

DE LOS FENÓMENOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS A LA IDEA DE LA  
TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA

PRESENTADO POR:

DORA LICETH SALINAS CARDONA

STEFANIA TOVAR QUIMBAYO

ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL BÁSICO

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

BOGOTÁ

2020

DE LOS FENÓMENOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS A LA IDEA DE LA  
TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL BÁSICO

PRESENTADO POR:

DORA LICETH SALINAS CARDONA

STEFANIA TOVAR QUIMBAYO

ASESORES:

JOSÉ FRANCISCO MALAGÓN SÁNCHEZ

SANDRA SANDOVAL OSORIO

JUAN ALBERTO ALDANA GONZÁLEZ

Grupo de Estudios Histórico - Críticos y Enseñanza de las Ciencias

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

BOGOTÁ

2020

Para todos los efectos, declaramos que el presente trabajo es original y de nuestra total autoría; en casos en los cuales hemos requerido del trabajo de otros autores o investigadores, se les ha dado los respectivos créditos.

## **Resumen**

El trabajo investigativo se sitúa desde una postura epistemológica y fenomenológica para el estudio y la caracterización de la transformación de la energía a partir de la relación de los fenómenos mecánicos y eléctricos en la enseñanza de las ciencias, en donde los aportes históricos y el análisis de la convertibilidad de los fenómenos fueron fundamentales para la construcción de una ruta de aula y el desarrollo de esta, relacionando fenómenos de distinta naturaleza y estableciendo condiciones que permitan pensar uno en términos del otro, posibilitando así, generar equivalencias entre los fenómenos de estudio.

En ese sentido, se propone una ruta de aula encaminada en priorizar las formas de hablar, actuar, pensar y debatir las relaciones entre los procesos de convertibilidad de los fenómenos, situando la enseñanza de las ciencias como una actividad dialógica entre sujetos en donde los fenómenos y la interpretación de estos resulta fundamental en la comprensión y organización de la experiencia que se suscita en el trabajo de aula.

**Palabras claves:** Transformación de la energía; Convertibilidad de los fenómenos; Fenómenos mecánicos; Fenómenos eléctricos; Actividad experimental.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.1. Objetivo General .....	6
1.1.1. Objetivos específicos.....	7
1.2. Revisión de Antecedentes .....	7
1.3. Estrategias metodológicas .....	8
CAPÍTULO II .....	10
2. LA TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA .....	10
2.1. Concepción de energía desde la perspectiva de Ostwald .....	10
2.2. Energía desde la vis viva y vis mortua.....	12
2.3. La convertibilidad de los fenómenos: Perspectiva de Herrmann .....	14
2.3. La convertibilidad de los fenómenos: Perspectivas de Joule y Mayer .....	18
2.4. Relación entre lo mecánico y lo eléctrico: Aproximaciones desde los experimentos de Faraday .....	20
2.5.1. Dispositivos responsables de la transformación de la energía mecánica a energía eléctrica y viceversa: Dinamo y Motor .....	22
2.5. Equivalente eléctrico del calor .....	28
2.6. Centrales eléctricas.....	28
2.7.1. Central eólica.....	30
2.7.2. Central hidroeléctrica .....	30
2.7.3. Central mareomotriz.....	31
2.7. La transformación de la energía desde la convertibilidad de los fenómenos .....	32
2.9. La actividad experimental en la organización de experiencias .....	33
CAPÍTULO III .....	37
3. LA TRANSFORMACIÓN DE LOS FENÓMENOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS EN LAS INTERACCIONES DE AULA.....	37
3.1. Reconociendo el territorio de implementación: contextualización de la institución educativa .....	37
3.2. Consideraciones en torno a la comprensión de la sistematización de experiencias .....	37
3.3. Interpretación de la transformación de la energía mecánica a eléctrica y de las magnitudes que intervienen en el proceso .....	63
3.4. Construcción de equivalencias de un fenómeno mecánico a un fenómeno eléctrico.....	64
3.5. Formas de hablar de la relación de los fenómenos mecánicos y eléctricos en el proceso de transformación de la energía .....	65
4. CONSIDERACIONES FINALES .....	67
REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Momentos, objetivos y actividades de la ruta de aula.....	40
<b>Tabla 2.</b> Propósitos particulares e interpretaciones de la guía 1.....	45
<b>Tabla 3.</b> Propósitos particulares e interpretaciones de la guía 2.....	49
<b>Tabla 4.</b> Propósitos particulares e interpretaciones de la guía 3.....	57
<b>Tabla 5.</b> Propósitos particulares e interpretaciones de la guía 4.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de metodología de investigación: Elaboración propia .....	9
<b>Figura 2.</b> Diagramas de flujo de convertibilidad de la energía. Tomado de Herrmann .....	16
<b>Figura 3.</b> Fuente, portador y trasbordador de la energía. Elaboración propia .....	16
<b>Figura 4.</b> Fuente, portador y trasbordador de la energía. Elaboración propia .....	17
<b>Figura 5.</b> Representación del experimento realizado por Faraday. Elaboración propia.....	21
<b>Figura 6.</b> Dispositivos elementales en la transformación: Elaboración propia .....	23
<b>Figura 7.</b> Funcionamiento de un motor eléctrico. Tomado de Herrmann* .....	24
<b>Figura 8.</b> Inducción electromagnética. Imagen tomada de Villalba, Ferreira., Arribas, Nájera y Beléndez (2015). .....	25
<b>Figura 9.</b> Disco de Faraday; Tomado de mihistoriauniversal.com/biografia/michael-faraday .....	27
<b>Figura 10.</b> Transporte de energía. Tomado de Herrmann .....	29
<b>Figura 11.</b> Situaciones planteadas (centrales de electricidad).....	42
<b>Figura 12.</b> Molino de viento.....	46
<b>Figura 13.</b> Dinamo casero .....	51
<b>Figura 14.</b> Ciudad sin electricidad .....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Acercándonos a una primera noción de transformación. ....	80
<b>Anexo 2.</b> Etapa 2 Acercándonos a una primera noción de transformación .....	84
<b>Anexo 3.</b> Contabilizando la Energía .....	91
<b>Anexo 4.</b> Memorias.....	93

## INTRODUCCIÓN

Habitualmente las ciencias, especialmente la física, se suele centrar en la reproducción de temas y contenidos ajenos a la experiencia sensible de los estudiantes y que no resulta ser significativo en la construcción de sus explicaciones sobre la realidad y los fenómenos que interactúan con esa realidad. Además, se suelen sobrevalorar las definiciones de los productos científicos y las formalizaciones matemáticas en donde aprender y comprender una temática en particular se puede evaluar preguntando el concepto y planteando un ejercicio, dejando así de lado el campo fenomenológico.

Cuando se estudia la transformación de la energía, las problemáticas antes mencionadas se hacen más notorias en el sentido que se suele afirmar que hay un proceso de transformación de la energía porque se pasó, por ejemplo, de movimiento a electricidad entonces hubo una transformación de energía mecánica a energía eléctrica y se deja de lado las comprensiones desde los fenómenos, desde la experiencia sensible, desde la observación y la contextualización del problema de estudio y no se enfatiza en los procesos por los cuales se produce dicha transformación.

En ese sentido, surge como necesidad realizar procesos de recontextualización de saberes basados en las teorías planteadas por los protagonistas de las ciencias y repensar la práctica docente, ser críticos en el rol del docente, para crear espacios de significación y sentido en campos fenomenológicos<sup>1</sup> que posibiliten diferentes organizaciones de la experiencia y la construcción de explicaciones en las interacciones que se realicen en el aula.

Por lo anterior, este trabajo investigativo se sitúa en una postura epistemológica y fenomenológica en donde se resalta la importancia de la convertibilidad de los fenómenos físicos en la comprensión de la transformación de la energía, relacionando fenómenos de distinta naturaleza y estableciendo condiciones que permitan pensar uno en términos del otro, posibilitando así generar equivalencias entre los fenómenos de estudio para dar cuenta de los procesos de transformación. Además, pensar la enseñanza de las ciencias como una actividad dialógica entre sujetos en donde los fenómenos y la interpretación de estos es fundamental en la interacción en el aula y en donde se da prioridad a las maneras en las que

---

<sup>1</sup> Se entiende por campo fenomenológico a la delimitación de las cualidades y clasificaciones del fenómeno mediante el análisis de los efectos y/o comportamientos producidos.

se expresan los estudiantes, en sus formas de hablar, actuar, pensar y debatir las relaciones entre los procesos de convertibilidad de los fenómenos.

Del mismo modo, se privilegia la experiencia sensible y la construcción de esa experiencia sensible, así como la ampliación de esta a partir de la actividad experimental en donde se posibilita que tanto el estudiante como el docente puedan analizar desde distintas perspectivas los fenómenos naturales, es decir, desde lo teórico, epistemológico y filosófico. Así, un elemento importante en el presente trabajo es pensar en la práctica docente, en los criterios e intencionalidades con los cuales se va al aula y en las mejores formas de proceder para no ser reproductores de contenidos científicos en la enseñanza de las ciencias sino poner en diálogo los saberes del maestro y de los estudiantes a la luz de unas situaciones y fenomenologías previamente pensadas y los intereses generales establecidos por el docente.

De esta manera, el presente trabajo se desarrolla en tres capítulos. En el primero, se plantean las dificultades a la hora de dar cuenta de la transformación de la energía en el contexto educativo, ya que suele presentarse como un cambio de una situación a otra, pero no se profundiza en los procesos y artefactos involucrados en esos procesos de transformación. De ese modo, se piensa la actividad experimental, desde una perspectiva fenomenológica, y la recontextualización de saberes como una posibilidad de considerar nuevas formas de enseñanza en donde el maestro cuestiona y actúa en consecuencia en su práctica pedagógica.

En el segundo capítulo, se estudia la convertibilidad de los fenómenos y la relación de los fenómenos mecánicos y eléctricos, resaltando la importancia del motor y el generador como dispositivos que posibilitan la transformación de la energía mecánica y la energía eléctrica. Asimismo, se revisan los planteamientos de Faraday para la convertibilidad del movimiento en electricidad y viceversa y la convertibilidad de los fenómenos desde las posturas de Joule y Mayer. También, se pone de presente la postura pedagógica del trabajo en donde se expone la importancia de la actividad experimental en la organización de experiencias como una relación que se da entre la construcción de fenomenologías y el desarrollo de procesos de formalización en donde se establecen formas de hablar, de pensar, de analizar, de explicar y fundamentar los fenómenos.

En el tercer capítulo, se configuran los aspectos relevantes de los procesos de sistematización de experiencias entendido como un proceso de organización de la información y registros obtenidos de la práctica educativa enmarcado en una investigación que surge con unas necesidades e intereses particulares y que pueden ser analizados a partir de las experiencias de intervención en el aula para retroalimentar las prácticas pedagógicas y el quehacer del maestro en ciencias. Además, se presenta la propuesta de aula y los aspectos centrales en el análisis de la intervención en el aula.

Finalmente, se realizan unas consideraciones encaminadas en reflexionar sobre el impacto de la propuesta de aula, en las posibilidades en la enseñanza de la física y en reconocer las limitantes y mejoras de la práctica pedagógica.

## CAPÍTULO I

### 1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La palabra energía suele ser muy utilizada por las personas de ciencia y las personas del común y su significado parece variar y adaptarse a diferentes contextos y situaciones. Se hacen afirmaciones como “es importante acostarse temprano y dormir bien para tener más energía” o “se le ve muy agotado, le falta energía” también se asocia con los buenos hábitos alimenticios y en ese sentido se dice que “consumir manzana verde es una gran fuente energía por la cantidad de calorías que posee” y también con el estado de ánimo de una persona puesto que si está alegre se afirma que está energético.

Así, parece ser que con solo mencionar la palabra “energía” se puede dar explicación a diferentes situaciones planteadas desde la cotidianidad y también a diferentes fenómenos de la naturaleza, como por ejemplo que la tempestad agita el mar o tronche los árboles, que los rayos del sol calienten nuestro cuerpo y hagan prosperar innumerables plantas o por la noche encender una lámpara para que iluminara nuestro trabajo (Ostwald, 1910) termina explicándose desde la relación que tienen estos fenómenos con la energía y resulta entonces importante preguntarse cómo desde la idea de energía se explican los fenómenos de la naturaleza y en ese sentido Ostwald<sup>2</sup> (1910) afirma que:

Entre numerosos conceptos que se han establecido en la construcción de teorías para dar cuenta de la explicación del mundo que nos rodea, como el espacio y el tiempo, únicamente el concepto de energía permite unir perfectamente cosas relativas al contenido de ese mundo que se trata de entender y expresarlas con gran precisión y en relación con eso no es posible citar un fenómeno de la naturaleza que no esté relacionado con la energía.

Sin embargo, definir qué es la energía termina siendo un problema complejo y a la vez ambiguo puesto que se pueden establecer diferentes posturas y llegar a la conclusión de que la energía es lo que interviene en todo y como lo afirma Alfonso y Cárdenas (2015) “el concepto de energía ha venido tomando formas muy diversas y se ha adaptado a hechos

---

<sup>2</sup> En su escrito “La energía” (1910). Documento que recoge algunos aspectos epistemológicos e históricos de la construcción del concepto energía y su caracterización en la explicación de los fenómenos físicos.

muy variados, por lo que se espera de la energía la denominación de todas las esferas de las ciencias” (p. 28) y para poder comprenderla es necesario liberarse de los repertorios que desde la vida cotidiana se usan para dar cuenta de la misma y que se mencionaron como ejemplos anteriormente y en donde establecer que algo sucede por la energía no es suficiente en la comprensión de los fenómenos.

Así, se le termina atribuyendo unas cualidades a la energía que dependen de acciones y en la naturaleza se producen varias alteraciones que se relacionan con acciones determinadas, por ejemplo, el viento que permite el funcionamiento de un molino, que una persona haga funcionar una licuadora por el movimiento de los pedales de su bicicleta, que se enciende un bombillo por los rayos del sol que inciden en un panel solar o algo tan cotidiano como el funcionamiento de un automóvil; todos estos fenómenos parecieran ser totalmente diferentes a primera vista pero cuando se pregunta ¿qué es lo que científicamente está sucediendo? la respuesta que se acostumbra a dar es que hay transformación de la energía y de esa energía en diferentes tipos (Cinética, potencial, térmica, química, etc.) y parece ser que ningún proceso de la naturaleza puede llevarse a cabo sin la intervención de la energía. Como afirma Ostwald (1910):

La energía es lo real en un doble sentido. Es lo real, primero, porque es lo que obra; cualquiera que sea el acontecimiento que se considere, se indica la causa a mencionar las energías que en él intervienen. Es lo real, además, porque permite indicar el contenido del acontecimiento. Es un polo inmóvil en la inmovilidad de los fenómenos y a su vez es la fuerza que hace girar al mundo alrededor de dicho polo (p.9).

Pero ¿Qué es lo que se entiende por transformación de la energía? porque como se ha mencionado la energía es un elemento esencial de todo lo que llamamos real y se suele afirmar que ésta no se crea ni se destruye, solo se transforma, pero ¿qué es lo que sucede en ese proceso de transformación? ¿cómo es que se da cuenta de cada tipo de energía? ¿Cómo sé que efectivamente se está transformando de un tipo de energía a otra? ¿Qué ocurre con los fenómenos involucrados? Normalmente el tipo de energía y el proceso de transformación se relaciona con un efecto y una acción y es que si se observa movimiento se dice que hay energía mecánica involucrada y si por el contrario se observa el funcionamiento de un motor o que se enciende un led se dice que hay energía eléctrica y si se percibe calentamiento se dice que hay energía térmica, pero pareciera ser que se pasa de

una energía a otra de manera simple e instantánea y se queda por fuera de la discusión esos procesos por los cuales un tipo de energía se transformó en otro tipo de energía y entonces no se establecen cuáles son los criterios que se deben tomar en cuenta para decir que efectivamente hubo transformación de la energía.

Es así, como la convertibilidad de los fenómenos juega un papel importante en la explicación de los interrogantes antes planteados, dado que permite preguntarse por las causas de los cambios que se experimentan y las maneras de dar cuenta de dichos cambios, pensar en los efectos producidos por los fenómenos no solo en el estudio de sí mismo sino en su relación con otros fenómenos en donde es posible explicar un fenómeno en términos de otro y establecer equivalencias.

En ese sentido, el propósito de este trabajo de grado es evidenciar que el problema de la transformación de la energía no está resuelto y que aún hay muchos cuestionamientos que surgen alrededor de la misma, en donde es importante dar cuenta de los criterios, los procesos y los métodos a partir de los cuales se estudia un fenómeno en particular en términos de otro desde la convertibilidad de los fenómenos. Si bien, la transformación de la energía aparentemente es simple de explicar al decir que de un tipo de energía se “convirtió” en otra, lo realmente complejo es dar cuenta de los procesos que se llevan a cabo y los dispositivos encargados de posibilitar dicha transformación; además de pensar los elementos y criterios necesarios para llevar problemáticas al aula que permitan elaborar explicaciones en torno a la relación de los fenómenos y los procesos de transformación.

De manera que, la convertibilidad de los fenómenos puede establecerse como una ruta que permite estudiar la transformación de la energía en la enseñanza de la física al relacionar fenómenos de distinta naturaleza en términos de las equivalencias que se pueden establecer entre ellos, de los efectos que los mismos manifiestan y en la medida común que se puede realizar entre fenómenos para dar cuenta de qué es lo que está cambiando en sus magnitudes y qué se está manteniendo constante y así poder constatar que un fenómeno se convirtió en otro o en otras palabras, que hubo un proceso de transformación.

Alrededor de lo anterior, se establece la siguiente afirmación: **La convertibilidad entre los fenómenos eléctricos y los fenómenos mecánicos se constituye como un referente importante para abordar el problema de la transformación de la energía en la enseñanza de la física**

Los objetivos que enmarcan la investigación son:

### **1.1.Objetivo General**

Explicar la transformación de la energía a partir de la convertibilidad de los fenómenos mecánicos y los fenómenos eléctricos, en la enseñanza de la física, que fortalezca los procesos de construcción y formalización en el aula.

#### **1.1.1. Objetivos específicos**

- Caracterizar elementos históricos y epistemológicos que permitan la construcción de explicaciones acerca de la transformación de la energía a partir de la convertibilidad de los fenómenos mecánicos y eléctricos.
- Relacionar la actividad experimental y los procesos de formalización en la construcción de explicaciones en torno a la transformación de la energía.
- Elaborar una ruta de aula enfocada en diversas actividades que permitan analizar la transformación de la energía, a partir de la convertibilidad de los fenómenos eléctricos y mecánicos, por los estudiantes de grado once del Colegio Militar Almirante Padilla.

### **1.2.Revisión de Antecedentes**

En medio de la construcción del trabajo investigativo alrededor de la convertibilidad de los fenómenos físicos, su interpretación y formalización entorno a la enseñanza de las ciencias, se revisan y analizan fuentes de investigación que se desarrollan a propósito de la convertibilidad de los fenómenos. De esta manera, también permiten pensar el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes mediante la actividad experimental en las clases de física en relación con la idea de transformación de energía a partir de la relación de los fenómenos mecánicos y eléctricos.

La convertibilidad de fenómenos físicos, en particular de fenómenos mecánicos y eléctricos, permite entender cómo la energía y su transformación son un problema de estudio que implica procesos cognitivos en el aula utilizando ciertas experiencias alrededor de la temática propuesta. Como afirma Alfonso & Cárdenas (2015) “se hace énfasis en que en las reflexiones acerca de la constitución de la convertibilidad como una categoría epistemológica, se hace pertinente el estudio del concepto de energía, como un camino para promover la construcción de una mirada crítica frente a los discursos, modelos y dinámicas

de las disciplinas científicas alrededor de este concepto desde la convertibilidad de los fenómenos físicos” (p.5).

Ahora bien, la interpretación de la convertibilidad de energía ha sido analizada desde varias épocas y por distintos autores lo cual posibilita un pensamiento amplio con distintas interpretaciones y formas de ver la convertibilidad, de esta manera abordando el concepto de energía y su desarrollo histórico, se hace importante revisar el libro de Ostwald, W. (1910), el cual permite tener una perspectiva histórica entorno a la energía y su convertibilidad, permitiendo entender el trabajo mecánico como una forma de energía y su evolución histórica en la concepción de la transformación.

