercen fuerza al pavimento"; o con el proceso de subir las pesas en el gimnasio, "subí las pesas porque tengo fuerza en los brazos". Así, la energía asociada al movimiento o a la posición, las transformaciones de un tipo energía en otra o en otros tipos de energía como sonido o calor, o la posibilidad de transformarla en trabajo mecánico carecen de vínculo.

- Cada concepto se reduce a una fórmula; los estudiantes ven en la ecuación la definición como tal del concepto físico. Sin embargo, este hecho resulta contradictorio por dos razones fundamentales: en primer lugar, este reduccionismo actúa en forma regresiva, pero sin que el estudiante sea consciente del hecho; en segundo lugar este hecho mostraría, además del desconocimiento del significado físico, problemas relacionados con el pensamiento métrico y el manejo de unidades y dimensiones. No es pues de extrañar que la reducción del concepto a la fórmula acarree serios inconvenientes en la adquisición de los nuevos conocimientos. Cabe anotar que ello no quiere decir que se deba desestimular el aprendizaje de las ecuaciones, hecho impensable desde Galileo. Pero tales fórmulas carecen de sentido si antes no se ha hecho la conceptualización que permita darles un significado.

- Cuando un estudiante de la Institución intenta dar una explicación de un fenómeno relacionado con el concepto de energía mecánica, o de argumentar mediante un proceso matemático, o de manera conceptual la solución de una situación problema determinada, se enfrenta a dos dificultades:

  a) Comprende los conceptos que intervienen en la situación, pero no la relación o relaciones entre tales conceptos.
  b) Su formación matemática no le permite encontrar una solución algebraica a la situación planteada.

En virtud de que la enseñanza de la energía como se ha venido realizando en clase de física, en la Institución Educativa Lola González, no ha permitido una correcta conceptualización del término energía, surgen los siguientes interrogantes: ***¿cómo lograr que los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Lola González alcancen una conceptualización de la energía y en particular de la energía mecánica y su relación con el principio de conservación de la energía, trabajo y calor, acorde con el conocimiento científico vigente, pero conscientes de que dicho conocimiento está en permanente construcción? ¿Qué herramientas facilitarían la adquisición de un aprendizaje significativo del concepto de energía y en particular de la energía mecánica y su relación con el principio de conservación de la energía, trabajo y calor?***

El propósito de este trabajo es dar respuesta a estos interrogantes mediante el diseño, elaboración e implementación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa (UEPS) que favorezca el aprendizaje significativo de los conceptos de energía, energía mecánica y trabajo, en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Lola González, fundamentada en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y el la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira.

2. Objetivos

"Minino de Cheshire, ¿podrías decirme, por favor, qué camino debo seguir para salir de aquí?
- Esto depende en gran parte del sitio al que quieras llegar - dijo el Gato.
- No me importa mucho el sitio... - dijo Alicia.
- Entonces tampoco importa mucho el camino que tomes - dijo el Gato."

Lewis Carroll. Alicia en el país de las Maravillas

2.1. Objetivo general:

Propiciar en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Lola González un aprendizaje significativo de los conceptos de energía y en particular de energía mecánica, trabajo y del principio de conservación de la energía a través del diseño, implementación y aplicación de una UEPS

2.2. Objetivos Específicos:

- Identificar, dentro de los diferentes materiales y procesos que componen la UEPS, cuales facilitan la adquisición de aprendizaje significativo del concepto de energía.

- Evaluar el impacto de la implementación de actividades tales como experimentos, diseño de mapas conceptuales, discusiones plenarias y construcción de textos argumentativos, en el proceso de conceptualización de la energía, en estudiantes de grado décimo.

- Determinar la influencia de la aplicación de la UEPS en el proceso de conceptualización de la energía y en particular de conceptos tales como: energía mecánica, trabajo y principio de conservación de la energía.

3. Referente Teórico:

"Si tuviese que reducir toda la psicología educacional a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje, es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo a ello"

David Ausubel. Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva.

La necesidad de enmarcar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, y concretamente del concepto de energía, desde una fundamentación teórica que posibilite en los estudiantes el aprendizaje con apropiación de conceptos y su preparación para una sociedad cada vez más cambiante, en la cual es altamente relevante la alfabetización científica llevó a concebir la idea de desarrollar la presente propuesta bajo la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y la Teoría del Aprendizaje Crítico de Moreira, las cuales hacen parte del discurso cognitivista/constructivista/significativo, toda vez que proporcionan los elementos y estrategias que posibilitan un aprendizaje significativo, además de crítico y reflexivo, que, como afirma Moreira, "le permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella, interviniendo en los procesos de aprendizaje con la idea de que el conocimiento es construcción nuestra, que apenas representamos el mundo y nunca lo captamos directamente." (Moreira 2000)

Tanto la teoría de Ausubel como la visión crítica de Moreira, permiten que el proceso de enseñanza y aprendizaje deje de perpetuar un modelo en el que se acumulan datos de forma mecánica, para abrirse a la posibilidad de inscribirse a un diálogo que permita la construcción de nuevos significados. Así mismo, ambas teorías apoyan la propuesta contemplada en los estándares básicos en Ciencias Naturales, propuestos por MEN, en la que se plantea "Hoy en día es necesario que la institución educativa comprenda que en ella cohabita una serie de conocimientos que no sólo provienen del mundo académico-científico, sino también del seno de las comunidades en las que están insertas, comunidades cargadas de saberes ancestrales propios de las culturas étnicas y populares. Cabe anotar que, en los procesos de socialización primaria, dichos saberes influyen en la manera como los niños y las niñas ven y entienden el mundo y, por lo tanto, es importante aprovechar todo este acumulado para que los estudiantes accedan a un conocimiento holístico que no desconoce el saber cultural, popular y cotidiano que poseen los estudiantes al llegar a la escuela. No es gratuito que hoy en pedagogía se insista permanentemente en partir de los conocimientos previos que tienen los y las estudiantes para generar procesos de aprendizaje con sentido y significado. El reconocimiento de puntos de vista divergentes, la posibilidad de sustentarlos y de argumentarlos, abre así las puertas a una formación crítica que permite no solamente que las ciencias adquieran relevancia en la vida de los estudiantes, sino que dejen de ser, como lo dijera Levstik, la expresión de la moralidad de un solo grupo."(*Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. Colombia 2004*)

A continuación se resaltan algunos aspectos relevantes, relacionados con las teorías que fundamentan esta propuesta.

3.1. Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel

Ausubel, en su teoría del aprendizaje significativo (Moreira, 1993), asume la problemática relativa a la organización y secuenciación de los contenidos de enseñanza, especialmente de los conceptos. Según Ausubel, cada individuo posee su conocimiento organizado conceptualmente y el aprendizaje de nuevos conocimientos está determinado por las estructuras conceptuales ya poseídas.

En este sentido, todo nuevo conocimiento y todo nuevo significado que deba ser anclado en la estructura cognitiva del alumno dependerá de los conocimientos preexistentes relacionados con aquel, entendiendo por conocimientos preexistentes aquellos que han sido aprendidos, bien sea de manera significativa o de forma mecánica, pero que sirven como ideas de anclaje; Ausubel destaca este hecho cuando señala que: "es prácticamente imposible concebir algún caso de este tipo de aprendizaje [significativo] que no se vea afectado de alguna manera por la estructura cognitiva ya existente" (Ausubel 2002) o como bien lo resalta Moreira "*Para que la estructura cognitiva preexistente influencie y facilite el aprendizaje subsecuente es preciso que su contenido haya sido aprendido de forma significativa, esto es, de manera no arbitraria y no literal*" (Moreira 1993)

El aprendizaje es entonces entendido como un proceso en el que una nueva información interactúa con ideas previas o aspectos relevantes (subsunsores) de la estructura cognitiva del individuo que aprende, sirviendo tales subsunsores como anclaje para la nueva información. Dada la importancia de que existan subsunsores para el aprendizaje de nuevos conceptos, para el caso en que no existan dichas ideas previas, o las que existen no sean lo suficientemente claras y relevantes como para permitir el anclaje de los nuevos conocimientos, Ausubel propone la elaboración o selección de materiales llamados organizadores previos como estrategia para dotar al estudiante de subsunsores. El organizador previo debe ser un material introductorio presentado en un nivel más general con un alto grado de abstracción e inclusión; por tanto, es un recurso que debe ser presentado antes del material en el cual se hace evidente el nuevo conocimiento propiamente dicho.

Ahora bien, para que se dé un aprendizaje significativo es necesario tener en cuenta dos factores: el primer factor es que el material utilizado sea potencialmente significativo, es decir, que pueda ser relacionable a la estructura cognitiva del estudiante, de manera no arbitraria y no literal. El material potencialmente significativo debe cumplir a su vez dos condiciones: tener significado lógico y psicológico: el significado lógico se refiere al significado inherente a cierto tipo de materiales simbólicos, en virtud de la propia naturaleza de esos materiales, este significado se evidencia en la posibilidad de relacionamiento, de manera sustantiva entre material e ideas situadas en el dominio de la capacidad humana. El significado psicológico se refiere al relacionamiento sustantivo y no arbitrario, de material lógicamente significativo, a la estructura cognitiva de el estudiante individualmente. El segundo factor necesario para que se dé un aprendizaje significativo es que haya la disposición del estudiante para relacionar el nuevo material potencialmente significativo, de forma sustantiva y no arbitraria a su estructura cognitiva preexistente. Esta condición implica que no importa que tan bien estructurado sea el material a ser aprendido, si el estudiante no tiene la intención de aprenderlo de forma significativa sino por el

contrario pretende memorizarlo arbitraria y literalmente, tanto el proceso de aprendizaje como su producto serán mecánicos. Así mismo, independiente de que tan dispuesto a aprender esté el estudiante, el aprendizaje no será significativo si el material no es relacionable a la estructura cognitiva, de manera no arbitraria y literal.

Además, es importante resaltar que el aprendizaje significativo obedece a varios tipos, los cuales se relacionan entre sí, desde el nivel más básico en el cual se identifican símbolos y se atribuyen significados – aprendizaje representacional – pasando por el aprendizaje de conceptos, donde las representaciones son categóricas y se realizan representaciones abstractas, hasta alcanzar el aprendizaje proposicional, cuya característica principal es aprender el significado que está más allá de la suma de los significados de las palabras o conceptos que componen la proposición. En el aprendizaje de proposiciones, la relación del nuevo contenido con las ideas previas ya establecidas en la estructura cognitiva puede ser de tipo subordinada, superordinado, o una combinación de los dos.

Cuando un nuevo concepto o proposición es aprendido por subordinación por un proceso de interacción con un concepto subsumidor permitiendo una modificación de éste concepto, se habla de diferenciación progresiva. Según este principio los conceptos más generales se presentan al comienzo, y las nuevas ideas y proposiciones que se presentan a los estudiantes poseen un carácter de inclusividad y generalidad a partir de los cuales se pueden ir diferenciando significados hasta llegar a los más específicos o particulares. La reconciliación integradora en cambio, se da en un aprendizaje superordinado o combinatorio; en este proceso los conocimientos presentados al estudiante pueden ser integrados a conceptos existentes en la estructura cognitiva permitiendo que las ideas existentes en ésta, puedan reorganizarse y adquirir nuevos significados. Ausubel propone que la mejor manera de buscar evidencias de aprendizaje significativo es formular preguntas y problemas de manera nueva y poco familiar cuya respuesta requiera el máximo encadenamiento, análisis, comprensión y transformación del conocimiento adquirido.

3.2. Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico

En la presente propuesta además de tener en cuenta la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel, se tomarán elementos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Marco Antonio Moreira.

Como ya se ha mencionado, Ausubel considera como condición necesaria para que se dé aprendizaje significativo el que el material utilizado sea potencialmente significativo; en este sentido, es necesario que el estudiante tenga disponibles los subsunsores adecuados para entender y relacionar los nuevos conocimientos, e integrarlos a su estructura cognitiva, o en su defecto, que dentro del material potencialmente significativo se consideren los organizadores previos adecuados para la presentación del nuevo conocimiento; además, se necesita que haya disposición del alumno para relacionar sustancial y no arbitrariamente, el nuevo conocimiento a la estructura cognitiva preexistente. Es precisamente en este aspecto donde cobra importancia la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, pues explica que, más que una cuestión de motivación, lo que se necesita es definir la relevancia del nuevo conocimiento para el estudiante. El aprendizaje significativo crítico permite establecer las condiciones para

que se dé una verdadera predisposición del estudiante para aprender, para constituirse en un sujeto activo en el proceso de adquisición y construcción de conocimiento. Según Moreira "*A través del aprendizaje significativo crítico es como el alumno podrá formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, no ser subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. A través de ese aprendizaje es como el estudiante podrá lidiar, de forma constructiva, con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar la tecnología, sin convertirse en tecnófilo. Por medio de este aprendizaje podrá trabajar con la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias, con la idea de que el conocimiento es construcción (o invención) nuestra, que apenas representamos el mundo y nunca lo captamos directamente*" (Moreira 2000)

En este trabajo se tendrán en cuenta dos aspectos importantes de la visión crítica del aprendizaje significativo: los principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico y el diseño de UEPS.

Respecto a los principios facilitadores se destaca el hecho de que posibilitan al estudiante aprender a partir de sus saberes previos, con la posibilidad de construir sobre lo construido, pero sin tener temor al error, teniendo presente que el conocimiento es incierto y que cuando sea necesario, ya sea porque el conocimiento que se tiene no es el más adecuado o deja de ser relevante, se pueden desaprender conceptos. Así mismo, se resalta la importancia de que el maestro utilice material diferente al tablero y el libro de texto, y propicie un ambiente donde el discurso magistral dé paso a la discusión orientada. Finalmente, también es importante que el alumno sea consciente de que la construcción de conceptos está mediada por el lenguaje, y que más que un receptor de fórmulas o frases desarticuladas, es ante todo un perceptor de conceptos y un representador de la realidad a partir del conocimiento que logra relacionar a su estructura cognitiva. Según lo anterior, tales principios tienen gran relevancia si se busca un aprendizaje significativo de la energía, así como de los conceptos que están en relación con la energía, tales como manifestaciones y transformaciones de energía, transferencias de energía entre sistemas, trabajo, calor, conservación y degradación de la energía. En primer lugar, porque muchos de tales conceptos hacen parte de situaciones que los estudiantes viven a diario y por tanto ya tienen ideas a partir de las cuales pueden relacionar nuevos conocimientos, o que necesitarán ser desaprendidas; en segundo lugar, porque existe una relación entre los conceptos que se pretenden enseñar y muchas de las realidades sociales, políticas, económicas o culturales que atañen a los estudiantes, tales como la utilización de recursos energéticos, la crisis ambiental y los procesos de generación de alimentos. Además, porque en el contexto de la Institución Educativa Lola González es importante que los estudiantes adquieran alfabetización científica, y asuman posturas críticas y reflexivas frente al conocimiento; como lo expresan Vilches y Gil:

"Una importante razón para universalizar la alfabetización científica como parte esencial de la educación ciudadana, que va más allá de su utilidad es el goce generado por las construcciones científicas que han ampliado nuestra visión del universo, hablándonos de su pasado y de su futuro, ayudándonos a comprender fenómenos que durante milenios espantaron a los seres humanos, contribuyendo a

liberarnos de numerosos prejuicios y transmitiéndonos la emoción de apasionantes desafíos… Estamos de acuerdo en la importancia de la educación científica como fuente de placer, pero,…, la preparación de los ciudadanos y ciudadanas para la toma de decisiones no constituye ninguna ingenua pretensión, sino una necesidad fundamentada. Por otra parte, ¿acaso los mayores goces no están asociados a la acción, más allá de la mera contemplación? Poder participar en la superación de algún desafío, ¿no produce un placer superior al de simplemente conocer lo que otros hicieron? Contribuir, como ciudadanas y ciudadanos responsables, a la orientación de nuestro futuro, ¿no es fuente de pasión y de satisfacciones? El disfrute de la cultura científica es un derecho que es preciso promover en toda su plenitud, a través de una inmersión que no se limite a una contemplación externa; un derecho que es preciso garantizar en beneficio de toda la humanidad." (Vilches y Gil, 2006)

Desde esta perspectiva la energía como concepto globalizador de la física, presente además en contextos tan diversos como la biología, la ecología, la química, la tecnología y las ciencias sociales, permite y facilita estos procesos.

Por su parte, las UEPS cobran importancia en la medida en que son facilitadores del aprendizaje significativo, no mecánico, pues permiten la interacción entre conocimiento disciplinar y conocimiento didáctico, toda vez que después de tener la claridad sobre qué enseñar (en este caso el concepto de energía) nos acerca al cómo enseñarlo, reconociendo que el conocimiento didáctico es solidario del primero.

Para el desarrollo de la propuesta se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Las unidades de enseñanza potencialmente significativas deben partir de los conceptos más generales y avanzar progresivamente hacia los conceptos más específicos. De una diferenciación conceptual progresiva a una reconciliación integradora.

- La indagación de los conocimientos previos de los estudiantes sirve como base para el diseño de los diferentes materiales y actividades de enseñanza.

- La elaboración de material didáctico introductorio como organizador previo, presentado antes del material que se ha de aprender en un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusividad.

- La elaboración del material potencialmente significativo teniendo en cuenta principios programáticos facilitadores como la diferenciación progresiva y reconciliación integradora, organización secuencial y consolidación.

- La implementación de mapas conceptuales de Novak como estrategia facilitadora del aprendizaje significativo, puesto que este recurso enfatiza conceptos y relaciones entre conceptos a la luz de los principios de diferenciación progresiva y reconciliación integradora.

- Destacar la relación entre conceptos y solución de problemas; mediante la solución no mecánica de situaciones problema, se genera en la estructura cognitiva del estudiante la capacidad de adquirir una mayor conceptualización, capacidad que a su vez permite la comprensión de nuevos problemas o de problemas con un mayor

grado de abstracción y complejidad. En términos de Vergnaud[6], es una relación dialéctica entre conceptos y situaciones; en términos de Ausubel es la manera en que los jóvenes mayores aprenden conceptos por asimilación a partir de la interacción (solución de problemas) y particularmente el anclaje en conceptos ya existentes.

- La implementación de recursos diversos para proponer situaciones-problema iniciales tales como simulaciones computacionales, demostraciones, vídeos, representaciones vehiculadas por los medios de comunicación, problemas clásicos de la materia de enseñanza, etc., pero siempre de modo accesible y problemático, es decir, no como ejercicio de aplicación rutinaria de algún algoritmo.

[6] Gérard Vergnaud, citado por Moreira, M. ¿POR QUÉ CONCEPTOS? ¿POR QUÉ APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO? ¿POR QUÉ ACTIVIDADES COLABORATIVAS? ¿POR QUÉ MAPAS CONCEPTUALES? <Disponible en: http://revistaq.webs.ull.es/ANTERIORES/numero23/moreira.pdf

4. Referente disciplinar

"No sé cómo me vean los demás. Para mí, he sido un niño pequeño que, jugando en la playa, encontraba de tarde en tarde un guijarro más fino o una concha más bonita de lo normal; mientras tanto, el océano de la verdad se extendía, inexplorado, delante de mí."

Isaac Newton. Principios Matemáticos de Filosofía Natural

La palabra energía tiene su origen en la palabra latina *energīa,* la cual a su vez proviene del griego □v□ργεια (energos). La etimología de la palabra la relaciona con el prefijo en (dentro) y la raíz ergon (trabajo físico o actividad). Así pues, desde el punto de vista etimológico, la palabra energía estaría definiendo aquello que hay dentro de un cuerpo y que le permite a éste realizar una actividad o trabajo. Por tanto, no es gratuito que inicialmente el concepto de energía se encuentra relacionado a un fluido que posee un cuerpo y que tal fluido es el que le permite realizar trabajo, ni mucho menos que una de las unidades más utilizadas para medir la energía sea precisamente el ergio. Más aún, en la actualidad, aunque la interpretación de la energía como fluido ha desaparecido, es generalizada la definición de tal concepto en términos de la capacidad para realizar trabajo mecánico, definición que sin embargo, como lo ha demostrado la termodinámica, es insuficiente o equívoca, si se tiene en cuenta que no toda la energía puede ser transformada en trabajo o que tal definición no ofrece claridad respecto al concepto de energía,

Para un acercamiento a la construcción y elaboración de este concepto es importante tener presente algunos de los momentos históricos más relevantes asociados a él. A continuación se presenta una síntesis para la cual se tomó como referencia el trabajo de Sepúlveda, A.[7], bibliografía complementada con Hewitt, P.[8] y Serway, R.[9]

4.1. La visión mecanicista de la energía

Aunque desde los albores de la humanidad el uso por parte del hombre de fuentes de energía diferentes a las que por naturaleza es necesario utilizar, ha sido un hecho evidente, pues bastaría con enunciar sólo la utilización del fuego o de la rueda, así como la navegación en botes impulsados por velas, la construcción de teorías científicas encaminadas a explicar los fenómenos relacionados con manifestaciones, transferencias o transformaciones de energía, y de definir en sí mismo este concepto, pueden considerarse relativamente cercanos. Si bien desde, los orígenes de la filosofía natural en Grecia, los filósofos jónicos trataron de dar explicación a los cambios en la materia, y trabajos como el de Aristóteles hace mención al motor

[7] Sepulveda, A. (1995). Historia de la física Desde los griegos hasta nuestros días. Medellín: Fondo editorial cooperativo.
[8] Hewitt, P. (2004). Física conceptual. Novena edición. México: Pearson Educación.
[9] Serway, R. (1995). Física, tomo I. Tercera edición. México: McGRAW-HILL.

inmóvil, cuyas raíces se remontan a la filosofía presocrática, para explicar la causa del movimiento de los cuerpos, fue necesario que pasaran más de veinte siglos para que la ciencia pudiera construir un cuerpo teórico, con fundamentos matemáticos y soporte experimental, que permitiera dar inicio a la explicación de fenómenos energéticos.

La hazaña lograda por Newton en el siglo XVII con la postulación de las leyes del movimiento, impulsaría a los científicos de la época a formular explicaciones mecanicistas a los diferentes fenómenos físicos. Este auge de la mecánica traería consigo que las primeras explicaciones referentes a manifestaciones de la energía estuvieran asociadas al movimiento de los cuerpos. Un primer acercamiento en este sentido se encuentra en el trabajo de Christiaan Huygens *Horologium oscillatorium* (el reloj oscilatorio o sobre el movimiento pendular) publicado en 1675. En una de sus secciones realiza un estudio sobre la colisión elástica de cuerpos, postulando así su principio de las fuerzas vivas, antecedente del principio de conservación de la energía mecánica y de la relación entre trabajo y energía. En el mismo sentido puede valorarse el trabajo de Gottfried Leibnitz, quien de manera independiente llegó a resultados similares a los de Huygens; de hecho, el nombre fuerza viva (vis viva) asociado a lo que hoy se conoce como el duplo de la energía cinética de un cuerpo, fue introducido inicialmente por Leibnitz.

En términos matemáticos, el principio de las fuerzas vivas establece que la suma de las fuerzas vivas de dos partículas antes de una colisión y después de una colisión se conserva, siempre que la colisión sea elástica.

Los estudios sobre cinemática de cuerpos en caída libre, movimientos oscilatorios en péndulos y resortes, hidráulica y ondas, que se desarrollaron durante los siglos XVII, XVIII y comienzos del XIX por físicos como Hooke, Euler, Laplace, Bernoulli y Fourier, entre muchos otros, permitieron ampliar el concepto de energía a otras manifestaciones, la mayor parte de ellas basadas en puntos de vista mecanicistas. Aparecen así el concepto de trabajo como equivalente del cambio en la energía cinética de un cuerpo, la energía potencial gravitacional, la energía potencial elástica, el principio de Bernoulli para el flujo laminar, y los primeros trabajos encaminados a la consideración del calor como una forma de transferencia de energía.

4.2. La teoría del calórico y termodinámica.

Si bien el considerar el calor como una forma de movimiento tuvo seguidores desde la antigüedad, hasta mediados del siglo XIX predominó la idea de considerarlo como un fluido propio de cada cuerpo. De hecho, el modelo del calórico, propuesto por Lavoisier en el siglo XVIII, explicaba con bastante éxito muchos de los fenómenos relacionados con el calor.

Para Lavoisier, el calórico era una sustancia presente en los cuerpos, que no se crea ni se destruye, pero que puede fluir de un cuerpo a otro. Este hecho explicaría el equilibrio térmico de dos cuerpos en contacto a diferentes temperaturas, fenómeno que para entonces ya había sido ampliamente estudiado y verificado. Además, el calórico era el responsable de que las moléculas de los cuerpos, que tienden a atraerse, se separen por la acción de las partículas de calórico, dado que estas últimas

se repelen entre sí. De este modo, la menor o mayor cantidad de calórico en un cuerpo sería la responsable de su estado sólido, líquido o gaseoso.

Sin embargo, había algunos problemas en esta teoría que alimentaron la curiosidad de los físicos. En primer lugar, si el calórico fuera una sustancia, era posible calcular su masa. Experimentos orientados a la medición de la masa del calórico mostraron que tal masa era realmente inexistente. Sin embargo, este hecho no fue determinante para que tal teoría fuera desechada, dado que si bien el calórico se consideraba como una sustancia compuesta de partículas, no eran consideradas éstas como simple materia que fuera afectada por la atracción gravitacional (algo similar al éter en los inicios del electromagnetismo). Un fenómeno presenciado por William Thompson en un taller de artillería ofreció la evidencia suficiente para descartar la teoría del calórico: cuando un taladro comenzaba a perforar piezas metálicas, tales piezas expulsaban virutas a gran temperatura. El hecho de que las pequeñas láminas se calentaran obedecía, según la teoría calórica, a calórico expulsado del metal por la acción del taladro. Sin embargo, después de un tiempo, las virutas dejaban de ser expulsadas, pero el taladro y el metal en contacto con él seguían permaneciendo a mayor temperatura que la ambiente, hecho que sólo podía ser explicado si se consideraba que tal calor era realmente generado por la fricción entre el taladro y el metal. Así, comenzaba a ganar terreno la idea de interpretar el calor como un fenómeno asociado al movimiento, hecho que finalmente fue corroborado por los experimentos cualitativos de Mayer sobre la relación entre trabajo y calor en los gases, que le permitieron proponer una equivalencia entre la energía mecánica que se perdía al realizar trabajo sobre un gas y el calor ganado por el mismo, y por Joule, quien fue el primero en medir exactamente tal equivalencia, dando fin a la teoría del calórico y ampliando así el principio de conservación de la energía mecánica, a uno más general que considerara al calor. El posterior estudio de las reacciones químicas, y la inclusión de fenómenos eléctricos y magnéticos, extendería aún más, tanto las manifestaciones de energía, como la formulación de dicho principio.