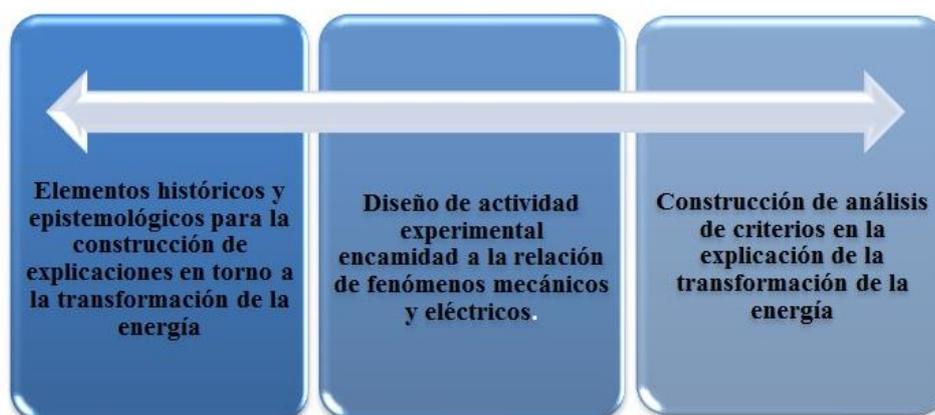
En cuanto a la relación de los fenómenos mecánicos y los fenómenos eléctricos, es necesario comprender esas primeras nociones que la historia de Faraday y sus experimentos nos posibilitan en el marco del primer proceso de transformación de energía eléctrica a energía mecánica. En ese sentido, Pearce, W. L. (1965) a través de su libro “*Michael Faraday A Biography*” nos permite rastrear los primeros experimentos de Faraday y sus contribuciones al desarrollo de los motores y los generadores eléctricos.

Lo propuesto anteriormente desde el pensar pedagógico permite que se analice la actividad experimental en relación a la experiencia que los sujetos tienen a propósito de los fenómenos mecánicos y eléctricos lo cual posibilita un proceso y aprendizaje en el aula desde posturas fenomenológicas que se proponen en el trabajo y resaltando la importancia de la actividad experimental; el libro “*Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias* (Malagón, J., Ayala, M., y Sandoval, S., 2013) contribuye a entender las formas de hablar de los fenómenos y las maneras de organizar la experiencia frente a las situaciones de estudio planteadas.

### **1.3. Estrategias metodológicas**

El presente trabajo ha requerido hacer una revisión de la perspectiva de algunos autores frente a la idea de energía y su transformación, así como la de convertibilidad de los fenómenos. De ese modo, se estudian algunos textos que recogen elementos históricos y epistemológicos para la construcción de una mirada clara acerca de la transformación de la energía en la enseñanza de la física a partir de los fenómenos mecánicos y eléctricos.

Como el propósito del trabajo de grado es evidenciar que el problema de la transformación de la energía no está resuelto y que aún hay muchos cuestionamientos que surgen en la comprensión de los fenómenos relacionados con la transformación de la energía mecánica a eléctrica y viceversa, se proponen las siguientes fases a desarrollar durante la realización de este.



**Figura 1.** Diagrama de metodología de investigación: Elaboración propia

La primera fase del trabajo de investigación consiste en la caracterización de elementos históricos y epistemológicos que nos permitan la construcción de una explicación a eso que se denomina transformación de la energía en la interacción de fenómenos físicos. En ese sentido, se revisan los planteamientos de Ostwald en donde se plantea el desarrollo de las ideas de diferentes autores que han permitido caracterizar la energía en los fenómenos de la naturaleza. Asimismo, el funcionamiento de los motores y generadores eléctricos para dar cuenta de la relación de fenómenos mecánicos y eléctricos a partir de los experimentos realizados por Faraday.

La segunda fase está encaminada al diseño de actividades constituidas en una ruta de aula que se implementará en el Colegio Militar Almirante Padilla de Soacha (C/marca), con estudiantes de grado once. El objetivo de la implementación es enriquecer las explicaciones acerca de la transformación de la energía a partir de análisis de experimentos relacionados con fenómenos mecánicos y eléctricos.

Por último, en la tercera fase se toman los elementos de la caracterización histórica y epistemológica de la primera fase y la implementación de la segunda fase, para construir criterios que nos permitan analizar las explicaciones construidas y los nuevos lenguajes aportados por los estudiantes en la comprensión de los fenómenos a propósito de la relación de los mismos, con la transformación de la energía.

## CAPÍTULO II

### 2. LA TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

En el presente capítulo se establecen los referentes teóricos y epistemológicos que permiten plasmar la energía y la transformación de la energía como un problema de estudio en la interacción de los fenómenos mecánicos y eléctricos. En ese sentido, se aborda la génesis del concepto de energía y su transformación como base en la organización de estructuras conceptuales frente al estudio de los fenómenos mecánicos y eléctricos en el desarrollo de actividades experimentales en el aula.

#### 2.1. Concepción de energía desde la perspectiva de Ostwald

Hasta 1842 no aparece un concepto claro de la energía y las primeras aproximaciones empiezan a surgir entre los matemáticos y naturalistas griegos, particularmente en los siglos XVII y XVIII, en donde Lagrange fue precisando la noción de energía con su Tratado de Mecánica analítica con la ley de la imposibilidad de crear trabajo mecánico<sup>3</sup>, en donde recurrió a las máquinas sencillas como las poleas, las palancas y los planos inclinados para dar cuenta de que cuando se efectúan dos acciones que producen dos movimientos iguales pero puestos, no hay movimiento alguno y se produce equilibrio.

Aristóteles con el estudio del equilibrio de la balanza determina que en una balanza cuyos brazos son exactamente iguales, ésta debe estar en equilibrio y propone el caso de una palanca en movimiento en donde los brazos sean desiguales y afirma que los pesos que soportan los brazos son inversamente proporcionales a la longitud de los mismos y en ese sentido identifica que las velocidades con las que se mueven los cuerpos son inversamente proporcionales a sus pesos, por lo que “las acciones de fuerzas diferentes son equivalentes cuando las velocidades producidas son inversamente proporcionales a dichas fuerzas” (Ostwald, W. 1910: p, 19). Esta relación de la traslación de los brazos y la magnitud de la acción de la fuerza es lo que se denominó principio de los trabajos virtuales en donde hay equilibrio en una máquina cuando dichos trabajos virtuales se compensan.

Arquímedes se basa en el mismo problema de la balanza y las poleas de Aristóteles y se centra en el principio de simetría apoyado del principio de razón suficiente en donde

---

<sup>3</sup> Cuando menciona “imposibilidad de crear trabajo mecánico” se refiere únicamente al movimiento producido por los cuerpos y no una cantidad de trabajo determinada.

nada ocurre sin que pueda darse una razón suficiente para que eso pase. “Arquímedes afirma que no hay nada que afecte el equilibrio de la balanza más que los pesos y las distancias de los brazos y Galileo lo demuestra observando que en el plano inclinado hay equilibrio cuando un movimiento comunicado a los pesos y las fuerzas no determina una variación en el centro de gravedad del conjunto de los mismos puestos en movimiento” (Alfonso & Cárdenas, 2015). Torricelli aporta a la investigación de Galileo y muestra que hay equilibrio cuando el centro de gravedad es más bajo, pero también es más alto y, en consecuencia, el equilibrio es inestable.

Ahora bien, la relación que se hace entre el equilibrio y la energía está determinado por la siguiente afirmación que realiza Ostwald (1910) “en todo equilibrio de fuerzas cualesquiera, de cualquier modo, que sean aplicadas, siguiendo direcciones diferentes, obrando unas sobre otras mediata o inmediatamente, la suma de las energías afirmativas será igual a la de las energías negativas, tomadas afirmativamente” (Ostwald, W. 1910: p. 27). En ese sentido, la energía está definida como el producto entre la fuerza y el trayecto recorrido en donde es importante la dirección de dicha fuerza.

Así, los movimientos de una máquina no pueden producirse de manera espontánea, es decir, independiente de cualquier acción externa y si así lo hiciera, se estaría dando paso a un movimiento continuo<sup>4</sup> en donde las máquinas funcionan por sí mismas sin necesidad de ser alimentadas por ningún gasto del exterior y lo que se observa en el estudio del movimiento es que cualquier movimiento que se produzca requiere un gasto; por ejemplo, para que un vehículo se mueva se requiere gastar en combustible. Entonces, para que se pueda generar movimiento es indispensable consumir trabajo y como lo afirma Ostwald (1910) “si ningún movimiento puede producirse espontáneamente, es porque tampoco ningún trabajo puede producirse en la misma forma” (p.53). A este respecto, es necesario señalar cómo se construye una noción de equilibrio con la idea de trabajo y su importancia en el movimiento de las máquinas, por lo que la máquina está en reposo cuando el trabajo es igual a cero.

Por consiguiente, el trabajo es una de las formas de la energía<sup>5</sup> y en ninguna máquina se obtiene más trabajo que el suministrado en ella y si se asume que el trabajo no

---

<sup>4</sup> Podría entenderse en la actualidad como un movimiento perpetuo en donde una máquina es capaz de continuar funcionando eternamente, sin necesidad de energía externa adicional.

<sup>5</sup> Lo afirma Ostwald (1910).

se consume en el rozamiento que pueda ejercer la máquina es su movimiento, “puede decirse que en las máquinas, el trabajo, a pesar de las transformaciones desde el punto de vista de la forma y de la dirección, guarda su valor o se conserva” (Ostwald, W. 1910: p. 43). Es decir, se establece la ley de conservación del trabajo, en donde el trabajo anteriormente fue considerado como una forma de energía, por lo cual podría afirmarse que esta ley corresponde a la ley de la conservación de la energía.

Ahora bien, se realiza una diferencia entre la dinámica y la estática, afirmando que la dinámica es la ciencia de movimiento y la estática la del equilibrio, pero este equilibrio entendido más al trabajo que al reposo y por ello la estática es hasta cierto límite una ciencia del movimiento, “definida como la ciencia de la forma de energía del movimiento” (Ostwald, W. 1910: p. 46). Es decir, si tanto el equilibrio como el movimiento se relacionan con la noción de trabajo entonces ambas concepciones se pueden explicar bajo los mismos términos.

Para ejemplificar lo anterior, Ostwald (1910) propone analizar el movimiento de un péndulo en donde al iniciar el movimiento desde una altura determinada, la masa del péndulo cae y a medida que su altura respecto al suelo disminuye su velocidad aumenta y cuando llega al punto más bajo su velocidad es máxima, por lo que el cuerpo se eleva de nuevo y su velocidad disminuye hasta llegar a cero. Por lo cual Ostwald (1910) afirma que “el trabajo que se encuentra al principio en el péndulo al engendrar su trayecto se transforma en algo que no es trabajo, pero que por una transformación inversa puede volver a ser trabajo y en esta transformación el cuerpo recupera la misma cantidad de trabajo que tenía inicialmente” (p.63, 64). Ese “algo” que se menciona en la explicación es a lo que le acuñan el nombre de energía. Así, la energía como propiedad de los cuerpos en un sistema puede ser analizada a partir de la transformación que estos experimentan en donde se relaciona el cambio que se produce y la conservación de ese mismo cambio en relación con los fenómenos naturales.

## **2.2. Energía desde la vis viva y vis mortua**

El concepto energía históricamente ha tenido cambios y distintos puntos de vista, dependiendo del autor. Este concepto surge de la idea de *vis viva* o *fuerza viva* propuesto

por Leibniz donde “determina la relación que existe entre la vis viva y la altura a la que esta puede elevar un cuerpo (de hecho, la convertibilidad de las energías cinética y potencial) y la demostración de la conservación de la vis viva en los choques (a pesar de la pérdida aparente en el caso de choques inelásticos)” (Aiton, 2007, p.3).

El estudio de los choques elásticos alcanzó un gran desarrollo en el siglo XVII, en donde personajes como Descartes le atribuyeron a esa interacción como causa la cantidad de movimiento mientras que Leibniz y Huygens pensaron más bien en una fuerza viva (vis viva) que permanece constante durante el choque. En ese sentido, aparece una aproximación a una magnitud “energética” que se conserva en los fenómenos mecánicos. Por otra parte, se observaba que en choques no elásticos no había tal conservación de la fuerza viva y es donde J. Wallis<sup>6</sup> hace una gran diferenciación entre los cuerpos duros y los cuerpos blandos, afirmando que esos cuerpos blandos son aquellos que cambian su forma en un choque y, en consecuencia, parte de la fuerza viva se utiliza en dicha deformación, por tal motivo no es posible una conservación.

Leibniz por su parte afirma que debe existir una igualdad entre la causa completa y el efecto completo que produce y en ese sentido hace una relación con la caída de un cuerpo, pensando que cuando el cuerpo cae adquiere una fuerza y la magnitud de esa fuerza le permite ascender nuevamente hasta la altura inicial en un choque elástico. Por lo tanto, la fuerza se puede medir por su efecto que sería la altura alcanzada por el cuerpo. Basándose en las leyes de Galileo en donde la altura es proporcional al cuadrado de la velocidad inicial, en este caso la fuerza es proporcional al cuadrado de la velocidad, por lo que el producto de la masa por el cuadrado de la velocidad sería la primera cuantificación de la fuerza viva. “Durante los siglos XVII y XVIII aparece, de una manera implícita el concepto de energía potencial en Galileo, Huygens, Leibniz y Bernoulli, relacionado con la fuerza muerta” (Solbes y Tarín, 2008; p. 160), pero esta fuerza muerta vista a nivel microscópico con el movimiento aparente de las moléculas.

El término *vis viva* se utilizó hasta que el físico Thomas Young incorpora el de energía en un sentido más moderno, el concepto de energía fue cambiando en el transcurso de la de la historia, la revolución industrial y las máquinas de vapor permitieron abordar

---

<sup>6</sup> Matemático Inglés al que se le atribuye parte del desarrollo del cálculo moderno y quien introduce el símbolo de  $\infty$  Para representar la noción de infinito.

este concepto de manera más profunda y específica hasta llegar a la idea actual establecida en el siglo XX que determina y se enfatiza en que la energía se conserva.

A finales del siglo XVIII ya se conocía varios fenómenos que estaban relacionados con la luz, el calor, la electricidad, el magnetismo, la mecánica, etc., pero que aparentemente no tenían una relación entre sí, parecían más bien fenómenos totalmente aislados los unos de los otros y en donde existía una “rama” de la ciencia que permitía explicarlos. Sin embargo, a principios del siglo XX se descubrieron algunas relaciones entre estos fenómenos que hicieron que los científicos se centraran en encontrar la causa de dicha conexión.

En 1801 W. Herschel (1738-1822) identificó el calor radiante con las ondas infrarrojas. Volta (1745-1827) descubrió en 1800 que una reacción química produce electricidad. Pocos años después, Davy (1778-1829) y Faraday (1791- 1867) identificaron el proceso contrario: la electricidad provoca reacciones químicas. Oersted (1777-1851) realizó en 1820 su conocido experimento en el que se demuestra que una corriente eléctrica crea un campo magnético. El fenómeno inverso fue descubierto por Faraday (1791-1867) en 1831 cuando comprobó que se puede crear una corriente eléctrica por medio de un campo magnético variable. (Solbes y Tarín, 2008; p. 164).

La relación de los fenómenos antes descritos empezó a crear una idea de transformación de algo y más cuando se podía utilizar un fenómeno para producir otro y viceversa, como en el caso de la corriente eléctrica que produce un campo magnético y el campo magnético variable que produce una corriente eléctrica y poder entonces, medir un fenómeno en términos de otro en relación con la compatibilidad entre el cambio y sus efectos que a su vez pueden ser considerados como causa de otros efectos en la convertibilidad de los fenómenos eléctricos y mecánicos. En ese sentido, debería existir una relación entre las magnitudes físicas que describen y caracterizan los fenómenos en donde puedan ser medibles a partir de las equivalencias.

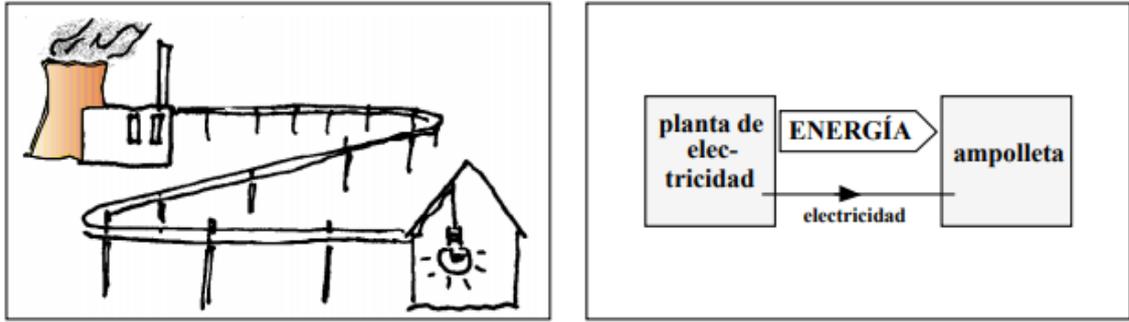
### **2.3. La convertibilidad de los fenómenos: Perspectiva de Herrmann**

Hablar de energía es de suma importancia, conlleva a explicar acciones que se realizan en la cotidianidad, por ejemplo, el simple hecho de que un ser humano camine (acción) implica la intervención de energía debido a que es la que le permite realizar dicha acción, pero la pregunta es ¿De dónde proviene la energía que le permite caminar? Se podría decir

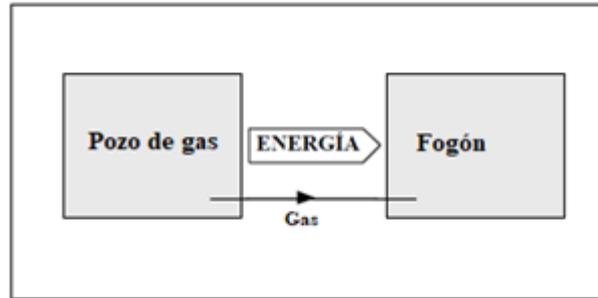
que la obtiene de los alimentos que consume. Esto también sucede con cualquier ser vivo, hasta las plantas necesitan de la energía para su desarrollo y la obtienen de la interacción con el sol.

Por otro lado, también sucede con distintas situaciones, por ejemplo, que un carro se mueva, que una bombilla encienda, que una estufa a gas prenda, etc., implica también la utilización de la energía. Pero, retomemos la pregunta ¿De dónde proviene la energía? La respuesta sería que proviene de un combustible, que es distinto para cada caso, es decir, los alimentos son el combustible de las personas, la gasolina es el combustible que le provee energía al motor del carro, la electricidad sería el combustible que provee de energía a la bombilla, el gas sería el combustible para que el fogón de la estufa encienda, etc. En ese sentido lo que provee de energía a los seres vivos, objetos y fenómenos puede llamarse combustible o en otras palabras carburante.

A ese combustible o carburante Herrmann (s.f.) lo llama portador de energía, y es necesario para realizar esas acciones que implican energía, es decir, para que haya energía es necesario un portador de energía “no existe la energía sin portador” (Herrmann, s.f.). Ahora bien, todos los procesos que impliquen la utilización de energía necesitan la fuente que provea esta, se podría decir que esta fuente se encuentra donde se ubica el portador, por ejemplo, la fuente del carro es el tanque que contiene la gasolina, la fuente de la bombilla es la planta eléctrica, la fuente de la estufa son los pozos de gas, etc. pero estas fuentes interactúan con los receptores que vendrían siendo el motor del carro, el bombillo y el fogón. De esta manera para Herrmann (s.f.) es importante la interpretación que se le da al portador de energía, a la fuente de energía y al receptor. Para explicarlo de una manera más práctica usa representaciones y diagramas de flujo como los siguientes:



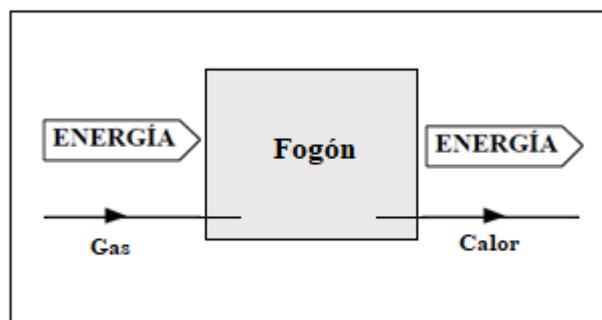
**Figura 2.** Diagramas de flujo de convertibilidad de la energía. Tomado de (Herrmann, s.f.)



**Figura 3.** Fuente, portador y trasbordador de la energía. Elaboración propia

En la figura 3, Herrmann (s.f.) establece la planta eléctrica como la fuente de energía, la electricidad la denomina portador que es transportada por los cables y al bombillo “ampolleta” receptor. Esta situación la plasma en un diagrama de flujo donde la fuente y el receptor son representados por cuadros que se unen entre sí por una flecha delgada que representa al portador de energía.

Ahora bien, el receptor se puede convertir, “trasbordar” en un portador que llegará a otro receptor cualquiera y que se puede trasbordar nuevamente a un portador y así sucesivamente. Es decir, existe un dispositivo “trasbordador” que posibilita que la energía pueda pasar de portador en portador en donde dichos dispositivos se comportan como fuentes de energía de un portador cualquiera pero también son receptores de energía de otro portador. En ese sentido, en la figura 4 se muestra el gas como un portador de energía que llega al receptor, el fogón de una estufa, que a la vez cumple con la función de trasbordador de energía que la trasborda al portador calor y llegará a otro receptor X. Utilizando los diagramas de flujo que plantea Herrmann (s.f.) se puede ejemplificar de la siguiente manera:



*Figura 4.* Fuente, portador y trasbordador de la energía. Elaboración propia

Así pues, estos portadores, receptores y transbordadores de energía se pueden utilizar en la explicación de diferentes situaciones como por ejemplo la gasolina como como portador de la energía, el motor como receptor y a la vez trasbordador de la energía a un nuevo portador que es el momentum angular para que el carro pueda desplazarse. De esta manera, podemos dar cuenta de una convertibilidad de los fenómenos que nos permite pensar en los procesos de transformación de energía a través de lo que Herrmann (s.f.) menciona como transbordadores de energía de portador en portador.

Por otro lado, Herrmann (s.f.) dice que “para cada artefacto que transborda energía de un portador A a uno B, se puede encontrar otro artefacto que hace exactamente lo contrario, es decir, transborda energía de B a A” (p.4), es decir que la convertibilidad que realizan los transbordadores puede ser entendida en dos sentidos y no solo en una dirección. Por ejemplo, el dinamo se transborda el movimiento a electricidad, pero también se podría transbordar de electricidad a movimiento en el caso del motor eléctrico.

Parece ser que Hermann pone de presente esa posibilidad de estudiar un fenómeno en términos de otro a partir de los transbordadores, portadores de energía y fuentes de energía pero haciendo más referencia a las causas y los efectos que un fenómeno puede generar a través de la convertibilidad de esas causas, de manera que, se puede visualizar la idea de convertibilidad de algunos fenómenos como ejemplificaciones y/o analogías de situaciones que se viven comúnmente en la sociedad y que representa con lenguajes propios de la ciencia como por ejemplo, el momentum angular de las llantas de un carro, visto como un fenómeno mecánico, termina siendo el efecto de otro fenómeno, esta vez eléctrico, relacionado con la interacción del motor para el funcionamiento del carro.

## **2.4.La convertibilidad de los fenómenos: Perspectivas de Joule y Mayer**

Relacionar fenómenos de distinta naturaleza y establecer condiciones que permitan pensar uno en términos de otro, nos lleva a estudiar la idea de convertibilidad y la caracterización de las magnitudes físicas que en ellos intervienen. En ese sentido, revisar los planteamientos de James Joule y Robert Mayer, a propósito de la propiedad de los cuerpos en transformarse de y en múltiples fenómenos, resulta significativo en la comprensión de la interacción de dichos fenómenos.

Así, hablar de la convertibilidad permite realizar una discusión en torno al principio de causalidad, según Joule el poner un cuerpo en movimiento permite hablar de una fuerza viva “propiedad de los cuerpos” que puede transmitirse de un cuerpo a otro. Para expresar la fuerza viva de los cuerpos existen varias formas de hacerlo pero la más común es utilizando la fuerza de gravedad y la deformación de un resorte como lo afirma Romero, Ayala, Malagón, García y Gómez (1999):

Existen varias formas de producir o comunicar a un cuerpo fuerza viva, pero dado que, de acuerdo con la experiencia, las formas más comunes de producirla son por medio de la acción gravitacional y de la acción de un resorte deformado, se dice que la fuerza viva es equivalente tanto a la acción de la gravedad como a la acción de la deformación de un resorte a través de una distancia dada. (p.2)

Considerando lo anterior, la fuerza viva no se destruye ni se absorbe, sino que se convierte en equivalente también dado como fuerza viva, y este equivalente es el calor. El calor es un principio activo, convertible a las maneras ya conocidas como la fuerza viva y la atracción a través del espacio y en ese sentido, el calor debe dejar de ser considerado como una sustancia y empezar a ser entendido como una fuerza, ya que la fuerza y la materia tienen que ser consideradas como entidades totalmente distintas (impenetrabilidad y extensión) para que exista convertibilidad entre ellas.

La idea del calor que más se ha difundido a lo largo del tiempo es entenderlo como una sustancia que tiene como toda materia impenetrabilidad y extensión, por lo tanto debe ser, como ya se nombró anteriormente, una fuerza viva donde las partículas que conforman el cuerpo que se calentó están en movimiento o por otro lado debe ser una atracción a través del espacio donde las partículas por causa del calentamiento son desplazadas

causando una atracción a través de un espacio mayor. Para dar cuenta de esto Romero et al. (1999) citan a Joule (1845) afirmando que:

Ambas hipótesis son válidas; que, en algunos casos, particularmente en el caso del calor sensible, indicado por el termómetro, el calor consistirá en la fuerza viva de las partículas de los cuerpos; mientras que, en otros, particularmente en el caso del calor latente, el fenómeno es producido por la mayor separación entre las partículas, que hará que éstas se atraigan a través de un espacio mayor. (p, 3)

De modo que, se puede establecer un equivalente mecánico del calor entre la convertibilidad de la fuerza viva, el calor y la atracción a través del espacio. Por más que se trate de desaparecer o destruir esta fuerza viva es recuperada por un equivalente igual de calor, en ese sentido todos los procesos de la naturaleza y el espacio mantienen un equilibrio entre las fuerzas vivas y el calor unos a otros cumpliendo un orden en el universo.

Rober Mayer, en su principio de causalidad, se enmarca en explicar los fenómenos a partir de su relación o lo que él llama su “interdependencia”, es decir, en términos de una relación lógica de un antes y de un después en donde se puede llegar a la causa misma del fenómeno y el efecto que éste produce en su interacción. Así, las fuerzas<sup>7</sup> como un principio imponderable y desconocido tienen las propiedades de ser cuantitativamente indestructibles y cualitativamente destructibles, lo que se termina entendiendo como una cadena de eventos en donde la causa es igual al efecto  $c = e$  y ese efecto a otra causa y así sucesivamente. En ese sentido, “ningún efecto surge sin ninguna causa, ninguna causa desaparece sin un correspondiente efecto” (Romero et al., 1999).

De ese modo, el movimiento de la polea de un dinamo no se explica en función de la fuerza misma sino en función de otro fenómeno, que en este caso es la electricidad producida para encender ledes, y esa electricidad, se puede explicar en función del movimiento de la polea del dinamo. Así, tanto el movimiento como la electricidad pueden ser tanto causas como efectos en la interacción de los fenómenos.

Al imaginar la interdependencia de los fenómenos, el explicar un fenómeno en términos de otro, en relacionar las causas de los efectos y así explicar cómo y por qué ocurren los fenómenos, Mayer da cuenta de la indestructibilidad, indicando que nada se

---

<sup>7</sup> Lo que actualmente conocemos como energía.

puede reducir a cero ni anularse entre sí y, por ejemplo, siguiendo el camino de los fenómenos eléctricos y mecánicos, el movimiento es la causa de la electricidad y a su vez, la electricidad la causa del movimiento. De tal manera que, nada se crea ni se destruye, sino que se transforma y es lo que se termina observando en las centrales eléctricas y su relación con los dispositivos capaces de permitir la transformación de la energía; por lo que la caída del agua en las centrales hidroeléctricas o las corrientes de viento en los aerogeneradores son las causas que posibilitan un efecto determinado como el funcionamiento de las centrales en la producción de electricidad y está siendo causa de otro efecto como el encender una bombilla o abastecer de energía eléctrica un hogar y así sucesivamente se podrían nombrar la relación de las causas y los efectos de los fenómenos, que como bien lo menciona Mayer son interdependientes entre sí.

Claro está que Mayer realiza sus ejemplos en términos del movimiento y el calor y supone que “en el caso de una locomotora, por ejemplo, el calor producido en la caldera provoca el movimiento de ésta por los rieles, pero a su vez el deslizamiento de la locomotora por los rieles produce calor, lo que también sucede al frotar dos placas de metal” (Romero et al., 1999), en donde el calor debe ser entendido como fuerzas imponderables para poder dar cuenta de la convertibilidad de los fenómenos, es decir, a las maneras en las que puede manifestarse las causas convirtiéndose en otras, nos permite establecer las diferentes transformaciones que se pueden dar en un sistema, para continuar la cadena de causas y efectos establecidos en su principio de causalidad.

## **2.5. Relación entre lo mecánico y lo eléctrico: Aproximaciones desde los experimentos de Faraday**

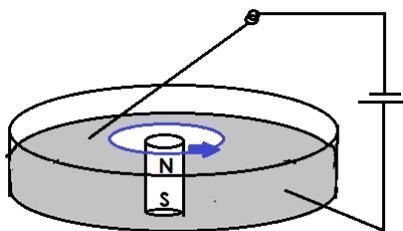
El estudio de las potencias motrices<sup>8</sup> y sus transformaciones en diversas formas como la electricidad o el calor, toma relevancia tanto en las consideraciones de Sadi Carnot, en su análisis de las máquinas térmicas, como en Hans Christian Oersted en la detección de una deflexión en la aguja imantada de una brújula. Así, en su obra “*Experimental circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*” anuncia sus descubrimientos a partir de los cuales establece la posibilidad de producir cualquier cantidad de fuerza magnética por la electricidad que viaja a través de un hilo conductor y generar fuerzas magnéticas que atraen o repelen la aguja magnetizada de una brújula que se encontraba en cercanías. En 1820

---

<sup>8</sup> Causas de la producción de movimiento a partir de procesos térmicos, eléctricos, mecánicos, etc.

dicho experimento es escuchado por Michael Faraday en Inglaterra y por Humphry Davy que empezarían a replicar en los laboratorios de la Royal Institution.

Dicho experimento consistió en enrollar un alambre en un anillo de hierro y conectar por uno de sus lados una fuente de voltaje y por el otro un galvanómetro. Lo que se observó fue que en los dos cables diferentes se producían corrientes que se movían en el mismo sentido y “afirmó que estos efectos y los observados por Ampere, no se debían a atracciones y repulsiones, sino más bien a la tendencia del cable a girar en torno al polo de la aguja magnética, y viceversa” (Garzón, 2012, p.51). Pero ¿Qué pasaría si la corriente viaja por un cable conductor en forma de hélice cerca de un imán en reposo? Faraday repitió sus experimentos, pero esta vez “colocó un imán en posición vertical en un trozo de cera en el fondo de una cuenca profunda, y luego se llenó de mercurio hasta que solo el polo del imán estuviera por encima de su superficie. Un cable cercano al polo del imán puede girar libremente alrededor del polo magnético, cuando se conectó el circuito galvánico al cable, el cable giró alrededor del imán” (Pearce W. L., 1965, p. 152).



*Figura 5.* Representación del experimento realizado por Faraday. Elaboración propia

Tal experimento fue impresionante y permitió dar cuenta que un fenómeno eléctrico podía producir movimiento, podría decirse que, por primera vez se establecía la transformación de la electricidad en movimiento y la relación de los fenómenos eléctricos con los fenómenos mecánicos. Así, Pearce (1965) afirma que “en aquel momento se dio el primer motor eléctrico, el poder rotatorio de la fuerza magnética que rodea una corriente se manifestó de manera obvia; la conversión de la electricidad en el trabajo mecánico se había logrado, dando aún más peso a la creencia en la convertibilidad de todas las fuerzas naturales” (p.152).

Faraday no podía estar tranquilo frente a las incertidumbres que le generaban los resultados de su experimento puesto que aún no era posible asegurar que las desviaciones evidenciadas fueran específicamente por la corriente circulando a través del alambre conductor y no por alguna fuerza externa al experimento. De tal manera que reestructuró

sus montajes experimentales para tener claridad de las variables implicadas en sus observaciones. Realizó variaciones en las espiras realizadas con los alambres, concluyó que el hierro era necesario en su experimento puesto que aumentaría la tensión eléctrica y embobinó el hierro con alambre en forma de un anillo grueso.

El experimento fue exitoso ya que Faraday logró evidenciar la convertibilidad entre el magnetismo y la electricidad. De manera que se dedicó a estudiar qué ocurría si esta vez dejaba inmóviles las bobinas y, en consecuencia, el imán quedaba móvil en la experiencia, así como también identificar si ocurría algún cambio en los resultados al cambiar el hierro por otro material y encontró que al variar el material no se afectaba de manera significativa la inducción de corriente. “Cuando Faraday repitió aquellos experimentos en 1831, ya tenía claro que la permanencia de una barra de cualquier elemento al interior del alambre enrollado no afectará en sí los resultados del experimento” (Pearce W. L., 1965, p. 170), por lo que repitió las experiencias con alambres enrollados en cilindros huecos con papel e hizo pasar una barra imantada por dichos cilindros y tal acción produjo movimiento en el galvanómetro. Es importante mencionar que Faraday no estudió cuantitativamente el fenómeno de inducción electromagnética, ni formuló ecuaciones al respecto. En cambio, estableció con gran detalle, y con rigor experimental, la estructura cualitativa del fenómeno (Garzón, 2012).

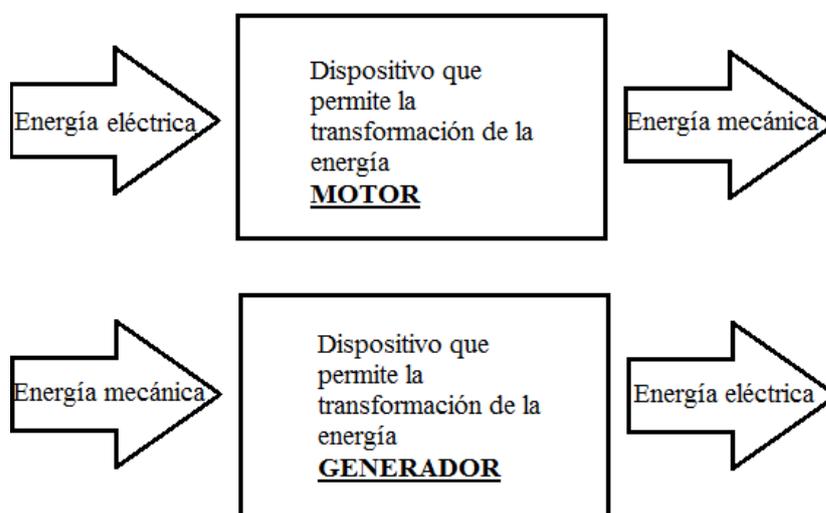
Los experimentos realizados por Faraday sobre la electricidad, sus efectos y la convertibilidad de los fenómenos (movimiento y corriente) nos permiten aproximarnos a comprender la transformación del movimiento en electricidad y a establecer relaciones entre las maneras de organizar la experiencia frente al fenómeno de estudio. Además, nos posibilita empezar a realizar equivalencias entre un fenómeno y otro, de tal manera que una cantidad de movimiento puede ser expresada en una cantidad de electricidad y una cantidad de electricidad expresada en una cantidad de movimiento, por lo que el estudio del dinamo y el motor resulta fundamental.

### **2.5.1. Dispositivos responsables de la transformación de la energía mecánica a energía eléctrica y viceversa: Dinamo y Motor**

Las máquinas eléctricas se clasifican en tres tipos dependiendo de la transformación de energía que realice. En ese sentido, los generadores son capaces de transformar la energía mecánica en energía eléctrica, los motores capaces de transformar la energía eléctrica en

energía mecánica y los transformadores no producen una transformación de energía como tal, ya que solo funcionan con energía eléctrica, pero si varían la tensión y la corriente. Estas máquinas eléctricas, excepto el transformador, se puede decir que son reversibles en su funcionamiento puesto que un motor puede actuar como un generador y viceversa.

El siguiente esquema ejemplifica los dos casos de transformación de la energía que se evidencia en los efectos producidos por la máquina. Es decir, si a partir del suministro de corriente la máquina tiene como efecto producir movimiento se afirma que hubo una transformación de energía eléctrica a mecánica, pero si por el contrario se suministra movimiento a la máquina y su efecto es una diferencia de potencial y como consecuencia, encender un bombillo se afirma que la transformación fue de energía mecánica a eléctrica:



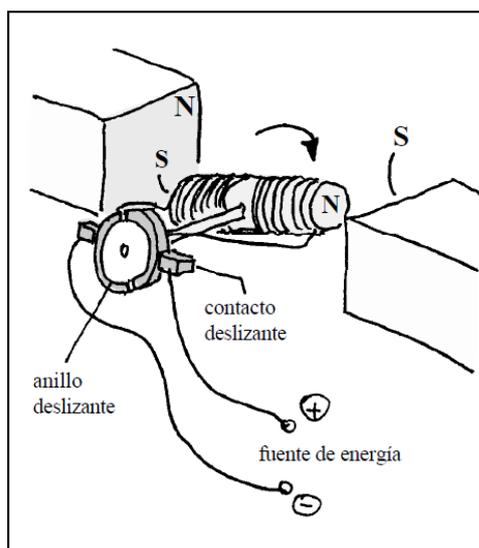
*Figura 6.* Dispositivos elementales en la transformación: Elaboración propia

Sin embargo, decir que hubo transformación de un tipo de energía a otra o que la energía paso de portador a portador no basta y termina siendo una postura reduccionista de la que no hay mucho por decir ni estudiar y se convierte en la reproducción de verdades y posturas absolutas de la ciencia. Por tal motivo, el propósito de este apartado es centrarnos en los procesos por los cuales ocurre dicha transformación, es decir y como se muestra en la figura 6, estudiar esos dispositivos que permiten que ocurra una transformación de la energía, el motor y del generador.

Para la construcción de un motor eléctrico y de un generador eléctrico, los estudios de Faraday son de vital importancia. En el caso del motor, en sus primeras versiones, se

necesita de dos electroimanes<sup>9</sup> y de un imán permanente, los electroimanes están dispuestos de tal manera que sus caras forman los polos y el imán permanente se encuentra en el centro en posición paralela a los electroimanes que se encuentran conectados a una fuente de voltaje. El funcionamiento de dicho motor consiste en intercambiar los polos de los electroimanes para que los campos producidos mantengan en constante rotación al imán permanente.

Sin embargo, el estar invirtiendo la polaridad de manera manual para poner en movimiento el imán permanente resulta poco eficiente y probablemente no se invierta dicha polaridad en el momento justo, por lo que resulta necesario cambiar el montaje para que el motor se accione por la misma rotación del eje. De ese modo, se cambian las disposiciones de los electroimanes y del imán permanente de tal manera que el electroimán gire paralelamente a los imanes permanentes tal y como se muestra a continuación.