4.3. La ley de Coulomb: energía y electricidad.

Los fenómenos eléctricos han sido estudiados desde la antigüedad. Es conocido el experimento de Tales de Mileto (siglo VII a.c) en el que describe la atracción de objetos livianos por una barra de ámbar (elektron) frotada con anterioridad. De nuevo sería necesario esperar hasta el siglo XVI para que las primeras explicaciones de los fenómenos eléctricos tuvieran el suficiente rigor científico y apoyo experimental. Los comienzos de la física de fenómenos eléctricos como hoy la conocemos inician con los estudios de William Gilbert, Otto von Guerike, Stephen Gray y Benjamín Franklin. Sin embargo, el primero en establecer matemáticamente las leyes de la electrostática fue Charles Agustin de Coulomb, quien en el siglo XVIII, de forma experimental encontró que la fuerza eléctrica entre dos objetos presenta las siguientes propiedades:

- Es proporcional al producto de las cargas en interacción.
- Es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa las cargas.
- Es atractiva si las cargas son de signo opuesto, y repulsiva en el caso en que las cargas sean de igual signo.

Es notoria la gran similitud entre esta ley y la ley de gravitación universal propuesta por Newton un siglo atrás. Este hecho, nada gratuito, traería consigo otras importantes consecuencias; en primer lugar, así como en el caso gravitacional la presencia de masa generaba un campo gravitacional, en el caso eléctrico, la presencia de carga generaría el correspondiente campo eléctrico y por tanto, era natural pensar entonces en energía potencial eléctrica, tal como ya se hablaba de la energía potencial gravitacional. Dicha energía es considerada como aquella que es necesaria para llevar una carga de prueba q, en un campo eléctrico constante E, desde un punto r hasta otro punto m. En forma equivalente, tal energía puede definirse en términos del trabajo realizado para mover la carga q, en el campo eléctrico E, desde el punto r hasta el punto m.

De esta manera, el estudio de los fenómenos eléctricos comienza a ampliar la interpretación de los conceptos de energía y trabajo, de sus manifestaciones y transformaciones. El posterior estudio del flujo eléctrico y sus aplicaciones, que se relacionará con el magnetismo y dará origen a la teoría de los fenómenos electromagnéticos, también tendrá parte en este intrincado proceso, en el cual el concepto de campo, que surgió de la necesidad de explicar la interacción entre los cuerpos en ausencia de contacto – tales como las fuerzas a distancia gravitacional y electrostática, o las interacciones electromagnéticas – cobrará gran relevancia dado que una de sus propiedades físicas más importantes está relacionada precisamente con la posibilidad de asociar, a cada punto en el campo, un valor de energía potencial.

4.4. Ondas y electromagnetismo

El estudio de las ondas se origina en el siglo XVII con el análisis de los movimientos periódicos. De nuevo el paradigma Newtoniano da un enfoque mecanicista a los fenómenos ondulatorios. Intuitivamente, una onda puede considerarse como el transporte de energía a través de una perturbación de en un medio. Por lo menos esta era la aproximación a lo que se consideraba como una onda hasta el siglo XIX. Así, el estudio de las ondas se convertía en otra rama de la física en la cual era necesario ocuparse de la energía.

El estudio de los fenómenos electromagnéticos iniciado por Faraday y desarrollado de manera brillante por Maxwell, estaba encaminado a explicar la relación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos y la manera como tales fenómenos se propagan en el espacio. La conclusión a la que finalmente llegará Maxwell, será que las líneas de campo se comportan en forma ondulatoria, cuyo medio de tránsito será el éter, un sólido elástico con una muy baja densidad pero de gran dureza, lo cual permitiría que las ondas electromagnéticas, como la luz, pudieran viajar a gran velocidad pero el medio sería prácticamente imperceptible. Así, bajo la concepción ondulatoria de la luz, ésta sería la manifestación del movimiento de las partículas del éter y no el movimiento de las partículas mismas, a semejanza de las ondas en la superficie del agua al producir en ella una perturbación, donde lo que se propaga es la perturbación y no el agua.

Los experimentos de Michelson y Moorley a finales del siglo XIX encaminados a demostrar la existencia del éter lograron todo lo contrario; el interés era medir la velocidad de la luz en dos sistemas de referencia, uno en reposo respecto al éter y

otro en movimiento respecto al éter. Sus mediciones mostraron que aplicando las transformaciones galileanas para movimientos relativos, no se encontraba ninguna diferencia en el valor medido para la velocidad de la luz en los diferentes sistemas inerciales. Así, el éter se convertía en algo innecesario. Las ondas electromagnéticas pueden por tanto viajar en el vacío, y la concepción mecanicista de la teoría ondulatoria no siempre es necesaria. Este hecho origina un nuevo enfoque en la interpretación del concepto de energía, dado que ahora, el tránsito de energía puede darse a través de medios inmateriales. La propagación del calor y la luz, son fenómenos asociados a manifestaciones de energía en las que la materia puede estar ausente.

4.5. Física moderna

Aunque la Física clásica - mecánica Newtoniana, teoría del electromagnetismo de Maxwell y mecánica estadística de Boltzmann - explicaba con éxito la mayor parte de los fenómenos "comunes", algunas de sus restricciones comenzaron a ser insostenibles para los físicos de finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX. Entre ellas pueden destacarse: los sistemas inerciales tienen privilegios sobre los no inerciales, dado que las leyes de la mecánica sólo se cumplen, según la mecánica de Newton, en los primeros; la equivalencia entre masa inercial y masa gravitacional es, por decirlo menos, enigmática; La conservación de la energía se cumple para sistemas mecánicos, incluyendo sistemas donde se dan procesos de energía en tránsito en forma de calor, siendo explicada tal conservación a partir de la mecánica newtoniana, en tanto que la conservación de la energía en campos electromagnéticos necesita de la teoría de Maxwell; el concepto de fuerza a distancia, sobre el que se basa la interacción gravitacional y eléctrica, no da cuenta de la naturaleza de tal fuerza; el análisis del comportamiento de partículas comienza a abordarse desde puntos de vista probabilísticos y no determinísticos, pero aun así, no da explicación a fenómenos como la radiación de cuerpo negro o el efecto fotoeléctrico. Por otra parte, tampoco era completamente satisfactorio el pensar que la unidad estructural de la materia fuera el átomo compuesto de simples partículas positivas y negativas; además, poco se conocía sobre el comportamiento de las partículas subatómicas.

Así, aparecen en el panorama de la física nuevas interpretaciones de los fenómenos, que buscan dar respuesta a los interrogantes planteados por tales restricciones. Interpretaciones que modificarían también la manera como la energía sería entendida.

Por un lado, la teoría de la relatividad – tanto especial como general - unificó el principio de conservación de la energía para los fenómenos mecánicos y electromagnéticos. Además, de tal teoría se desprendió el que, según Einstein, sería el mayor logro de la teoría de la relatividad: la equivalencia masa energía. Así mismo, la relatividad acabó con el privilegio de los sistemas inerciales, y por consiguiente del espacio – tiempo absoluto. Sus postulados permitieron explicar desde un punto de vista geométrico, el significado de las fuerzas a distancia, mostrando cómo estas realmente obedecían a campos generados por la curvatura del espacio – tiempo causadas por la presencia de materia – energía.

Por otro lado, el estudio de las partículas y de los fenómenos electromagnéticos revolucionan por completo la manera como el tránsito de energía era considerado. Se resaltan aquí dos de los fenómenos más revolucionarios en la naciente mecánica

cuántica: la radiación de cuerpo negro y el efecto fotoeléctrico. El primero de estos fenómenos era imposible de explicar desde la teoría de electromagnetismo y la mecánica estadística por cuanto presentaba la siguiente dificultad: cuando un cuerpo negro es llevado a altas temperaturas, la radiación emitida por él, explicada desde las teorías clásicas, sólo tendría dos posibilidades, o se distribuía en infinitos osciladores, y por tanto cada uno tendría energía cero, o siendo infinito el número de osciladores, al sumar las respectivas energías, el resultado sería una energía de radiación infinita. Para sortear esta dificultad, Plank propuso que cada oscilador solo podía emitir o absorber una cantidad de energía proporcional a su frecuencia de oscilación. Es decir, la energía sólo podía emitirse o absorberse en "paquetes", y por tanto podría tenerse como mínima cantidad de energía absorbida o emitida a uno de tales paquetes. Tal idea permitió que Einstein describiera el comportamiento corpuscular de la luz, con lo cual podría explicarse el efecto fotoeléctrico. Según Einstein la luz, aunque es una onda electromagnética, "empaqueta" su energía. Tales paquetes de energía recibieron luego el nombre de fotones. La energía, que hasta el momento había sido considerada como una cantidad continua, comenzaba ahora a transitar por los caminos de análisis discreto.

Los trabajos en física cuántica impulsaron el estudio de la materia a baja escala; interacciones entre partículas subatómicas, descubrimiento de nuevas partículas, radiactividad, fusión y fisión nuclear, superconductores, nanotecnología, son sólo algunos de los temas de interés que se han desarrollado en el último siglo desde el nacimiento de la física cuántica. En todos ellos, la energía sigue apareciendo como elemento unificador, y quizá como gran enigma.

4.6. La energía como elemento integrador en la física.

Las dificultades anteriores resaltan la importancia de realizar un estudio epistemológico del término energía como concepto integrador; sus manifestaciones y transformaciones ofrecen una posibilidad de vincular campos tan diversos de la ciencia como la química, la biología y la física, relacionándolos además con la tecnología, la economía o la cultura. Es preciso resaltar que contrario al modo tradicional de iniciar con el estudio meramente mecánico de la energía, en sus formas potencial y cinética, para luego ir agregando nuevas manifestaciones de energía, proceso que generalmente resulta ambiguo y desarticulado, el objetivo del análisis histórico del término energía estaría enfocado en mostrar cómo tal concepto está presente en diferentes disciplinas y cómo se hace evidente en un sin número de fenómenos. No será por tanto un estudio histórico lineal, siguiendo la cronología del concepto, sino más bien un análisis evolutivo del mismo; en términos de Moreira, es entender que el conocimiento plantea incertidumbres, que no es dogmático o acabado, sino que evoluciona, y que el aprendizaje por error es natural.

Por otra parte, dado que el concepto de energía es fundamental en los currículos de enseñanza de las ciencias, no sólo por facilitar la explicación de un amplio número de fenómenos naturales y por su implicación social en el sentido de brindar pautas para afrontar los problemas ambientales y desequilibrios sociales de la actualidad, sino también por su presencia en campos tan diversos como la mecánica, la termodinámica, la electricidad, las reacciones químicas, los procesos biológicos y

geológicos, en el desarrollo de la presente propuesta, se abordarán los contenidos teniendo en cuenta que: el concepto más inclusor es el de energía; el cual asimila o subsume el conjunto de conceptos específicos vinculados con manifestaciones parciales (energía cinética, energía potencial-eléctrica, gravitatoria y elástica, energía mecánica, energía interna, etc.), mecanismos de tránsito (trabajo, calor y radiación), transferencias, conservación y recursos energéticos, de manera que el concepto de energía se diferencia progresivamente adquiriendo un nuevo significado para el estudiante.

En este sentido, más que plantear una definición de energía, el concepto es abordado a partir de las características que lo vinculan con la interacción entre sistemas y los cambios que en ellos se dan a partir de transferencias y transformaciones; es decir, entiendo que "La identificación de sus formas y manifestaciones así como la comprensión de los principios básicos que rigen su conservación, transformación y degradación contribuyen a conformar estructuras conceptuales fundamentales para la explicación y valoración de los distintos procesos" (Sánchez, Massa y otros)[10].

Esta posición es complementaria con la que se plantea en los estándares básicos en ciencias naturales; según tales estándares, en la educación colombiana este concepto se aborda desde grado primero hasta undécimo atendiendo a conceptos como transferencia de energía térmica, fuentes de luz calor y sonido, relaciones de estados de reposo o movimiento de un cuerpo con la fuerzas aplicadas sobre éste, relaciones energía y movimiento, energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica, condiciones para conservar la energía mecánica, transformación de energía mecánica en energía térmica y relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos, entre otros .

Por tanto, en el desarrollo de la propuesta se hace necesario construir un nuevo lenguaje en el área de la energía y conceptos afines, que sea sencillo, pero coherente internamente y con los paradigmas científicos vigentes, pues como indica Moreira "aprender un contenido de manera significativa es aprender un lenguaje de manera sustantiva, no arbitraria" (Moreira 2000).

Finalmente, por su valor en resaltar la crítica a la manera como los textos escolares desarrollan el concepto de energía, siendo el uso de tales textos de gran importancia en la asimilación de nuevo conocimiento en la estructura cognitiva del estudiante, se tendrán en cuenta además las siguientes características de los conceptos de energía, trabajo y calor, destacados por Michinel y D'alessandro[11]

---

[10] Sánchez, P., Massa, M., Llonch, E., Marchisio, S., D'Amico, H., Yanitelli, M., Cabanellas, S. (1997). Hacia un aprendizaje significativo de la energía. Actas encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo. Burgos

[11] Michinel, J. L., y D'alessandro, A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, Vol. 12 N° 3.

Energía	Trabajo	Calor
• Es una magnitud física que se presenta en diversas formas. • Involucrada en los procesos de cambio de estado (mecánicos o no). • Es una función de estado • Se transforma. • Se transmite. • Depende del sistema de referencia. • Se conserva (en un sistema de referencia fijo). • Está asociada a un «sujeto» (onda o partícula) para su transmisión o intercambio.	• Es un proceso para transformar, transmitir o intercambiar la energía. • No es una función de estado. • No es una forma de energía. • No se conserva. • Su magnitud se expresa en las mismas unidades que la energía. • Involucrado en fenómenos mecánicos o no. • No lo poseen los cuerpos.	• Es un proceso para transferir la energía. • Se presenta sólo cuando existe una diferencia de temperatura entre sistemas multiparticulados interactuantes. • No es una función de estado. • No es una forma de energía. • No se conserva. • Su magnitud se expresa en las mismas unidades que la energía. • Involucrado en fenómenos mecánicos o no. • No lo poseen los cuerpos.

Tabla 1: Características de los conceptos de energía, trabajo y calor

5. Metodología

"Hoy no voy a hablar de conceptos refinados, teoremas sofisticados y demostraciones complicadas. Hoy deseo ofrecerles algo muy modesto: yo mismo. Les ofrezco todo lo que sé, mi manera de pensar y mis sentimientos. Les pediré atención estricta, diligencia de hierro y tesón incansable. Pero olvídenme si no piensan darme lo que es más importante para mí: su confianza, su simpatía y su amor. Les pido, en una palabra, lo más grande que ustedes pueden dar: a sí mismos"

Frase tomada del cuaderno de notas de Lise Meitner, según la anotación, pronunciada por Ludwig Boltzmann a sus alumnos al inició de su curso de mecánica estadística.

El presente capítulo se divide en dos secciones. La primera de ellas presenta los caminos que fueron recorridos con el objeto de reunir información, buscar evidencias y recoger datos; así mismo, se analiza, mediante diferentes métodos (observaciones y discusiones, entre otros), cómo el concepto de energía es anclado por los estudiantes en su estructura cognitiva, haciendo especial énfasis en el proceso de conceptualización y la construcción de argumentos con validez científica. Tal metodología se apoya en la descripción de tipo cualitativo y más concretamente el estudio de casos.

La segunda sección describe la metodología de enseñanza, a partir del diseño e implementación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa que tiene como objetivo principal la conceptualización de la energía y su relación con los conceptos de sistema, manifestaciones y transformaciones de la energía, transferencia de energía entre sistemas, conservación y degradación de la energía.

5.1. Metodología de investigación cualitativa

El proceso de análisis de la implementación de la UEPS se ha basado en el estudio de casos. En este sentido, como lo resalta Stake, "El estudio de casos es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes[12]". También es de resaltar la apreciación dada por Rodríguez et al. respecto a la evaluación cualitativa "Cuando hablamos de análisis de datos, en cualquier caso, nos referimos a tratamiento de datos que se llevan a cabo generalmente preservando su naturaleza textual, poniendo en práctica tareas de categorización y sin recurrir a las técnicas estadísticas… contando con la participación activa del investigador, que utiliza las categorías para organizar conceptualmente y presentar la información, más interesado por el contenido de las categorías y su interpretación que por las frecuencias de los códigos[13] "

[12]Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata.
[13]Rodríguez, G., Gil, J., García, E. *(1999). Metodología de la investigación cualitativa.* Málaga: Ediciones Aljibe.

Así pues, la importancia del estudio de casos radica en el hecho de que la evaluación aquí consignada pretende, más que analizar datos numéricos o estadísticas asociadas al desempeño de los estudiantes en diferentes actividades de seguimiento y control de aprendizaje, describir si el modelo de aprendizaje significativo crítico genera diferencias, en un principio sutiles, pero que con el tiempo se irán haciendo más notorias, respecto a la adquisición de nuevo conocimiento relacionado con el concepto de energía.

Por lo tanto, en esta búsqueda de evidencia que respalde la importancia del aprendizaje significativo crítico como modelo apropiado en el currículo de física, el interés se centrará en analizar la secuencia de los acontecimientos en su contexto, teniendo en cuenta la globalidad de las diferentes situaciones que se presentan, tanto en cada individuo, como en el grupo en general.

Es importante dejar claro que en ningún momento se pretende descalificar la evidencia arrojada por la evaluación cuantitativa; sin embargo, aunque en algunas de las observaciones aquí consignadas se hará referencia a clasificaciones obtenidas por resultados de test, no sólo no será este el único parámetro a tener en cuenta, sino que la mayor parte del proceso evaluativo se sustentará en el análisis de situaciones de mayor generalidad y complejidad, tales como: capacidad para elaborar textos, cuadros, diagramas o mapas donde se evidencie la adquisición de conceptos, buscando relacionar la nueva información, en forma sustancial y no arbitraria, con los conocimientos previos ya asimilados en su estructura cognitiva; la importancia del experimento y la manera como el estudiante asume la actividad experimental; la riqueza lingüística ganada por los estudiantes; la capacidad para relacionar diferentes conceptos en un mismo contexto, o identificar un sólo concepto en diferentes contextos, etc.

5.1.1. Etapas del análisis de resultados bajo estudio de casos

A continuación se presenta la estructura general del análisis bajo la metodología de estudio de casos. Esta evaluación se centró en la realización de observaciones, el registro de las disposiciones y las actividades realizadas con los alumnos, testimonios especiales, la ordenación inicial de los datos obtenidos de los cuestionarios, informes de lectura y desarrollos de actividades donde se proponen soluciones a situaciones problema, para iniciar las interpretaciones y recoger datos adicionales para validar las observaciones clave.

Selección del caso

El análisis se centrará en el estudio del progreso en el aprendizaje del concepto de energía y en particular manifestaciones y transformaciones de energía, transferencias de energía entre sistemas, trabajo, calor, conservación y degradación de la energía, bajo una propuesta de enseñanza basada en la implementación de una UEPS. Para ello se ha elegido un grupo de estudio de 42 estudiantes de grado décimo de la

institución educativa Lola González, en la comuna 12, barrio Santa Lucía, en la ciudad de Medellín. Este grupo está constituido por 15 hombres y 27 mujeres en edades comprendidas entre los 15 y los 18 años y pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. Los estudiantes seleccionados pertenecen a la modalidad académica, por lo tanto reciben 3 horas semanales de física para el estudio de los conceptos sugeridos por el MEN en los estándares básicos en ciencias naturales. Es de aclarar que la educación impartida a este grupo de estudiantes durante su proceso académico corresponde al modelo tradicional. La metodología a seguir en el proceso de interpretación de la información obtenida, a partir de la observación del desempeño de los estudiantes en las diferentes actividades propuestas, corresponde al estudio instrumental de casos.

Formulación de los temas

La formulación de los temas corresponde a los objetivos planteados en la presente investigación.

Organización de la recolección de datos

Para el análisis de resultados se consideraron las respuestas y argumentaciones dadas por todos los estudiantes en el cuestionario inicial; posteriormente se analizan tres actividades específicas: cuestionario, situación problema basada en lectura de Richard Feynman y situación problema relacionada con generación de energía. En estas actividades se buscó evidencia sobre la adquisición de conocimientos respecto al concepto de sistema, el principio de conservación y la relación de los conceptos anteriores con situaciones en contextos reales. De las respuestas dadas por los estudiantes fue posible establecer tres categorías para cada una de las temáticas. La descripción de estas categorías se presenta en la sección correspondiente a análisis e interpretación de los instrumentos.

Finalmente, se analizan los resultados de los estudiantes en cada una de las actividades propuestas (elaboración de mapas conceptuales, creación de textos, pruebas escritas, actividades experimentales); resultados que se consignan para la valoración del proceso evaluativo institucional, pero que a su vez sirvieron para dar cuenta del avance de los estudiantes en cada uno de los conceptos desarrollados en la UEPS.

5.2. Metodología de enseñanza

La metodología utilizada para desarrollar la propuesta está soportada dentro del marco de las unidades de enseñanza potencialmente significativas atendiendo a los pasos que sugiere el profesor Moreira para la construcción de una UEPS[14], los cuales se enuncian a continuación:

1. Definir el tema específico que será abordado, identificando sus aspectos declarativos y procedimentales.

---

[14] MOREIRA, Marco A. *Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS.* <Disponible en: http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSesp.pdf

2. Crear y proponer situaciones – discusión, cuestionario, mapa conceptual, situación problema, que lleve el alumno a exteriorizar su conocimiento previo.

3. Proponer situaciones-problema, en un nivel bastante introductorio que a su vez pueden funcionar como organizador previo; estas situaciones-problema iniciales se pueden proponer a través de simulaciones computacionales, demostraciones, vídeos, representaciones vehiculadas por los medios de comunicación, problemas clásicos de la materia de enseñanza, etc.,

4. Presentación del conocimiento que debe ser enseñado/aprendido

5. Retomar los aspectos más generales, estructurantes del contenido de la unidad de enseñanza, en nueva presentación (que puede ser a través de otra breve exposición oral, de un recurso computacional, de un texto, etc.).

6. Dar continuidad al proceso de diferenciación progresiva retomando las características más relevantes del contenido en cuestión, pero desde una perspectiva integradora, que puede ser, otra vez, una breve exposición oral, lectura de un texto, recurso computacional, audiovisual.

7. Control de la evaluación sumativa, en la que se deben proponer cuestiones/situaciones que impliquen comprensión, que manifiesten captación de significados e, idealmente, alguna capacidad de transferencia.

8. Evaluación del desempeño de los alumnos durante la implementación de la UEPS en búsqueda de evidencia de que hubo aprendizaje significativo.

A continuación se describe la evolución frente a la apropiación del concepto de energía – y cómo tal concepto supraordena, particularmente, los conceptos de energía mecánica y trabajo – de un grupo de 42 estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Lola González, con el objetivo de analizar las modificaciones en la estructura cognitiva de tales estudiantes a partir de la implementación de una UEPS.

5.2.1. Presentación de la unidad de enseñanza potencialmente significativa (UEPS)

El análisis de las razones que dieron origen al estudio de la energía nos permite entender que este concepto no se introduce de manera arbitraria, sino que responde a necesidades e interpretaciones de un momento histórico. En este sentido, el estudio de las actividades humanas que hacen necesario el consumo de energía, las formas como se da este consumo, los problemas tecnológicos y ambientales asociados al uso de las diferentes fuentes de energía y el debate mundial sobre reducción del consumo, uso racional de la energía y sobre energías alternativas, será un primer paso para generar un ambiente propicio que permita el aprendizaje significativo de este concepto.

Además, el estudio del concepto de energía es fundamental en los currículos de enseñanza de las ciencias, no sólo para facilitar la explicación de un amplio número de

fenómenos naturales y por su implicación social en el sentido de brindar pautas para afrontar los problemas ambientales y desequilibrios sociales de la actualidad, sino también por su presencia en campos tan diversos como la mecánica, la termodinámica, la electricidad, las reacciones químicas, los procesos biológicos y geológicos. “La identificación de sus formas (de la energía) y manifestaciones así como la comprensión de los principios básicos que rigen su conservación, transformación y degradación contribuyen a conformar estructuras conceptuales fundamentales para la explicación y valoración de los distintos procesos” (Sánchez et al. 1997)

Objetivo de la UEPS:

Propiciar un aprendizaje significativo de los conceptos de energía y su relación con la de energía mecánica, trabajo y el principio de conservación de la energía.

Conocimientos Previos:

Para iniciar el estudio de la energía, los estudiantes deben tener dominio conceptual de los siguientes temas:

Unidades de medición y notación científica.

Magnitudes escalares y vectoriales.

Magnitudes tales como: masa, tiempo, velocidad, rapidez, desplazamiento.

Concepto General:

Energía

Red conceptual

- Sistemas
- Fuerzas
- Relación entre estado de un sistema y el concepto de energía
- Manifestaciones parciales de energía: energía cinética, energía potencial gravitacional y elástica, energía potencial eléctrica, energía mecánica, energía interna etc.
- Interacciones que producen variaciones de la energía: trabajo, calor y radiación.
- Conservación de la energía.
- Transformación de la energía.
- Transferencia de energía
- Degradación de la energía.

5.2.2. Secuencia para la aplicación de la UEPS

Situación inicial: reconocimiento de subsunsores

a) Con el ánimo de proponer situaciones de enseñanza que permitan evidenciar los conocimientos previos de los estudiantes, se inicia con una pregunta introductoria sobre el tema de energía, y se realizan otras preguntas relacionadas con este concepto, las cuales serán respondidas individualmente, sin acudir a fuentes de consulta; finalmente se socializan las respuestas y se realiza una discusión a partir de éstas.

b) Posteriormente se aplica un test (VER ANEXO 1), con diferentes esquemas de respuesta: selección múltiple con única respuesta, respuesta abierta con justificación, respuesta cerrada con justificación, el cual permitirá develar algunos conceptos subsunsores, o cogniciones ya existentes en la estructura cognitiva del estudiante sobre el concepto de energía y su relación con otros conceptos tales como: energía mecánica, trabajo, calor y temperatura. Además, el test servirá como uno de los referentes para evaluar parte de los resultados obtenidos con la aplicación de la UEPS.

c) Finalmente se realizará una presentación en forma de mapa conceptual, que partirá de lo general a lo específico, esto con el fin de preparar las dos etapas siguientes: la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora. La manera como se presente el mapa partirá de la información recolectada de la prueba diagnóstica, con lo cual se tendrá en cuenta las ideas previas de los estudiantes.