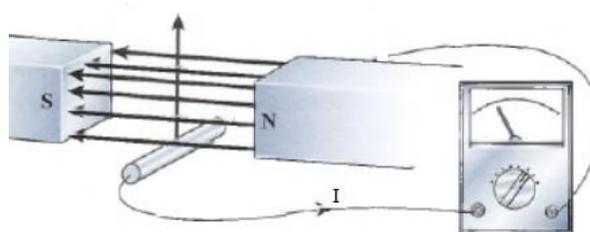
**Figura 7.** Funcionamiento de un motor eléctrico. Tomado de Herrmann\*

Lo que sucede en el funcionamiento del motor, tal como está dispuesto en la figura 7, es que, a partir del contacto deslizador, dispuesto a los lados del anillo o de las escobillas, se conduzca la corriente de la fuente de energía al anillo que gira al mismo tiempo que la espira, garantizando que siempre entre la corriente por el mismo lado. Ahora bien, si sobre el imán fijo se coloca una bobina y se hace pasar corriente eléctrica se estaría generando un electroimán que está en la capacidad de producir un campo magnético mayor y, en consecuencia, inducir fuerzas electromotrices mayores y opuestas que hagan girar el eje a

<sup>9</sup> Es un imán construido a partir de un núcleo de hierro y varias espiras alrededor del núcleo (bobina). Su ventaja es que puede cambiar su polaridad y su potencia.

más velocidad, de modo que el sentido de la corriente en el electroimán cambia en el momento justo. El electroimán, que produce el campo magnético, se puede nombrar como estator (estático) o inductor (induce la fem) y la parte compuesta por el cable enrollado o bobina es el rotor (rotación) o inducido (se induce sobre él la fem).

Los motores eléctricos se basan en los principios electromagnéticos y específicamente en la ley de inducción de Faraday para su funcionamiento. En términos reduccionistas, la ley de inducción de Faraday se puede definir como el proceso por el cual se induce una corriente por medio de cambios en el campo magnético. La contribución de Michael Faraday fue poder generar un voltaje “inducido” debido al movimiento entre un conductor de electricidad y un campo magnético sin contacto físico entre ellos, como se mencionó en sus experimentos. Dicho voltaje inducido puede aumentar ya sea incrementando la intensidad del campo magnético o disminuyendo el tiempo durante el cual se producen los cambios de enlace del flujo, es decir, cualquier aumento de velocidad en el movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético produce un aumento en el voltaje inducido y esta proporcionalidad entre el voltaje y la intensidad del campo es lo que desde la convertibilidad se plantea como “el análisis de las magnitudes que caracterizan a cada uno de los fenómenos” (Alfonso y Cárdenas, 2015, p.32).



**Figura 8.** Inducción electromagnética. Imagen tomada de Villalba, Ferreira., Arribas, Nájera y Beléndez (2015).

En la figura 8 se puede observar un conductor eléctrico de una longitud determinada que se mueve a través de un campo magnético  $B$  para generar un voltaje inducido o fuerza electromotriz (fem). Para que haya una inducción de fem es necesario que exista una obstrucción de flujo del campo magnético, para ello es importante que el conductor esté orientado perpendicularmente a las líneas del campo y así pueda “cortarlas”. Si el conductor es paralelo al campo magnético, la fem es igual a cero ya que no se produce una razón de cambio del flujo en función del tiempo y además esta fuerza sólo depende del movimiento relativo del conductor respecto del imán inductor, o en un sentido más general, respecto de las líneas de fuerza (Garzón, 2012).

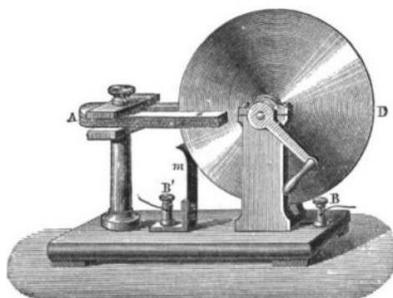
La fem, en motores o generadores eléctricos rotatorios, está relacionada con el número de espiras de la bobina del rotor que al ser rodeadas por campos magnéticos que varían en el tiempo generan el voltaje inducido que a su vez pueden originar corrientes que circulan por los circuitos eléctricos. Usualmente se comprende la dependencia de la fem con el número de espiras del embobinado y al campo magnético al que se ven expuestas dichas espiras, pero es difícil entender esa proporcionalidad que existe entre la variación del flujo magnético en un tiempo determinado y esa fuerza electromotriz.

Mediante la Regla de Fleming o más conocida como regla de la mano derecha, se puede representar la relación entre el campo magnético, el movimiento del conductor eléctrico y la fuerza electromotriz inducida. A partir de esta regla se puede deducir que el campo magnético es inmóvil y que el conductor es el que se mueve con respecto a ese campo y del mismo modo, el campo magnético se puede aplicar a un conductor estacionario, por ejemplo, moviendo un imán en medio de una bobina. (Movimiento relativo entre el conductor eléctrico y el campo magnético produce una fem)

La ley de inducción electromagnética permite relacionar la producción de corriente con los cambios que se pueden generar en el campo magnético a través del tiempo. Asimismo, la ley de Lenz permite determinar la dirección en la que fluye la corriente que siempre se opone al cambio de flujo que la produce, es decir, cada campo magnético generado por una corriente eléctrica o viceversa va en dirección opuesta al cambio en el campo original. Esta ley y estos procesos de transformación puede ser comprendida desde la convertibilidad de los fenómenos como una relación de causa - efecto, en donde la causa, entendida como el cambio en los cortes o perturbaciones del flujo magnético, deja de ser causa, deja de existir en esa forma para convertirse en un efecto, efecto entendido como la corriente que origina un voltaje inducido cuyo campo se opone al campo magnético perturbado. Si después de producir dicho efecto la causa perdura al menos en mínima medida, entonces a esa pequeña causa se le atribuye un efecto adicional que no está relacionado con la interacción anterior, sino que representará otra parte del sistema que está cambiando.

Para el caso de un dinamo, este realiza un procedimiento contrario al de un motor en tanto que utiliza el movimiento para convertirlo en electricidad a partir de un dispositivo que permita dicha transformación. En ese sentido, no difiere mucho de su funcionamiento. “Desde Faraday sabemos que es posible generar una corriente al rotar un disco conductor

eléctrico en un campo magnético externo aplicado” (Bello, 2016, p.11). Así, a partir del disco de Faraday, en donde se logra inducir la corriente eléctrica al mover el conductor eléctrico (disco de cobre) mientras los imanes permanecen estacionarios, se da paso al estudio de los generadores eléctricos.



**Figura 9.** Disco de Faraday; Tomado de [mihistoriauniversal.com/biografia/michael-faraday](http://mihistoriauniversal.com/biografia/michael-faraday)

Un generador eléctrico utiliza los principios de la inducción electromagnética que transforma energía mecánica en energía eléctrica al inducir en los embobinados una fuerza electromotriz debido a los imanes permanentes que encuentran en el estator y por el giro del rotor (Saavedra, 2019). Este tipo de generador consta de varios lazos de alambre devanados en una armadura (bobina) que se hacen girar sobre un eje, ya sea por medio de una caída de agua, una turbina de vapor, banda de un motor, etcétera., por lo que se establece un campo magnético perpendicular a este eje de giro, de manera que debido al movimiento rotacional el flujo magnético a través de la bobina variará y por lo tanto en el circuito de la bobina se inducirá una fem (Giancoli, 2006).

Así pues, el funcionamiento de los motores y los generadores eléctricos en su proceso de transformación de la energía mecánica y la energía eléctrica y viceversa, pueden ser entendidos desde la convertibilidad de los fenómenos en dos sentidos particulares, uno relacionado con la posibilidad de un fenómeno mecánico en convertirse en un fenómeno eléctrico y la posibilidad de un fenómeno eléctrico en convertirse en un fenómeno mecánico, por lo que se plantea la interdependencia de los fenómenos en donde, por ejemplo, en el estudio de los dispositivos antes mencionados, la producción de corriente termina siendo dependiente del movimiento de un disco conductor eléctrico en un campo magnético y en otro sentido, el movimiento es dependiente del voltaje inducido entre un conductor de electricidad y un campo magnético. De forma que, son mutuamente convertibles manifestado en los cambios que se producen.

## **2.6. Equivalente eléctrico del calor**

Siempre que utilizamos un aparato electrónico se presenta algún tipo de calentamiento que muchas veces no es percibido pero que cuando es muy notorio, con frecuencia, se suele utilizar refrigerantes o ventiladores que reduzcan ese calor por el efecto Joule y que no dañen el aparato eléctrico (por ejemplo, en los computadores portátiles).

Muchos científicos se habían interesado por estudiar la producción de calor generada por el paso de corrientes eléctricas y alrededor de ello, el físico Inglés James Prescott Joule fue la persona que dio cuenta de esa interacción térmica y eléctrica. En ese sentido planteó que “la cantidad de calor producido es directamente proporcional a la resistencia ( $R$ ) del conductor, al tiempo ( $t$ ) y al cuadrado de la intensidad de corriente ( $I$ )” (Ramírez, Ramírez, y Cárdenas, s.f). De modo que, si se aumenta la cantidad de corriente por un cable conductor y en consecuencia, se disminuye la resistencia, mayor será la cantidad de calor producido. La situación mencionada se puede representar de manera análoga con una tubería de agua, entre mayor sea el diámetro del caudal y mayor sea la cantidad de agua que circula por ahí, mayor será la longitud del caudal recorrido por el agua.

Alrededor de lo anterior, se plantea que el efecto Joule es nuestro enemigo cuando de electricidad se trata y mencionando en términos de un calentamiento leve de un cable que fluye la corriente desde una central eléctrica hasta las casas (Muñoz, s.f), en donde la cantidad de movimiento empleado en las centrales eléctricas no se está empleando completamente en producir electricidad sino que se presentan unas “pérdidas” en forma de calor que no podemos utilizar de manera útil y en donde la convertibilidad de los fenómenos no está solo relacionado entre lo mecánico y lo eléctrico sino que también en lo térmico.

## **2.7. Centrales eléctricas**

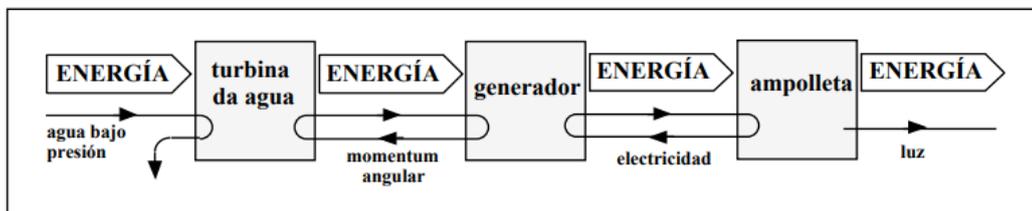
Las centrales eléctricas son dispositivos que permiten la producción de electricidad desde distintas fuentes, especialmente a partir del movimiento. Estas centrales eléctricas se ubican en lugares donde la fuente de obtención de movimiento está cerca, por ejemplo, cerca de un

río, cerca al mar, en lugares donde el viento es fuerte y constante, etc., del mismo modo en lugares muy poblados donde la electricidad es esencial y/o de gran consumo.

Comúnmente la energía mecánica necesaria en las centrales eléctricas se obtiene de la transformación de la energía cinética o potencial del agua para el caso de las hidroeléctricas o de las centrales mareomotrices, de la energía solar para el caso de la utilización de paneles y de la energía cinética producida por el viento en el caso de la energía eólica, etc. Estas fuentes de energía son consideradas como fuentes primarias donde se pueden clasificar como renovables o no renovables, donde la energía renovable es aquella fuente de energía ilimitada como el sol y la no renovable es aquella que tiene un límite como los combustibles fósiles. Para Coxtinica (2015) las centrales de generación eléctrica son:

Instalaciones con tecnología y recursos tanto renovables como no renovables, para transformarlos en energía eléctrica. En esta parte conviene aclarar que el nombre dado no es con respecto a la energía que se transforma directamente en electricidad sino del tipo de fuente de energía renovable que usan y de la energía secundaria que necesitan para transformarla en energía eléctrica. (p,30).

Ahora bien, para que en una central eléctrica haya convertibilidad de los fenómenos se necesitan de unos artefactos fundamentales que permiten esta transformación como lo son los generadores de los cuales ya se explicó su funcionalidad anteriormente. Además, en estas centrales eléctricas hay toda una relación entre varios portadores de energía, transbordadores, fuentes de energía y receptores de energía que se pueden ejemplificar a partir de un diagrama diseñado por Herrmann.



1.10 Transporte de energía con tres transbordos

**Figura 10.** Transporte de energía. Tomado de Herrmann

### **2.7.1. Central eólica**

Las centrales eólicas funcionan utilizando el flujo de viento de acuerdo con el movimiento de las corrientes de aire según las diferencias de presión. Esto permite que las aspas del aerogenerador se muevan y el rotor del generador gire de tal manera que posibilite el proceso de transformación de movimiento a electricidad. De esta manera, Coxtinica (2015) afirma que su funcionamiento es “originado por el movimiento del aire, es energía cinética de una mezcla de gases que componen la atmósfera que, al chocar con un cuerpo, puede desplazar a este cambiando su estado de movimiento original” (p.42).

La tecnología usada para este tipo de procesos se centra en los aerogeneradores que funcionan bajo el siguiente principio: por medio del viento que golpea las hélices estas se mueven poniendo en funcionamiento unas turbinas que son las que en su interior alberga al generador el cual es movido por la misma turbina, convirtiendo el movimiento de las hélices en electricidad.

### **2.7.2. Central hidroeléctrica**

Las centrales hidroeléctricas son aquellas que funcionan haciendo uso del flujo del agua por la caída de esta. Así, dicho flujo de agua descendente entra a una tubería en la cual se encuentran las turbinas en donde se genera movimiento. Al interior de las turbinas se hallan los generadores que se ponen en funcionamiento por el movimiento del rotor y que son los responsables de la transformación de movimiento en electricidad. Esta producción de electricidad, como lo afirma Coxtinica (2015), es producida por “la caída de agua, de una altitud mayor a otra altitud menor (energía cinética de una masa de agua). El agua llega a puntos de mayor altitud debido al ciclo hidrológico donde llega a las montañas y en ellas baja formando los ríos, esta energía cinética que posee el agua puede mover a otros cuerpos, pudiendo efectuar trabajo sobre ellos” (p.47). De esta manera también se puede interpretar ese trabajo realizado por las corrientes de agua como un tipo de energía.

La tecnología que se utiliza en este tipo de centrales se basa en las turbinas y los generadores, pero también en la construcción de las represas ya que por su diseño permiten la caída del agua. Estas se construyen en los cauces de los ríos principalmente, creando una presa para retener el agua con ayuda de un muro gigante. La masa de agua que retiene es transportada por unas tuberías que llegan a las turbinas las cuales se encuentran en la parte baja de las represas.

### **2.7.3. Central mareomotriz**

Las centrales mareomotrices funcionan utilizando el flujo ascendente y descendente del agua, cuando crece o baja la marea, creando así un desnivel que permite que el agua circule por las tuberías donde se encuentran las turbinas y éstas se muevan de tal manera que los generadores que allí se encuentran puedan realizar un proceso de transformación de energía mecánica a energía eléctrica.

Ahora bien, las corrientes marinas también son aprovechables al situar turbinas ancladas al fondo del mar y “en similitud con la energía eólica, el aprovechamiento de la energía de las corrientes marinas por medio del desplazamiento (de un fluido) de las masas de agua que recorren los océanos empujan a las hélices de una turbina produciéndose un movimiento rotatorio en esta y por medio del acoplamiento hacia un generador eléctrico, la energía mecánica se transforma en energía eléctrica” (Coxtinica, 2015, p.56). Es importante mencionar que este tipo de centrales no son una amenaza para la vida marítima ni la migración de los peces ya que al moverse las turbinas a velocidades tan bajas no afecta de manera considerable el flujo del agua; además, se suelen poner defensas en las hélices del sistema.

En términos de la convertibilidad, las tres centrales (eólica, hídrica y mareomotriz) tienen un funcionamiento en común: las hélices del aerogenerador o de las turbinas adquieren movimiento y este movimiento se convierte en electricidad. En estas tres situaciones es posible describir los procesos observando el cambio en virtud de las magnitudes, por ejemplo, la velocidad, la potencia, la fuerza, etc., tanto del viento como del agua permite que las hélices de cada artefacto adquieran movimiento para que finalmente haya producción de electricidad. De esta manera, se puede identificar que las magnitudes están en constante cambio y que unas son causa de efectos determinado que ponen en funcionamiento las centrales y en donde es posible evidenciar que en estos procesos un fenómeno se convierte en otro, en donde una cierta cantidad de vueltas en las hélices de un aerogenerador produce una cierta cantidad de electricidad o viceversa y en donde esas transiciones son visibles a partir de la medición de las magnitudes que caracterizan el fenómeno de estudio ya sea mecánico o eléctrico.

## **2.8. La transformación de la energía desde la convertibilidad de los fenómenos**

Se ha venido mencionando como un fenómeno mecánico se puede convertir en un fenómeno eléctrico y un fenómeno eléctrico en uno mecánico por medio de unos dispositivos fundamentales que permiten que tal convertibilidad sea posible y en ese sentido, se puede afirmar que los procesos de transformación de la energía no se pueden separar de la idea de convertibilidad de los fenómenos ya que entre dichos fenómenos de distinta naturaleza existen propiedades comunes que se mantienen constantes y otras que están en un proceso de cambio para experimentar un efecto nuevo de estos fenómenos; de no ser así, se estaría hablando de un fenómeno completamente nuevo y no de un proceso de cambio o transición del mismo.

De modo que, establecer equivalencias entre un fenómeno y otro a la luz de esa convertibilidad es primordial para comprender que medir un fenómeno en términos de otro da cuenta de un proceso de transformación de la energía en donde no se cambian los fenómenos de la nada, sino que por el principio de causalidad se pueden experimentar unas medidas de los efectos de un fenómeno a partir de las causas de otro y las causas del mismo como efectos de otro. Así, no solo se puede estar frente a un proceso de transformación sino a varios procesos de transformación en la relación a la convertibilidad de los fenómenos. En ese punto, se puede comprender como causa el movimiento y como efecto la electricidad que a su vez puede ser la causa del efecto de la luz de una bombilla y este como causa del efecto del calor.

Ahora bien, las relaciones que se pueden establecer entre las magnitudes que dan cuenta de un fenómeno u otro son de vital importancia puesto que permiten estudiar las características específicas de cada fenómeno y posibilitan verificar qué es lo que cambia y qué es lo que se mantiene constante en la relación de los fenómenos mecánicos y eléctricos. Estas magnitudes permiten entender el cambio en un fenómeno a otro, son las que posibilitan dar cuenta del porqué del cambio, por ejemplo, la velocidad influye en los procesos de convertibilidad entre un fenómeno mecánico a eléctrico si se compara con la convertibilidad del movimiento del agua o del viento en electricidad, es decir, dependiendo de la velocidad de dichos movimientos (agua o viento) se entiende que la producción de electricidad es distinta y de este modo se intuye lo mismo con otras magnitudes como la presión, la fuerza, el potencial, etc. De esta manera, se puede concluir que distintas

magnitudes son importantes para los procesos de convertibilidad de un fenómeno a otro, en específico si hablamos de fenómenos mecánicos a eléctricos y viceversa.

## **2.9. La actividad experimental en la organización de experiencias**

El discurso que se ha venido hilando hasta el momento se rechaza la reproducción de contenidos, de definiciones, de ecuaciones en la enseñanza de las ciencias, específicamente de la física, y se resalta la importancia de la relación conocimiento- lenguaje - experiencia en donde se pone de presente el interés de los ambientes culturales, del desarrollo de modos de observar la realidad, de pensar la realidad y de relacionarse con ella y en ese sentido, entender que los fenómenos y el estudio de los mismos están en constante cambio, puesto que de no ser así, absolutamente nada se podría modificar en la enseñanza de las ciencias.

Además, se resalta también, los procesos de recontextualización de saberes en las prácticas docentes en donde se establece una “actividad constructiva y dialógica que nos permite a partir del uso de obras científicas encontrar elementos, aportes, criterios, etc., para la solución de una problemática previamente establecida o para la construcción de situaciones de estudio que puedan ser llevadas al aula” (Salinas, 2018, p.26) y en donde el maestro dialoga con el trabajo de los científicos y a través de la recontextualización, establece campos fenomenológicos y se hace una imagen de los fenómenos para finalmente llevarlo al aula en la configuración de nuevas realidades.

De esta manera, el ser críticos frente a las prácticas docentes que realizamos en el aula termina siendo fundamental en el proceso de pensar nuevas formas de actuar y nuevas formas de hacer en la enseñanza de las ciencias. Por ello, la construcción de fenomenologías en el estudio de la transformación asume un protagonismo relevante en el presente trabajo y en ese sentido, resulta importante establecer esas diferencias entre fenómeno y fenomenología y cómo la actividad experimental termina siendo esencial en dicha perspectiva fenomenológica. Como señala Malagón, Ayala y Sandoval (2013) “el fenómeno es lo que aparece frente a una conciencia” (p.88), lo que da cuenta de que el fenómeno tiene que ser percibido por alguien, aparece ante alguien, para ser estudiado, analizado e interpretado y aunque todas las conciencias (en este caso maestros y estudiantes) están ante un mismo fenómeno, este puede ser diferente para todos dependiendo de las organizaciones que cada uno establezca. Lo anterior explica el por qué en las socializaciones que se llevan a cabo en el aula se encuentran elaboraciones

totalmente distintas de una misma situación. En cuanto a la fenomenología, Chaparro, González, Orozco y Pedreros (1996) afirman que:

...es lo que nos permite ver lo que se muestra tal como se muestra por sí mismo. Así, las dos características de la fenomenología son: i) ser un discurso exhibitivo en la medida en que el asunto de que trata se muestra, así como es en sí mismo, esto es como fenómeno; y ii) legitimativo directo e inmediato del asunto que se muestra en sí mismo desde la realidad misma, en la medida en que todo cuanto se dice del fenómeno está legitimado por el discurrir de la realidad (p.123).

La experimentación en el aula permite ampliar el conocimiento científico y posibilita que tanto el estudiante como el docente puedan analizar desde distintas perspectivas los fenómenos naturales, es decir, desde lo teórico, epistemológico y filosófico. Así, “la actividad experimental está centrada en la construcción de una base fenomenológica o de hechos de observación con los que se destacan los rasgos relevantes del fenómeno. La organización de estos permite desarrollar el proceso de construcción de las magnitudes con las cuales quedan establecidos los aspectos del fenómeno que son tenidos en cuenta en su caracterización” (Romero, Ayala, Malagón, García y Gómez, 1999). Desde esta postura, es conveniente considerar la actividad experimental como una relación que se da entre la construcción de fenomenologías y el desarrollo de procesos de formalización en donde se establecen formas de hablar, de pensar, de analizar y de explicar y fundamentar los fenómenos.

Es importante resaltar que para realizar el proceso de experimentación es de suma importancia, tener un buen manejo de las teorías y los conceptos, es decir de la producción científica, para que, a la hora de plantear una actividad experimental, ésta responda a los intereses y problemas de conocimiento particulares que se proponen desde el inicio y que orientan la experimentación en el aula. De esta manera, como se nombró anteriormente, lo que se busca con la experimentación es ampliar y fundamentar el conocimiento científico en cualquier ámbito de las ciencias y de los conceptos previos antes adquiridos que a su vez permite la construcción, análisis y formación de perspectivas fenomenológicas.

Ahora bien, según lo que se ha venido desarrollando en la relación conocimiento-lenguaje-experiencia, la recontextualización de saberes y la organización de la experiencia a través de la actividad experimental en la interacción de los fenómenos mecánicos y eléctricos, a

continuación se presentan algunos roles que son destacados en el libro de *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias* y que se consideran en la presente investigación:

1. **“La construcción y comprensión de fenomenologías”**: En la constitución de un campo fenomenológico, se trata de dar cuenta de los efectos que se organizan, de las magnitudes y de las variables que se consideran a partir de la experiencia sensible de los estudiantes con su entorno, de las observaciones que realizan y de la construcción de la experiencia sensible en casos determinados. En ese sentido, para el presente trabajo investigativo en la interacción de los fenómenos eléctricos y mecánicos para dar cuenta de procesos de transformación, que muchas veces se reduce a que el movimiento se convirtió en electricidad, se plantean situaciones en donde el estudiante realiza un análisis reflexivo del proceso y establece relaciones. Así, es consciente y se cuestiona de lo que sucede y por qué sucede en su entorno, reorganizando su estructura conceptual y ampliando su campo fenomenológico.
2. **“La ampliación de la experiencia”**: La actividad experimental resulta útil en el proceso de ampliar la experiencia sensible al “construir el campo de efectos, relaciones y lenguajes en las cuales se puede ubicar la discusión” (Malagón, Ayala & Sandoval, 2013). En ese sentido, la construcción de un montaje experimental que permita establecer relaciones entre lo mecánico y lo eléctrico, resulta fundamental en las explicaciones que los estudiantes pueden establecer. De ese modo, se permite profundizar en el estudio del fenómeno y contrastar y cuestionar explicaciones dadas anteriormente para ponerlas sobre la mesa en las socializaciones realizadas a nivel grupal en la comprensión de la problemática de estudio, ya que, como se mencionó anteriormente, el fenómeno puede ser entendido desde diferentes perspectivas según la conciencia ante la cual se presente.
3. **“La construcción de formas de hablar del fenómeno”**: En todo el trabajo investigativo se busca dar cuenta de que, al ampliar la experiencia sensible, también se va cambiando el lenguaje de los estudiantes y en las socializaciones termina modificándose también el lenguaje del maestro. Es así como los estudiantes establecen diferentes tipos de formalización de las situaciones planteadas que no van enmarcadas únicamente en expresiones matemáticas, sino que también incluyen las explicaciones que se dan a nivel escrito como oral, los dibujos, los organizadores gráficos, las historietas, etc., que nos permiten hablar del fenómeno estudiado.

En el proceso de establecer equivalencias entre fenómenos y poder relacionar los efectos de un fenómeno en términos de otro es que la organización y ampliación de la experiencia sensible de los estudiantes y del maestro es elemental. Así, se construyen maneras de hablar, de pensar, de organizar, de interrogarse y de relacionar los fenómenos planteados. En la construcción de la ruta de aula se consideran la construcción y comprensión de fenomenologías, la ampliación de la experiencia y la construcción de formas de hablar del fenómeno y se disponen situaciones en miras del estudio de los fenómenos mecánicos y eléctricos en el proceso de transformación y los estudiantes pasan por los tres roles mencionados anteriormente; por ejemplo se indaga sobre una primera noción de transformación a partir de centrales eléctricas y su aprovechamiento de la naturaleza y para construir experiencia sensible y nuevos espacios de organización, se proponen situaciones cotidianas como encender el farol de una bicicleta. Posteriormente a través de la actividad experimental analizan efectos, variables, magnitudes y finalmente, construyen relaciones y formas de hablar de la interacción de los fenómenos.

## **CAPÍTULO III**

### **3. LA TRANSFORMACIÓN DE LOS FENÓMENOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS EN LAS INTERACCIONES DE AULA**

Con el fin de establecer y construir espacios que generen el estudio y relación de los fenómenos eléctricos y mecánicos con los estudiantes de grado once del Colegio Militar Almirante Padilla, específicamente con el curso 1103 en donde hay 24 hombres y 8 mujeres con edades entre los 15 y los 18 años, se diseña una ruta de aula. En el diseño de las actividades, la transformación de la energía en los procesos físicos se constituye en una categoría de análisis fundamental para establecer relaciones entre los fenómenos eléctricos y mecánicos.

#### **3.1. Reconociendo el territorio de implementación: contextualización de la institución educativa**

Para tener una perspectiva más amplia del proceso de implementación que se llevó a cabo, es considerable realizar una descripción del lugar donde se llevó a cabo, eso implica describir el colegio donde se llevó a cabo la práctica pedagógica y el lugar donde este se ubica. El colegio Militar Almirante Padilla se encuentra ubicado en la comuna 1 del municipio de Soacha Cundinamarca. La misión del colegio es “educar a nivel académico, técnico y militar desde el quehacer pedagógico proyectando una formación integral en los estudiantes de la institución siendo capaces de contribuir a la transformación y progreso de la sociedad” (Padilla, 2019, p.26)

En cuanto a su postura filosófica, está orientado a la formación de seres íntegros, gestores de una mejor sociedad, respetuosos y honestos. Brindando educación desde la ciencia y la técnica, desde la paz, la convivencia, la democracia, desde lo cultural, lo científico, lo tecnológico y lo ambiental, haciendo que los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes se realicen de forma activa y crítica buscando ofrecer servicios educativos de alta calidad. Los modelos pedagógicos que se manifiestan en el PEI están relacionados con el aprendizaje significativo y el constructivismo.

#### **3.2. Consideraciones en torno a la comprensión de la sistematización de experiencias**

Considerar la sistematización como un reconocimiento de esa realidad que vivencia el maestro en compañía de los estudiantes, de esa interacción y diálogo constante en el aula

resulta fundamental en el presente trabajo. Así, surge como una necesidad de pensar, organizar y replantear las prácticas educativas en donde hay una organización y transformación de la experiencia. Como afirma Ruiz (2001) citando a Ghiso (2001) *“permite a los sujetos comprender y explicar contextos, sentidos, fundamentos, lógicas y aspectos problemáticos que presenta la experiencia, con el fin de transformar y cualificar la comprensión, experimentación y expresión de las propuestas educativas”* (p.1).

De tal manera que las personas que sistematizan son los encargados de realizar un proceso de organización de la información y registro obtenidos de la práctica educativa enmarcado en una investigación que surge con unas necesidades e intereses particulares y que pueden ser analizados a partir de las experiencias de intervención en el aula para retroalimentar las prácticas pedagógicas y el quehacer del maestro en ciencias. En ese sentido, no se puede entender la sistematización como una recopilación de datos y un resumen de la práctica pedagógica sin reflexiones de fondo (Escobar, 2003).

La presente sistematización de experiencias es realizada por las docentes que intervinieron en el aula y que fueron participes de toda la implementación, socializando discursos y fomentando la actividad dialógica entre los estudiantes y sus pares y a su vez con el maestro, en la elaboración de explicaciones en torno a la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica. Asimismo, las personas externas que aportaron al proceso de sistematización fueron claves en el sentido de asesorar y cuestionar momentos que se normalizan al estar inmersos en el proceso. Así, como menciona Ruiz (2001) *“el papel del agente externo aporta a la producción de conocimiento histórico y sistemático, con niveles de rigurosidad metodológica en el proceso, especialmente cuando se reconstruyen prácticas”* (p.4).

De modo que, después de realizar un ejercicio de recontextualización en busca de elementos y criterios, a partir de la actividad dialógica con las teorías y los productos científicos, para la elaboración de un propuesta de aula que debelara el interés principal del presente trabajo, estudiar la transformación de la energía a partir de la relación de los fenómenos mecánicos y eléctricos, se realizó la implementación en el aula y se organizó la información en matrices que posibilitaron subrayar elementos importantes y enmarcar las discusiones para la elaboración de explicaciones a la luz de esos registros y de los intereses particulares, de tal forma que fuese pertinente reflexionar y retroalimentar la practica pedagógica acerca de las posibilidades de la implementación, las dificultades, los por

menores y los aspectos que hubiesen sido importantes tener en cuenta para un proceso más satisfactorio.

Ahora bien, debido a las implicaciones que trajo consigo la pandemia del Covid-19 a nivel educativo, la implementación del presente trabajo se realizó de manera virtual haciendo uso de la plataforma TEAMS que es utilizada por la institución educativa. Es importante mencionar que en apartados de la sistematización en donde se menciona “actividad presencial”, se está haciendo alusión a la clase virtual en vivo en donde interactúan tanto docentes como estudiantes de manera sincrónica.

Con la intención de construir espacios que propicien el estudio e interacción de los fenómenos mecánicos y eléctricos en la población que se mencionó anteriormente, se diseña una ruta de aula que se encuentra enmarcada en los siguientes momentos:

1. Acercándonos a una primera noción de transformación: Este momento se encuentra dividido en dos etapas. En la primera etapa se compararon diferentes situaciones en donde se puede establecer una relación entre los fenómenos mecánicos y eléctricos, con el fin de que los estudiantes identifiquen ¿cuál es la causa del fenómeno que se ilustra? ¿Qué efecto produce cada situación? ¿Qué relación se puede establecer entre las diferentes situaciones?

En la segunda etapa se propone un video-taller a partir de la película “El niño que domó el viento” con el fin de aproximar a los estudiantes a procesos de transformación en situaciones de la cotidianidad.

2. Contabilización de la transformación: En esta etapa los estudiantes construyeron un dinamo casero para ampliar la experiencia sensible en torno a los procesos de transformación de la energía mecánica a eléctrica y poder establecer equivalencias entre las mismas.
3. Memorias: Este momento es planteado para recoger los elementos y explicaciones finales construidas por los estudiantes en el desarrollo de la implementación y poder realizar una reflexión orientada en entender cómo los estudiantes del colegio Militar Almirante Padilla organizaron su experiencia en pro de relacionar los fenómenos mecánicos y eléctricos en el proceso de transformación de la energía.

En la siguiente tabla se presenta el diseño de la ruta de aula en donde se muestran los diferentes momentos trabajados en la implementación, así como los objetivos, actividades generales y tiempos empleados en cada uno de esos momentos.

<b>MOMENTO</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DURACIÓN</b>
Acercándonos a una primera noción de transformación.	Explicar y caracterizar una primera noción acerca de los efectos producidos por diferentes situaciones en donde interactúan fenómenos mecánicos y eléctricos.  Identificar procesos de cambio en la interacción de los fenómenos eléctricos y mecánicos estableciendo relaciones entre ellos.	Comparando situaciones. Fenómenos del mundo natural.	60 minutos
Vivenciando la transformación	Identificar procesos de transformación a partir de situaciones de estudio ejemplificados en la cotidianidad.	Vídeo - Taller. Película “El niño que domó el viento”	130 minutos
Contabilizando la transformación	Hacer una contabilidad de lo que cambia en un fenómeno mecánico respecto al cambio en el fenómeno eléctrico.	Construcción de un dinamo casero con material reciclable.  Relacionar el número de vueltas por unidad de tiempo con la cantidad de ledes encendidos en el dinamo.	150 minutos
Memorias	Reflexionar acerca de la elaboración de explicaciones de los estudiantes en torno a los procesos de transformación.	Historieta y organizador gráfico de sus ideas acerca de la transformación	100 minutos

**Tabla 1.** Momentos, objetivos y actividades de la ruta de aula.

Para la sistematización de la propuesta llevada al aula se proponen los siguientes aspectos centrales en el análisis de la ruta de aula:

- Interpretación de la transformación de la energía mecánica a eléctrica y de las magnitudes que intervienen en el proceso.

- Construcción de equivalencias de un fenómeno mecánico a un fenómeno eléctrico.
- Formas de hablar de la interacción de los fenómenos mecánicos y eléctricos en el proceso de transformación de la energía

En ese sentido, a continuación, se describen los resultados y aspectos relevantes producto de la implementación de cada uno de los tres momentos propuestos en la ruta de aula. Se realiza un análisis de los resultados de la implementación, cuyo fin es identificar aquellos factores relacionados con la transformación como una categoría en el estudio de los fenómenos mecánicos y eléctricos, en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Es importante mencionar que el análisis de las posturas y las formalizaciones construidas por los estudiantes a partir de las situaciones planteadas nos permite dar cuenta de la elaboración de sus explicaciones, por lo que la implementación se enfocó en el estudio de la transformación de la energía desde la posibilidad de la convertibilidad de los fenómenos. El estudio histórico fue realizado como aporte fundamental para que como docentes ampliáramos las imágenes de los fenómenos y así posibilitara la construcción de una ruta de aula enfocada al interés particular de la investigación.

### **Momento 1: Acercándonos a una primera noción de transformación**

En esta etapa se compararon diferentes fenómenos naturales con el fin de que los estudiantes identifiquen las causas del movimiento que se ilustran en cada una de las situaciones propuestas (paneles solares, aerogeneradores, centrales mareomotrices y centrales hidroeléctricas), así como la relación que pueden establecer entre cada una de ellas a propósito de los procesos de transformación.

En ese sentido, el objetivo de esta etapa está enmarcado en que los estudiantes logren explicar y caracterizar esas primeras nociones que tienen de la transformación de los fenómenos, utilizando imágenes sobre el aprovechamiento de la naturaleza, con un fin particular, como la generación de electricidad. Además, a partir de un video taller (película “el niño que domó el viento”) identifiquen procesos de transformación en situaciones aplicables en el avance de la sociedad y la tecnología desde la cotidianidad.

## Guía #1

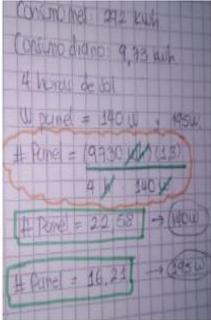


*Figura 11.* Situaciones planteadas (centrales de electricidad)

Se organizan siete grupos de trabajo para que en la actividad identifiquen los procesos de transformación a partir de las situaciones planteadas. En la tabla 2 se presenta la interpretación de los resultados teniendo en cuenta las intencionalidades que se plantearon en la guía de trabajo.

PRÓPOSITO PARTICULAR	REGISTROS	INTERPRETACIÓN
<p>Explicar el proceso de transformación entre fenómenos mecánicos y eléctricos.</p> <p>Identificar la idea de transformación en el funcionamiento de diferentes artefactos que usan la naturaleza como su fuente principal.</p>	<p><b>Grupo 1</b> El viento se usa para mover las aspas del aerogenerador y así se crea la electricidad. En la situación se ven 3 aspas ya que si hay más es muy difícil que el viento las mueva y creemos que si hay menos por ejemplo dos no se podría generar corriente porque se movería muy inestable.</p> <p><b>Grupo 2</b> Estas centrales mareomotrices necesitan hélices bajo el agua, ya que las corrientes de agua que se presentan en el mar hacen que estas hélices giren y así puede producir energía.</p> <p><b>Grupo 3</b> La fuerza del oleaje hace que las hélices se muevan y así los generadores que hay en ellas cambien ese movimiento en</p>	<p>En estas situaciones los estudiantes identifican que efectivamente hay un proceso por el cual el movimiento puede transformarse en electricidad. Sin embargo, la manera en la que explican dicha transformación varía en cada uno de los grupos y se encuentran tres interpretaciones diferentes. Por un lado, el grupo 1 y 4 hablan de la creación de la energía a partir del movimiento de las aspas del aerogenerador o de la interacción del sol con el panel. El grupo 2 y 3 hacen referencia a la producción y generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la naturaleza. Finalmente, el grupo 3 (en la central mareomotriz) y el grupo 5 hacen referencia a un cambio y una convertibilidad de movimiento a electricidad en el funcionamiento de las</p>

	<p>electricidad a través de unos cables.</p> <p><b>Grupo 5</b> El viento se usa para generar fuerza al aerogenerador con las corrientes de aire y así producir movimiento en las aspas para que luego se convierte en electricidad.</p>	<p>centrales planteadas.</p>
<p>Identificar las magnitudes que están presentes en el fenómeno estudiado y las condiciones necesarias para su eficiente funcionamiento.</p>	<p><b>Grupo 1</b> Las condiciones ideales serían en un campo abierto que reciba buena luz solar, pero en una parte alta y óptima para que este reciba la luz necesaria para el funcionamiento de este. Por lo general debe ponerse en los techos para que el choque con la luz solar sea directo. La electricidad en una hora de sol depende de la intensidad de la luz y la cantidad de paneles</p> <p><b>Grupo 4</b> Estos paneles lo más efectivo es ponerlos en fincas o casas ubicadas en zonas rurales ya que son las que cuentan con los espacios más adecuados para una implementación efectiva de los paneles. Lo importante es que este en el exterior y la cantidad de electricidad depende de si es en la mañana o en la tarde ya que en la tarde el sol calienta más y funcionaria mejor el panel</p> <p><b>Grupo 3</b> Se deben poner en una montaña donde no haya tantos árboles que no dejen pasar el viento y así abastecer las casa que están cerca de luz eléctrica y depende de la cantidad de viento que mueve las aspas y si las empuja rápido o despacio porque si es despacio de pronto no alcanza a llegar a las casas.</p>	<p>Los grupos identifican magnitudes como la velocidad del viento y del agua, la fuerza de viento y de las mareas, la presión del agua, la intensidad de la luz y la cantidad de calor para dar cuenta del funcionamiento de las centrales y los artefactos.</p> <p>Además, establecen condiciones ideales muy parecidas en el funcionamiento óptimo de los artefactos. Los grupos coinciden en que los paneles solares deben disponerse en lugares en donde no haya sombra, un campo abierto y lugares en donde la irradiación solar sea mayor. En el caso de los aerogeneradores, coinciden en que se deben disponer en lugares altos, preferiblemente en montañas y llanuras en donde el viento no “choque” con árboles y así llegue con mayor fuerza a las aspas.</p> <p>Algo interesante es que el grupo 4 considera que es el calor del sol lo que permite el funcionamiento del panel en cambio los demás grupos lo relacionan con la intensidad lumínica.</p>