Las actividades antes mencionadas tendrán una duración de tres horas de clase.

Organizadores previos

Se consideran dos tipos de organizadores previos, ambos encaminados al cumplimiento de dos objetivos: por un lado, crear un puente entre los saberes previos y los nuevos conocimientos que deben integrarse a la estructura cognitiva; por otro lado generar un estado de desequilibrio que motive al estudiante a integrar las nuevas ideas.

- **Primer organizador previo.**

Para propiciar el paso de lo general a lo particular se presentó el video “La historia de las fuentes de energía” disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=hJMrQ-9twr8&feature=related>. Posteriormente se genera una discusión en grupo bajo la mediación del profesor, sobre los conceptos tratados en el video, sin necesidad de llegar a una respuesta final.

- **Segundo organizador previo**

En aras de generar una estrategia potencialmente facilitadora de un aprendizaje significativo, se conformarán grupos de cuatro estudiantes y se realizarán los experimentos propuestos. (VER ANEXO 2)

El tiempo estimado para esta actividad es de dos horas.

Nueva situación problema:

Para dar continuidad al paso de lo general a lo particular y garantizar que los estudiantes puedan formular algunos postulados sobre el concepto de energía y los conceptos relacionados, se conformarán grupos de cuatro estudiantes y se realizaran las siguientes actividades:

a) Se distribuye una copia del artículo ¿QUÉ ES CIENCIA? Richard P. Feynman, (aparte relacionado con el concepto de energía) (VER ANEXO 3) y se asignan preguntas orientadoras, las cuales serán respondidas en grupos de cuatro participantes; luego se hace una puesta en común, bajo la mediación del profesor, con la intención de escuchar la opinión de cada grupo y estimular la curiosidad sobre el tema, sin necesidad de llegar a una respuesta final. Al terminar la discusión, cada grupo realiza una actividad colaborativa que consiste en un mapa conceptual. El producto de esa actividad será entregado al profesor y servirá de evaluación cualitativa. Después de la corrección, el mapa conceptual se devuelve a los estudiantes, permitiendo que lo rehagan atendiendo a los comentarios.

b) A partir del trabajo realizado por los estudiantes, el profesor da inicio al proceso de conceptualización, por medio de una revisión de lo que se ha visto hasta el momento sobre el concepto de energía, transferencias y transformaciones, abriendo espacio para preguntas de los estudiantes. Al final de la introducción de los nuevos contenidos, se cuestiona a los alumnos sobre la validez de las proposiciones enunciadas por ellos como respuesta o conclusiones de las actividades anteriores y su visión sobre hasta qué punto estas proposiciones son legitimadas por la Física.

c) Como estrategia de seguimiento se deja una lectura y un cuestionario en la plataforma Moodle http://maescentics.medellin.unal.edu.co/~adzapatao/moodle/ (VER ANEXO 4) sobre los conceptos de sistema, energía, fuentes de energía, transferencia y transformación. El trabajo en plataforma permite que los estudiantes puedan compartir sus apreciaciones, dudas u observaciones con otros compañeros o con el docente, a través de recursos tales como foro o diálogo. A los estudiantes que presenten bajo desempeño en el trabajo propuesto en la plataforma se les asigna talleres de apoyo sobre el tema, cuya solución será orientada por el profesor.

El desarrollo de esta etapa ocupará tres horas de clases.

Presentación del tema de enseñanza: energía

Presentación del tema de energía, en forma de mapa conceptual, que parte de lo general a lo específico; éste lo elabora docente, a partir de las construcciones hechas por los estudiantes (VER ANEXO 5), el cual tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Diferenciación progresiva: Se abordan los siguientes conceptos: Sistemas, componentes del sistema, cambios en el sistema, transformaciones y transferencia

de energía asociadas a los cambios del sistema o a interacciones con otros sistemas, manifestaciones parciales de energía.

- Reconciliación integradora: Se aborda la manera como los conceptos anteriores se relacionan con: trabajo, calor, temperatura, conservación, transferencia, transformación, degradación y acumulación.
- Finalmente, se aborda la etapa de consolidación. En ella, se retroalimentan la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora, para lo cual:

a) Se analiza la relación fricción, trabajo, calor.

b) Se observan y discuten cambios de temperatura de los cuerpos que se mueven sobre superficies rugosas.

c) Se discute la relación trabajo, calor, degradación.

d) Se establece la relación entre flujo de calor y diferencia de temperatura (discutir el experimento de las manos en agua fría y caliente).

e) Se aborda el concepto de entropía y desorden.

Al final, se suministra una lista de problemas (con preguntas abiertas) como tarea que deberán presentar resueltos en la clase siguiente. Posteriormente se discuten en la clase algunas respuestas propuestas y se presenta una propuesta de resolución colectiva para cada pregunta.

Las actividades planeadas tendrán una duración de dos horas de clase.

Estructuración de conceptos

Se analiza la relación entre la energía y el ambiente, el uso racional de la energía, fuentes de energía, fuentes alternativas de energía y la energía como recurso natural, así mismo se discute sobre la generación de energía o utilización de energía a partir de sistemas: térmico, hídricos, eólicos, termonucleares. Para esto se plantea una situación problema (VER ANEXO 6) y se asignan preguntas orientadoras, a las cuales se dará respuesta en grupos de cuatro estudiantes. Al final se hace una puesta en común, bajo la mediación del profesor. Tanto las respuestas dadas en los grupos a los interrogantes, como la participación en la discusión, hacen parte de la evaluación.

Las actividades propuestas están programadas para 2 horas de clase.

Actividad final integradora

Se entrega una guía de experimentos sobre energía cinética y potencial, calor y temperatura, trabajo y manifestaciones y transformaciones de energía (VER ANEXO 7), la cual es desarrollada en grupos de cuatro estudiantes y entregada al finalizar la clase. Los resultados y conclusiones obtenidos en los experimentos se discuten en clase bajo la mediación del profesor.

Los estudiantes encontrarán en la plataforma Moodle una actividad con ejercicios y problemas rutinarios (VER ANEXO 8), la cual hace parte del trabajo autónomo y deberá ser entregada resuelta al docente; para los estudiantes que presentan dificultades en la solución de la actividad, se proponen ejercicios y problemas adicionales, que serán resueltos con el apoyo de aquellos estudiantes que han mostrado mayor avance en la adquisición de los conceptos.

En la clase final integradora, se busca retomar todo el contenido de la UEPS, recordar todos los conceptos trabajados en las clases anteriores, destacar la relación de la idea central con cada uno de los conceptos abordados y con otros conceptos ya estudiados por los estudiantes, dando relevancia a la manera supraordenada en la que se ha presentado el tema. Destacar las dificultades del estudio y de la investigación del tema, la importancia de este conocimiento para la comprensión de conceptos como entropía, o crisis energética y su relación con el uso de diferentes formas de energía; considerar los avances del área de conocimiento y las limitaciones de las explicaciones aún hoy existentes.
El tiempo estimado para la actividad es de 4 horas

Evaluación de los aprendizajes

Durante la implementación de la UEPS, el profesor debe registrar evidencias de aprendizaje significativo, el cual se hace manifiesto mediante la adquisición y dominio de niveles representacionales que los estudiantes, individualmente, no utilizaban dentro de este campo conceptual. Además, estas representaciones deben ser articuladas y utilizadas para resolver situaciones problema sobre el tema. Los aspectos conceptuales a tener en cuenta son:

a) Comprensión del significado del concepto de sistema, componentes del sistema, cambios en el sistema, transformaciones y transferencia de energía asociadas a los cambios del sistema o a interacciones con otros sistemas, manifestaciones parciales de energía.

b) Capacidad para explicar cómo los conceptos anteriores se relacionan con los conceptos de trabajo, calor, temperatura, conservación, transferencia, transformación, degradación y acumulación.

c) Capacidad para establecer relaciones entre los conceptos de fricción, trabajo, calor, entropía y desorden.

d) Apropiación y comprensión de los conceptos de conservación, transformación, transferencia y degradación de la energía.

e) Comprensión del significado de flujo de calor y diferencia de temperatura.

f) Capacidad para establecer relaciones entre los conceptos de energía y ambiente, entendiendo a que se refieren con uso racional de la energía, fuentes de energía, fuentes alternativas de energía y la energía como recurso natural.

Se aplicará además un test sumativo final con una duración aproximada de 55 minutos, para contrastarlo con el test de diagnóstico y medir los alcances obtenidos con la aplicación de la UEPS.

Así mismo, el proceso evaluativo buscará evidencias de las siguientes actitudes en los estudiantes, las cuales están contempladas en los estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales.

• La curiosidad.

• La honestidad en la recolección de datos y su validación.

• La flexibilidad.

• La persistencia.

• La crítica y la apertura mental.

• La disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza provisional, propia de la exploración científica.

• La reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro.

• El deseo y la voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos.

• La disposición para trabajar en equipo.

Evaluación de la UEPS:

Ésta se realiza partir de evidencias de aprendizaje significativo a lo largo del desarrollo de las actividades propuestas, así como de la evaluación de la UEPS realizada por los alumnos.

Total horas de clase: 18 horas

6. Análisis de resultados

"Que el maestro pregunte al discípulo no sólo las palabras de la lección, sino el sentido y la sustancia; y que juzgue del provecho que ha logrado, no por lo que el alumno tenga en la memoria, sino por su conducta. Que haga que el niño explique lo aprendido de cien maneras diferentes y acomodándolo a cien casos distintos, para que pueda verse si recibió bien la enseñanza y la hizo suya, juzgando sus progresos según el método pedagógico de Sócrates. Es signo de crudeza e indigestión arrojar la carne tal como uno se la comió; el estómago no hizo su trabajo si no transforma la sustancia y la forma de lo que recibió para alimentarse."

Michel de Montaigne, Dos ensayos sobre la educación

Análisis e interpretación de los instrumentos utilizados para el proceso evaluativo.

Como ya se había mencionado, para el análisis de resultados consideraron:

- Las respuestas dadas por todos los estudiantes en el cuestionario inicial.
- El análisis a las respuestas y argumentaciones de tres actividades específicas: cuestionario final, situación problema 1 basada en lectura ¿Qué es la ciencia? y situación problema 2 relacionada con generación de energía.
- Los resultados de los estudiantes en cada una de las actividades propuestas en el desarrollo de la UEPS, las cuales hacen parte del proceso evaluativo institucional: elaboración de mapas conceptuales, creación de textos, pruebas escritas, actividades experimentales, etc.

6.1. Cuestionario inicial

El cuestionario inicial (VER ANEXO 1) permitió reconocer ideas ya existentes en la estructura cognitiva del estudiante sobre el concepto de energía y su relación con otros conceptos tales como: energía mecánica, trabajo, calor y temperatura. Los resultados del cuestionario en relación con diferentes conceptos posteriormente desarrollados en la UEPS se tomaron con base en las respuestas dadas por los estudiantes. El porcentaje que se asocia a cada categoría corresponde al de estudiantes cuyas respuestas podrían considerarse como respuestas que posibilitan relacionar el nuevo conocimiento con las ideas previas en la estructura cognitiva.

Ítem	%
Entiende el concepto de energía.	24,0
Describe algunas manifestaciones de energía.	69,0
Describe algunas fuentes de energía.	28,6
Ilustra mediante ejemplos procesos de transformación de la energía.	45,2
Ilustra mediante ejemplos procesos de transferencia de la energía.	21,1
Comprende el principio de conservación de la energía.	19,1
Establece una relación entre los conceptos de energía y crisis energética.	23,8
Establece una relación entre manifestaciones de la energía y recursos renovables y no renovables.	19,1
Explica e ilustra los conceptos de calor y trabajo entendiéndolos como procesos de transferencia de energía.	14,3
Asocia la energía potencial gravitatoria a la posición de un objeto sobre la Tierra y la atribuye a la interacción entre el objeto y la Tierra.	9,5

Tabla 2: Resultados prueba diagnóstica

Los resultados iniciales evidencian que, excepto en los temas relacionados con manifestaciones y transformaciones de energía, donde el porcentaje de estudiantes que tienen ideas previas que permitan el aprendizaje significativo es 69% y 45%, respectivamente, los estudiantes tienen un bajo nivel de acercamiento con los conceptos a abordar.

La mayor parte de los estudiantes describe dentro de las manifestaciones de energía la energía eléctrica, solar y eólica.

Para los ejemplos de transformaciones de energía la mayoría de estudiantes ejemplificaban con procesos donde la energía solar, eólica o nuclear se transforma en energía eléctrica. Algunos pocos hacían referencia a la obtención de energía eléctrica a partir del agua, pero en general, sin mencionar el proceso de una presa.

De los resultados obtenidos y las discusiones posteriores se destacan las siguientes observaciones:

- Se define la energía como la capacidad para realizar una acción o como “algo” que resulta después de aplicar trabajo. Se relaciona el concepto de energía con el de fuerza.
- El concepto de energía está directamente asociada al movimiento o al de energía eléctrica.

- Se identifican solamente manifestaciones de la energía a partir del concepto de energía eléctrica, haciendo énfasis en las fuentes de energía con las cuales se puede generar ésta.
- El calor es considerado una forma de energía.
- Consideran que la energía se puede transformar y transferir, pero no logran explicar cómo. Así mismo, la gran mayoría de los estudiantes encuestados consideran que transformar y transferir energía es lo mismo.
- No se establece una relación entre el concepto de energía y crisis energética.
- No se establece relación entre el concepto de energía y los recursos renovables y los no renovables.
- El calor es considerado como algo propio de los cuerpos que se encuentran a altas temperaturas.
- El trabajo es entendido como una acción o una fuerza.
  "Acción que se realiza sobre un cuerpo y donde intervienen fuerzas"
- No se establece una relación entre el concepto de energía y el de sistema, la gran mayoría no logran dar ejemplos de sistemas.
- La temperatura está asociada a la composición química de la materia.
- Consideran que el flujo de calor depende de la masa de las sustancias puestas en contacto.
- Se presenta una gran resistencia a responder aquellas preguntas que deben ser justificadas

Algunas respuestas de los estudiantes que ejemplifican las descripciones anteriores se presentan a continuación:

E_{10}: "Trabajo es la potencia que tiene un cuerpo para hacer una actividad".

E_{25}: "Trabajo es la fuerza ejercida por un cuerpo".

E_{03} "Energía es lo que hace funcionar las cosas eléctricas".

E_{15} "Energía es lo que genera un movimiento, o es cuando un cuerpo se encuentra en acción".

E_{03} "Se puede producir energía con el sol el agua y el viento".

E_{27} "De la ecuación $E=mc^2$ se puede crear energía a partir de una masa".

E_{32}: "Es una forma de energía al interaccionar un cuerpo con otro".

E_{41}: "Si dos cuerpos, uno con mayor masa que el otro, se dejan en un horno encendido, e inmediatamente se sacan del horno se ponen en contacto, fluye calor del cuerpo de mayor masa al cuerpo de menor masa".

6.2. Análisis e interpretación del cuestionario y las situaciones problema 1 y 2.

Se consideraron las respuestas y argumentaciones dadas por todos los estudiantes en tres actividades específicas: cuestionario, situación problema basada en lectura ¿Qué es la ciencia? de Richard Feynman – situación problema 1 – y situación problema relacionada con generación de energía – situación problema 2 –. En el ANEXO 9 se presentan las tablas que relacionan las respuestas dadas por los estudiantes en cada una de las tres actividades que se consideraron para el análisis de resultados presentado en las tablas 6 a 14.

6.2.1. Conceptos analizados y categorías relacionadas a cada concepto para el cuestionario final, la situación problema 1 y la situación problema 2.

En el análisis de las respuestas a las preguntas del cuestionario general sobre energía, de la situación problema 1 y de la situación problema 2, se eligieron tres temáticas para observar el nivel de conceptualización de la energía y su relación con calor, trabajo y principio de conservación. Tales temáticas fueron: concepto de sistema, principio de conservación de la energía en términos de transformaciones de la energía e interacciones entre sistemas donde se presentaran transferencias de energía, y relación de la energía con situaciones en contextos reales.

Concepto de sistema

Para establecer las categorías del concepto de energía asociada a un sistema se tomó como referente conceptual, el trabajo de Covaleda, Moreira y Caballero[15], donde se define el sistema como un conjunto constituido por elementos, cuerpos, o subsistemas, las relaciones entre los elementos o entre los subsistemas con el ambiente externo, las interacciones, las variables que describen los cambios o transformaciones. A partir de las respuestas de los estudiantes se definieron las siguientes categorías:

Categoría 1: esta categoría se evidencia en respuestas en las cuales el alumno sólo da cuenta de aprendizaje memorístico, asociando sistema a un conjunto de objetos con energía.

Un enunciado que da cuenta de esta Categoría es:

E_{11}: “Un sistema físico podrá ser un salón de clase.” (Cuestionario)

---

[15]Covaleda, R., Moreira, M, Caballero, M. (2005). Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 Nº 1.*

Categoría 2: en este caso, las respuestas permiten evidenciar la comprensión no sólo que el sistema está compuesto por elementos con características similares, sino que además, existen interacciones entre tales elementos. Sin embargo, en algunos casos se presentan confusiones entre manifestaciones, transferencias y transformaciones de energía. Tampoco es claro el concepto de sistema aislado.

Un enunciado que da cuenta de esta Categoría es:
$E_{07:}$ "Todo lo que podemos ver es un sistema físico, por ejemplo el ser humano. Los sistemas físicos interactúan, como un ser humano con un buzo, ahí están interactuando y se intercambia calor. Cuando colocamos a cargar el celular, el cargador y el celular son sistemas y están interactuando intercambian electricidad." (Cuestionario)

Categoría 3: considera aquellas respuestas en las cuales se evidencia el reconocimiento el sistema como un conjunto constituido por elementos, cuerpos, o subsistemas, las relaciones entre los elementos o entre los subsistemas con el ambiente externo, las interacciones, las variables que describen los cambios o transformaciones.

Los siguientes enunciados dan cuenta de esta categoría:

$E_{22:}$ "Encontramos sistemas no aislados porque para que el perrito funcione el niño debe transferirle energía y para que el niño adquiera la energía, necesita la energía de los alimentos y los alimentos adquieren la energía del sol; en este proceso de transferencias y transformaciones de energía lo que permite que el perrito tenga energía y se mueva." (Situación problema basada en lectura de Richard Feynman)

E_{08}: "El agua está contenida en una represa, tiene energía potencial; al dejar correr el agua ésta cae con fuerza y velocidad, tiene energía cinética; al caer hace mover unas turbinas que están conectadas a generadores de electricidad, es decir que la energía cinética se transfiere a las turbinas y se convierte en energía eléctrica." (Situación problema relacionada con generación de energía)

Sistema		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
Todo lo que tiene energía	Conjunto de cosas del universo que tienen energía y se relacionan entre sí.	Conjunto de objetos que pueden o no interactuar y que evidencian manifestaciones, transformaciones y transferencias de energía.

Tabla 3: Categorías del concepto de sistema

Principio de conservación de la energía

Respecto al principio de conservación de energía se tomó como referente conceptual el propuesto por Solbes y Tarin[16]; en este sentido el principio de conservación de la energía establece que: la energía total de un sistema aislado se conserva. Para determinar la energía total es necesario identificar los tipos de energía y cómo contribuyen a la energía total del sistema; cada una de estas contribuciones a la energía total del sistema puede variar con el tiempo transformándose en una de otro tipo pero su suma no cambia, se conserva. Además, en la naturaleza hay procesos irreversibles que si bien no violan el principio de conservación de la energía, muestran una evolución en un solo sentido debido a la degradación de ésta. A partir de las respuestas dadas por los estudiantes se definieron las siguientes categorías:

Categoría 1: esta categoría se evidencia en respuestas en las cuales el alumno sólo da una definición textual "la energía se conserva" pero presenta dificultades para identificar transformaciones en sistemas aislados, transferencias y transformaciones entre sistemas no aislados, así como para identificar y describir procesos reversibles e irreversibles.

Los siguientes enunciados expresan esta categoría:

E_{38}: "La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma." (Cuestionario)

E_{19}: "La energía del agua pasa de estar en reposo para moverse y generar energía." (Situación problema relacionada con generación de energía)

Categoría 2: en este caso, el estudiante explica la conservación de la energía en sistemas mecánicos aislados, identifica procesos de transferencia y transformación entre sistemas pero sin establecer relación con el principio de conservación de la energía. Existen dificultades para explicar procesos de degradación de la energía.

Un enunciado que da cuenta de esta categoría es:

E_{17}"La energía se puede transformar porque puede cambiar de una forma a otra, no se puede crear ni destruir porque se conserva, es absoluta. Se puede transferir por ejemplo cuando prendemos el fogón, el calor del fogón se transfiere a la olla con agua." (Cuestionario)

Categoría 3: En este caso las respuestas del estudiante evidencian la comprensión de que la energía total de un sistema aislado se conserva; que para determinar la energía total es necesario identificar los tipos de energía y cómo contribuyen a la energía total del sistema; cada una de estas contribuciones a la energía total del sistema puede variar con el tiempo transformándose en una de otro tipo pero su suma no cambia, se conserva; que en la naturaleza hay procesos irreversibles que si bien no violan el

[16]Solbes, J., Tarin, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. Revista enseñanza de las ciencias. Vol. 16 N° 3.

principio de conservación de la energía, muestran una evolución en un solo sentido debido a la degradación de ésta.

Los siguientes enunciados expresan esta categoría:

E_{04}: “La energía puede transformarse, pues puede pasar de una manifestación en una fuente de energía a otras formas. No se puede crear ya que ésta solamente está en constante transformación y transferencia. No se puede destruir porque la energía siempre se conserva y cuando hay transformación o transferencia simplemente hay degradación. La energía se puede transferir ya que ésta pasa de un sistema a otro.” (Cuestionario)

E_{42}:”El sol tiene energía solar en forma de luz y calor, esta energía llega a las plantas que al realizar la fotosíntesis recibe la energía solar y la transforma en energía química, las personas al consumir las plantas adquieren la energía química y la transforman en potencial, la persona transforma su energía potencial al mover el perrito, el perrito al tener energía cinética provoca fricción en el suelo y la energía se degrada.” (Situación problema basada en lectura de Richard Feynman)

Principio de conservación de la energía		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
Definición textual: la energía se conserva.	Conservación de la energía en sistemas o procesos limitados. No se consideran fenómenos como la degradación o la entropía.	Principio de conservación tanto en sistemas mecánicos, como en no mecánicos. Se identifica transferencia de energía en forma de trabajo y calor, así como la degradación de energía y la entropía.

Tabla 4: Categorías asociadas al principio de conservación de la energía

Relación entre el concepto de energía y situaciones en contextos reales

En relación con la capacidad de los estudiantes para establecer una relación entre el concepto de energía, el principio de conservación y situaciones en contexto real, ha servido como referente conceptual el planteamiento de Moreira en el sentido de que el estudiante perciba la realidad y la represente. De esta forma se busca evidencia de que el estudiante pueda lidiar de forma constructiva con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a la gran disponibilidad y velocidad de flujo, trabajar con la idea de que el conocimiento es construcción o invención, que el estudiante es un perceptor que decide como representar en su mente el objeto o estado de cosas del mundo y toma esa decisión basado en aquello que su experiencia previa (o sea, percepciones pasadas) le sugiere que irá a funcionar para él. El aprendiz es un perceptor/representador, o sea, percibe el mundo y lo representa. A partir de las respuestas dadas por los estudiantes se definieron las siguientes categorías:

Categoría 1: el alumno no establece relación entre los conceptos de energía, principio de conservación y el contexto real. Limita los conceptos a ecuaciones, sin dar sentido a las mismas. Sólo hay recepción de información, sin percepción ni representación.

Los siguientes enunciados expresan esta categoría:

E_{38}: "Debemos utilizar fuentes de energía renovables para así reciclarlas y tratar de no malgastarlas." (Situación problema relacionada con generación de energía)
E_{11}: "La energía será muy escaza debido a la escasez de recursos naturales." (Situación problema relacionada con generación de energía)

Categoría 2: en este caso, el estudiante relaciona los conceptos con situaciones en contextos reales, pero sin asumir una actitud crítica. Hay percepción, pero no representación.

Un enunciado que da cuenta de esta categoría es:

E_{33}: "Existe relación entre algunos tipos de energía y recursos renovables. El sol, el viento y las mareas son fuentes de energía para el ser humano. Existe relación entre los recursos no renovables y las fuentes de energía; recursos no renovables son: el petróleo y el carbón y estas son fuentes de energía." (Cuestionario)

Categoría 3: el estudiante relaciona los conceptos con situaciones en contextos reales, asumiendo una actitud crítica y propositiva. Evidencia percepción y representación de la realidad a partir del nuevo conocimiento.

Un enunciado que da cuenta de esta categoría es:

E_{12} "El planeta constantemente es contaminado por los métodos de obtención de energía eléctrica; por los residuos de las plantas nucleares, por la emisión de contaminantes debido a la quema de carbón y gas y por el grave impacto medioambiental de las plantas hidroeléctricas." (Situación problema relacionada con generación de energía)

E_{24}: "Los seres vivos recibimos energía de otros sistemas. Por ejemplo los humanos, recibimos energía de las plantas (química) y la almacenamos (potencia). Las plantas también la reciben del Sol y demás la transfieren a los humanos" (situación problema basada en la lectura ¿Qué es la ciencia?)

E_{08}: "La Tierra está llegando al punto máximo, tener este estilo de vida nos enfermará, debido a la escasez de recursos como el agua, el petróleo, el gas natural, porque debido a utilización de los recursos naturales existentes, el agua que quedaría en el planeta para el consumo no sería apta, el petróleo contamina mucho, pero se vuelve muy escaso y su precio aumentará, será casi imposible de adquirir, y lo mismo pasará con el gas y así se tendrá una crisis". (Situación problema relacionada con generación de energía)

Relación del concepto de energía con el contexto real		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
No establece relación entre los conceptos y el contexto real. Limita el concepto a una ecuación sin dar sentido a la misma. Sólo hay recepción de información, sin percepción ni representación.	Relaciona el concepto con situaciones en contextos reales, pero sin asumir una actitud crítica. Hay percepción, pero no representación.	Relaciona el concepto con hechos de contextos reales, asumiendo una actitud crítica y propositiva. Evidencia percepción y representación de la realidad a partir del nuevo conocimiento.