<p>Establecer relaciones entre el funcionamiento de los paneles solares y el abastecimiento de electricidad de sus hogares.</p>	<p><b>Grupo 1</b></p>   <p>Se necesitaría instalar entre 22 y 23 paneles de 140 W y aproximadamente 16 paneles de 195 W.</p> <p><b>Grupo 5</b></p> <p>Según el recibo de la luz el consumo mensual de la casa es de 410 kwh y se divide en 30 días para tener un promedio de lo que se consume a diario por lo que sería de 13 666 wh. Utilizando la fórmula que usó Rúben en 4 horas de sol se deben instalar casi 32 paneles de 140W y casi 23 paneles de 195 W. Por lo que no consideramos que sean rentables ya que tiene un gran costo la instalación de cada uno. Son rentables los que se usan en los satélites.</p>	<p>Los estudiantes consideran que la instalación de paneles solares para abastecer el consumo de energía en su casa no es rentable, ya que necesitarán entre 23 a 32 paneles solares, asumiendo 4 horas de sol al día. En ese sentido, logran identificar las características de cada panel y la importancia de la cantidad de celdas y la irradiación solar para su funcionamiento. . Además, hacen relaciones con situaciones que no están planteadas en las guías como el funcionamiento de los satélites en donde identifican cuál es su fuente de energía (la radiación del sol).</p>
<p>Identificar cuál artefacto es más eficiente en términos de la transformación que realiza.</p>	<p><b>Grupo 1</b></p> <p>Nosotros opinamos que lo más favorable sería los aerogeneradores pues la energía y la fuerza que tiene el viento es tan fuerte que ayuda a los mares este aerogenerador puede que sea el mejor y tiene una mejor forma de transportar la energía.</p> <p><b>Grupo 3</b></p> <p>Directamente se consideraría que las aerogeneradores saldrían más rentable puesto que por medio de estas instalaciones se genera una energía mayor a las demás, el gasto monetario no sería tan alto dependiendo que estos generadores no presentan un gran riesgo para ser dañados y estos generadores no presentan ningún riesgo físico dentro de la zona y tampoco genera conflicto ambiental tratando que el aire que toma no genera ningún impacto negativo.</p>	<p>Cinco grupos establecen que los aerogeneradores son más rentables y más eficientes puesto que el viento posee más energía y más fuerza para el funcionamiento del mismo. Además, relacionan el funcionamiento del aerogenerador con la central mareomotriz ya que escriben “la fuerza del viento ayuda a los mares”.</p> <p>Un grupo plantea que los paneles solares serían mejores ya que se pueden instalar de manera sencilla en las casas y esa electricidad se podría almacenar para días en los que haya lluvia.</p> <p>Finalmente, el grupo 6 responde haciendo relación con el proceso de la guía y menciona que debido a los cálculos que se hicieron y los análisis realizados, las centrales hidroeléctricas serían más eficientes y por esa razón se usa en Colombia.</p>

	<p><b>Grupo 6</b>  Teniendo en cuenta los cálculos y los análisis realizados creeríamos que la central más eficiente sería la hidroeléctrica ya que produce bastante electricidad y los costos no serían tan altos teniendo en cuenta que abastece a varios hogares al tiempo, pero si creemos que los daños ambientales son graves en cuanto a los ecosistemas que se afectan cuando se construyen estas.</p>	Una parte interesante es que los grupos relacionan el funcionamiento de dichas centrales con el daño o beneficio del medio ambiente.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Tabla 2.* Propósitos particulares e interpretaciones de la guía 1.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo fundamental de la guía estuvo enmarcado en identificar esas primeras nociones de la transformación de los fenómenos en situaciones que se plantearon. Sin embargo, lo que se pudo evidenciar es que los estudiantes no cuentan con una idea clara de transformación, sino que se recogen elementos en sus explicaciones relacionados con los cambios que se evidencian en las diferentes acciones realizadas en los artefactos mencionados. Es decir, observan que una actividad determinada, después de un cierto instante de tiempo, se puede “convertir” en otra, puede “crear” o “generar” energía eléctrica y en ese sentido, aparecen en sus explicaciones algunas magnitudes físicas que podrían ser las responsables de dicho cambio, como la velocidad, la fuerza, la presión, la intensidad lumínica y el calor. Responsables, pero en términos de lo que han observado en sus experiencias diarias, en donde el viento puede “soplar” fuerte o no, puede ir rápido o no, la luz o calor del sol puede ser intenso o no y en relación con ello, habrá más o menos interacción, más o menos movimiento en los artefactos.

Parece ser, que dichas magnitudes no están relacionadas con el carácter teórico y práctico que implican en el proceso de transformación, y por tal motivo no se tiene en cuenta los dispositivos como el dinamo, el motor, las turbinas, etc., en el funcionamiento de dichas centrales, se mencionan los aerogeneradores, pero no se profundiza en el aporte que realizan. Se habla de velocidad, pero la velocidad del viento, se habla de presión, pero la presión del agua, se menciona la fuerza pero del oleaje en el mar, la intensidad y/o calor del sol pero no del proceso de interacción de los rayos del sol con los paneles, del movimiento del rotor, de las vueltas por unidad de tiempo que deben realizar las aspas del aerogenerador, o el porqué de esas caídas de agua en las centrales hidroeléctricas.;

probablemente, si el alternador fuera visible en las situaciones lo tendrían en cuenta en sus explicaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, para aprovechar de una manera más adecuada algunas acciones de la naturaleza en las centrales hidroeléctricas, se plantean unas condiciones necesarias que los estudiantes mencionan en términos de lo observable. En ese sentido, relacionan la disposición que deben tener los paneles para una adecuada interacción con el sol, identifican que los aerogeneradores deben estar dispuestos en altas montañas o llanuras donde las corrientes de aire sean mayores y en donde llegue de manera directa a sus hélices.

Así mismo, se establecen unos primeros cálculos o contabilizaciones enmarcados en la rentabilidad de los artefactos para suplir el abastecimiento eléctrico de cada una de sus casas y aparecen como criterios de comparación las horas de irradiación solar con la cantidad de kilovatios hora que produce, las características del material, la cantidad de celdas y en consecuencia, se toman los paneles solares como punto de comparación en relación con las demás centrales eléctricas. De ese modo, no se toma el fenómeno como unidad de medida sino como puntos de comparación en términos de la rentabilidad y el factor económico de su hogar.

## **Guía #2 : El niño que domó al viento**

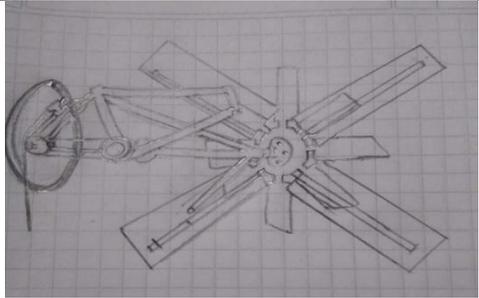
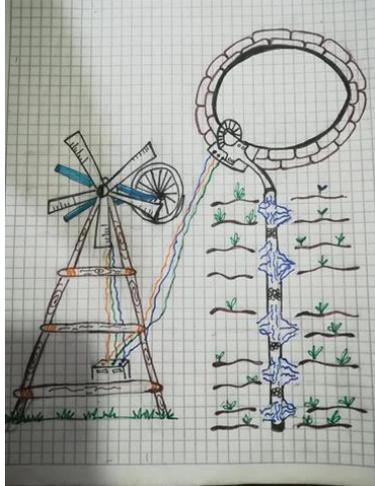


*Figura 12.* Molino de viento

Los grupos como actividad preliminar a la clase observaron la película “El niño que domó el viento”. Así, en la actividad presencial se reunieron para la discusión, desarrollo y socialización de la guía de trabajo. El objetivo fundamental estuvo enmarcado en identificar los procesos de transformación en situaciones específicas de estudio evidenciados en la película. En la tabla 3 se presenta la interpretación de los resultados obtenidos teniendo en cuenta las intencionalidades que se plantearon en la guía de trabajo.

PRÓPOSITO PARTICULAR	REGISTROS	INTERPRETACIÓN
<p>Explicar qué es lo que permite el funcionamiento de los aparatos eléctricos que se muestran en la película.</p>	<p><b>Grupo 2</b> El aerogenerador que construyó el muchacho utilizó la fuerza del viento a su favor.</p> <p><b>Grupo 3</b> El uso de la energía eólica combinado con el motor de una bicicleta logrando obtener agua.</p> <p><b>Grupo 5</b> La generación de electricidad por medio del viento apoyado por la estructuración de un molino construido de una forma artesanal para lograr la energía necesaria y llegar al adecuado funcionamiento de la planta eléctrica</p>	<p>Los estudiantes asocian el funcionamiento de los aparatos eléctricos a la fuerza del viento. En este punto no relacionan la velocidad con la que se giran las aspas a la electricidad generada y a pesar de que identifican dispositivos importantes como el motor (lo asocian a un motor reversible), no profundizan en el papel que juega dicho dispositivo en el proceso de transformación. Pareciera ser que solo la fuerza y la velocidad del viento son elementos necesarios para la producción de electricidad. En la guía anterior ya se le empezaba a dar importancia a los dispositivos que hacen parte de los artefactos como el aerogenerador, pero nuevamente se dejan de lado.</p>
<p>Identificar cuáles son los procesos de transformación que se evidencian en situaciones específicas de la película.</p>	<p><b>Grupo 1</b> El farol de la bicicleta se encendía gracias a la fuerza que se le ejercía a la bicicleta en los pedales y la intensidad con la que iluminaba el farol, dependía de la fuerza con la que se pedaleaba, si se ejercía más fuerza, la llanta giraría más rápido y así generaría más electricidad para encender el bombillo.</p> <p><b>Grupo 2</b> Mientras haya más fricción más energía le iba a generar mientras que si apenas iba a arrancar obviamente se veía muy poca luz puesto que casi no había fricción que generara energía.</p> <p><b>Grupo 3</b> - Si el profesor no desayuna tendría menos fuerzas y sería más débil al iniciar la mañana por ende no tenía la fuerza necesaria en los movimientos rotativos del pedal para generar la fricción necesaria para que haya una iluminación constante en el farol.</p> <p><b>Grupo 5</b> El farol alumbrara dependía con la velocidad de que se pedalea.</p>	<p>Se empiezan a identificar los procesos de transformación que hay en cada caso específico presentado en la película, como por ejemplo, el funcionamiento del farol asociado a varios tipos de fuerza, Por un lado, la fuerza que deben realizar en los pedaleos y la fuerza de fricción que asumimos que relacionan entre el dinamo y la llanta, es decir, asocian el movimiento del dinamo con la producción de electricidad. Además, conciben la velocidad como una consecuencia de la fuerza experimentada ya que afirman que entre más fuerza, más rápido girará y así el funcionamiento del farol será óptimo.</p> <p>También resaltan la importancia de la buena alimentación del profesor para tener más fuerza a la hora de pedalear. Si bien no lo mencionan como un proceso de transformación, si lo relacionan con la cantidad de fuerza para que, en consecuencia, el farol brille con más intensidad.</p>

	<p><b>Grupo 6</b> El dinamo produce energía a medida que la bicicleta produce más fuerza esto hace que la intensidad del farol sea mayor o menor dependiendo a la fuerza con la que vaya.</p>	
Identificar el proceso de transformación en el funcionamiento del molino de viento.	<p><b>Grupo 1</b> El molino funcionaba gracias al giro de las aspas por el viento, haciendo que el dinamo girara y así generará electricidad.</p> <p><b>Grupo 3</b> El molino funcionaba por los artefactos que tenía la bicicleta ya que por medio de los dinamos hacía que la energía transcurre hacia el molino para que pudiera girar y generar electricidad.</p> <p><b>Grupo 4</b> Gracias a la potencia del viento que generaba un movimiento a las aspas generando movimientos circulares los cuales emitían electricidad según la potencia del movimiento.</p>	<p>En esta parte los estudiantes no vuelven a mencionar la fuerza del viento sino el giro que debe realizar las aspas del molino para que funcione. Es decir, la magnitud ahora involucrada está más relacionada con la velocidad de giro en las aspas.</p> <p>Además, aparece un concepto nuevo en las discusiones es la potencia del viento y la potencia del movimiento, explicando así que para su funcionamiento es necesario evaluar el esfuerzo que realiza el viento y el esfuerzo mecánico del molino en tiempos determinados.</p>
Establecer relaciones entre el funcionamiento del farol de una bicicleta y el molino de viento e identificar las magnitudes físicas que influyen en el funcionamiento del molino y su proceso de transformación.	<p><b>Grupo 6</b> Los dos proyectos utilizan una fuerza ejercida para producir energía el dinamo utilizaba la fuerza que se ejercía en la llanta trasera de la bicicleta y la transformaba en energía y el molino de William hacía la misma función con las aspas.</p> <p><b>Grupo 3</b> Dependiendo de la fuerza que produce el viento las aspas y la velocidad del viento, ya que a mayores velocidades mayor potencia de producir energía.</p>	<p>Los estudiantes ya establecen relaciones entre los distintos fenómenos de estudio. En ese sentido, mencionan que para el funcionamiento del farol se utiliza la fuerza de fricción en las llantas y en el molino la fuerza del viento, pero en ambos casos la fuerza es fundamental.</p>
Reconocer e interpretar el funcionamiento del molino gráficamente.	<p><b>GRUPO 3</b></p>	<p>Los estudiantes representan gráficamente el funcionamiento del molino de viento, utilizando las partes de la bicicleta y el dinamo que evidenciaron en la película. Además, se observan hélices de diferente</p>

	 <p><b>GRUPO 4</b></p> 	<p>tamaño y una conexión directa de las mismas con la llanta de la bicicleta.</p> <p>En el grupo 4, la bomba de agua es evidente y su extracción es funcional en la representación gráfica. Se muestra la importancia del cableado para el funcionamiento de la bomba, el papel de rueda de la bicicleta en el molino, pero se deja de lado el funcionamiento del dinamo. Parece ser que, en su organización, el dinamo no es tan importante en el proceso de transformación.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Tabla 3.* Propósitos particulares e interpretaciones de la guía 2.

Los estudiantes ya no identifican únicamente que ciertas acciones se pueden cambiar por otras, sino que empiezan a establecer relaciones entre los dispositivos que permiten el proceso de transformación evidenciados en la película, como el dinamo. Así, el dinamo empieza a tomar protagonismo y se identifica que la transformación de movimiento a electricidad no es solo mover las aspas de un aerogenerador o que el sol interactúa con un panel, sino que estos dispositivos resultan fundamentales en esa producción de electricidad, sin embargo, cuando se les pide representar gráficamente el proceso de transformación en el molino de viento el dinamo desaparece de sus explicaciones. Ahora bien, ellos establecen que la fuerza de fricción entre el dinamo y la llanta de la bicicleta, así como la fuerza con la que se pedalea son los elementos necesarios para que el farol funcione ya que es lo que evidencian y además, en la socialización que hacen a nivel grupal recogen como puntos importantes, pero no asocian a ese funcionamiento lo que pasa a nivel interno del dinamo como el rotor, el embobinado, los imanes que a partir de campos magnéticos inducen la corriente eléctrica, etc., el dinamo es un aparato que está ahí pero que pareciera no tener impacto en sus observaciones.

Probablemente, si se hubiese abierto un generador, algunas explicaciones en torno al cableado y la composición interna del dinamo podrían construirse en la formalización de

la idea de transformación, o si se hubiese explicado su funcionamiento tal vez se tomaría en cuenta, sin embargo, ese no era el propósito del trabajo. De ese modo, se podría afirmar que los estudiantes elaboran sus explicaciones partiendo de su observación, de su experiencia y de las discusiones que se hacen en grupo en donde identifican criterios que ayudan a la construcción de la idea de transformación de energía.

Ahora bien, un punto importante que se identifica es que la fuerza del viento, fuerza de fricción o fuerza del pedaleo no es lo único que interviene en lograr energía eléctrica. Los estudiantes asocian la velocidad con la que giran las aspas o la rueda de la bicicleta y la buena alimentación del profesor, con un funcionamiento óptimo y eficiente del aparato eléctrico. Es decir, mencionan que si la llanta gira lento no iluminará de la misma manera el farol como si lo hiciera si girara más rápido y si el profesor no desayuna no tendrá la fuerza necesaria para hacer girar la llanta a velocidades determinadas y mantener encendido el farol. Por lo que se empiezan a establecer relaciones entre el número de vueltas que se debe dar a la llanta por unidad de tiempo para que el farol se ilumine con mayor o menor intensidad.

Relacionan algunas magnitudes físicas que en la guía anterior no aparecían como la potencia para hablar del funcionamiento del molino, en donde el grupo 4 afirma que *“gracias a la potencia del viento que generaba un movimiento a las aspas generando movimientos circulares los cuales emitían electricidad según la potencia del movimiento”* y en la primera guía establecieron que *“la fuerza del oleaje hace que las hélices se muevan y así los generadores que hay en ellas cambien ese movimiento en electricidad”* por lo que parece ser que hay un cambio en el lenguaje que utilizan en la descripción y explicación de las situaciones planteadas pero terminan afirmando lo mismo. Es decir, usan indistintamente los conceptos para dar cuenta del problema de estudio en donde relacionan la potencia, la fuerza o la velocidad como la causa de la transformación.

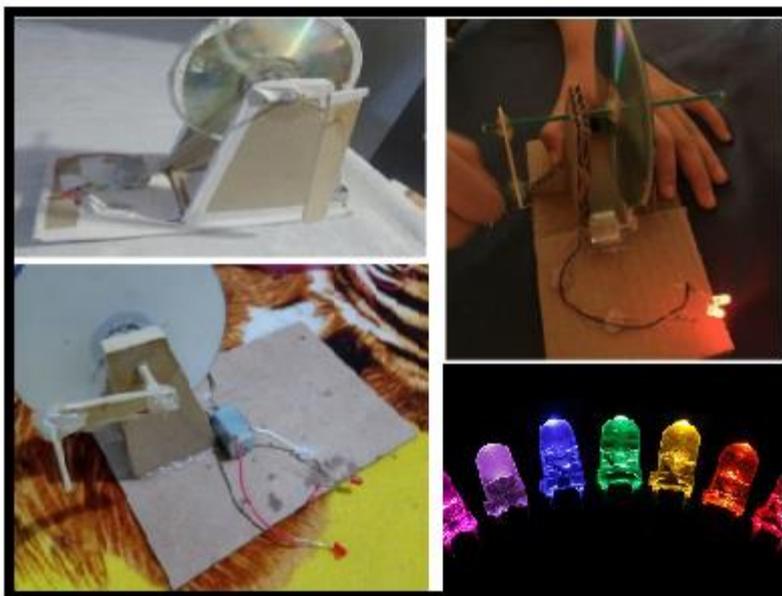
Se evidencia una mayor facilidad en la explicación de los procesos de transformación por parte de los estudiantes en la producción textual que realizan pero cuando se les solicita realizar un diagrama que represente esas ideas que construyen alrededor de lo que sucede en el funcionamiento del aerogenerador, se quedan sin elementos y dibujan el molino de viento tal cual como lo observan generalmente y como probablemente lo hubiesen dibujado al inicio de la implementación y no exponen esos elementos importantes como la fuerza, la velocidad, la fricción, la potencia, etc., que identificaron en la solución de la guía. Finalmente, usar un vídeo taller como un método de

enseñanza en esta guía fue positivo debido a que permitió que los estudiantes identificaran algunos procesos de transformación de energía que se observan en momentos específicos de la película y que a partir de las imágenes de la primera guía no era posible evidenciar.

### **Momento 2: Contabilizando la transformación de la energía**

Teniendo en cuenta el primer momento de la implementación donde los estudiantes ya tuvieron un idea inicial de lo que significa la transformación de energía mecánica a eléctrica, en particular de unas situaciones específicas donde se usa el aprovechamiento de la naturaleza como referencia a estas transformaciones realizadas, se plantea el segundo momento donde se posibilite una contabilización de la transformación de un fenómeno mecánico en eléctrico partiendo del análisis y la comprensión lograda en el momento anterior. Para este fin, se plantea la construcción de un artefacto experimental que dé cuenta de la transformación de movimiento en electricidad (una dinamo basada en el disco de Faraday), en el que se estudian casos particulares de su funcionamiento e interacción con ledes.