Tabla 5: Categorías asociadas a la relación del concepto de energía con el contexto real

6.2.2. Análisis de los resultados

El análisis de resultados se realizó a partir de las respuestas dadas por los estudiantes en las tres actividades seleccionadas. La siguiente es la distribución de preguntas en relación con: concepto de sistema, el principio de conservación y la relación de estos conceptos con situaciones en contexto real**.**

Concepto de sistema

Respecto al cuestionario (VER ANEXO 1), las preguntas 1, 10 y 11 de la sección de preguntas abiertas, y 8 y 9 de la sección de selección múltiple, están relacionadas con situaciones que involucran el concepto de energía como una característica propia de un sistema físico, y la interacción entre sistemas. Las preguntas 9 y 12 de la sección de preguntas abiertas, y 3 y 4 de selección múltiple, plantean situaciones referentes a sistemas que interactúan y procesos de transferencia de energía entre dichos sistemas.

Con relación a la situación problema basada en la lectura de R. Feynman (VER ANEXO 3), la pregunta 1 pretende que los estudiantes identifiquen diferentes tipos de sistemas que interactúan. La pregunta 7 involucra el concepto de energía como una característica propia de un sistema físico.

En la situación problema relacionada con generación de energía (VER ANEXO 6), las preguntas 1 a 8 plantean situaciones referentes a manifestaciones y transformaciones de energía las cuales están relacionadas al principio de conservación de la energía y a procesos de transferencia de energía entre sistemas[17].

[17] Las respuestas a estas preguntas sirvieron para identificar la interpretación del concepto de sistema y del principio de conservación de energía cuando hay transferencias o transformaciones de energía entre dos o más sistemas que interactúan.

A continuación se presentan las tablas donde se recoge la información referente a los resultados de las respuestas de los estudiantes en las tres actividades consideradas en relación con el concepto de sistema.

Sistema (C[18])		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
19,05%	33,33%	47,62%

Tabla 6: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el concepto de sistema en el cuestionario

Sistema (SP 1[19])		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
9,52%	28,57%	61,91%

Tabla 7: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el concepto de sistema en la situación problema 1

Sistema (SP 2[20])		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
16,67%	26,19%	57,14%

Tabla 8: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el concepto de sistema en la situación problema 2

Los resultados que se muestran en las tablas 6, 7 y 8, evidencian que muy pocos estudiantes desvinculan el concepto de energía del de sistema o realizan una interpretación literal de tal concepto.

En el caso del cuestionario los estudiantes que aparecen en la categoría 1 representan el 19,05%, en la situación problema 1, basada en la lectura ¿Qué es la ciencia?, tal porcentaje es de 9,52%, mientras que en la situación problema 2, cuyo tema es la generación de energía, este porcentaje es de 16,67%.

Las diferencias porcentuales en esta categoría pueden obedecer al hecho de que las preguntas relacionadas al concepto de sistema en las situaciones problema tenían que ver con hechos concretos y familiares para la mayoría de los estudiantes, en tanto que las preguntas del cuestionario tenían un mayor grado de generalidad, y para su respuesta se necesitaba una mayor capacidad de redacción, la cual es muy limitada en este grupo de estudiantes.

Los mismos resultados muestran que poco más de la cuarta parte, pero menos de la tercera parte ha alcanzado un nivel intermedio en la comprensión del concepto de

[18] "C" hace referencia a "cuestionario".
[19] "SP1" hace referencia a "situación problema 1" basada en la lectura ¿Qué es la ciencia?
[20] "SP2" hace referencia a "situación problema 2" relacionada con generación de energía.

sistema, hecho que se refleja en los porcentajes correspondientes a la categoría 2 en las mismas tablas. Aunque estos estudiantes aún presentan dificultades para realizar una descripción completa del concepto de sistema en términos de manifestaciones, transformaciones y transferencias de energía, la identificación de tales términos en situaciones concretas es bastante cercana a la del nivel óptimo.

Finalmente, es de resaltar que en las dos situaciones problema, más de la mitad de los alumnos alcanzan un nivel de conceptualización bastante alto del concepto de sistema, mientras que en el cuestionario, si bien la proporción es menor, se cerca a la mitad del grupo.

Principio de conservación de la energía

En el cuestionario, las preguntas 2, 3, 4, 7, y 8, de la sección de preguntas abiertas, y 1, 2, 10, 5 y 6, de la sección de selección múltiple, plantean situaciones en las cuales se presentan transferencias, manifestaciones y transformaciones de energía, con el objetivo de que el estudiante describa tales procesos a la luz del principio de conservación de la energía.

Con relación a la situación problema basada en la lectura de R. Feynman (VER ANEXO 3), la pregunta 1 pretende que los estudiantes identifiquen diferentes tipos de sistemas que interactúan. La pregunta 7 involucra el concepto de energía como una característica propia de un sistema físico. Las preguntas 2, 3, 4, 5 y 6 plantean situaciones en las cuales se presentan transferencias, manifestaciones y transformaciones de energía, con el objetivo de que el estudiante describa tales procesos a la luz del principio de conservación de la energía.

Como ya se ha mencionado, para el análisis de resultados respecto a la comprensión del principio de conservación de energía en la situación problema 2, se tomaron las respuestas a las preguntas 1 a 8 relacionadas con manifestaciones y transformaciones de energía.

Los resultados se muestran en las tablas 9 a 11

Principio de conservación de la energía (C)		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
23,81%	42,86%	33,33%

Tabla 9: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el principio de conservación de la energía en el cuestionario

Principio de conservación de la energía (SP1)		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
16,67%	21,43%	61,91%

Tabla 10: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el principio de conservación de la energía en la situación problema 1

Principio de conservación de la energía (SP 2)		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
19,05%	23,81	57,14%

Tabla 11: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas relacionadas con el principio de conservación de la energía en la situación problema 2

Al observar los resultados consignados en las tablas 9, 10 y 11, en relación con el principio de conservación de la energía, para la categoría 1, los resultados son bastante similares a los obtenidos para el concepto de sistema en la misma categoría.

En este caso, el problema que con mayor frecuencia se presenta es la limitación del principio de conservación de energía a procesos donde hay transformaciones asociadas a movimiento y reposo, pero sin tener en cuenta fenómenos donde aparecen el calor, la fricción o el trabajo. La mayor parte de los estudiantes que se ubican en esta categoría sólo ha memorizado la frase “la energía no se crea ni se destruye, se transforma” pero tienen dificultades para identificar la conservación en diferentes contextos o para argumentar por qué en un proceso en el que se presentan transferencias o transformaciones puede cumplirse este principio.

Mientras que en el cuestionario el 42,86% de los estudiantes se ubican en la segunda categoría, es decir que tienen un nivel intermedio de conceptualización respecto al principio de conservación de la energía y su relación con la interacción entre sistemas, este porcentaje es casi la mitad en las situaciones problema, donde los porcentajes asociados a esta categoría son de 21,43% para la basada en la lectura ¿Qué es la ciencia? Y 23,81% para la basada en procesos de generación de energía.

La evidencia de tales resultados está en consonancia con lo ya expresado de que para los estudiantes es más fácil argumentar cuando se presentan situaciones asociadas a contextos con los cuales se encuentran familiarizados, hecho que también se refleja en los altos porcentajes de estudiantes ubicados en la categoría 3 para las dos situaciones problema, pero en un porcentaje mucho menor para el cuestionario.

Relación entre el concepto de energía y situaciones en contextos reales

Las preguntas abiertas 5 y 6 del cuestionario establecen relación entre el concepto de sistema, el principio de conservación de la energía y situaciones en contextos reales relacionadas con problemáticas de carácter social o ambiental.

En la situación problema 1, las preguntas 8 y 9 pretenden que los estudiantes describan en sus propios términos procesos energéticos propios de los seres vivos y propongan situaciones que relacionen los conceptos abordados con situaciones en contextos reales.

En el caso de la situación problema 2, las preguntas 9 a 14 pretenden que el estudiante asuma una actitud propositiva frente a problemas o interrogantes relacionados con el contexto real.

Relación del concepto de energía con el contexto real (C)		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
16,67%	35,71%	47,62%

Tabla 12: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que relacionan el concepto de energía con el contexto real en el cuestionario

Relación del concepto de energía con el contexto real (SP 1)		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
11,94%	14,2 8%	73,81%

Tabla 13: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que relacionan el concepto de energía con el contexto real en la situación problema 1

Relación del concepto de energía con el contexto real (SP 2)		
Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**
9,52%	28,57%	61,91%

Tabla 14: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que relacionan el concepto de energía con el contexto real en la situación problema 2

Respecto a la relación del concepto de energía con el contexto real, la tabla 12 muestra que las preguntas abiertas generan un alto grado de dificultad para los estudiantes, hecho que sumado a las ya mencionadas falencias en la elaboración de textos permiten observar un bajo nivel de conceptualización de la energía en relación con contextos reales en contraste con lo que sucede en las situaciones problemas donde si bien, las preguntas también son abiertas, el hecho de que el cuestionario se encuentre enmarcado en contextos delimitados facilita los análisis por parte de los estudiantes como se evidencia en las tablas 13 y 14 donde en la categoría 3 los porcentajes respectivos son 73,81% y 61,91%.

6.3. Consideraciones generales sobre los resultados de las actividades desarrolladas en la aplicación de la UEPS.

A continuación se presenta una descripción cualitativa de cada una de las actividades desarrolladas en la implementación de la UEPS. Tal información complementa el análisis de resultados descrito en la sección anterior y arroja evidencia sobre los resultados obtenidos en el seguimiento realizado a los estudiantes, el cual está compuesta por el proceso evaluativo de la asignatura de física en la institución educativa Lola González, en cada una de las actividades que se aplicaron en el desarrollo de la UEPS. Esta descripción es la explicación y análisis de los resultados que se recogen en las tablas 15, 16 y 17, y se complementan con la evaluación de la UEPS realizada por los estudiantes, y cuyos resultados se consignan en la tabla 18.

6.3.1. Organización de la información.

Para el análisis de la información, las actividades se relacionaron con los temas abordados y en cada actividad de seguimiento se realizó el respectivo registro, según

las disposiciones dentro del sistema evaluativo institucional. La revisión de las actividades y sus correspondientes registros permitieron discriminar el grado de conceptualización de cada uno de los temas.

La siguiente tabla presenta la relación entre indicadores asociados a cada uno de los conceptos y actividades desarrolladas

Indicador	Actividad
Reconoce la energía como una propiedad de todos los sistemas.	Vídeo, lectura ¿Qué es la ciencia?; discusión plenaria y construcción de textos referentes a la lectura, trabajo independiente.
Reconoce el calor como una forma de transferencia de energía.	Video; actividad experimental, discusión plenaria; informe de las actividades experimentales; mapa conceptual; clase magistral; lectura “La energía y sus transformaciones”; trabajo independiente.
Reconoce la energía cinética como la asociada al movimiento y asocia la energía potencial gravitatoria a la posición de un objeto sobre la Tierra y la atribuye a la interacción entre el objeto y la Tierra.	Video, actividad experimental, discusión plenaria, informe de la actividad experimental, mapa conceptual, clase magistral, trabajo independiente.
Explica las consecuencias ambientales de la producción y consumo de la energía.	Video, situación problema sobre generación de energía; discusión plenaria; clase magistral; cuestionario; pruebas escritas; trabajo independiente.
Reconoce que la energía total de un sistema se conserva.	Situación problema relacionada con la lectura ¿Qué es la ciencia?; situación problema sobre generación de energía; actividad experimental sobre energía cinética y energía potencial; mapa conceptual; cuestionario; pruebas escritas; trabajo independiente; lectura “La energía y sus transformaciones”.
Hace uso del principio de conservación de la energía en la interpretación de fenómenos sociales como crisis energética y utilización de recursos naturales renovables y no renovables.	Situación problema sobre generación de energía; discusión plenaria; clase magistral; cuestionario; pruebas escritas; mapa conceptual, trabajo independiente; lectura “La energía y sus transformaciones”.
Reconoce la relación entre la degradación de la energía y la transformación de la energía mecánica en trabajo o calor.	Actividad experimental, discusión plenaria, informe sobre actividad experimental, clase magistral, mapa conceptual, trabajo independiente; lectura “La energía y sus transformaciones”.
Establece las limitaciones de la conservación de la energía mecánica.	Actividad experimental; discusión plenaria; informe sobre actividad

	experimental; clase magistral; mapa conceptual; lectura “La energía y sus transformaciones”; trabajo independiente.

Tabla 15: Indicadores asociados a cada uno de los conceptos y las actividades desarrolladas en la UEPS

6.3.2 Resultados y observaciones

Resultados

En el siguiente cuadro se muestran los resultados comparativos de los avances obtenidos por los estudiantes en relación al dominio conceptual del tema de energía, tomando como referencia el cuestionario inicial y final. El porcentaje de la última columna corresponde al porcentaje de estudiantes en cuyas respuestas se evidencia la capacidad de responder las preguntas de selección múltiple en forma correcta, o de argumentar en forma no literal y no arbitraria las preguntas abiertas. Así mismo, las categorías y referentes conceptuales expuestos en la sección 6.2.1, han sido considerados para el análisis de las respuestas.

Ítem	Primer momento %	Segundo momento %
Entiende el concepto de energía.	24,0	78,6
Describe algunas manifestaciones de energía.	69,0	90,5
Describe algunas fuentes de energía.	28,6	71,5
Ilustra mediante ejemplos procesos de transformación de la energía.	45,2	81,0
Ilustra mediante ejemplos procesos de transferencia de la energía.	21,1	76,2
Comprende el principio de conservación de la energía.	19,1	81,0
Establece una relación entre los conceptos de energía y crisis energética.	23,8	83,3
Establece una relación entre manifestaciones de la energía y recursos renovables y no renovables.	19,1	71,4
Explica e ilustra los conceptos de calor y trabajo entendiéndolos como procesos de transferencia de energía.	14,3	66,7
Asocia la energía potencial gravitatoria a la posición de un objeto sobre la Tierra y la atribuye a la interacción entre el objeto y la Tierra.	9,5	64,3

Tabla 16: Distribución porcentual de las respuestas dadas por los estudiantes a los cuestionarios inicial y final

La tabla 17 muestra los resultados obtenidos por los estudiantes, al final de la aplicación de la UEPS, respecto al desempeño en los temas abordados en la misma y con base, tanto en el análisis de desempeño en las actividades, como en el registro evaluativo institucional.

Ítem	%
Reconocen la energía como una propiedad de todos los sistemas.	83,3
Reconocen el calor como una forma de transferencia de energía.	71,4
Reconocen la energía cinética como la asociada al movimiento y asocia la energía potencial gravitatoria a la posición de un objeto sobre la Tierra y la atribuye a la interacción entre el objeto y la Tierra.	73,8
Explican las consecuencias ambientales de la producción y consumo de la energía.	78,6
Reconocen que la energía total de un sistema se conserva.	83,3
Hacen uso del principio de conservación de la energía en la interpretación de fenómenos sociales como crisis energética y utilización de recursos naturales renovables y no renovables.	85,7
Reconocen la relación entre la degradación de la energía y la transformación de la energía mecánica en calor.	69,0
Establecen las limitaciones de la conservación de la energía mecánica	76,1

Tabla 17: Porcentaje de desempeño de los estudiantes en cada uno de los conceptos abordados

Finalmente, se presenta la tabla 18, la cual resume los resultados de la evaluación de la UEPS realizada por los estudiantes una vez finalizada su aplicación.

Indicador	Siempre %	Algunas veces %	Nunca %
La forma de abordar los conceptos relacionados con el tema de energía durante el desarrollo de las clases ha sido de su agrado.	**76,92**	**20,51**	**2,57**
Los problemas y actividades de aprendizaje utilizados en el desarrollo de la clase le han parecido conceptualmente enriquecedores.	**87,18**	**12,82**	**0**
El trabajo en equipo y la interacción en el aula han favorecido el proceso de aprendizaje.	**53,85**	**43,58**	**2,57**
Comprende los contenidos trabajados en el aula y utilizas estos conocimientos para explicar fenómenos de su cotidianidad.	**53,84**	**41,03**	**5,13**
Las actividades experimentales desarrolladas han favorecido la comprensión de los conceptos físicos abordados en clase.	**71,79**	**28,21**	**0**

Tabla 18: Resultados de la evaluación de la UEPS realizada por los estudiantes

Observaciones

Organizadores previos.

El punto de partida del aprendizaje, no cabe la menor duda, son los saberes previos de los alumnos. El conocimiento previo según Ausubel es la variable más relevante para el aprendizaje significativo, bien porque se pretenda indagar hasta qué punto los

conocimientos previos permitirán una adecuada forma de relación del nuevo conocimiento en forma sustancial con la estructura cognitiva ya presente, bien porque se pretenda conocer si gran parte de aquello que el docente supone nuevo conocimiento ya hace parte de la estructura cognitiva, o porque parte de las ideas previas pueden estar en contraposición con el saber científico, o aún más, porque los estudiantes necesiten de puentes (organizadores previos) antes de abordar el nuevo conocimiento. En el presente caso, la aplicación del cuestionario diagnóstico permitió evidenciar la necesidad de incluir organizadores previos, dado que un número significativo de alumnos no poseía las ideas previas que sirvieran de anclaje, sumado al hecho de que algunos de los saberes previos relacionados con el concepto de energía estaban basados en conocimientos de tipo seudocientífico u obedecían a consideraciones cotidianas en muchos de los casos contrapuestas al conocimiento científico.

Se utilizaron dos actividades como organizadores previos:

- **Video**

Para propiciar el paso de lo general a lo particular se hizo uso del video disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=hJMrQ-9twr8&feature=related>. La discusión posterior que se generó en grupo bajo la mediación del profesor, permitió evidenciar los siguientes aspectos:

- Para la gran mayoría de los estudiantes es muy importante recordar fechas o nombres de personajes citados en el video, al iniciar la puesta en común, estas son las primeras ideas en ser expuestas.
- Se evidencia que para la mayoría de los estudiantes ya es clara la diferencia entre fuentes de energía y formas de energía, logrando establecer una relación entre unas y otras.
- Reconocen que el concepto de energía y otros relacionados, han evolucionado a través de la historia, dando respuesta a las necesidades del momento histórico.
- Reconocen la energía como “algo” propio de todos los cuerpos, no necesariamente de los cuerpos que están en movimiento o que tienen vida.
- Dan gran importancia a la relación entre el descubrimiento, por parte del hombre, de fuentes y formas de energía de las cuales podía hacer uso y los avances tecnológicos asociados a la utilización de la energía.
- Identifican procesos de transferencia de energía entre cuerpos, concluyendo que, cuando interactúan varios cuerpos, se dan procesos de transferencia y de transformación de la energía.
- Dan gran importancia a la relación entre fuentes de energía y recursos naturales renovables y no renovables.
- Se da un primer acercamiento y establecen una diferencia entre energía potencial gravitacional y energía cinética.
- Comprenden el concepto de principio de conservación de la energía, logrando en algunos casos dar ejemplos de fenómenos donde se conserva la energía.

- **Experimentos**

Etapa inicial (VER ANEXO 2): con ellos se buscó identificar la capacidad de los estudiantes para interpretar, analizar, explicar y argumentar fenómenos observados:

- A partir de las respuestas dadas por los estudiantes a los interrogantes planteados, se puede concluir que tanto el video como los experimentos les permitieron visualizar la relación entre conceptos tales como energía cinética y energía potencial gravitacional y conservación de la energía.
- Interpretan la caída de los cuerpos a partir de conceptos sobre caída libre y definen, a partir de múltiples observaciones, que masa y energía potencial gravitacional son magnitudes directamente proporcionales.
- A partir de las observaciones realizadas establecen que, a mayor altura, mayor energía potencial gravitacional y por lo tanto, mayor velocidad alcanza el cuerpo.
- Reconocen la relación entre masa y transferencia de energía
- Entienden la recolección de información sugerida en los experimentos como un proceso similar al seguido por los científicos en los procesos de experimentación que les permite plantear hipótesis.
- Identifican que se da un proceso de transferencia de energía entre cuerpos que se encuentran a diferente temperatura.

Una de las principales características de la ciencia es la no aceptación de dogmas. Cuando una teoría científica no puede dar explicación a los fenómenos de los cuales debe dar cuenta, o cuando hipótesis científicas son contrastadas con experimentos y no se corresponden con la realidad mostrada por éstos, la labor del científico no será buscar en la autoridad propia el resguardo apropiado para tales hipótesis; muy por el contario, se aceptará el error y se procederá a corregirlo. Para un aprendizaje tanto significativo como crítico, este elemento se desarrolló en dos vías:

- Poniendo de presente que los conceptos que hasta hoy se han desarrollado para explicar los fenómenos asociados con procesos energéticos han sufrido modificaciones, debidas precisamente a errores cometidos en su construcción; aún más, posiblemente los conceptos mismos que hoy se aprenden serán sustituidos por otros más generales o de mayor de elaboración refinados, y en tal caso, el proceso de experimentación, tanto para la generación de hipótesis como para la verificación de teorías ha jugado un papel importante.

- En el proceso de aprendizaje, el alumno mismo comete errores, los cuales, antes que ser olvidados, deben servir como experiencia, de forma tal que dichos errores puedan ser evitados, y el experimento es un buen ejercicio para evidenciar los posibles errores, así como para validar o refutar conjeturas o hipótesis.

En relación con estos aspectos es importante resaltar las siguientes observaciones acerca de las actividades experimentales desarrolladas en el proceso de aplicación de la UEPS:

- Las respuestas dadas por los estudiantes sobre los experimentos muestran gran motivación hacia el aprendizaje de los conceptos físicos a través de la implementación de estrategias de este tipo en el desarrollo de la clase. De acuerdo a lo expresado por los estudiantes, el uso de estos recursos genera una comprensión más profunda de los conceptos físicos relacionados con la energía, debido a que permite darle significado a los conceptos abordados, permitiendo visualizar la relación entre estos, hecho que no sería tan fácil cuando la clase se da bajo un modelo tradicional.

E_{02}: “Usamos ejemplos que nosotros hacemos cotidianamente. Este tema va ligado a muchas cosas y es bueno que lo trabajemos para facilitar otros”.

E_{21}: “No hemos trabajado tanto en copiar sino en explicar los temas a fondo con trabajos y experimentos”.

E_{33}: “Al explicar hay muchos ejemplos, me gusta que los ejemplos y las prácticas muchas veces son sobre la vida cotidiana lo cual nos permite entender mejor.”

E_{17}: “La profe mientras explica va interactuando con los objetos y los experimentos hacen la clase más interesante, ya que pone ejemplos con el vivir cotidiano”.

E_{08}: “Me gusta que hemos trabajado de forma muy activa”.

E_{35}: “La profesora ha explicado de una forma muy específica haciendo que el aprendizaje sea mucho más fácil y mejor con talleres y laboratorios ha hecho que entendamos mejor”.

E_{12}: “La profesora charla con nosotros, al momento de explicarnos lo hace de forma simple pero clara, con un lenguaje que nosotros entendemos, y con experimentos y objetos que son conocidos para nosotros”.

E_{42}: “Me gusta la forma experimental (trabajar haciendo hace que todo sea más fácil)”.

E_{33}: “Me gusta mucho que hemos trabajado la energía de muchas formas. La vimos en el laboratorio con experimentos y en actividades en el salón”

Los estudiantes se mostraron inicialmente inquietos porque para la recolección de información no era necesario hacer uso de ecuaciones sino que debían plasmar sus ideas involucrando en éstas los conceptos relacionados con transformación, transferencia y conservación de la energía.

Aspectos que deben mejorar del método empleado

E_{12}: “Muchos conceptos que no se manejan con fórmulas”

E_{21}: “Lo malo es que a veces es muy difícil interpretar”

E_{33}: “A veces uno se enreda con la teoría”

- Los estudiantes se muestran preocupados por la forma como se va a evaluar el desarrollo de los experimentos, pues consideran que en asignaturas como física, sólo cuando se realizan operaciones y estas llevan a un resultado numérico, se puede asignar una nota.

- En las discusiones generadas en los diferentes grupos se puede observar que los estudiantes tienen ahora una mejor capacidad para explicar ideas relevantes asociados al concepto de energía y logran establecer alguna relación entre experimentos, que parecen disímiles, y conceptos tales como energía potencial y cinética, trabajo y calor, interacción entre sistemas y principio de conservación de la energía.

Algunos ejemplos de las respuestas o argumentos dados por los estudiantes en actividades experimentales:

E_{35}: “La energía interna del sistema aumenta, debido a la transferencia en forma de calor, se genera energía cinética del aire en la jeringa y se transforma esa energía en trabajo”

E_{12}: ¿En alguno de los procesos se ha generado trabajo? “El agua ejerce trabajo sobre el émbolo haciendo que éste suba”

E_{01} “La energía se degrada, cuando la energía térmica se transforma en trabajo pero hay calor que se pierde”.

Análisis de lectura

Si bien, el libro de texto es un elemento facilitador de algunos de los procesos, en especial si se busca que los estudiantes valoren las fuentes bibliográficas y enriquezcan el vocabulario, su influencia ha sido por decir lo menos sobredimensionada en el proceso de aprendizaje, convirtiéndose finalmente en un elemento facilitador para la memorización de fórmulas o contenidos, en algunos casos irrelevantes o ambiguos, lo que finalmente terminaría dificultando el verdadero aprendizaje. Además, no todos los alumnos tienen los recursos para adquirir el libro de texto, lo cual dificultaría su proceso de aprendizaje en comparación con aquellos que si pueden adquirirlo.

Por estas razones, además del libro de texto, se ha hecho uso de otros materiales de lectura con funciones didácticas más acordes a las necesidades de los alumnos y que brindan mayores posibilidades de generar en ellos, no sólo la adquisición de nuevos conocimientos, sino de que tales conocimientos sean abordados desde una posición crítica respecto a situaciones o fenómenos de interés general. En este sentido, cabe destacar como elementos facilitadores las lecturas:

¿Qué es ciencia? Richard P. Feynman (VER ANEXO 3)[21]

"La energía y sus transformaciones". Tomado del texto Qué es la entropía de Silvestrini Vittorio[22]

El propósito fundamental de esta actividad fue determinar si los estudiantes identifican procesos de transferencia, transformación, conservación y degradación de energía entre sistemas que interactúan y si proponen postulados sobre el concepto de energía y los conceptos relacionados. Además se buscó conocer sus habilidades para la formulación de preguntas de interés en torno a un fenómeno físico. Para evaluar este instrumento se hizo una lectura de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas planteadas, igualmente se escucharon sus argumentos en la puesta en común y tuvo en cuenta su capacidad explicar fenómenos observados y defender sus argumentos. Es de anotar que ambas lecturas y las respuestas a los cuestionarios, fueron actividades realizadas en grupos de 4 estudiantes.

- Se evidencia una mejor actitud y disposición para el trabajo en equipo y para la comprensión de los textos, así como una mayor apropiación de los conceptos relacionados con el tema de estudio.
- Se afianza la idea de que los conceptos de la física, en particular el de energía, surgen para interpretar fenómenos o para resolver problemas de la vida real.
- Las actividades propuestas fomentan la comunicación entre los alumnos, evidencian saberes, errores, posturas críticas, argumentaciones y conceptualización de sus ideas.
- Las discusiones grupales y la puesta en común ponen de manifiesto las necesidades humanas que requieren el uso de recursos energéticos y la forma como estas han evolucionado. A partir de las discusiones se inicia una reflexión sobre la necesidad de generar una mayor conciencia ambiental a partir de la comprensión del concepto de energía. Esto los lleva a plantear que los temas abordados en física tienen también un trasfondo social.
- Las discusiones a nivel grupal y los argumentos dados en éstas, ponen de manifiesto la relación entre conceptos tales como transformación, transferencia conservación y degradación de la energía y problemáticas relacionadas con el medio ambiente y el consumo desmedido de recursos naturales no renovables.
- A pesar de que los estudiantes muestran una mayor facilidad para argumentar y defender sus ideas de forma verbal, esta no se ve reflejada en lo que escriben, siguen teniendo dificultades para argumentar de forma escrita y para darle sentido a los escritos. Es evidente la dificultad para escribir textos científicos con sentido.

---

[21] Tomado del texto: Feynman, R. ¿Qué es ciencia? Disponible en: < http://cecabogota.pbworks.com/w/file/fetch/46139955/art_Que_es_Ciencia_Richard%20Feynman.pdf> [Consulta: mayo 2012]

[22] Tomado del texto: Silvestrini, V. (1998). Qué es la Entropía. Santafé de Bogotá: Editorial Norma.

Discusiones plenarias

Aunque el papel del alumno ha sido por lo regular el de receptor de saberes, desde el aprendizaje significativo crítico este rol se modifica al de perceptor y representador. La experiencia concreta sumada a la nueva información, permiten que el estudiante reconfigure su realidad, no como algo externo a él, sino como algo de lo que el mismo hace parte. Para lograr desarrollar la capacidad de perceptor/representador las discusiones plenarias que se generaron, tanto a partir de los resultados obtenidos en actividades individuales como grupales, permitieron:

- Perder el miedo al error.
- Discutir el concepto de sistema y a partir de tal concepto, representar otros conceptos asociados, tales como, transformación, manifestación, transferencia, conservación y degradación de la energía.
- Posibilitar de que cada alumno asumiera una postura, y esta fuera aceptada o debatida, pero dentro de los límites del respeto mutuo.
- Interpretar fenómenos y argumentar posibles causas de los mismos, donde los procesos de transferencia y transformación de la energía están presentes.
- Construir conceptos tales como el de no conservación de la energía mecánica, a partir de la narración o explicación de ejemplos cotidianos en los cuales la aparición de fricción o la transferencia de energía en forma de calor eran determinantes.
- Explicar fenómenos cotidianos y corporales a partir de conceptos energéticos.
- Generar discusiones sobre temas relevantes y actuales, como el de crisis ambiental, ideas de consumismo, utilización de recursos naturales renovables y no renovables.
- Proponer nuevas actividades experimentales que evidenciarán procesos de transformación, tránsito, conservación o degradación de energía.

Pruebas escritas.

El aprendizaje mecánico se ha caracterizado por entrenar al estudiante para que éste responda en forma acertada una pregunta o desarrolle en forma correcta un ejercicio. Sin embargo, basta que se cambie la orientación de la pregunta, o se cambie el tipo de ejercicio o problema rutinario por otro no abordado en el desarrollo de la clase, para que el estudiante comience a mostrar dificultades de interpretación de la información o argumentación de los procesos. Para vencer tales dificultades, en el desarrollo de la UEPS se realizaron intervenciones que propiciaron, más que la certeza en la respuesta, la necesidad de preguntarse por fenómenos que pusieran de manifiesto los temas abordados. Tales preguntas podrían incluir, además de las temáticas propias del currículo, en este caso concreto de la energía mecánica, temas relacionados con problemas o situaciones ambientales, sociales, económicas o cotidianas. Así, en vez de reforzar el estado de seguridad brindado por el profesor mediante la enseñanza de lo que es correcto científicamente, se invita al alumno a construir con rigor los conceptos que expliquen diversos fenómenos y las posibles interrelaciones entre los mismos, actividad que tiende a provocar la necesidad de incorporar nuevos conocimientos en la estructura cognitiva.

Para evaluar la adquisición de conceptos, el enriquecimiento del lenguaje y la correspondiente modelación matemática, mediante pruebas escritas, se realizaron varias actividades enfocadas a la interpretación conceptual, la argumentación de explicaciones, y la propuesta de posibles soluciones a situaciones relacionadas con problemas cotidianos. De tales actividades se pudo evidenciar:

- En un primer momento las pruebas escritas individuales donde no se utilizaban fórmulas sino que se invitaba a argumentar y defender o desvirtuar ideas generaron un gran malestar entre los estudiantes pues consideraban que no tenían la respuesta correcta a todas y cada una de las preguntas.
- Posteriormente, y después de varios intentos, fue claro que no se trataba de encontrar la respuesta correcta sino de plantear propuestas soportadas en argumentos válidos que mostraran dominio conceptual del tema de energía.
- El desarrollo de las actividades grupales les dio la seguridad para enfrentarse a las pruebas individuales, donde al final la gran mayoría de los estudiantes mostró el dominio de los conceptos relacionados con la energía. Es de anotar que dos estudiantes se resistieron a esta forma de evaluar argumentando que ellos no entendían los conceptos pero que sabían resolver las fórmulas que se habían trabajado en clase.
- En un primer momento de la evaluación individual, solo el 47,6% de los estudiantes obtuvo un desempeño aceptable en la misma; argumentaban que era mejor responder pruebas donde se utilizaban ecuaciones a pruebas donde tenían que escribir lo que pensaban. En un segundo momento de las pruebas individuales, el porcentaje de estudiantes que obtuvo un desempeño aceptable llegó al 59,5%; en este momento fue necesario realizar una reflexión en la clase para explicar que no debían tener miedo al error y que no se trataba de llegar a la respuesta correcta sino de evidenciar el camino seguido para alcanzar dicha respuesta; así mismo, se recordó a los estudiantes que una condición fundamental del aprendizaje significativo es que el estudiante desee aprender, se invitó a que diéramos sentido a esta condición. Al final del proceso evaluativo individual los estudiantes que obtuvieron un buen desempeño alcanzaron el 86,7%. La dificultad inicial para conceptualizar fue tan evidente que los estudiantes solicitaban que las pruebas individuales fueran ejercicios prácticos de lápiz y papel, donde solo se evidenciara el uso correcto de fórmulas.

Situaciones problema.

La apropiación de conceptos tales como sistema, transferencia de energía, relación entre energía y trabajo, entre otros, se hace evidente no sólo en la capacidad del alumno para describir o interpretar fenómenos relacionados con tales conceptos, o en argumentar las explicaciones que brinda a tales fenómenos, sino también, y de manera muy importante, en la propuesta que pueda dar como la solución de un problema.

Dado que el objetivo es lograr que los conceptos abordados tengan un sentido real y puedan ser relacionados con las ideas previas y ser utilizados luego como elementos para la representación de la realidad, se buscó primero indagar sobre el significado de algunos de los conceptos a ser abordados (energía, calor, trabajo, temperatura,

transformación y degradación de energía y entropía) y como eran entendidos por los estudiantes en contextos reales. Posteriormente, y a través de actividades experimentales, discusiones grupales, lecturas y charla magistral, se buscó la validación o no de las diferentes definiciones asignadas a tales conceptos, así como de las relaciones existentes entre ellos y de cómo estas reacciones podrían ser reinterpretadas desde el lenguaje matemático. En este sentido, las fórmulas y ecuaciones no se presentaron como una larga lista a memorizar, sino casi como consecuencia necesaria de las relaciones ya ampliamente discutidas y sobre las que se había llegado a consenso por medio de ejemplificaciones, contrastaciones, experimentación y desde luego, las experiencias previas.

Así, dada una situación problema particular, fue importante que el alumno comenzara por un estudio cualitativo de la situación, identificando los alcances de la misma, y considerando las condiciones y factores que son esenciales tanto para la interpretación como para su explicación y solución; a partir de este primer acercamiento, el alumno crea las condiciones para generar conjeturas dentro del marco conceptual que se trata, en este caso, el de la energía y, si es posible, pensar en casos extremos que pudieran falsear las hipótesis iniciales. Piénsese por ejemplo en la explicación de fenómenos relacionados con la energía potencial gravitacional o elástica ¿qué sucede con la energía potencial de un cuerpo que es llevado de la Tierra a la Luna? ¿Es posible aumentar la temperatura en el interior de un cuarto a partir del aumento de la energía potencial gravitacional de la madera que se utiliza en la chimenea? Una vez entendida la situación problema y generadas las conjeturas o hipótesis se pasó al proceso de diseñar el plan de solución, el cual puede partir de relacionar la situación con otras ya conocidas, describir los principios, leyes o teorías que pueden aplicarse, tratando de no incurrir en la simple aplicación de fórmulas sin sentido, pero utilizando, cuando fuera posible y necesario, explicaciones matemáticas ya conocidas o deducibles de los conceptos previamente enunciados. Finalmente, se contrastaron los resultados obtenidos con las hipótesis planteadas, y se redactaron las explicaciones que daban solución a la situación problema planteada.

Tanto los procesos de solución a las situaciones problemas planteadas, como las respuestas dadas finalmente por los estudiantes se llevaron a plenarias de discusión.

La observación de las actitudes y acciones desarrolladas por los alumnos durante el proceso de diseño y puesta en marcha de solución, así como las explicaciones y respuestas dadas permitieron evidenciar:

- Reconocimiento de la incidencia del tema de energía en el contexto social, económico, político y tecnológico y la relación entre éstos y la crisis ambiental.
- La permanente reflexión en torno al daño que se hace al planeta con el uso desmedido de recursos naturales para satisfacer necesidades energéticas.
- La invitación constante a disminuir el consumo de energía en sus hogares y la reflexión sobre el daño ambiental generado por la construcción de plantas hidroeléctricas.
- El uso permanente de expresiones como “consumo desmedido” “desperdicio de energía” “mejor uso de fuentes naturales renovables” riesgo económico”

"conciencia ambiental" y "cuidado de los recursos" "uso indiscriminado de recursos"

- Claridad conceptual en cuanto a la relación entre recursos naturales renovables y no renovables y crisis energéticas.
- Identificación de procesos de transformación, transferencia, conservación y degradación de la energía así como comprensión del concepto de entropía.
- Los estudiantes establecen que el consumo de energía va en aumento constante debido a la cantidad tan excesiva de energía que consume cada persona.

Elaboración de textos argumentativos.

El alumno debe ser consciente de que la palabra es mera representación de aquello que nombra. Es arbitrario llamar energía cinética a la energía mecánica asociada al movimiento, y bien pudo haber recibido otro nombre, pero una vez fijado tal nombre, lo verdaderamente importante de la palabra es aquello que representa. Así, el conocimiento pasa de ser literal, a convertirse en conocimiento con sentido. Por tal razón, en el caso particular del tema de energía, se recalcó la evolución de términos tales como energía, calor o trabajo; tales conceptos, asociados inicialmente a un número bastante limitado de fenómenos, fueron ganando generalidad, dado que su significado se ampliaba según la interpretación de quienes construyen conocimiento en relación con fenómenos asociados a tales conceptos. De igual manera, a medida que el nuevo conocimiento amplía la estructura cognitiva del alumno, el lenguaje utilizado para hacer referencia al nuevo conocimiento también se amplía; el significado de las nuevas palabras está así mediado por el conocimiento que el alumno tiene del fenómeno asociado, por la intencionalidad para describirlo, y no está dado por tanto de forma intrínseca por la cosa que describe.

Para lograr que los estudiantes establecieran la relación entre lenguaje y conocimiento, además de las discusiones plenarias, donde se propició el desarrollo discursivo, se plantearon varías actividades de creación de textos cortos, en los cuales los estudiantes dieran interpretaciones o explicaciones a fenómenos relacionados con interacción entre sistemas; tránsito, conservación y degradación de la energía; manifestaciones y transformaciones de energía; relación entre trabajo y energía; generación y consumo de energía y problemas ambientales, etc. De tales actividades se pudo establecer:

- Los estudiantes muestran dificultad para expresar de forma escrita sus ideas, pues no poseen el vocabulario suficiente y carecen de habilidad para la narrativa.
- Los estudiantes expresan que en su vida académica nunca se habían visto obligados a explicar o argumentar conceptos científicos, y mucho menos a relacionarlos con aspectos de la cotidianidad, por lo tanto el que se esté realizando esto en el desarrollo del curso les genera gran inseguridad, pues preferirían que se les diera las definiciones correctas para ellos poderlas memorizar.
- Se ha dificultado el comprender el error como un hecho natural en la ciencia y como una oportunidad para aprender y construir conocimiento, este hecho dificulta aún más el proceso de escritura.

- A medida que se avanzó en el desarrollo de la UEPS, los estudiantes fueron perdiendo el miedo a escribir y argumentar, y aunque los niveles de construcción textual seguían siendo básicos, se observaba mayor tranquilidad, seguridad y capacidad argumentativa.

Ejemplos de creaciones textuales

E_{11}: "Al encenderse el mechero, la energía interna que contiene el agua que está dentro del beaker se acelera. Estas partículas se aceleran golpeando la parte externa de la jeringa, para que produzca calor, este calor altera la energía interna del agua haciendo que hierva y el agua pase a estado de vaporización, haciendo que las partículas quieran salir y compriman el aire haciendo que el embolo suba y realice trabajo"

E_{39}: "Una crisis energética mundial afectaría actividades de la vida cotidiana como tomar agua potable, porque se necesita de energía para que las máquinas que purifican el agua funcionen; cocinar, ya que la energía eléctrica, mediante la chispa, hace que el gas natural se encienda; utilizar algún medio de transporte, cuando este funciona gracias a la energía. Es decir que una crisis energética mundial afectaría a todo lo que necesitará energía eléctrica para funcionar, que son la mayoría de cosas, de nuestras "comodidades"".

Elaboración de mapas conceptuales.

En este sentido, se ha buscado que el alumno identifique la existencia de palabras o términos que poseen un mayor grado de abstracción que otras; de este modo, los procesos de subordinación y supraordinación de conceptos adquieren significado, parte esencial de la diferenciación progresiva y de la reconciliación integradora. Esta actividad evidenció grandes avances en la manera como los estudiantes lograron relacionar los diferentes temas abordados, con lo cual se logró una integración real, en contraposición a la visión aislada que con frecuencia aparece al abordar este tema (VER ANEXO 5). A partir de los mapas conceptuales elaborados, se puede concluir:

- En un comienzo los estudiantes, más que realizar mapas conceptuales presentan pequeños resúmenes con ideas desvinculadas donde no se observa jerarquización entre conceptos. Este hecho obligó a dedicar tiempo de la clase para explicar los elementos que deben estar presentes en la elaboración de un mapa conceptual.
- Los mapas conceptuales elaborados posteriormente reflejan un mayor dominio conceptual. En la mayoría de ellos se establece el vínculo entre energía y sistemas, definiendo qué ocurre con la energía en sistemas aislados y en sistemas que interactúan. Así mismo, definen los procesos de transferencia de energía como resultado de la interacción entre sistemas, reconociendo de qué forma se puede dar dicha transferencia. Los mapas también muestran la relación entre formas y fuentes de energía y entre formas de energía y recursos naturales renovables y no renovables.

- En los mapas conceptuales aparecen conceptos que no han sido tratados en clase lo cual muestra que se ha dado un nivel de consulta individual y por cuenta propia.

Trabajo independiente.
Dentro de las actividades orientadoras de trabajo autónomo, las cuales tienen gran relevancia en el sentido de que a partir de ellas el alumno, además de evidenciar sus logros también identifica sus dificultades, se plantearon:

- Tareas sobre descripción e interpretación de situaciones que pudieran en evidencia los conceptos de transformación, manifestación y transferencia de energía, así como la relación entre la generación de calor y la no conservación de energía mecánica o la posibilidad de que un sistema pueda o no generar trabajo, y la equivalencia entre la energía mecánica y el trabajo realizado por o sobre el sistema.
- Elaboración de materiales para la exposición o socialización de conceptos tales como mapas conceptuales, folletos, carteles o collage (VER ANEXO 10).
- Consignación ordenada de notas de clase, tanto cuando la clase se desarrolla en forma magistral, como cuando se realizan talleres, informes de lectura, creación de textos o discusiones plenarias.

En este sentido se pudo observar:

- Los trabajos realizados durante la aplicación de la UEPS, evidencian un avance conceptual.
- La utilización del concepto de energía y los conceptos relacionados empiezan a ser parte del lenguaje cotidiano de los estudiantes evidenciándose un grado de alfabetización científica.
- La comprensión e interpretación de problemas ambientales a partir del concepto de energía generó transformaciones en las campañas ambientales que se realizan en la institución, pues los estudiantes vieron con claridad la relación entre conceptos científicos desarrollados en la clase de física y situaciones de la cotidianidad.

6.4. Inconvenientes encontrados

- **En las actividades de trabajo colaborativo grupal:** pasividad de algunos de los integrantes del grupo.

- **En los procesos de argumentación:** construcción de argumentos a partir de falacias, falsas generalizaciones, léxico reducido.

- **En la elaboración de textos escritos:** léxico reducido, problemas de redacción y de estilo.

- **En el desarrollo de experimentos:** ideas previas faltantes, necesidad de manejar fórmulas y angustia frente a la descripción o argumentación de lo observado.

- **Uso de computador:** herramienta limitada tanto en la institución como en los hogares.

- **Discusiones grupales:** miedo a exponer sus ideas, búsqueda de la respuesta correcta antes que evidenciar acercamientos al concepto, miedo al aprendizaje por error, pasividad por parte de algunos integrantes del grupo, burlas de algunos compañeros ante lo que los otros expresaban.

- **Solución de pruebas escritas, talleres y tareas:** desvinculación de ideas, conceptos matemáticos que dificultan el proceso de solución, lectura básica no inferencial.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

A partir de la información contenida en las tablas 6 a 14 puede concluirse que después del desarrollo de la UEPS, la mayor parte de los estudiantes alcanzó un dominio apropiado del concepto de energía y del principio de conservación, logrando comprender y explicar las relaciones existentes entre estos conceptos; igualmente, se evidencian resultados significativos respecto a la capacidad de los estudiantes para explicar, interpretar y proponer soluciones a situaciones de la vida cotidiana en las cuales es necesario el dominio del concepto de energía.

Los resultados mostrados en las tablas 16 y 17 sugieren que los materiales utilizados en el desarrollo de la UEPS son herramientas que posibilitan la reflexión de los estudiantes y la comprensión de conceptos como conservación de la energía, manifestaciones y transformaciones de energía, energía mecánica, calor y trabajo, evidenciando un buen nivel de conceptualización de éstos. Así mismo, la tabla 18, que muestra la percepción de los estudiantes en relación con la UEPS, sugiere un alto grado de motivación hacia el aprendizaje de conceptos físicos a partir de la implementación de este tipo de estrategias en el aula de clase.

Las diferentes actividades desarrolladas en la UEPS y en especial, las lecturas y discusiones plenarias, permitieron que la mayor parte de los alumnos adquirieran un dominio conceptual de términos tales como, energía, trabajo y calor. En un principio las ideas relacionadas con tales conceptos estaban asociadas a terminología no científica, pero una vez desarrollada la UEPS, los alumnos se expresaban relacionando estos conceptos con ideas científicas.

Las actividades experimentales permitieron lograr avances en dos sentidos; por un lado, sirvieron como factor motivacional; por otro, favorecieron la comprensión de conceptos, en especial los asociados a la relación entre energía cinética y potencial; transformación, transferencia y degradación de energía; relación entre calor y trabajo.

Abordar el estudio de la energía mecánica partiendo de un concepto integrador como es el de energía interna de un sistema, propició un mayor nivel de generalidad y asociación entre diferentes conceptos, en relación con procesos de tránsito, manifestaciones y transformaciones de energía. Así mismo, permitió que los alumnos identificaran el principio de conservación de energía y procesos donde había degradación de energía. Tales alcances se evidenciaron tanto en la construcción de mapas conceptuales antes y después de aplicada la UEPS, así como en los resultados comparativos de los cuestionarios inicial y final.

Respecto al desarrollo de procesos matemáticos, que si bien no era el objetivo principal al aplicarse la UEPS, pero que debe considerarse como un proceso complementario al proceso de aprendizaje de los contenidos relacionados con el tema de la energía, se evidenciaron dos dificultades; en primer lugar, un alto grado de ansiedad cuando se exigía argumentar explicaciones o proponer soluciones a situaciones problema sin el uso de ecuaciones o fórmulas. Por otro lado, al intentar

resolver algunos problemas simples, en los cuales intervenían fórmulas, algunos estudiantes presentaron dificultades en el proceso algebraico. Sin embargo, cabe anotar que en ambas situaciones se presentaron avances significativos en cuanto a la superación de dichas dificultades. En primer lugar, los alumnos comenzaron a desarrollar habilidades argumentativas y propositivas, sin la necesidad de utilizar ecuaciones que restringieran la posibilidad de interpretar conceptos, de argumentar posibles causas para fenómenos o plantear posibles soluciones a situaciones problema; en segundo lugar, un gran número de estudiantes logró, a partir del dominio conceptual, darle significado tanto a las fórmulas como a los resultados obtenidos por medio de ellas.

La aplicación de situaciones problema permitió que los estudiantes, además de un manejo técnico de los conceptos asociados al término energía, lograran asumir actitudes críticas frente a la utilización de los recursos energéticos, tomando posturas reflexivas ante problemas ambientales, políticos, económicos y sociales.

Finalmente, es posible concluir, a partir de la evidencia recolectada en los cuestionarios, talleres, evaluaciones, informes de actividades experimentales, elaboración de mapas conceptuales, discusiones plenarias, explicación o solución a situaciones problema, elaboración de talleres y construcción de textos, que la aplicación de la UEPS propició en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Lola González evidencias suficientes que sugieren un aprendizaje significativo de los conceptos de energía y en particular de energía mecánica y trabajo, así como del principio de conservación de la energía, dado que:

- Las actividades potencialmente significativas realizadas despertaron en los estudiantes el interés y la motivación.

- La comprensión que lograron los estudiantes sobre los conceptos abordados permitió establecer relaciones coherentes entre dichos conceptos.

- Los estudiantes mostraron capacidad para avanzar en la comprensión de situaciones nuevas cada vez más complejas.

- Algunos estudiantes lograron construir argumentos más lógicos y coherentes a medida que se avanzaba en el desarrollo de las actividades y en la construcción de los conceptos.

- Se evidencia un aprendizaje significativo crítico, en la medida en que los estudiantes adquirieron una actitud crítica y reflexiva en las situaciones propuestas, estableciendo relaciones entre las diferentes situaciones en contextos reales y el conocimiento científico.

7.2. Recomendaciones

En este primer acercamiento se pueden corregir algunos aspectos relacionados con:

Aumentar el tiempo de aplicación de la UEPS para permitir el desarrollo de algunas actividades que complementen o afiancen los conceptos. Entre las cuales podrían incluirse modelación computacional o diseño por parte de los estudiantes de algunas situaciones problema.

Fortalecer el grado de responsabilidad y compromiso autónomo en las actividades que se realizan de forma grupal, dado que algunos estudiantes presentaron una actitud pasiva o en otros casos de indiferencia delegando el trabajo en sus compañeros de equipo.

Buscar el apoyo de docentes de ciencias sociales y humanidades para fortalecer los procesos de escritura, expresión oral, así como los ejercicios de argumentación y proposición dadas las dificultades evidenciadas en los estudiantes tanto a nivel discursivo como en la interpretación y creación de textos.

8. ANEXOS

8.1 Anexo 1

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
CUESTIONARIO CONCEPTUAL SOBRE ENERGÍA, TRABAJO, CALOR Y TEMPERATURA	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

1. ¿Qué entiende por energía?

2. Describa las formas de energía que conoce

3. Describa las fuentes de energía que conoce

4. Ilustre mediante ejemplos si la energía puede:

a) Transformar.

b) Crear.

c) Destruir.

d) Transferir

5. En los últimos años los medios de comunicación han sido reiterativos en afirmar que en poco tiempo el mundo se enfrentará a una crisis energética ¿a qué se hace referencia cuando se habla de tal crisis energética?

6. ¿Existe relación entre algunos tipos de energía que usted conozca y los recurso renovables? ¿Y entre algunos tipos de energía y los recursos no renovables? Justifique en cada caso su respuesta.

7. Explique qué entiende por calor.

8. Se Quiere subir una caja de 30kg de masa a un camión y se cuenta con diferentes rampas para el ascenso. ¿Considera que se realiza el misma trabajo en todos los casos? justifique la respuesta.

9. Un sistema físico es un conjunto de objetos entre cuyas partes existe una conexión y que se caracteriza por:

I. Tener una ubicación en el espacio-tiempo.

II. Tener un estado físico definido sujeto a evolución temporal.

III. Poderle asociar una magnitud física llamada energía.

A partir de la definición anterior, de un ejemplo de un sistema físico y de un ejemplo de dos sistemas físicos que interaccionan.

10. ¿Puede existir un cuerpo o sistema física cuya energía sea cero? ¿Por qué?

11. Escriba una frase en la que utilice los términos calor y energía.

12. Una matera de 10 kg, situada en un balcón, a una altura de 6 m tiene una energía potencial de 588J. ¿Dónde cree que está esa energía potencial?