### **Guía #3 : Contabilizando la transformación**



*Figura 13.* Dinamo casero

Los grupos como actividad preliminar a la clase construyeron un dinamo según los pasos planteados en la guía y teniendo como referencia un vídeo realizado por las docentes.

Durante la clase virtual, los estudiantes en su grupo de trabajo interactuaron con su dinamo encendiendo diferentes ledes de colores y variando la cantidad de los mismos, según las especificaciones del material de trabajo, a través del movimiento de la polea. El objetivo fundamental, fue establecer relaciones entre el movimiento mecánico y la electricidad producida verificada en la cantidad y brillo de los ledes encendidos dependiendo de su color. En ese sentido, en la tabla 4 se presenta la interpretación de los resultados teniendo en cuenta las intencionalidades que se plantearon en la guía de trabajo.

PRÓPOSITO PARTICULAR	REGISTROS	INTERPRETACIÓN
<p>Relacionar el movimiento de la polea con la electricidad producida</p>	<p><b>GRUPO 1</b>            Cuando a la polea se le dan vueltas con menor rapidez, la intensidad del led va a ser menor e intermitente, o sea se va a prender y apagar, entre mayor rapidez, el brillo del led tendrá mayor intensidad y permanece constantemente encendido.</p> <p><b>GRUPO 2</b>            En el brillo del led entre más vueltas se le da a la polea más brillo tendrá el led, según su rapidez en que se gire se encienden más ledes.</p> <p><b>GRUPO 5</b>            Cantidad de Vueltas: Puede afectar en la duración del brillo del led.</p>	<p>Los estudiantes en su interacción con el dinamo relacionan el movimiento y la electricidad con el número de vueltas que se le deben dar a la polea, en un tiempo determinado, con la intensidad lumínica del led que se encuentra conectado al dinamo. En ese sentido, identifican que entre más vueltas realicen por unidad de tiempo el brillo del led aumenta y del mismo modo disminuyen a medida que se realicen menos vueltas en el mismo tiempo.</p> <p>El grupo 2, a diferencia de los demás grupos, menciona que la duración del brillo del led depende de la cantidad de vueltas, sin embargo no se establece si esas vueltas se dan en un tiempo determinado o dependerá de dar 100, 200 vueltas, etc.</p>

<p>Analizar la relación del tamaño de las poleas de dinamo con el brillo producido en el led.</p>	<p><b>GRUPO 1</b> Entre mayor tamaño, más energía generará por cada vuelta, pero esto implica que se le debe ejercer más fuerza para completar su recorrido. Si se disminuye su tamaño, genera menos energía por cada vuelta, esto implicaría que se debe ejercer más velocidad al momento de girar la polea.</p> <p><b>GRUPO 2</b> No afectaría el tamaño de la polea porque al momento de generar energía para encender las ledes depende de la fuerza y rapidez con la que se gire.</p> <p><b>GRUPO 5</b> Si una polea pequeña enciende 1 led, una mediana encenderá 2 y una grande 4. Se divide en partes iguales la energía haciendo que brillen por igual.</p>	<p>Relacionan la fuerza que se debe realizar en el dinamo para su funcionamiento con el tamaño de las poleas y en consecuencia, con la cantidad de electricidad producida y que se evidencia en el brillo de los bombillos ledes.</p> <p>También, identifican que el tamaño de la polea implica que se deba girar más o menos rápido para lograr obtener más energía eléctrica y en consecuencia que aumente el brillo del bombillo. Así, el grupo 1 menciona que entre más pequeña sea la polea más rápido se debe girar para encender el led y en ese sentido se tiene presente la cantidad de movimiento que necesita el dinamo para hacer su transformación a electricidad.</p> <p>Sin embargo, hay un grupo que piensa que el tamaño de la polea no afecta puesto que solo la fuerza y la velocidad son variables importantes, sin tener en cuenta el movimiento que se deben hacer para obtener esa velocidad. Una parte interesante son algunas equivalencias en relación con lo que observan en su dinamo, en donde establecen una relación progresiva.</p>
<p>Establecer una relación entre el tiempo implementado en la ejecución del movimiento de la polea con la funcionalidad del led (Blanco)</p>	<p><b>GRUPO 1</b> Aproximadamente se puede calcular que para mantener un brillo superior al normal con el Led Blanco sería de 2 a 3 vueltas por segundo.</p> <p><b>GRUPO 2</b> Se necesitan aproximadamente 45 vueltas en 20 segundos para que el led se mantenga encendido y con un brillo fuerte, cabe decir que depende del tiempo en que se realicen las vueltas necesitaría mayor o menor rapidez.</p> <p><b>GRUPO 3</b> Por vuelta sería 2,25 segundos.</p> <p><b>GRUPO 6</b> una cuarto de vuelta por medio segundo (<math>\frac{1}{4}</math> vuelta * <math>\frac{1}{2}</math> segundo)</p>	<p>Cada grupo afirma de manera distinta lo que se debe hacer para que el brillo del led blanco aumente, pero se pueden establecer dos tipos de análisis en los grupos: Por un lado, el grupo 1 y el grupo 2 establecen que se deben dar entre 2 a 3 vueltas por segundo. Por otro lado, los grupos 3 y 6 establecen todo lo contrario, para que el brillo aumente se debe dar una vuelta en 2 o 3 segundos.</p> <p>En ese sentido, la velocidad con la que se gira la polea se está interpretando de manera diferente, puesto que anteriormente todos los grupos estaban de acuerdo que si la velocidad aumentaba el brillo también, pero en este caso vemos que algunos giros en la polea se están dando con mayor velocidad que los giros de otro grupo y</p>

		aun así afirman que el brillo aumentará.
Identificar si el movimiento de la polea afecta directamente la intensidad o brillo del led.	<p><b>GRUPO 1</b> El brillo si tiene una gran relación ya que dependiendo al tipo de Led se logrará un brillo mayor o menor teniendo en cuenta que algunas Leds necesitan de una energía mayor y esto da a entender que en algunos casos se necesitan más vueltas de lo que necesitaría una Led que necesita menos energía.</p> <p><b>GRUPO 2</b> Depende del número de vueltas que se le dé a la polea para poder ver mayor brillo en cada uno de los ledes (Depende del color del led se dan más vueltas o menos)</p>	<p>Los grupos identifican que efectivamente el brillo del led varía según el movimiento que se le realice a la polea, afirman que habrá ledes que necesitarán más o menos vueltas para encender debido a la capacidad eléctrica que poseen y a esa interacción mecánica - eléctrica.</p> <p>Sin embargo, en esta situación asocian ese brillo del led al número de vueltas que se realiza en la polea y no relacionan la velocidad con la que se dan dichas vueltas y en ese sentido, si se realizan 30 vueltas en 5 segundos hará brillar el led en la misma proporción si se dan 30 vueltas en media hora.</p>
Establecer la relación entre el tiempo con el número de vueltas que se realiza en la polea y a su vez con la funcionalidad del led.	<p><b>GRUPO 1</b> La principal diferencia es que la cantidad de vueltas sobre el tiempo en que se da el movimiento producen una cantidad determinada de energía que con base a esta energía dependerá el tipo de luz que se producirá en la Led.</p> <p><b>GRUPO 2</b> La diferencia es la rapidez con la que uno le dé vueltas a la polea, además hay ledes que necesitan mayor voltaje que otros por lo que necesitan mayor cantidad de vueltas por unidad de tiempo para que enciendan correctamente y los que necesitan menor voltaje necesitan menor número de vueltas por unidad de tiempo.</p> <p><b>GRUPO 5</b> *En el led rojo requiere una menor cantidad de vueltas para alcanzar el brillo más fuerte. * En el led verde requiere mayor cantidad de vueltas para alcanzar el brillo más fuerte.</p>	<p>Los estudiantes relacionan el número de vueltas por unidad de tiempo con la cantidad de electricidad producida y en ese sentido, algunos ledes encenderán y otros no debido al voltaje que cada led según su color requiere.</p> <p>El grupo 5 identifica que el led de color rojo necesita menos vueltas para funcionar y afirma que el led verde necesita más voltaje y ese voltaje relacionado con la cantidad de electricidad producida.</p> <p>Por el contrario, el grupo 6 menciona que todos los ledes deben funcionar con las mismas vueltas ya que solo cambian en el color, pero su funcionamiento es el mismo, lo que termina siendo contradictorio con las explicaciones dadas en apartados anteriores.</p>

	<p><b>GRUPO 6</b> No hay como tal una diferencia porque independientemente del color del led se va a necesitar lo mismo.</p>																																																			
<p>Analizar los datos relacionados con las cantidades de ledes que encienden con el movimiento realizado.</p>	<p><b>GRUPO 2</b></p> <table border="1" data-bbox="437 495 912 1308"> <thead> <tr> <th>TIEMPO</th> <th>#VUELTAS</th> <th>COLOR DEL LED</th> <th>CANTIDAD DE LEDES</th> <th>BRILLO DE LOS LEDES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 segundos</td> <td>40</td> <td>Verde</td> <td>1</td> <td>Se mantiene encendido y luminosos</td> </tr> <tr> <td>30 segundos</td> <td>70</td> <td>Verde</td> <td>2</td> <td>Luminosos y se mantienen encendidos</td> </tr> <tr> <td>30 segundos</td> <td>68</td> <td>Verde</td> <td>3</td> <td>Luminosos pero intermitente</td> </tr> <tr> <td>30 segundos</td> <td>48</td> <td>Rojo</td> <td>1</td> <td>Luminoso y se mantiene encendido</td> </tr> <tr> <td>30 segundos</td> <td>57</td> <td>Rojo</td> <td>2</td> <td>Luminosos, intermitentes pero no tanto como con 3 leds</td> </tr> <tr> <td>30 segundos</td> <td>65</td> <td>Rojo</td> <td>3</td> <td>Luminosos pero intermitentes</td> </tr> <tr> <td>30 segundos</td> <td>52</td> <td>Amarillo</td> <td>1</td> <td>Luminoso y se mantiene encendido</td> </tr> <tr> <td>30 segundos</td> <td>53</td> <td>Amarillo</td> <td>2</td> <td>Luminosos pero intermitentes</td> </tr> <tr> <td>30 segundos</td> <td>65</td> <td>Amarillo</td> <td>3</td> <td>Luminosos pero intermitentes</td> </tr> </tbody> </table>	TIEMPO	#VUELTAS	COLOR DEL LED	CANTIDAD DE LEDES	BRILLO DE LOS LEDES	30 segundos	40	Verde	1	Se mantiene encendido y luminosos	30 segundos	70	Verde	2	Luminosos y se mantienen encendidos	30 segundos	68	Verde	3	Luminosos pero intermitente	30 segundos	48	Rojo	1	Luminoso y se mantiene encendido	30 segundos	57	Rojo	2	Luminosos, intermitentes pero no tanto como con 3 leds	30 segundos	65	Rojo	3	Luminosos pero intermitentes	30 segundos	52	Amarillo	1	Luminoso y se mantiene encendido	30 segundos	53	Amarillo	2	Luminosos pero intermitentes	30 segundos	65	Amarillo	3	Luminosos pero intermitentes	<p>Los estudiantes establecen una relación entre la cantidad de vueltas por unidad de tiempo con la cantidad de ledes encendidos y el brillo de los mismos. Así, el grupo 2 menciona que se necesita realizar 40 vueltas en 30 segundos para encender un led verde en donde su brillo es constante, pero para encender 2 ledes verdes al mismo tiempo y en los mismos 30 segundos se necesitarán 70 vueltas y 68 vueltas para encender 3 ledes con brillo intermitentes.</p> <p>Este mismo ejercicio lo realizan para varios colores y encuentran que en el mismo intervalo de tiempo necesitarán de más vueltas para encender más ledes de ese color. Además, mencionan que cantidad de ledes no podrán encender con un número de vueltas determinado y así dan cuenta que efectivamente existe una correspondencia entre el movimiento realizado y la electricidad producida en ese movimiento.</p>
TIEMPO	#VUELTAS	COLOR DEL LED	CANTIDAD DE LEDES	BRILLO DE LOS LEDES																																																
30 segundos	40	Verde	1	Se mantiene encendido y luminosos																																																
30 segundos	70	Verde	2	Luminosos y se mantienen encendidos																																																
30 segundos	68	Verde	3	Luminosos pero intermitente																																																
30 segundos	48	Rojo	1	Luminoso y se mantiene encendido																																																
30 segundos	57	Rojo	2	Luminosos, intermitentes pero no tanto como con 3 leds																																																
30 segundos	65	Rojo	3	Luminosos pero intermitentes																																																
30 segundos	52	Amarillo	1	Luminoso y se mantiene encendido																																																
30 segundos	53	Amarillo	2	Luminosos pero intermitentes																																																
30 segundos	65	Amarillo	3	Luminosos pero intermitentes																																																
<p>Acercarse a una contabilización de la transformación del movimiento en electricidad.</p>	<p><b>GRUPO 1</b> Realmente no se ve el factor tanto de vueltas dadas sino más en la parte de velocidad que se ejerce para producir este movimiento ya que para tener más Leds encendidas lo primordial es aumentar progresivamente la velocidad para girar el dinamo y así aumentar la cantidad encendida de Leds.</p> <p><b>GRUPO 2</b> Entre más ledes, se necesitan mayor cantidad de vueltas para que enciendan ya que se necesitaría mayor voltaje, además se tienen que hacer con mayor rapidez para que se</p>	<p>Los estudiantes mencionan que lo importante no es el número de vueltas sino la velocidad con las que se den estas vueltas en su comprensión del movimiento. Es decir, pueden dar 20 vueltas en 1 minuto y el led no encenderá, pero si se dan las 20 vueltas en 3 segundos el led funcionará. Sin embargo, un grupo sólo relaciona las vueltas y afirma que, si para encender un led necesitan 30 vueltas, para encender 2 ledes necesitarán 60 vueltas y así sucesivamente.</p>																																																		

	mantengan encendidos y no sean intermitentes.	
Determinar si varía el brillo de varios ledes conectados al dinamo cuando este se pone en movimiento.	<p><b>GRUPO 1</b> Si, ya que por física propia al generar una delimitada velocidad en el movimiento del dinamo producirá una energía que mantendrá a la mayoría de Leds encendidas permanentemente, pero a otras pocas no les generara la suficiente energía como para que se mantengan permanentes y esto hace que esas luces se queden con un brillo menor a las demás.</p> <p><b>GRUPO 5</b> El brillo variará si los ledes están en una misma conexión haciendo que uno de ellos obtenga más energía siendo más fácil de encender mientras que el otro le costará más encender.</p>	Los estudiantes mencionan que, si se conectan dos o más ledes en el dinamo al mismo tiempo, no recibirán la misma cantidad de electricidad y por eso algunos tendrán más brillo, otros poco brillo y otros encenderán de manera intermitente. Así, asocian a la cantidad de ledes que se conectan con la cantidad de energía que debe producir el dinamo, es decir que entre más ledes se conecten al tiempo se necesitará más movimiento para que se transforme en bastante energía la cual va ser requerida para encender cada uno de los ledes.
Analizar la relación existente entre el movimiento realizado en el dinamo con los ledes encendidos dependiendo de su color.	<p><b>GRUPO 1</b> Los ledes azul y rojo son aquellos que necesitan una cantidad de energía básica y simple para que produzcan un brillo simple y duradero. En promedio para estas dos Leds se tuvieron que realizar entre 2 y 3 vueltas por segundo para que produjeran el brillo total. La razón por la cual no prendieron los otros Leds con este número de vueltas es porque no todas las Leds tienen el mismo punto de función que las demás, algunas necesitan una energía lo suficientemente mayor como para mantener su brillo total.</p>	Se evidencia que no siempre se produce la misma cantidad de energía y que ésta se relaciona con el movimiento realizado en el dinamo. Además, pueden dar cuenta de la cantidad de electricidad producida dependiendo del color de ledes que logren encender, de tal manera que afirman que los ledes azul y rojo no necesitan casi movimiento para funcionar y en ese sentido lo lograron encender más fácil con un gran brillo. Por el contrario, los ledes blancos necesitan más vueltas por unidad de tiempo para funcionar y si se deja un patrón de vueltas por unidad de tiempo para el funcionamiento de ledes de distintos colores, algunos no funcionarán por la cantidad de “energía que necesitarán”.
Establecer relaciones entre la cantidad de vueltas en un tiempo determinado que se debe realizar para encender una cantidad de ledes, partiendo de lo observado en la	<p><b>GRUPO 1</b> Para encender este total de Leds se necesitaría aproximadamente un número de 3 a 4 vueltas por segundo, aunque esto también dependerá del tipo de motor que posea el dinamo ya que algunos motores generan energía más rápido que otros. Y el brillo</p>	El grupo 1 establece relaciones entre el número de vueltas y el tiempo en el que se deben ejecutar dichas vueltas. Por el contrario, el grupo 3 sólo relaciona la cantidad de vueltas que se deben dar para cada color de los ledes. Además, mencionan que el brillo de los ledes se mantiene constante durante el

<p>experiencia.</p> <p>¿Cuántas vueltas por unidad de tiempo se necesitan para encender 3 ledes blancos y 4 azules?</p>	<p>producido por los Leds azules es alto y constante mientras que el del blanco es permanente, pero bajo ya que los Leds blancos necesitan mayor energía que los azules para encender completamente.</p> <p><b>GRUPO 3</b> 15 vueltas por los ledes blancos y 20 por los azules, el brillo de ellos mantiene su color.</p>	<p>movimiento.</p> <p>Sin embargo, el grupo 1 vincula la cantidad de “energía” que necesita cada led según su color y en ese sentido, el brillo de los ledes azules será mayor a los ledes blancos.</p>
<p>Comparar la funcionalidad del led blanco y el rojo, estableciendo condiciones iniciales para el dinamo.</p> <p>¿Cuántos ledes rojos podría encender tomando como referencia un led blanco que con 25 vueltas en 12 segundos brilla?</p>	<p><b>GRUPO 1</b> Se hizo el experimento con los Leds rojos y se verificó que según esa cantidad de vueltas en ese tiempo alcanzan lo suficiente como para generar el brillo total de 2 Leds rojas y una Led roja se mantendrá con un brillo mucho menor al de la otra.</p> <p><b>GRUPO 5</b> Uno (con brillo intermitente) y otro que brilla normal ya que se concentraría en el otro bombillo led.</p> <p><b>GRUPO 6</b> 3 leds y con demasiados parpadeos.</p>	<p>Los estudiantes hacen uso de su dinamo para comprobar la cantidad de ledes rojos que se podrían encender con las condiciones planteadas. Verifican que la cantidad de ledes rojos varía en comparación con la del led blanco y encuentran que en términos de brillo no todos los ledes iluminan en la misma cantidad y mencionan algunos “parpadeos” observables en los ledes conectados. De tal manera que se logran hacer equivalencias entre la cantidad de ledes encendidos de un color y de otro en la interacción del movimiento con la electricidad.</p>

*Tabla 4.* Propósitos particulares e interpretaciones de la guía 3.

Los estudiantes plantean distintas magnitudes físicas para dar cuenta del dinamo en donde implícitamente contabilizan el proceso de transformación de energía mecánica a energía eléctrica. En ese sentido, identifican que entre más vueltas realicen por unidad de tiempo el brillo del led aumenta y del mismo modo disminuyen a medida que se realicen menos vueltas en el mismo tiempo. También, relacionan la fuerza que se debe realizar en el dinamo para su funcionamiento con el tamaño de las poleas y en consecuencia, con la cantidad de electricidad producida, identificando que el tamaño de la polea implica que esta se deba girar más o menos rápido para lograr encender el bombillo y en consecuencia, obtener una cantidad determinada de electricidad.