SELECCIÓN MÚLTIPLE

Las siguientes preguntas constan de un enunciado y de cuatro posibilidades de respuesta, entre las cuales usted debe escoger la que considere correcta

13. Se lanza un cuerpo de 4kg de masa sobre una superficie horizontal, con una velocidad de 20m/seg; el cuerpo recorre una distancia de 40m antes de detenerse. Para calcular la fuerza de fricción que ha actuado sobre el cuerpo

(1) Es necesario utilizar las Leyes de Newton
(2) Es necesario utilizar ecuaciones cinemáticas

De los procedimientos se puede asegurar que:

A. (1) y (2) son correctos
B. (1) y (2) son incorrectos
C. Solo (1) es correcto
D. Solo (2) es correcto

14. Para que exista calor se necesita:
A. Un cuerpo con temperatura alta.
B. Al menos dos cuerpos.
C. Un cuerpo caliente.
D. Un cuerpo frio

15. ¿Dónde está presente el calor?
A. En cualquier cuerpo.
B. En cuerpos cuya temperatura sea superior a 100ºC.
C. En cuerpos de diferente temperatura pero en contacto.
D. Solamente en los cuerpos que queman.

16. Un alumno deja olvidados en una mesa del laboratorio de física una regla metálica, un lápiz de madera y un borrador de goma. Al otro día, cuando vuelve por ellos, encuentra que:
A. la temperatura del borrador es mayor que la del lápiz, y la del lápiz mayor que la de la regla.
B. La temperatura de los tres cuerpos es la misma.
C. El borrador y el lápiz tienen la misma temperatura, pero la regla tiene una temperatura menor.
D. La regla tiene mayor temperatura que el borrador y el borrador mayor temperatura que la regla.

17. Se llevan a un congelador dos vasos con agua, uno con la mitad

del volumen de agua que contiene el otro. Cuando el agua en ambos vasos está congelada, se sacan del congelador y se mide la temperatura del hielo en cada vaso. En este caso:

A. La temperatura del vaso con más hielo es mayor a la temperatura del vaso con menos hielo.
B. La temperatura del vaso con menos hielo es mayor a la temperatura del más vaso con hielo.
C. Ambas temperaturas son iguales.
D. Las temperaturas dependen del material de cada vaso.

18. Dos cuerpos del mismo material pero de masas diferentes se ponen durante un tiempo en un horno encendido; al retirarlos del horno, son inmediatamente puestos en contacto. Se puede decir que:

A. Se transfiere energía del cuerpo de mayor masa hacia el de menor masa.
B. Se transfiere energía del cuerpo de menor masa hacia el de mayor masa.
C. Ninguna de los dos cuerpos transfiere energía al otro.
D. Ambos cuerpos transfieren energía al otro.

19. Mientras ebulle el agua, se observa que se forman burbujas, dentro de las burbujas hay:

A. Aire
B. Oxígeno e hidrógenos gaseosos
C. Vapor de agua
D. Nada

20. Utilizamos sacos de lana cuando hace frío

A. Para aislar el frío
B. Para generar calor
C. Para reducir la pérdida de calor

Para que el saco de lana nos caliente

21. Un carro de 3000 kg y una motocicleta de 250 kg se mueven por una autopista, ambos a 60km/h efectuando el mismo recorrido. De la energía que genera el motor de cada vehículo para mantenerlo en movimiento es posible afirmar que:

A. La energía del motor de la motocicleta es mayor que la del motor del carro porque es más liviana.

B. La energía del motor de la motocicleta es menor que la del motor del carro porque es más liviana.

C. Ambas energías tienen el mismo valor porque mueven los vehículos a la misma rapidez.

D. No es posible establecer cual energía es mayor si no se conoce qué tipo de motor tiene cada vehículo.

22. En un cuarto se enciende un bombillo durante dos horas. En otro cuarto se encienden dos bombillos similares al primero durante una hora. De estos de hechos es posible afirmar que:

A. Dados que los bombillos tienen las mismas características, los tres consumen la misma energía.

B. La cantidad de energía consumida por el bombillo del primer cuarto es el doble de la cantidad de energía consumida en conjunto por los dos bombillos del segundo cuarto.

C. La cantidad de energía consumida en conjunto por los dos bombillos del segundo cuarto es el doble de la cantidad de energía consumida por el bombillo del primer cuarto.

D. La cantidad de energía consumida por el bombillo del primer cuarto es igual a la cantidad de energía consumida en conjunto por los dos bombillos del segundo cuarto.

8.2 Anexo 2

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: ENERGÍA, TRABAJO, CALOR Y TEMPERATURA	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

Energía cinética y potencial:

- Soltar una masa m desde una altura h y sobre un material maleable. Soltar la misma masa desde una altura 2h, 3h, 4h. Con base en la deformación del material, ¿en cuál de los casos la masa le transfiere más energía al material?

- Soltar dos masas, una de masa m otra de masa 2m desde la misma altura h. medir deformación sobre el material maleable. Con base en la deformación del material, ¿en cuál de los casos la masa le transfiere más energía al material?

Calor y temperatura:

- Introducir una mano en un recipiente con agua tibia y la otra en agua con hielo, durante un minuto, tiempo después del cual se sacan ambas manos de los recipientes y con ellas se toca un mismo objeto, el cual se encuentra a temperatura ambiente. A partir de la sensación que se produce, explicar qué entiende por calor.
- ¿Un suéter genera calor? Algunos alumnos se ponen un suéter y describen que ocurre con su temperatura corporal, comparan lo que está ocurriendo con su temperatura cuando tienen el suéter puesto, con la temperatura de un suéter que descansa sobre una mesa. Comparar la situación anterior con la que se presenta cuando se está al lado de una hoguera o fogón encendido.

Trabajo

- Se tienen dos jeringas, una llena de agua y la otra vacía, conectadas a través, de una manguera; la manguera contiene solo aire y sus extremos están completamente sellados a las boquillas de las jeringas. Se pone la jeringa llena de agua en un recipiente con agua, y se calienta el recipiente. Después de dejar la jeringa por un largo periodo de tiempo en el agua hirviendo, ¿qué sucede con el émbolo de la segunda jeringa? ¿Cómo explica el fenómeno observado?

Manifestaciones y transformaciones de energía

Qué experimentos o fenómenos podrían evidenciar:

- Energía que se transforma en luz.
- Energía que se transforma en sonido.
- Energía que se transforma en movimiento.
- En cada caso explique el tipo de energía inicial y la manera como se da la transformación.

Para finalizar la etapa de experimentación, se propone y orienta una discusión con base en las conclusiones propuestas por cada equipo.

8.3 Anexo 3

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
¿QUÉ ENTIENDE POR ENERGÍA?	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

… “Un libro de primero de primaria comienza la primera lección de una manera desafortunada para enseñar ciencia, que da una idea errónea de lo que ella es. Ilustra un perrito de juguete de cuerda, luego una mano que lo acciona y finalmente al perrito en movimiento. Bajo la última figura se pregunta: "¿Qué lo hace mover?". Luego aparece la foto de un perro verdadero y la misma pregunta, y así mismo después con una lancha de motor, etc. En un principio creí que la idea era que la ciencia tiene aspectos físicos, biológicos y químicos, pero no era esto. La respuesta que aparece en la "guía" del maestro es "la energía lo hace mover".

El concepto de energía es muy sutil y de difícil comprensión. Es decir, no es fácil entender la energía lo suficientemente bien como para utilizar el concepto en forma tan correcta que se pueda deducir algo a partir de él; escapa al nivel de primero de primaria. Esto es equivalente a decirle al niño cosas como "Dios lo hace mover" o "el espíritu lo hace mover", o "la movilidad lo hace mover"; más aún, se podría decir igualmente “la energía lo hace parar”.

Veamos otro aspecto. Si se trata de definir energía, el asunto puede invertirse; podemos decir que si algo se mueve posee energía, pero no que lo que lo hace mover es la energía; es una diferencia tan sutil como en aquel enunciado de la inercia. Quizás se puede aclarar más de la siguiente manera: si se pregunta a un niño qué hace que el perro de cuerda se mueva, debe pensarse en lo que respondería una persona común y corriente; podría ser: "el resorte enrollado trata de desenrollarse, con lo cual acciona el mecanismo". ¡Qué buena forma de iniciar un curso de ciencia!. Desbaratemos el juguete, veamos cómo funciona, observemos el mecanismo, los engranajes, la forma como fue armado, la ingeniosidad de los que diseñan estos y otros juguetes; sería excelente. Pero la respuesta del texto es desafortunada pues pretende enseñar una definición y no enseña nada. Supóngase que un estudiante dijera: "yo no creo que sea la energía lo que lo hace mover". ¿Hacia dónde se orientaría la discusión después de esta respuesta?

Lo que considero grave es que en la primera lección se enseñe una fórmula mística para responder preguntas. El libro trae otras semejantes: "la gravedad lo hace caer", "la suela de los zapatos se gasta por la fricción". Decir simplemente que es por la fricción es triste, eso no es ciencia.

Algunas veces mi padre utilizó en sus conversaciones el término energía pero solo después de que yo tenía alguna idea acerca de ésta. Lo que él hubiera hecho con el

perrito de juguete para dar la misma lección, habría sido decir: "Se mueve porque el sol brilla". Yo hubiese respondido: "No. ¿Qué tiene que ver en esto el brillo del sol? Se mueve porque yo he enrollado el resorte". "Muy bien, pero ¿por qué has podido moverte para enrollar la cuerda?".

"Me alimento".

"Bien. ¿Qué comes?"

"Plantas"

"Y ¿cómo crecen las plantas?" "Pues porque el sol brilla".

Lo mismo sucede con el perro y con la gasolina, en la cual la energía de sol es capturada por las plantas y preservada en la tierra. Muchos otros ejemplos terminan con el sol y vemos cómo la misma idea que el texto trata de enseñar se puede exponer en forma motivante: todas las cosas que vemos se mueven, lo hacen porque el sol está brillando.

Así se explica entonces la relación de una fuente de energía con otra. Puede que el niño lo niegue y diga: "yo no creo que sea porque el sol brilla". Se iniciaría entonces una discusión, esta es la diferencia, después podría retarlo con las mareas y con lo que hace que la Tierra gire, y nuevamente tendríamos algo misterioso que afrontar.

Esto es sólo un ejemplo de la diferencia entre las definiciones (que son necesarias) y la ciencia. La única objeción en este caso particular es que se trataba de la primera lección; lo que es la energía debe ser tema posterior y no la respuesta a una pregunta tan simple como qué hace que el perro se mueva. A un niño debe respondérsela como niño que es:

¡Ábrelo y mira dentro¡ “

¿QUÉ ES CIENCIA? Richard P. Feynman

En equipos de cuatro personas, dar respuesta a los siguientes interrogantes

1. En el argumento “el carrito se mueve porque el sol brilla” ¿qué sistemas identificas y cuales están interactuando?
2. En el argumento “el carrito se mueve porque el sol brilla” ¿qué transformaciones de energía se pueden identificar?
3. En el argumento “el carrito se mueve porque el sol brilla” ¿cómo se da la transferencia de energía?
4. ¿Qué semejanzas encuentran entre las causas del movimiento del carrito tirado por una cuerda y el carrito de cuerda? ¿Qué diferencias encuentran?
5. ¿Qué semejanzas encuentran entre las causas del movimiento del carrito a control remoto y el carrito de cuerda? ¿Qué diferencias encuentran?
6. ¿Qué tipo de energía se asocia al movimiento del carrito? ¿Por qué?

7. Cuando el carrito esta en reposo, pero tiene el resorte enrollado, ¿tiene energía? Justifiquen. Si su respuesta es afirmativa, indica de que tipo.
8. Expliquen porque la alimentación, el metabolismo, la respiración y la fotosíntesis se consideran procesos energéticos básicos de los seres vivos.
9. Generar tres preguntas que hagan referencia a situaciones semejantes a la planteada en el texto, ejemplo ¿por qué suena un radio?, cada grupo intercambia las preguntas con otro grupo y procede a dar respuesta a las preguntas que reciben.

8.4 Anexo 4

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
LECTURA. LA ENERGÍA Y SUS TRANSFORMACIONES[23]	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

TODO CAMBIA Y ENVEJECE

El mundo que nos rodea cambia continuamente. Si miramos alrededor, vemos cosas que se mueven y se modifican. Los seres animados se desplazan, nacen, viven y mueren. Una agitación continua recorre toda la naturaleza: las plantas crecen lentamente, las aguas de los ríos fluyen, las de los mares se encrespan en olas, en el cielo corren las nubes, caen las lluvias, las estaciones se alteran, la tierra tiembla en algunos lugares, y así existen innumerables fenómenos que a diario observamos en nuestra existencia.

Aún los objetos más estáticos e inanimados –una piedra o un edificio- cambian lentamente son corroídos por el tiempo. Todo envejece, más o menos lento, pero sin detenerse. Si un objeto nos parece estático e inmóvil, observémosle con más cuidado: quizás con un microscopio, o bien comparando fotografías tomadas a gran distancia en el tiempo; bajo su aparente inmovilidad lo encontramos atravesado por cambios, encontramos que él también envejece.

Desde la antigüedad, el hombre fue siempre en busca de algún elemento de estabilidad y de seguridad en medio del cambio. “Nada nuevo bajo el sol”, decía el sabio Salomón (960 - 927 a.c). Con esto quería decir: si, todo cambia, pero no es grave ni irreparable. Porque en el fondo todo se repite. Cada año regresa la primavera. Alguien muere, pero alguien nace. Las estrellas en el cielo cambian de posición, pero todo es un mecanismo programado cronométricamente. Allí donde cada una de ellas se encuentra hoy, al mismo lugar regresará en un futuro más o menso lejano; y en la misma idéntica configuración estuvieron en algún momento del pasado.

Las estrellas se alejan una de otras, como los fragmentos de una antigua explosión. Se mueven una respecto de otra a gran velocidad: una velocidad que llega a ser casi un millón de veces más grande que el más veloz de nuestros aviones. Sólo el hecho

[23] Tomado del texto Que es la Entropía de Silvestrini Vittorio. Editorial Norma. Colección Milenio. 1998.

de estar tan lejanas de nosotros, nos lo hace parecer inmóviles. Los movimientos que vemos en los cuerpos celestes no son, por tanto, sólo movimientos circulares y repetitivos; no es solo el girar de los planetas, los satélites y el mismo girar de la Tierra sobre si misma los que dan movimiento al firmamento. Las estrellas se marchan y parecerían destinadas a hundirse en el espacio sin fin. Este es un hecho demostrado sin duda por medidas llevadas a cabo por los astrónomos en los últimos decenios.
Pero hay más. Cada estrella, en singular, envejece; y cuando llega a su turno, muere. Los astrónomos han podido observar la muerte de muchas estrellas. También nuestro sol envejece, nació hace miles de millones de años, pero también él inexorablemente, se consume; para él vendrá puntualmente la muerte.

Nada, en conescuencia, permanece sin tocar por el paso del tiempo. Rigiroso e imparcial, el tiempo condena cada cosa a envejecer. Cualquier cosa que veamos hoy la encontramos más vieja que ayer. Decir entonces que una cosa es más vieja significa que sobre ella el tiempo ha operado más. Más viejo significa más deteriorado. La acción del tiempo tiende a empeorar la calidad de las cosas, no a mejorarla, el paso del tiempo acerca a cada cosa a la muerte.

ENERGÍA. PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN, TRANSFERENCIA Y ACUMULACIÓN

Todo cambio comporta movimiento, y movimiento significa energía. Energía, en efecto, es todo aquello que puede ser transformado en movimiento; o todo aquello en lo cual el movimiento se transforma. Si un objeto se mueve, posee *energía de movimiento*. La energía de movimiento de un objeto que se mueve es tanto mayor cuanto es más grande la *masa* de ese objeto, es decir cuanto mayor es la cantidad de materia que constituye ese objeto. Con igual masa, la energía de movimiento aumenta rápidamente con el aumento de la velocidad: si la velocidad se dobla, la energía de movimiento es cuatro veces más grande. Por esto, en un accidente, un automóvil que va a 200 km/h produce un daño que es cuatro veces más grande con respecto a un automóvil que va a 100 km/h (¡ y no el doble!).
Imaginemos un vagón que haya sido empujado a cierta velocidad, comunicándole así una energía de movimiento dada. Si los rieles a lo largo de los cuales se mueve recorren una vía en ascenso, el vagón es frenado por su peso, estando dirigido hacia abajo, se opone al movimiento. El vagón frena cada vez más y llega a un punto en el que se detiene. Si la velocidad que tenía al inicio hubiera sido más grande, el tramo en el recorrido hubiera sido más largo: cuatro veces más si la velocidad hubiera sido el doble. Apenas se detenga pongámosle el freno de mano del vagón: el vagón, precisamente, por estar quieto, no posee energía de movimiento. Sin embargo posee ahora *energía de posición*: lo demuestra el hecho de que, liberando el freno de mano, el vagón comienza a moverse espontáneamente hacia abajo para regresar al fondo del descenso con una energía de movimiento casi igual a la que tenía inicialmente, cuando comenzó a subir.
Lo anterior es un ejemplo de un proceso en el cual la energía se ha transformado, es decir ha cambiado de forma: de una energía de movimiento a una energía de posición, y luego de energía de posición a una energía de movimiento. La energía de posición y la de movimiento son llamadas *energía mecánica*.

- La energía se transfiere, la energía se transforma

La energía puede tener muchas otras formas. La luz y el calor son formas de energía. La electricidad es otra forma de energía; también la energía química contenida en los combustibles, o una batería de acumuladores, cargada, cargada haciéndola atravesar por una corriente eléctrica. La energía de posición poseída por el agua detenida en dique de una represa se transforma en energía de movimiento cuando el agua, corriendo hacia un valle, se precipita en una cascada.

La energía de movimiento poseída por el agua en el fondo de la cascada puede ser usada para mover un dinamo (o un alternador) que produce energía eléctrica. Esta misma energía puede ser utilizada para mover un motor, y se transforma entonces de nuevo en energía de movimiento; o bien puede ser usada para encender una lámpara, produciendo así energía luminosa; o bien puede encender una estufa produciendo calor, llamado también energía térmica. Estos son ejemplos de procesos de transformación de la energía.

LA ENERGÍA SE ACUMULA

En los ejemplos anteriores la energía no solo se ha transformado, sino que se ha transferido, es decir ha cambiado de posición: pasó de un sistema a otro sistema. Del agua a las turbinas, al dinamo, a la lámpara; y a la luz, es decir la energía luminosa, se extiende por toda la habitación.

La energía luminosa y térmica del Sol viaja a través del espacio para llegar hasta nosotros. La energía está continuamente sujeta, por lo tanto, a procesos de transformación y transferencia. Algunos de estos procesos son llamados también proceso de *almacenamiento o de acumulación* de la energía: esto sucede cuando la energía que es recibida por un sistema asume una forma que no se manifiesta como luz, calor o movimiento. Se ha acumulado en la batería, está escondida en ella: nos damos cuenta de ello, sin duda, extrayéndola nuevamente de la batería y produciendo luz en una lámpara, o energía de movimiento con un motor eléctrico, y así sucesivamente.

LA ENERGÍA SE CONSERVA

Una de las leyes fundamentales de la física, una de las leyes mas seguramente basadas en la observación de hechos pertenecientes a las categorías más dispares, afirma que *la energía se conserva.*

La energía se transforma, se transfiere o se acumula; pero no puede ser creada ni ser destruida. Esta ley física fundamental se llama precisamente *el principio de conservación de la energía.*

Un sistema se debe entender como cualquier objeto o conjunto de objetos formado por un cierto número de partes que lo constituyen. Cualquier cosa que observamos es un sistema físico. Aún el átomo mismo, que los antiguos creían indivisible y simple; está formado por constituyentes más elementales. Cualquier cosa que observemos representa un sistema físico: sea sólido, líquido, gaseoso, un ser viviente, un objeto natural, un dispositivo artificial, una planta, un motor, bien cualquier cosa que pertenezca a nuestro universo.

Un sistema físico sufre una transformación cuando cambia de posición, o de forma, o de dimensiones; o bien una de sus propiedades. Cuando un sistema físico sufre una transformación, de alguna manera interviene la energía. O recibe energía del ambiente, o cede al ambiente una parte de energía que poseía; o la energía en él contenida cambia de posición; o bien la energía acumulada en él cambia de forma. O bien suceden simultáneamente más de una de estas cosas. En cambio, si medimos la energía que el sistema recibe y medimos también aquella que cede al ambiente, estas dos cantidades de energía en general no son iguales entre ellas. Pero si la energía recibida es mayor que la cedida, entonces la diferencia entre las dos ha sido acumulada por el sistema.
Viceversa, si la energía cedida es mayor que la energía recibida, entonces la diferencia ha sido extraída de la energía que el sistema tenía acumulada.
En cualquier proceso o fenómeno, cualquiera que sea el sistema físico considerado, el balance de la energía debe estar equilibrado. La energía, por tanto, no se crea ni se destruye, puede transformarse, puede transferirse, puede esconderse, como sucede cuando se acumula. Pero nunca se pierde, ni se genera a partir de la nada.
Por ejemplo, un automóvil en competencia posee energía de movimiento (energía cinética), si acciona los frenos, el automóvil se detiene; pierde en ese momento, toda su energía de movimiento, sin embargo, los frenos y el pavimento se han calentado y ha comunicado parte del calor al aire. Si se hace la suma de la energía recibida por el aire, la energía térmica de los frenos y el asfalto, se encontrará que el total es igual a la energía cinética del movimiento del automóvil que tenía inicialmente.

LA ENERGÍA SE DEGRADA

El hombre está acostumbrado a generar, para su comodidad, una gran variedad de fenómenos y de transformaciones; para calentarse, para moverse, para construir objetos útiles y demás. Para esto debe emplear energía, tomándola de las fuentes naturales como el viento, el agua, la leña que arde, el petróleo, el carbón, el gas natural, el uranio, etc.
No obstante, decir que la humanidad consume energía es una manera inexacta de decirlo: de hecho hemos visto que la energía no puede consumirse, en el sentido que no puede ser destruida. Sólo puede transformarse. Por ejemplo si quemamos una cierta cantidad de combustible, encontraremos en los productos de combustión (en el calor producido y comunicado al ambiente) exactamente toda la energía que al comienzo estaba contenida en el combustible en forma de energía química.
Cuando el combustible arde, su energía no se consume sino que se transforma. No los dice el principio de conservación de la energía, un principio que hasta el momento nadie ha encontrado objeciones. Pero es claro que un combustible que ha ardido no tiene el mismo valor que un combustible por arder. Aún si recogemos con diligencia todos los productos de la combustión sin olvidar un solo fragmento, ni una sola fracción minúscula de calor, no podemos ponerlos juntos y formar de nuevo el combustible que teníamos inicialmente.
Se puede ir en un sentido, del combustible a los productos de combustión; pero no se puede ir en sentido contrario, de los productos de combustión al combustible, es un proceso *irreversible.*

No es reversible, por ejemplo, el proceso que lleva un automóvil de un lugar a otro. Pues si bien es cierto como fue puede regresar por el mismo camino en sentido opuesto, en el viaje de ida el tanque de gasolina se ha ido vaciando y no se llena al regreso.

La energía de movimiento tiende por tanto a transformarse en energía térmica. Si probamos calentando un vehículo detenido, no se pondrá en movimiento. La energía térmica por el contario, espontáneamente no se transforma en energía de movimiento. La energía mecánica puede transformarse espontáneamente en energía térmica pero no viceversa.

Poniendo en contacto un cuerpo caliente y uno frio, el frio tiende a calentarse a expensas del más caliente; no es posible que el frio se enfríe más, cediendo su propio calor al más caliente. El calor tiende entonces a fluir espontáneamente sólo en un sentido, de los cuerpos más calientes a los más fríos, esta es otro fenómeno que obedecen todos los procesos físicos sin ninguna excepción.

ACTIVIDAD

De la lectura *"La Energía y sus Transformaciones",* responda las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la causa qué obliga a las cosas a cambiar?

_____
_____
_____
_____

2. ¿Qué cree que significa, no sólo para un ser vivo sino para un objeto, envejecer?

_____
_____
_____
_____

3. De 3 ejemplos de procesos en los que se da transformación de energía y explique cada uno de ellos.

_____
_____
_____
_____

4. De 3 ejemplos de procesos en los que se da transferencia de energía y explique cada uno de ellos identificando los sistemas que intervienen en dicho proceso.

_____
_____
_____
_____

5. De 3 ejemplos de procesos en los que se da degradación de energía y explique cada uno de ellos identificando los sistemas que intervienen en dicho proceso.

_____
_____
_____
_____

6. Explique qué es un proceso *irreversible* de energía.

_____
_____
_____
_____

7. *Indique de qué factores suponemos que dependerá la energía potencial*

_____
_____
_____
_____

8. *¿Qué ocurre, desde el punto de vista térmico, cuando los cuerpos se golpean o frotan entre sí?*

_____
_____
_____
_____

9. *identifique dos situaciones en las que se propague energía de un lugar a otro, sin que se dé un desplazamiento neto de materia*

_____
_____
_____
_____

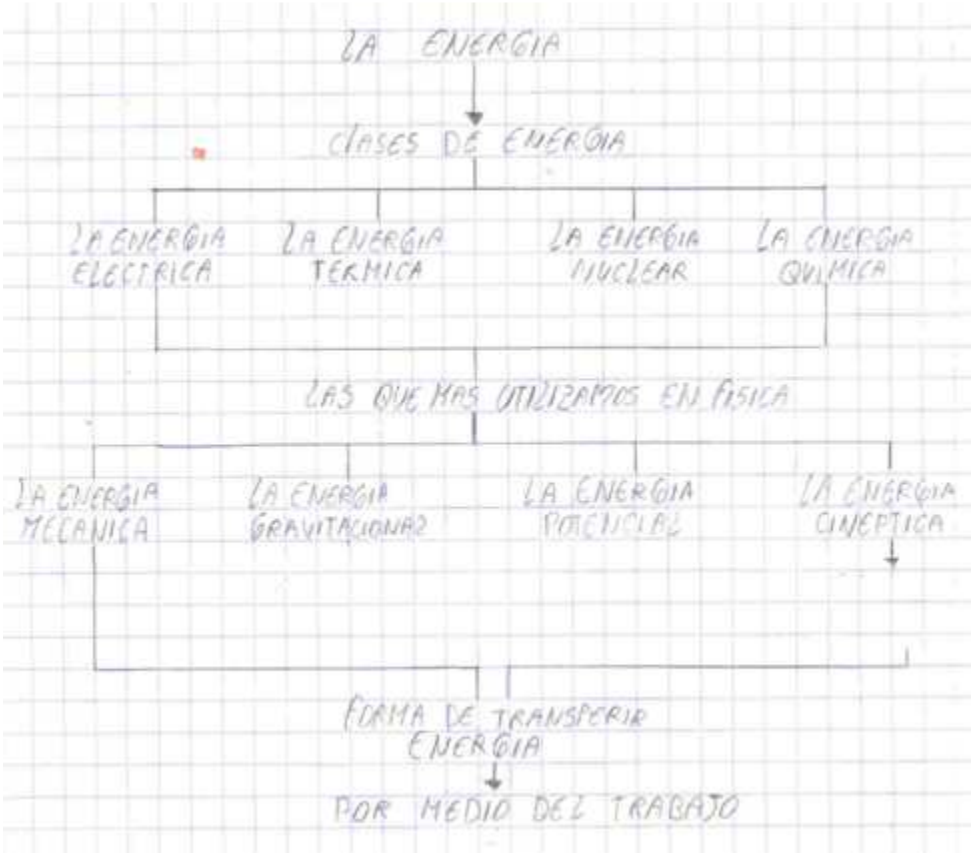
10. *identifique dos situaciones en las que sea posible determinar que la energía mecánica se conserva*

_____
_____
_____

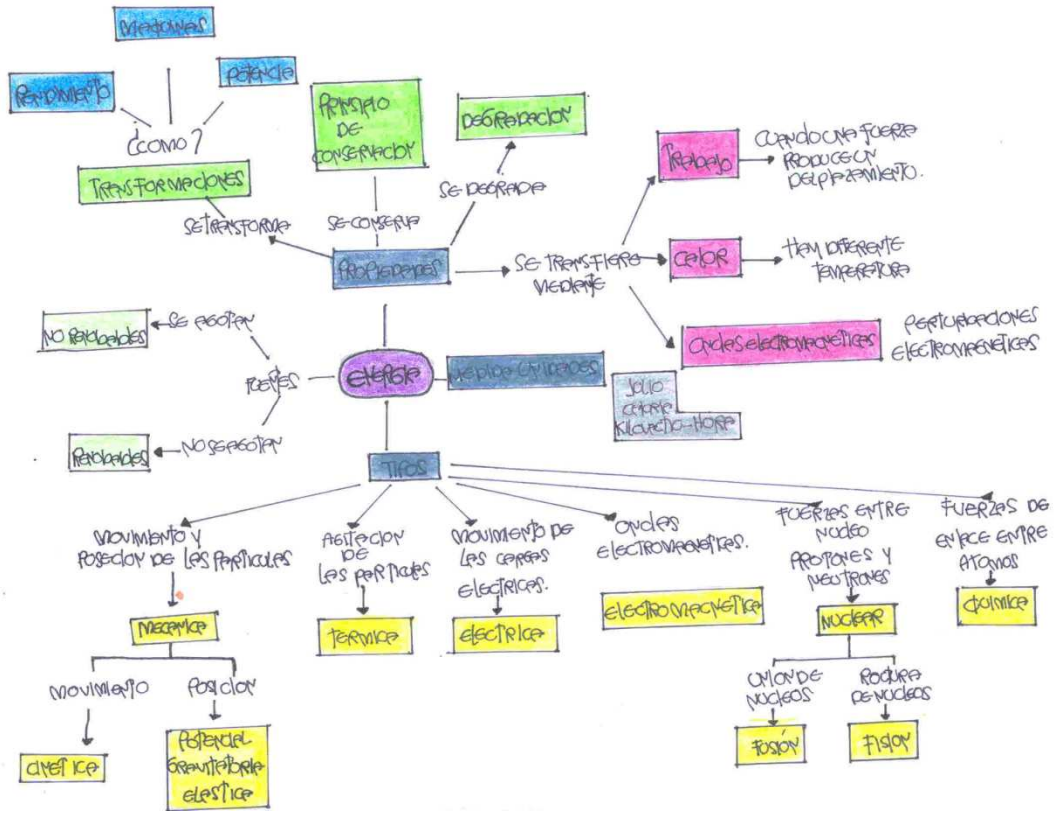
8.5 Anexo 5

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
MAPA CONCEPTUAL	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

Estudiante 38, momento inicial

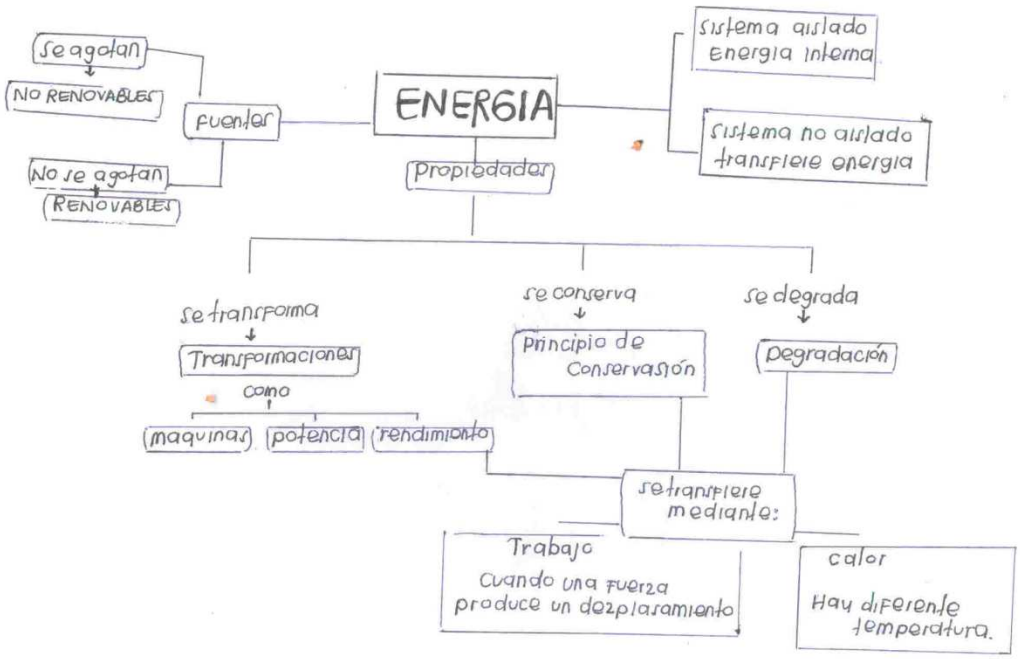


Estudiante 38, momento final

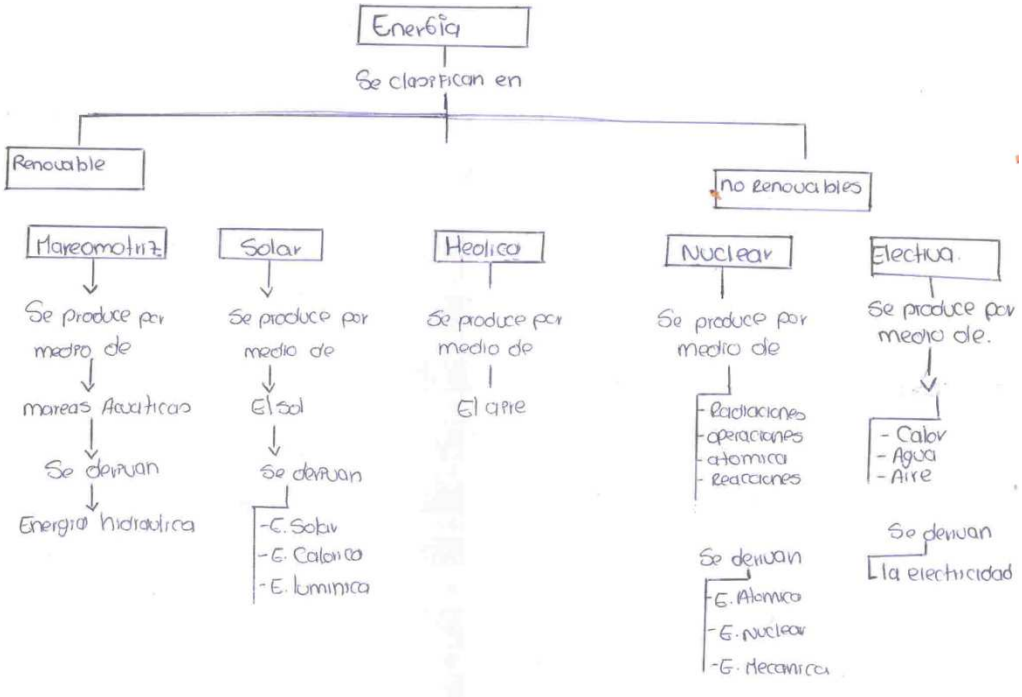


Estudiante 08, momento inicial

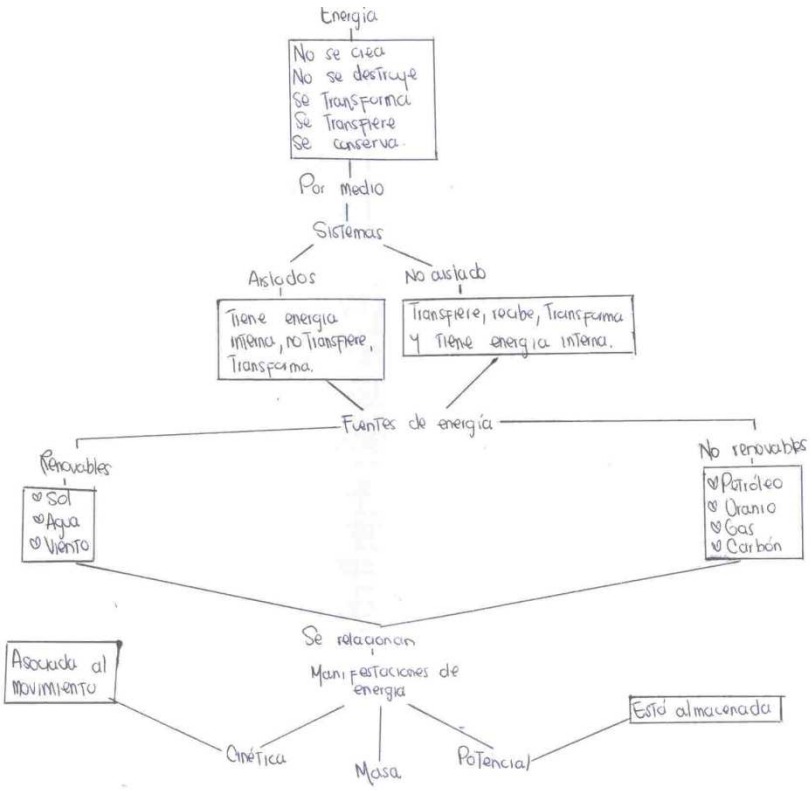
Estudiante 08, momento final



Estudiante 13, momento inicial



Estudiante 13, momento final



8.6 Anexo 6

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
SITUACIÒN PROBLEMAGENERACIÓN DE ENERGÍA	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

En el año 2010 se inauguró el proyecto Porce III, que es el primero de los 10 que se deben construir en el plan de expansión del sistema eléctrico colombiano para asegurar las necesidades del sistema interconectado a mediano plazo en el país. El costo para EPM de este embalse es de 2,9 billones de pesos; en su puesta en funcionamiento se inundaron 460 hectáreas de tierra con 234 millones de metros cúbicos de agua. Se espera que esta central hidroeléctrica logre generar el 5 por ciento de la demanda nacional de energía. En la construcción de este embalse fue necesario desplazar población, desviar el rio Porce, y desplazar especies animales que habitaban en la región.

En contraste, en algunos lugares del mundo no se cuenta con las condiciones para la puesta en marcha de centrales hidroeléctricas, dado que no se pueden construir ríos para formar presas donde se desea. En muchos de esos lugares se ha optado por la construcción de centrales nucleares. Estas instalaciones industriales, empleadas para la generación de energía eléctrica a partir de energía nuclear, se caracterizan por el empleo de combustible nuclear compuesto básicamente de material fisionable, que mediante reacciones nucleares proporciona calor, el cual a su vez es empleado a través de un ciclo termodinámico convencional para producir el movimiento de alternadores que transforman el trabajo mecánico en energía eléctrica.

La Central Nuclear de Kashiwazaki-Kariwaes una relativamente moderna planta de energía nuclear localizada en Japón, su dueño y operador es The Tokyo Electric Power Company, que es la tercera empresa eléctrica más grande en el mundo. El costo de construcción de una planta nuclear es de aproximadamente U$S 5.349 millones.

Según su tasa de energía eléctrica neta, es la planta nuclear más grande del mundo, capaz de proveer de electricidad a 16 millones de hogares, que sobre aproximadamente 47 millones de hogares existentes en Japón, hace que esta central sea muy importante en el mercado eléctrico japonés.

La generación mediante energía nuclear, aporta un 13% de electricidad mundial. Cuando por la crisis económica parecía que se reconsideraba un renacimiento nuclear, el accidente de Fukushima ha enfriado todas las ideas de reactivación.

Las plantas nucleares producen electricidad de forma continua y sin emitir CO_2, aunque si generan un gran problema con el almacenamiento de los residuos por ser estos altamente tóxicos.

EL 21% de la electricidad mundial es producido quemando gas natural y el 41% quemando carbón. La mayor desventaja del carbón es que su combustión es muy 'sucia' y produce gran emisión de contaminantes como SO_2 y NO_2, que provocan la lluvia ácida y CO_2, que es un gas de efecto invernadero. Además, por la gran cantidad de combustible usado, las cenizas liberan más 'radioactividad' que una central nuclear. En las explotaciones mineras a cielo abierto, produce graves daños ecológicos por las grandes extensiones afectadas. Así mismo, el sector minero del carbón es muy conflictivo por la dureza de las condiciones de trabajo, y sus reivindicaciones han hecho temblar a numerosos gobiernos en todo el mundo. No obstante, el carbón es el rey de la generación eléctrica mundial.

La energía hidráulica Abastece el 16% de las necesidades de energía eléctrica mundiales, en este momento la mayoría de los enclaves del mundo desarrollado ya están aprovechados, y las organizaciones ecologistas se oponen a nuevas instalaciones por el alto impacto medioambiental.

Salvo la energía de las centrales nucleares y la geotérmica, el flujo de energía que sostiene la vida en la tierra procede del horno de fusión nuclear que funciona en el sol, es decir, de la capacidad de las estrellas de transformar materia en energía. La magnitud de la energía solar irradiada diariamente a la tierra es $3{,}7 \times 10^{21}$ calorías, cifra que supera en 100 veces el consumo total de la civilización humana en un año. Del 37% al 39%, el llamado albedo, es reflejado al espacio, y el resto ilumina el planeta y calienta los océanos, los continentes, la atmósfera, produciendo las estaciones por la circulación de fluidos sobre su superficie. Produce los vientos, las precipitaciones y fuerza la función clorofílica.

1. ¿Qué tipos de transformaciones de energía se dan en el proceso de generación de energía eléctrica a partir de la quema de carbón?
2. ¿Cuáles son las manifestaciones de energía que se dan en el proceso de generación de energía mediante la quema de carbón?
3. ¿Qué tipos de transformaciones de energía se dan en el proceso de generación de energía eléctrica a partir de la quema de gas natural?
4. ¿Cuáles son las manifestaciones de energía que se dan en el proceso de generación de energía mediante la quema de gas natural?
5. ¿Qué tipos de transformaciones de energía se dan en el proceso de generación de energía eléctrica en una planta hidroeléctrica?
6. ¿Cuáles son las manifestaciones de energía que se dan en el proceso de generación de energía en una planta hidroeléctrica?
7. ¿Qué tipos de transformaciones de energía se dan en el proceso de generación de energía eléctrica en una planta nuclear?
8. ¿Cuáles son las manifestaciones de energía que se dan en el proceso de generación de energía en una planta nuclear?
9. ¿Qué ventajas tiene la construcción de la represa hidroeléctrica respecto a la de la planta nuclear?

10. “El calentamiento global y la capacidad del planeta de reciclar residuos está ampliamente superada. Continuar así asegura una catástrofe medioambiental.” Justifique esta afirmación a partir de la información que ofrece el texto.
11. Si la decisión escoger entre la construcción de una planta hidroeléctrica y una termonuclear estuviera en sus manos, y su decisión estuviera basada en la que genera menos daño ambiental, ¿cuál de la dos desearía construir y por qué?
12. ¿Cómo cree que será la disponibilidad de energía dentro de 60 años?
13. Explique en qué forma una crisis energética mundial afectaría actividades de la vida cotidiana como tomar agua potable, cocinar, utilizar algún medio de transporte, etc.
14. ¿Qué otras posibilidades para la generación de energía eléctrica, diferentes a las ya enunciadas, se podría considerar?

8.7 Anexo 7

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
EXPERIMENTOS	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

- Soltar una masa m desde una altura h y sobre una superficie dura. Soltar la misma masa desde una altura 2h, 3h, 4h,…

Altura	v_f	E_{c0}	E_{p0}	E_{cf}	E_{pf}	$E_{c0} + E_{po}$	$E_{cf} + E_{pf}$
h_1							
h_2							
h_3							
h_4							
h_5							
. . .							

- Soltar dos masas, una de masa m otra de masa $2m$ desde la misma altura h sobre una superficie dura. (observación: las masas deben tener la misma forma y volumen)

Masa 1	Masa 2	v_f	E_{c0}	E_{p0}	E_{cf}	E_{pf}	$E_{c0} + E_{po}$	$E_{cf} + E_{pf}$
m_{11}	m_{21}							
m_{12}	m_{22}							
m_{13}	m_{23}							
m_{14}	m_{24}							

m_{15}	m_{25}							
. . .								

1. Identifique cual es el sistema o los sistemas que interactúan y cuáles son sus componentes.
2. Identifique los tipos de energía asociados a cada transformación.
3. Identifique en qué forma se dan procesos de degradación de la energía
4. Explique si se dan procesos de transferencia de energía.

Calor y temperatura:

- Introducir una mano en un recipiente con agua tibia y la otra en agua con hielo, durante un minuto, tiempo después del cual se sacan ambas manos de los recipientes y con ellas se toca un mismo objeto.
  A partir de la sensación que se produce, explicar qué entiende por calor.

- ¿Un suéter genera calor?: Algunos alumnos se ponen un suéter y describen que ocurre con su temperatura corporal, comparan lo que está ocurriendo con su temperatura cuando tienen el suéter puesto, con la temperatura de un suéter que descansa sobre una mesa. Comparar la situación anterior con la que se presenta cuando se está al lado de una hoguera o fogón encendido.

1. Identifique cual es el sistema o los sistemas que interactúan y cuáles son sus componentes.
2. Identifique los tipos de energía asociados a cada transformación.
3. Identifique en qué forma se dan procesos de degradación de la energía
4. Explique si se dan procesos de transferencia de energía.

Trabajo

- Se tienen dos jeringas, una llena de agua y la otra vacía, conectadas a través, de una manguera; la manguera contiene solo aire y sus extremos están completamente sellados a las boquillas de las jeringas. Se pone la jeringa llena de agua en un recipiente con agua, y se calienta el recipiente. Después de dejar la jeringa por un largo periodo de tiempo en el agua hirviendo, ¿qué sucede con el émbolo de la segunda jeringa? ¿Cómo explica el fenómeno observado?

1. Identifique cual es el sistema o los sistemas que interactúan y cuáles son sus componentes.
2. Identifique los tipos de energía asociados a cada transformación.
3. Identifique en qué forma se dan procesos de degradación de la energía
4. Explique si se dan procesos de transferencia de energía.

Manifestaciones y transformaciones de energía

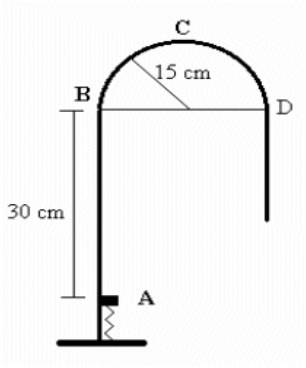
Qué experimentos o fenómenos podrían evidenciar:

- Energía que se transforma en luz.
- Energía que se transforma en sonido.
- Energía que se transforma en movimiento.
- En cada caso explique el tipo de energía inicial y la manera como se da la transformación.

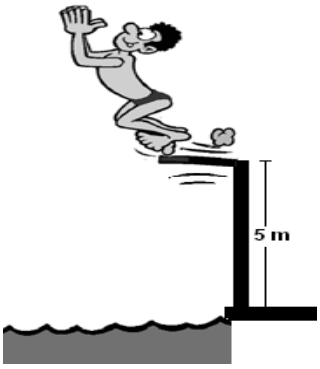
1. Identifique cual es el sistema o los sistemas que interactúan y cuáles son sus componentes.
2. Identifique los tipos de energía asociados a cada transformación.
3. Identifique en qué forma se dan procesos de degradación de la energía
4. Explique si se dan procesos de transferencia de energía.

8.8 Anexo 8

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
EJERCICIOS DE ENERGÍA	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

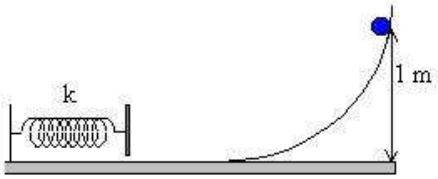


1) Un bloque de 200 g permanece en reposo en A cuando el muelle de constante 500 N/m está comprimido 7.5 cm. Se suelta el dispositivo de sujeción y el bloque recorre el camino ABCD. Calcular La velocidad del bloque cuando pasa por B, C y D.



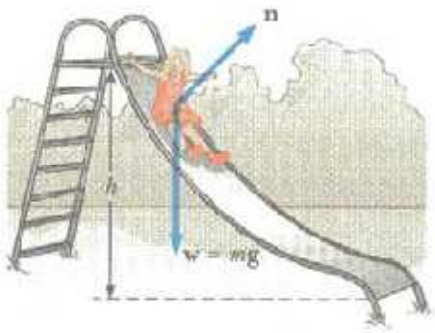
2) En las pruebas de clavado de 5m, de los Juegos Suramericanos celebrados en la ciudad de Medellín, un participante del equipo colombiano de 75kg de masa, obtuvo puntaje perfecto en salto de plataforma. Dicho competidor se dejó caer desde la plataforma. Determina:

a) La rapidez con que nuestro clavadista hizo contacto con la piscina suponiendo que ésta se encuentra al ras del piso es:
b) Los tipos de energía que caracterizan el punto desde donde se dejó caer el clavadista, y el punto de llegada a la piscina son respectivamente:
c) Si otro clavadista en otra competencia llegó a la piscina con una rapidez de . De seguro la altura de la que se dejó caer es:



3) Un cuerpo de 1 kg de masa se deja caer por una superficie curva desde una altura de 1 m, tal como indica la figura. Despreciando rozamientos, calcular:

a) La velocidad de la partícula en el momento justo antes de chocar con el muelle.
b) La máxima deformación que experimentará el muelle si su constante elástica es de 200 N/m



4) Una niña de masa m se desplaza sobre un tobogán irregularmente curvo de altura 6 m, como muestra la figura.
La niña parte del reposo en el parte superior. Considere que no hay fricción y determine la velocidad de la niña en la parte inferior

5) Calcular el trabajo efectuado por un hombre que arrastra un saco de harina de 65 kg por 10 m a lo largo del piso con una fuerza de 25 Ny que luego lo levanta hasta un camión cuya plataforma está a 75 cm de altura. ¿Cuál es la potencia promedio desarrollada si el proceso entero tomó 2 minutos?

6) un cuerpo de 0,25kg se deja caer libremente desde una altura de 2,5m sobre un pequeño resorte vertical sujeto y de constante de elasticidad 45N/m. Calcula la máxima deformación del resorte.

7) Calcula la velocidad que necesita un saltador de garrocha de 50kg, para alcanzar una altura de 3,5m.

8) un bloque de $200g$ se desliza por una superficie horizontal, sin fricción con una velocidad de $16m/seg$. Si va en dirección de un resorte fijo, cuya constante elástica es $200N/m$, ¿qué tanto se comprime el resorte?

9) una maceta que cae de un balcón tiene 650J de energía cinética cuando su velocidad es $15\ m/s$. ¿Cuál es su masa?

10) Calcula el trabajo necesario para aumentar la velocidad de un cuerpo de 40 kg desde 25m/s a 50 m/s.

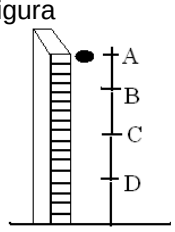
11) Si un cuerpo de 0,7 Kg se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad de 35 m/s. Calcular la altura que alcanza.

12) Indica de qué factores cabe suponer que dependerá la energía potencial gravitatoria cuando se tiene un cuerpo en las proximidades de la superficie terrestre

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
PROBLEMAS DE ENERGÍA	**FECHA:**
NOMBRE:	**GRADO: 10** **GRUPO:**

1) Una esfera choca contra un resorte y lo comprime. En esta situación hay manifestaciones de energía:
   a) Potencial
   b) Potencial y química
   c) Cinética y potencial
   d) eólica y cinética

Responde las preguntas 2 a 5 de acuerdo a la siguiente información
Si un bloque de masa ***m*** cae desde un edificio de altura ***h***, según se observa en la figura



2) Se puede afirmar que la energía potencial del cuerpo a medida que cae y pasa por los diferentes puntos (E_{pA} quiere decir la energía potencial en el punto A) es:
   a) $E_{pA} > E_{pD} > E_{pC}$
   b) $E_{pA} > E_{pB} > E_{pC}$
   c) $E_{pD} > E_{pC} > E_{pA}$
   d) $E_{pD} = E_{pA} = E_{pC}$

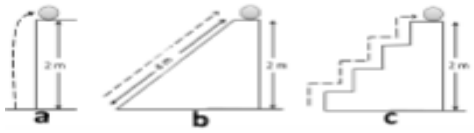
3) La energía cinética del cuerpo al caer y pasa por los diferentes puntos es:
   a) $E_{CA} > E_{CD} > E_{CC}$
   b) $E_{CA} < E_{CB} < E_{CD}$
   c) $E_{CD} = E_{CA} = E_{CB}$
   d) $E_{CA} < E_{CD} < E_{CB}$

4) A medida que el cuerpo cae desde un punto a otro cualquiera, la
   a) Ep disminuye y Ec aumenta en la misma magnitud manteniéndose la energía mecánica constante
   b) Ep aumenta y Ec disminuye en la misma magnitud manteniéndose la energía mecánica constante
   c) Ep no varía y tampoco Ec manteniéndose la energía mecánica constante.
   d) Ep disminuye y Ec permanece constante.

5. De los siguientes comentarios el que te parece más apropiado es:
   A. Las personas tienen energía por ser seres vivos, pero las mesas y las piedras no tienen energía.
   B. Todos los objetos tienen energía aunque no siempre la ponen de manifiesto.
   C. Los objetos tienen energía sólo si se está produciendo un cambio en ellos.

6. En la naturaleza , cuando interacturan los diferentes sistemas la energía se pierde, debido a las diferentes interacciones, transferencias y transformaciones. Esto es:
   a. Verdadero, porque cuando hay procesos de degradación, la energía se destruye.
   b. Falso, porque cuando los sistemas no estan aislados no transfieren energía.
   c. Verdadero, porque a medida que la energía pasa entre los diferentes eslabones de la cadena alimenticia, se disipa en forma de calor.
   d. Falso, porque a pesar de los diferentes interaciones entre sistemas, la energía total permanece constante

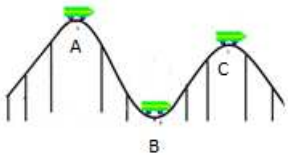
La siguente figura muestra 3 trayectorias seguidas para ubicar una bola de 50N a 2m de altura de el piso.



7. Según la información suministrada, es posible afirmar que:
a) La energía potencial de la bola es mayor en a
b) La energía potencial de la bola es mayor en b
c) La energía potencial de la bola es igual en a y c pero no en b
d) La energía potencial de la bola es igual en a, b y c

8. Si la masa de la bola se reduce a la mitad y la altura se duplica, entonces la energía potencial:
   a) Aumenta en a.
   b) Aumenta en b
   c) Disminuye en c
   d) Es igual en a, b, c

La siguiente figura muestra un carrito de 200kg de masa, en la parte más alta de una montaña rusa sin fricción



9. Podemos afirmar que el punto donde el carrito tiene la mayor energía potencial es:
a) A b) B
c) C d) Es igual en cada punto

10. El punto donde el carrito tiene la mayor energía cinética es:
a) A b) B
c) C d) Es igual en cada punto

11. El punto donde el carrito tiene la mayor energía mecánica es:
a) A b) D
c) C d) Es igual en cada punto

12. Teniendo en cuenta que energía cinética es Ec, energía potencial es Epy energía mecánica es Em, en el punto B se cumple que:
a) $Ec > Ep$ b) $Ec < Ep$
c) $Ec = Em$ d) $Ec > Em$

13. Si la altura a la que se encuentra el carrito en A es de 10m, la velocidad con la que llega al punto B es:
a) $10m/s$ b) $14m/s$
c) $196m/s$ d) $7m/s$

14. Usamos sacos de lana cuando hace frío
   D. Para aislar el frío
   E. Para generar calor
   F. Para reducir la pérdida de calor
   G. Para que el saco de lana nos caliente

15. Cuando una linterna se enciende la energía almacenada en la batería se transfiere a la bombilla transformándose en luz. De la energía de la bombilla podríamos decir:
   A. Se pierde, se gasta al iluminar.
   B. Termina por calentar el aire del ambiente
   C. Vuelve a la pila cargándola parcialmente

8.9 Anexo 9

Observación. En las tres tablas siguientes se deben considerar las siguientes convenciones: el color amarillo representa preguntas relacionadas con el concepto de sistema, el color azul representa preguntas relacionadas con el principio de conservación de la energía y el color verde preguntas relacionadas con situaciones en contextos reales. El valor “1” indica respuesta en la categoría 1, el valor “2” indica respuesta en la categoría 2 y el valor “3” indica respuesta en la categoría 3. Aunque algunas de las actividades se desarrollaban de forma grupal, cada estudiante debía entregar sus propias conclusiones.

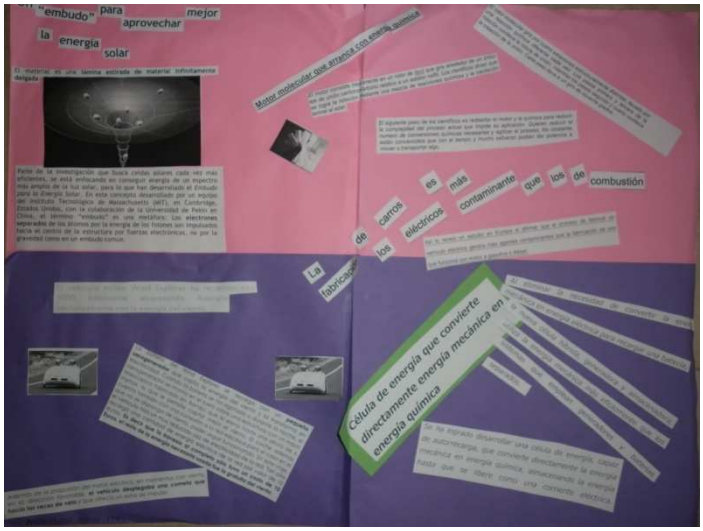
	Cuestionario																					
Estudiante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
E01	3	3	1	3	3	3	1	1	3	2	3	1	2	1	3	3	3	1	1	2	3	2
E02	3	3	3	3	3	1	2	1	3	2	3	3	3	1	3	2	3	1	2	1	3	2
E03	1	3	1	3	2	3	1	2	3	2	3	2	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3
E04	3	3	1	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3	2	3
E05	3	3	3	1	1	3	1	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	2	1	3	2	1
E06	2	3	1	1	1	3	1	2	2	2	3	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1
E07	2	2	3	3	1	3	1	1	2	1	3	1	3	1	2	3	3	2	3	1	3	1
E08	3	2	3	3	2	3	1	3	3	3	3	2	3	1	3	2	3	3	3	2	1	3
E09	1	3	1	3	3	3	1	2	1	1	1	3	3	1	1	1	3	1	1	1	1	2
E10	3	3	2	3	2	2	1	3	3	3	3	2	3	1	3	1	3	1	2	1	2	3
E11	1	3	1	1	2	2	1	2	1	2	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1
E12	3	2	3	1	3	3	3	3	2	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
E13	1	3	1	3	3	3	3	2	1	1	2	1	3	3	2	1	3	3	3	1	1	3
E14	3	3	3	3	2	3	3	2	3	1	2	2	3	1	3	3	3	2	2	3	3	2
E15	1	2	1	1	3	3	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	3
E16	1	2	3	1	3	2	1	2	1	1	3	1	3	2	1	1	3	2	3	1	1	3
E17	2	3	1	3	3	3	1	3	3	3	1	2	2	1	3	1	3	2	1	1	1	1
E18	3	3	1	3	3	3	1	3	3	2	3	2	3	1	3	2	2	2	3	3	1	3
E19	3	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
E20	1	3	1	3	2	3	1	1	2	1	2	1	3	1	1	1	2	3	1	2	1	2
E21	3	1	3	3	3	3	1	1	3	1	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3
E22	3	3	3	3	3	3	1	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3
E23	3	3	1	2	3	2	2	1	2	3	3	2	3	1	3	3	3	2	3	3	1	1
E24	2	3	1	2	3	1	1	1	3	1	2	3	1	1	2	1	2	1	2	2	3	1
E25	2	3	3	3	3	3	1	3	3	1	2	3	3	1	3	3	3	3	1	3	3	2
E26	1	1	3	3	3	3	3	1	3	2	3	1	3	3	2	2	3	3	3	1	3	3
E27	2	3	1	3	3	1	1	1	3	1	2	1	3	1	3	1	2	2	2	1	1	3
E28	2	3	2	3	2	2	1	2	2	1	3	3	3	3	2	1	3	1	1	2	1	1
E29	1	2	2	3	1	1	1	1	3	1	2	1	3	1	3	1	3	1	1	2	1	3
E30	3	3	1	2	2	3	1	2	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	3	2
E31	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	1	2	1	3	3	3	1	1	1
E32	3	3	3	3	3	3	1	1	3	1	3	1	3	2	3	2	2	3	3	3	3	1
E33	3	1	3	3	2	3	1	1	2	1	3	2	3	1	3	1	2	2	1	1	3	1
E34	2	3	1	1	3	2	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	2	1	3	1	1
E35	3	1	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	1	3	1	2
E36	1	3	3	3	3	2	1	1	2	2	3	2	3	3	3	2	3	1	3	1	1	1
E37	3	2	1	3	3	3	1	3	2	1	3	3	3	3	3	1	3	1	2	2	1	3
E38	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1
E39	1	3	2	1	2	1	1	2	3	2	3	1	1	1	3	3	3	2	3	3	3	1
E40	3	1	3	3	1	1	1	2	2	3	3	1	1	3	1	3	2	1	1	2	1	1
E41	2	2	3	1	3	2	2	1	3	2	3	1	3	1	3	1	2	3	3	1	1	3
E42	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	2	3	2	2	3	3	3

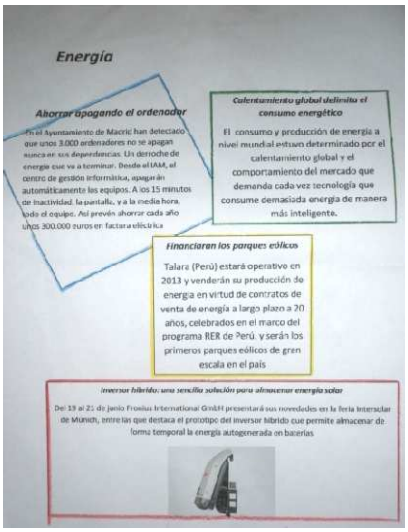
Situación problema lectura Feynman									
Estudiante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
E01	3	2	3	1	1	3	3	3	1
E02	3	3	3	3	1	3	2	2	3
E03	3	3	3	2	1	3	3	2	3
E04	3	3	2	3	3	3	3	3	3
E05	2	2	3	1	3	3	3	3	2
E06	3	3	1	1	1	1	2	3	3
E07	3	1	3	3	1	3	1	1	3
E08	3	2	2	3	3	3	3	3	3
E09	3	2	2	1	1	1	1	3	1
E10	3	3	3	1	3	3	3	3	3
E11	1	3	1	1	2	1	1	1	1
E12	2	3	3	3	1	3	3	2	3
E13	3	1	2	3	3	3	3	3	3
E14	3	1	3	2	3	3	3	3	3
E15	2	3	1	1	1	1	3	2	1
E16	2	3	3	3	2	1	1	3	2
E17	1	3	3	1	1	2	3	2	3
E18	3	2	3	3	3	3	2	2	3
E19	1	3	1	1	1	1	1	1	1
E20	3	2	3	3	1	3	2	2	3
E21	3	3	3	2	3	3	3	3	3
E22	2	3	2	3	3	3	3	3	3
E23	3	3	2	1	3	3	2	2	3
E24	3	3	3	2	1	1	1	3	3
E25	2	2	3	1	3	3	3	3	2
E26	2	3	3	3	3	1	3	2	2
E27	3	3	3	3	1	2	3	3	3
E28	3	1	2	1	1	2	1	3	1
E29	2	1	3	2	3	3	1	3	1
E30	2	1	3	3	3	2	3	3	2
E31	2	3	2	1	3	3	2	3	3
E32	3	1	3	2	3	3	3	3	3
E33	1	3	3	1	1	3	3	1	3
E34	1	1	3	1	1	1	1	3	1
E35	3	3	3	2	2	3	3	3	2
E36	3	3	2	1	1	3	1	3	3
E37	3	3	3	3	3	3	2	3	3
E38	1	1	3	1	1	1	1	2	1
E39	3	2	3	3	1	3	2	2	3
E40	3	1	1	1	1	3	1	1	1
E41	1	1	2	1	1	3	3	3	3
E42	3	2	2	3	3	3	3	2	3

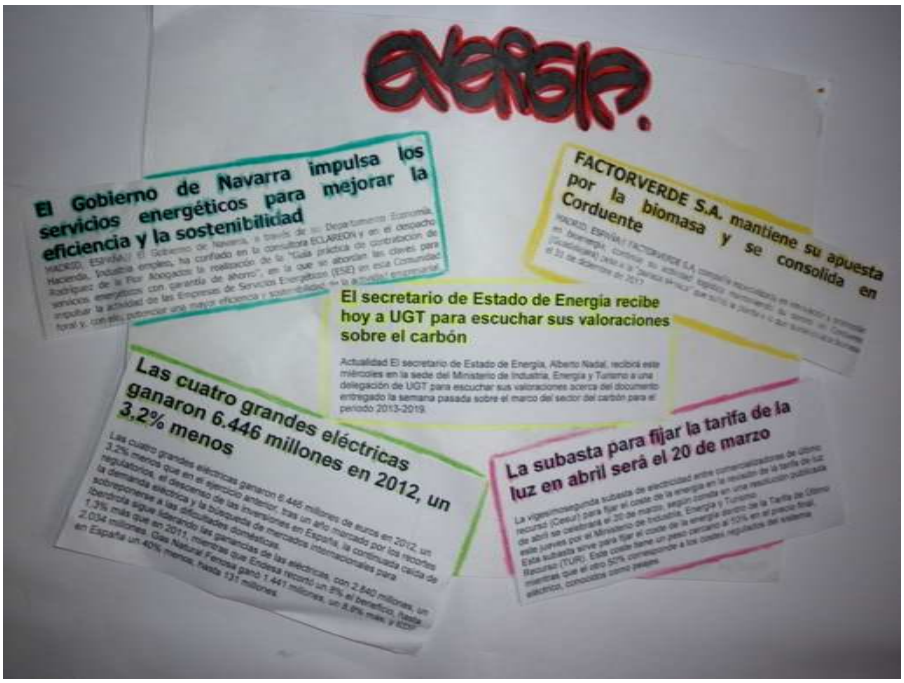
	Situación problema relacionada a generación de energía																					
Estudiante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
E01	3	3	3	3	3	3	1	2	1	3	2	3	2	3	1	3	3	3	2	3	3	1
E02	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	2
E03	1	3	2	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3
E04	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	3	2	3	3	2	3	3	3	1	3	2	3
E05	1	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	3	3	2	1	3	2	1	2	3	3	3
E06	1	3	2	2	3	2	2	1	2	3	3	3	3	2	1	1	1	2	1	3	2	3
E07	3	2	3	3	3	3	1	1	2	3	3	3	2	3	1	1	2	2	1	3	3	1
E08	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	1	3	3	2	3	3	3	2	1	3	3	2
E09	1	3	3	2	3	3	1	3	1	3	3	2	3	3	1	2	3	3	2	1	1	3
E10	2	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	3	3	3	2	3	1	3	2	3	3	3
E11	1	2	1	3	1	2	1	1	2	1	2	1	3	3	1	1	1	1	1	2	3	1
E12	2	3	3	3	3	3	2	1	1	3	3	2	3	3	2	3	1	2	3	3	3	3
E13	3	3	2	3	2	3	3	1	3	3	3	2	3	3	3	1	3	1	3	3	3	3
E14	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	1	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3
E15	1	1	2	3	3	2	1	1	2	1	2	1	2	3	1	1	1	3	1	2	3	3
E16	1	2	3	2	3	3	1	1	2	3	3	3	3	3	1	3	3	1	2	3	3	2
E17	1	3	1	3	2	3	3	2	1	2	3	3	3	3	1	2	3	3	1	3	2	1
E18	3	2	3	3	3	2	3	1	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3
E19	1	2	1	3	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	3	2	1
E20	3	3	2	2	3	3	1	1	1	3	2	3	3	3	2	3	0	3	1	3	3	2
E21	2	3	3	3	3	3	2	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3
E22	3	2	2	3	3	3	1	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	1
E23	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	1	3	1	3	2	3	3
E24	3	1	2	2	3	3	1	2	2	1	3	1	3	2	1	2	2	3	1	3	2	1
E25	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
E26	3	2	1	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	2	1	3	3	2
E27	1	1	1	3	2	2	1	2	2	1	2	1	3	3	1	1	3	2	3	1	1	3
E28	2	3	3	3	2	3	1	1	1	3	3	3	3	2	1	3	3	2	1	3	2	1
E29	1	2	1	3	1	3	1	1	1	1	2	3	3	2	1	1	2	3	3	3	1	1
E30	3	2	1	3	3	2	3	2	3	2	1	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2
E31	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2
E32	3	3	1	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	1	2	3	3	3	2
E33	1	3	1	3	3	3	2	2	1	3	2	2	3	3	1	3	3	3	2	1	1	3
E34	1	2	3	2	3	3	1	1	1	1	2	3	2	3	1	1	2	3	3	3	1	1
E35	3	1	3	3	3	3	2	2	1	2	3	3	2	3	3	3	2	1	2	3	3	3
E36	1	2	2	3	3	2	1	1	1	3	3	2	3	3	1	2	3	3	2	2	3	3
E37	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	2	3	3	1
E38	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	3	3	3	1	1	1	1	1	2	2	1
E39	3	2	2	3	3	3	3	2	1	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2
E40	2	1	3	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	3	1	1	1	2
E41	3	3	2	2	3	3	1	3	1	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2
E42	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	3	3	2	1	3	3	3

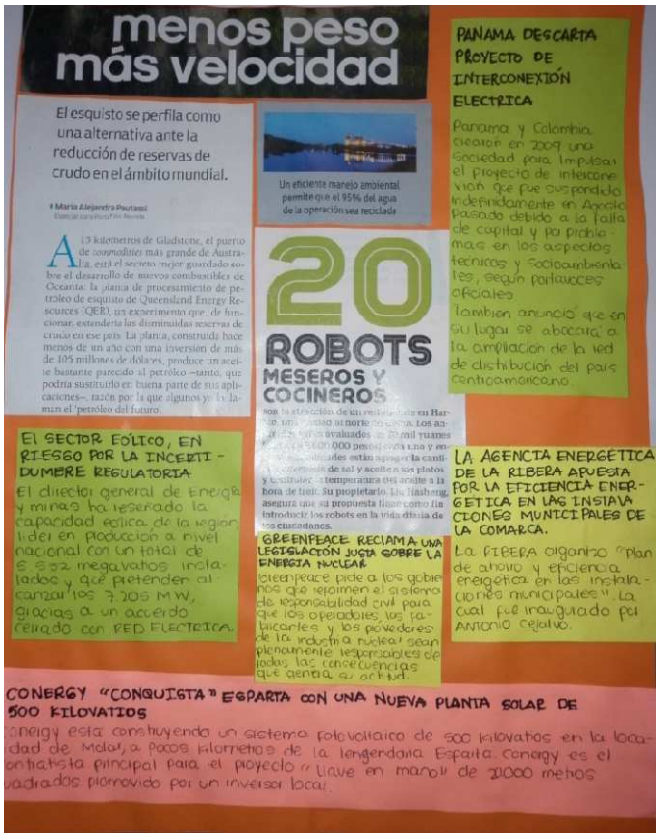
8.10 Anexo 10

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOLA GONZÁLEZ ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
ELABORACIÓN DE MATERIAL	FECHA:
NOMBRE:	GRADO: 10 GRUPO:

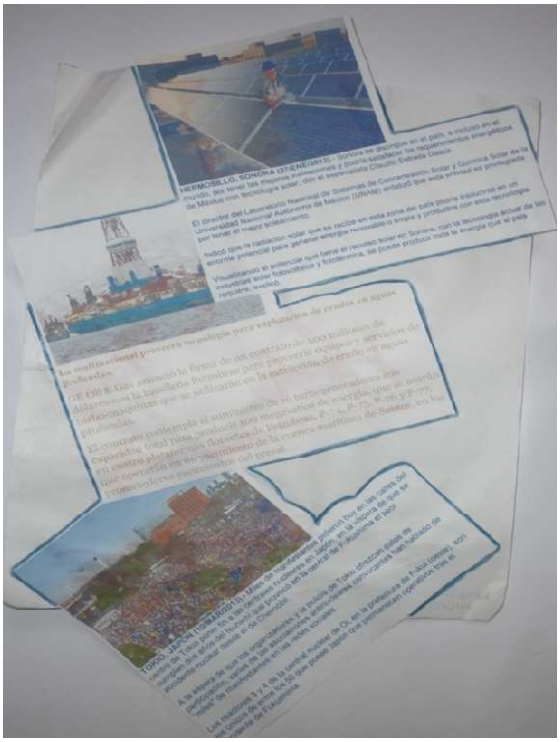





energía.
El Gobierno de Navarra impulsa los servicios energéticos para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad
FACTORVERDE S.A. mantiene su apuesta por la biomasa y se consolida en Corduente
El secretario de Estado de Energía recibe hoy a UGT para escuchar sus valoraciones sobre el carbón
Actualidad El secretario de Estado de Energía, Alberto Nadal, recibirá este miércoles en la sede del Ministerio de Industria, Energía y Turismo a una delegación de UGT para escuchar sus valoraciones acerca del documento entregado la semana pasada sobre el marco del sector del carbón para el periodo 2013-2019.
Las cuatro grandes eléctricas ganaron 6.446 millones en 2012, un 3.2% menos
La subasta para fijar la tarifa de la luz en abril será el 20 de marzo


menos peso más velocidad
El esquisto se perfila como una alternativa ante la reducción de reservas de crudo en el ámbito mundial.
Un eficiente manejo ambiental permite que el 95% del agua de la operación sea reciclada
20 ROBOTS MESEROS Y COCINEROS
PANAMA DESCARTA PROYECTO DE INTERCONEXIÓN ELECTRICA
Panama y Colombia crearon en 2009 una Sociedad para impulsar el proyecto de interconexion que fue suspendido indefinidamente en Agosto pasado debido a la falta de capital y problemas en los aspectos tecnicos y Socioambientales, según portavoces oficiales
Tambien anunció que en su lugar se abocara a la ampliación de la red de distribución del pais centroamericano.
EL SECTOR EÓLICO, EN RIESGO POR LA INCERTIDUMBRE REGULATORIA
El director general de Energía y minas ha reservado la capacidad eólica de la region lider en producción a nivel nacional con un total de 5.552 megavatios instalados y que pretenden alcanzar los 7.205 MW, gracias a un acuerdo cerrado con RED ELECTRICA.
GREENPEACE RECLAMA UNA LEGISLACIÓN JUSTA SOBRE LA ENERGÍA NUCLEAR
Greenpeace pide a los gobiernos que reformen el sistema de responsabilidad civil para que los operadores, los fabricantes y los proveedores de la industria nuclear sean plenamente responsables de todas las consecuencias que genera su actividad.
LA AGENCIA ENERGETICA DE LA RIBERA APUESTA POR LA EFICIENCIA ENERGETICA EN LAS INSTALACIONES MUNICIPALES DE LA COMARCA.
La RIBERA organiza "Plan de ahorro y eficiencia energética en las instalaciones municipales". La cual fue inaugurado por ANTONIO CEJALVO.
CONERGY "CONQUISTA" ESPARTA CON UNA NUEVA PLANTA SOLAR DE 500 KILOVATIOS
Conergy está construyendo un sistema fotovoltaico de 500 kilovatios en la localidad de Molar, a pocos kilometros de la longendaria Esparta. Conergy es el contratista principal para el proyecto "llave en mano" de 20000 metros cuadrados promovido por un inversor local.

Greenpeace reclama una legislación justa sobre la energía nuclear que aborde las consecuencias que viven las víctimas de Fukushima
Conergy "conquista" Esparta con una nueva planta solar de 500 kilovatios
Yingli Green Energy Spain dona un sistema de autoconsumo One Stop Solution a la comisaría de San Agustín de Guadalix
La Agencia Energética de la Ribera apuesta por la eficiencia energética en las instalaciones municipales de la comarca



Bibliografía

Ausubel, David P (2002). Adquisición *y Retención del Conocimiento: Una Perspectiva Cognitiva*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.

Covaleda, R., Moreira, M., Caballero, M. (2005). Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 Nº 1.*

Díaz. F y Hernández, G. (1999) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: Editores Mc Graw Hill.

Doménech, J., Gil-Pérez, D., Gras, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R., Valdés, P. (2003). *La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 20 (3), 285-311

Feynman, R. ¿Qué es ciencia? <Disponible en: http://cecabogota.pbworks.com/w/file/fetch/46139955/art_Que_es_Ciencia_Richard%20Feynman.pdf> [Consulta: mayo 2012]

Guruceaga, A., González, F. (2011). Un módulo instruccional para un aprendizaje significativo de la energía. Revista Enseñanza de las Ciencias, 29 (2).

Hewitt, P. (2004). Física conceptual. Novena edición. México: Pearson Educación.

Michinel, J. L., y D'alessandro, A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, Vol. 12 N° 3.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (MEN) de Colombia. *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*. 2004

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (MEN) de Colombia. *Lineamientos curriculares de física*. 1998.

Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo crítico*. <Disponible en: http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritesp.pdf [Consulta: abril 2012]

Moreira, M. A. *Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS.* <Disponible en: http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSesp.pdf [Consulta: mayo 2012]

Moreira, M. A. (1993). La Teoría del Aprendizaje Significativo De David Ausubel. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

Moreira, M. ¿POR QUÉ CONCEPTOS? ¿POR QUÉ APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO? ¿POR QUÉ ACTIVIDADES COLABORATIVAS? ¿POR QUÉ MAPAS CONCEPTUALES? <Disponible en: http://revistaq.webs.ull.es/ANTERIORES/numero23/moreira.pdf>

Pozo, J. I., Carretero, M. (1987) Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la Enseñanza de la Ciencia? Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid.

Rodríguez, G., Gil, J., García, E. *(1999). Metodología de la investigación cualitativa.* Málaga: Ediciones Aljibe.

Sánchez, P., Massa, M., Llonch, E., Marchisio, S., D'Amico, H., Yanitelli, M., Cabanellas, S. (1997). Hacia un aprendizaje significativo de la energía. Actas encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo. Burgos.

Sepulveda, A. (1995). Historia de la física Desde los griegos hasta nuestros días. Medellín: Fondo editorial cooperativo.

Serway, R. (1995). Física, tomo I. Tercera edición. México: McGRAW-HILL.

Silvestrini, V. (1998). Qué es la Entropía de. Santafé de Bogotá: Editorial Norma.

Solbes, J., Tarin, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. Revista Enseñanza de las Ciencias, 16 (3).

Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata.

Vilches, A. y Gil, D. (2006). EDUCACIÓN CIUDADANA Y ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA: MITOS Y REALIDADES. Revista Iberoamericana de Educación. Nº 42.