Una parte interesante que se evidencian en los registros y en la socialización que realizan los estudiantes es que algunos grupos establecen equivalencias en relación a los que observan en su dinamo, en donde plantean una relación progresiva entre el tamaño de la polea y los ledes que pueden encender, es decir, si una polea pequeña enciende 1 led, una

mediana encenderá 2 y una grande 4 y así sucesivamente. Además de las relaciones que logran establecer en cuanto a una distribución de la electricidad, puesto que aparece en la discusión que si hay dos o más ledes conectados al dinamo no van a brillar de la misma manera por lo que no reciben la misma cantidad de electricidad y hay ledes, dependiendo de su color, que necesitarán más movimiento en la polea por unidad de tiempo para encender que lo que necesitan otros y así, algunos tendrán más brillo, otros poco brillo y otros encenderán de manera intermitente o posiblemente no encienda. Por lo que se afirma que para establecer una correspondencia entre el movimiento y la cantidad de ledes encendidos, se debería variar el tamaño de la polea o la velocidad con la que se gire para lograr encenderlos todos, haciendo evidente una mayor comprensión en la relación de lo mecánico con lo eléctrico y los procesos de transformación.

#### **Momento 4: Memorias**

En el transcurso de la implementación, los estudiantes han ido construyendo una idea de transformación a partir de diferentes situaciones planteadas. Han observado que a partir del movimiento mecánico es posible la producción de energía eléctrica para satisfacer sus necesidades y abastecer su hogar de electricidad y en ese sentido, se establece la posibilidad de medir unos fenómenos en términos de otros. Para ello, los estudiantes implícitamente contabilizaron los procesos de transformación de la energía y vivenciaron esa experiencia en la construcción de su dinamo casero, en donde a partir del movimiento mecánico de las poleas de los mismos se logró encender bombillos ledes. Para el último momento de implementación, el objetivo fundamental es recoger los últimos elementos en términos de los procesos de transformación que logran construir los estudiantes en cuanto a la interacción de los fenómenos mecánicos y eléctricos.

## Guía #4: Cierre



*Figura 14.* Ciudad sin electricidad

Para esta guía los grupos de trabajo se reunieron para socializar situaciones que se plantean con la finalidad de identificar esos elementos finales que logran construir a propósito de los procesos de transformación y cómo pueden aplicar ese conocimiento a situaciones particulares como un día sin electricidad. Así, el análisis, las socializaciones e interpretaciones que han logrado hasta el momento, será un eje fundamental en la solución de la guía. En la siguiente tabla 5 se presenta la interpretación de las respuestas de los estudiantes teniendo en cuenta las intencionalidades particulares que se plantearon en la guía de trabajo.

PRÓPOSITO PARTICULAR	REGISTRO	INTERPRETACIÓN
Identificar el dispositivo que permite realizar procesos de transformación de la energía, fundamentalmente energía eléctrica a mecánica y viceversa.	<p><b>Grupo 2</b></p> <p>El generador eléctrico que produce energía eléctrica a partir de energía mecánica, como lo puede ser girar una polea, es decir, genera energía eléctrica a partir del movimiento realizado y los motores que hacen el proceso contrario pero que creemos es bajo el mismo principio.</p> <p><b>Grupo 7</b></p> <p>El motor eléctrico posee una mayor cantidad de energía. También el</p>	<p>Los estudiantes reconocen el generador y el motor como artefactos que permiten la transformación de energía, en donde afirman que un motor eléctrico utiliza electricidad (energía eléctrica) para transformarla en movimiento (energía mecánica) y con el generador el proceso es inverso, es decir, a partir del movimiento (energía mecánica) se transforma en electricidad (energía eléctrica).</p> <p>Por otro lado, algunos grupos identificaron que el dinamo</p>

motor eléctrico transforma la energía mecánica en eléctrica. Mientras que un generador es un proceso inverso sería capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrica entre dos de sus puntos transformando la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos.

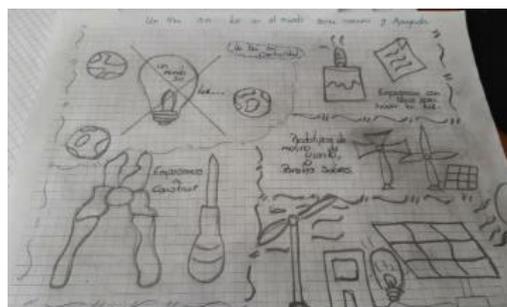
construido en la guía anterior era una especie de generador o cumplía con el principio de un generador. Sin embargo, es evidente como algunos conceptos como “diferencia de potencial” “campos magnéticos” “conductores eléctricos” aparecen en sus explicaciones de manera repentina y terminan dando cuenta de su búsqueda en internet.

Analizar la idea de transformación de energía, a partir de una historieta con una problemática particular “un día sin electricidad”.

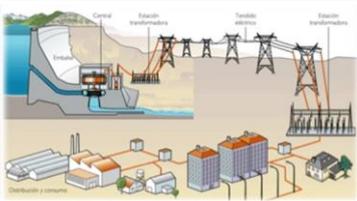
**Grupo 1**



**Grupo 3**



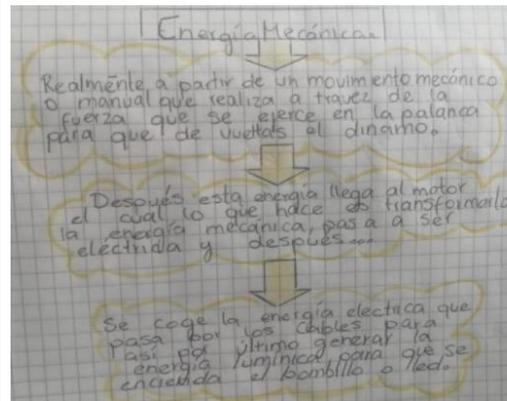
Los estudiantes representaron por medio de una historieta el uso de la transformación de la energía mediante energías renovables, es decir aprovechando la naturaleza para generar energía y abastecer de electricidad sus hogares. La mayoría de los grupos utilizó situaciones mencionadas en las guías anteriores para ejemplificarlos mediante la historieta realizada. Así, identificaron los materiales que deberían utilizar para construir un panel solar y generar electricidad, o los materiales que necesita un generador para producir energía. Sin embargo, no son explícitos en mencionar cómo es el proceso de transformación de la energía en las situaciones que representan.

<p>Reconocer distintos tipos de transformación de energía que se presentan en algunos objetos y fenómenos naturales.</p>	<p><b>Grupo 1</b></p> <p>Tren en movimiento: En los casos de antes se utilizaba el carbón para así producir energía calórica o térmica y así transformarla a mecánica, pero ahora se utiliza en algunos casos hidráulica por medio del movimiento con los rieles y también energía eléctrica.</p> <p>Rayo: El rayo es una energía eléctrica y una posible transformación es cuando este pasa por el aire o la atmósfera el cual causa una energía sonora que causa que los escuchemos cuando caen.</p> <p>Ventilador: Esté también primero necesita la energía eléctrica para después poder hacer mover sus aspas pasando la energía eléctrica a mecánica por medio de un motor. Es un caso contrario a los aerogeneradores.</p>	<p>Los grupos identifican cuáles son los pasos que permiten que ciertos artefactos funcionen o que ciertos fenómenos de la naturaleza tengan esas características. Lo interesante es que para cada una de las situaciones aparece un “dispositivo” o un “medio” por el cual es posible la transformación, ya sea el carbón, el aire o la atmósfera o el motor.</p>
<p>Identificar las fuentes de energía que se visualizan en una imagen y a su vez los procesos de transformación que se realizan.</p> 	<p><b>Grupo 1</b></p> <p>En la imagen la fuente principal de energía es el agua el cual se aprovecha por medio de la presa eléctrica para después pasar por la central que convierte esta corriente de agua en energía eléctrica a través de un generador eléctrico y luego transportándose por los cables hasta las estaciones almacenadoras que lo que hacen es tener un flujo y reservas de energía para que llegue a cada una de las casas para así satisfacer a la comunidad.</p> <p><b>Grupo 2</b></p> <p>Se aprovecha la corriente del agua (Usando la velocidad en la que baja el agua ) Para pasarla por la central y</p>	<p>Los grupos identifican, de manera general, el proceso por el cual se aprovecha el agua en una hidroeléctrica para producir electricidad y abastecer residencias cercanas. Lo importante es que el dinamo es fundamental en ese proceso de transformación y de hecho lo nombran como “transformador” en donde el movimiento del agua en una cantidad determinada de energía eléctrica que se puede almacenar y distribuir a través de un cableado a los hogares. Si bien no se menciona ese proceso que se lleva a cabo a nivel interno del generador para esa transformación de electricidad, no significa que ellos no tengan presente su importancia en la transformación.</p>

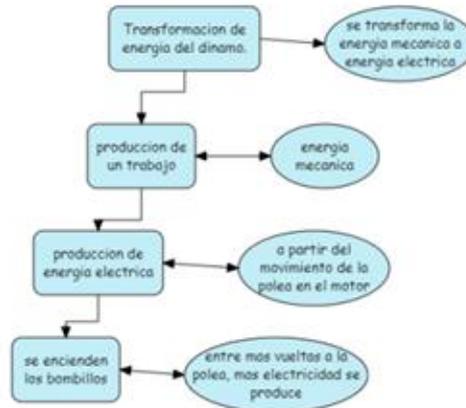
luego se pasa a la transformadores (generador) y así pasarlo por las antenas que llevan cableado eléctrico a toda una ciudad la cual se aprovecha para generar la luz pública de los postas, casas, Empresas Etc.

Establecer relaciones a partir de la idea de transformación de la energía representada por los grupos en sus organizadores gráficos.

**Grupo 1**



**Grupo 2**

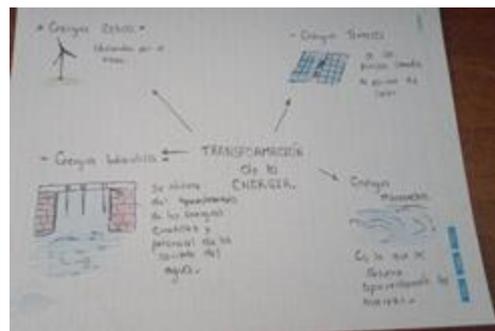


**Grupo 5**

El grupo 1 menciona la importancia del movimiento mecánico que se realiza a través de fuerzas para girar la palanca y el protagonismo del transformador del movimiento en electricidad (ellos lo llaman motor) que dará cuenta de una cantidad determinada de electricidad.

El grupo 2 también hace uso de la experiencia con el dinamo casero para dar cuenta de la transformación de la energía dando cuenta de la relación del número de vueltas con la electricidad producida.

Finalmente, el grupo 5 para explicar la transformación de la energía hace uso de todas las situaciones planteadas durante la implementación y menciona elementos importantes con las corrientes de agua, la velocidad con las que deben girar las aspas de un generador, etc. Sin embargo, el generador no se menciona en las descripciones.



**Tabla 5.** Propósitos particulares e interpretaciones de la guía 4

La mayoría de los grupos no plantea la transformación de la energía mecánica a eléctrica con un “concepto formal” sino que exponen sus ideas y nociones a partir de los ejemplos y situaciones planteados durante la implementación. Así, en la construcción de la historieta acuden a los paneles solares y los aerogeneradores y empiezan a identificar los materiales que se deben utilizar para poder aprovechar ciertos fenómenos y convertirlos en electricidad utilizando situaciones mencionadas en las guías anteriores para ejemplificarlos mediante su historieta. En esta última guía, los dispositivos responsables de la transformación de los fenómenos resaltaron en cada una de las explicaciones, tal vez no de una manera muy detallada, pero sí teniendo presente que sin ellos esa convertibilidad del movimiento en electricidad no sería posible.

### **3.3. Interpretación de la transformación de la energía mecánica a eléctrica y de las magnitudes que intervienen en el proceso**

Se evidencia que las explicaciones de los estudiantes en torno a la transformación de los fenómenos mecánicos y eléctricos están directamente relacionadas con su experiencia, en donde diferentes magnitudes físicas son relevantes en las argumentaciones establecidas pero dichas magnitudes relacionadas y asociadas a sus observaciones (velocidad de la caída del agua, fuerza del viento, etc.) Además, la organización de la experiencia y la elaboración de explicaciones se modifica sustancialmente en la construcción de esa experiencia y en las maneras de pensar el fenómeno.

Al inicio, los estudiantes plantearon la transformación de la energía mecánica y la energía eléctrica en esa relación lógica de un antes y un después (la fuerza del viento mueve las hélices y se produce electricidad) en donde se evidenció una interdependencia de los fenómenos, pero se dejó de lado los procesos que conllevaron a esa transformación. Sin

embargo, al ampliar la experiencia con la película y la construcción del dinamo casero, otros elementos que no se habían tenido en cuenta aparecieron en las explicaciones de la transformación como la importancia del generador y las equivalencias entre la cantidad de movimiento y la cantidad de electricidad. En ese sentido, se tomó como referencia el movimiento de la polea, es decir, la cantidad de vueltas por unidad de tiempo realizadas en la polea con el efecto que está produciría en el generador del dinamo para la producción de electricidad, de tal manera que fuese posible medir un fenómeno en términos del otro, medir la cantidad de vueltas por unidad de tiempo con la cantidad de ledes encendidos y el brillo de los mismo. Si bien no fue posible establecer unas equivalencias concretas en términos de afirmar que x cantidad de movimiento corresponde a x cantidad de electricidad, si se realizaron aproximaciones entre el número de vueltas por segundo que se debe realizar en la polea para encender un led con un brillo intenso.

Por otro lado, las variables observadas que intervienen en el proceso de transformación les permiten a los estudiantes realizar un primer proceso de formalización a la hora de hablar de la convertibilidad de los fenómenos mecánicos a eléctricos, medir un efecto en correspondencia con su causa y construir un lenguaje formal en la descripción de los fenómenos estudiados. A partir de ello y de las reflexiones que se han escrito anteriormente, se puede establecer un primer nivel de interpretación de los estudiantes al hablar de la transformación de la energía mecánica a eléctrica y a los cambios observados enmarcados en el principio de causalidad establecido por Mayer en donde se puede llegar a la causa misma del fenómeno y el efecto que éste produce en su interacción y a la producción de una cadena de causas y efectos relacionados entre sí.

### **3.4. Construcción de equivalencias de un fenómeno mecánico a un fenómeno eléctrico**

En la relación e identificación de las magnitudes físicas que intervienen en el proceso de cambiar de movimiento a electricidad, los estudiantes establecen una relación experiencia-conocimiento-lenguaje que se fortalece con la experimentación y que da cuenta de las explicaciones que realizan en torno a la relación que hay entre el tiempo, el número de vueltas, el encender un led (como manifestación de electricidad) y las variaciones que se deben hacer para encender dos o más ledes, en donde se evidencia una modificación de orden cualitativo a un orden cuantitativo. La identificación de los elementos que intervienen en el proceso de transformación toma más importancia con la actividad

experimental, ya que con la construcción del dinamo empiezan a identificar, como diría Herrmann, los portadores de energía, los transbordadores de energía y los receptores de energía. Para ellos el portador de energía es el momentum angular presente en la polea, el transbordador el motor que usan como generador y el receptor el bombillo led.

Los estudiantes logran aproximarse a una contabilización del cambio de un fenómeno mecánico en función del cambio de un fenómeno eléctrico puesto que realizan equivalencias entre el movimiento que se debe hacer en la polea del dinamo casero con el brillo del led y la cantidad de ledes encendidos. Además, se evidencia que dentro de la organización de la experiencia de los estudiantes y su construcción de explicaciones, que los sentidos son muy importantes ya que describen lo que pueden observar, tocar, oler, etc., y por tal motivo no se menciona ni se tiene en cuenta el calor que se puede producir por la fricción de la banda elástica con la polea del dinamo o el calor producido en los cables del generador correspondientes al equivalente mecánico del calor y el equivalente eléctrico del calor.

Tampoco se hace mucho énfasis y alusión a la importancia que tiene el generador en el dinamo casero como dispositivo indispensable en esta transformación del movimiento en electricidad. Si bien se menciona en algunas ocasiones, no se toma como un punto importante en la convertibilidad de los fenómenos. En la implementación no se abordó el funcionamiento y la incidencia de estos en las situaciones planteadas e incluso en la construcción del dinamo puesto que se apostaba a que los estudiantes llegaran a notar dicha importancia en la convertibilidad de un fenómeno mecánico a un fenómeno eléctrico y sin embargo no se logró ese objetivo. Probablemente su atención se centró en calcular el número de vueltas que se debería dar a la polea en un tiempo determinado y no en lo que pasaba con esa cantidad de vueltas por unidad de tiempo que permitía el brillo en un led como manifestación de la electricidad.

### **3.5. Formas de hablar de la relación de los fenómenos mecánicos y eléctricos en el proceso de transformación de la energía**

En el transcurrir del proceso de implementación, los estudiantes fueron modificando sus formas de hablar en torno al proceso de transformación, ellos inicialmente daban cuenta de este proceso desde un lenguaje muy común, desde sus conocimientos previos, pero a medida que se avanzó en el proceso de implementación este lenguaje se fue tornando más específico, especialmente desde la construcción del dinamo. Las socializaciones realizadas

por los equipos contribuyeron a modificar concepciones, a plantearse preguntas y a cuestionar posturas de los compañeros frente a la discusión de una situación en particular, de modo que esa construcción de explicaciones y elaboración de discurso en torno a la relación de los fenómenos mecánicos y eléctricos no hubiese sido posible sin el reconocimiento del otro y el diálogo de saberes, analizando críticamente las posturas de los compañeros.

En ese sentido, la observación juega un papel fundamental en el ejercicio de pensar y estructurar el fenómeno estudiado, de tal manera que, aunque estemos ante un mismo fenómeno, este puede ser diferente para todos dependiendo de las organizaciones que cada uno establezca y de las interpretaciones que realicen. Como afirma Olivé y Pérez (2005) “existen diferentes interpretaciones de lo que ven, en común, todos los observadores” y termina configurando las formas de pensar, de hablar, de analizar y explicar las situaciones. Por lo que, se evidenciaba que para algunos la fuerza era la magnitud que determinaba el inicio de la transformación, pero para otros era la velocidad o la presión o la potencia, etc.” (p.8).

#### 4. CONSIDERACIONES FINALES

Estudiar la transformación de la energía desde la convertibilidad de los fenómenos permite establecer nuevas formas de hablar, interpretar y elaborar explicaciones en torno al análisis y la comprensión de los fenómenos físicos. De tal manera que, se posibilite la construcción de rutas de aula enmarcadas en intereses particulares que se dispone el docente y en donde se relacione fenómenos y nuevos lenguajes en la interpretación de situaciones de estudio desde el campo fenomenológico sustentado en planteamientos teóricos como los de Ostwald, Faraday y otros autores.

Al revisar los aportes de Ostwald, la concepción de energía cambia en el sentido de dejar de entenderla como una entidad “casi divina”, responsable de todo lo que sucede en la naturaleza únicamente porque está allí y más bien entenderla como una magnitud fundamental que termina relacionando los fenómenos de la naturaleza y que a su vez permite comprender el cambio y la conservación de estos fenómenos a partir de la convertibilidad. En cuanto a los aportes de Faraday, estudiar esas primeras relaciones entre los fenómenos eléctricos y mecánicos permite aproximarse a entender un fenómeno como una medida común en su relación con los demás fenómenos debido a su correspondencia mecánica, eléctrica y electromagnética. Así, la mejora de sus experimentos, para poder producir movimientos a partir de interacciones eléctricas, permite identificar magnitudes que cambian en el proceso y otras que se mantienen constantes para dar cuenta de una convertibilidad de los fenómenos y no de un fenómeno completamente nuevo. Así pues, llegar a producir electricidad por medio del movimiento (caso inverso) establece que tales magnitudes pueden volver a su identidad inicial y experimentar un proceso de transformación en otro fenómeno.

El principio de causalidad establecido por Joule y Mayer termina relacionando esa convertibilidad de los fenómenos a través del efecto de un fenómeno por una causa específica y dicho efecto en la posibilidad de convertirse en causa de un efecto nuevo. De tal manera que se puede realizar equivalencias entre las causas y los efectos de los fenómenos relacionados y en esa elaboración de dichas equivalencias, la experiencia se organiza de forma que permite al sujeto cuestionarse, actualizar y refinar su observación y su lenguaje a la hora de interpretar un fenómeno y su relación con otro, en donde la actividad experimental juega un papel fundamental en la construcción de campos

fenomenológicos que posibiliten que el sujeto amplíe su experiencia, su conocimiento y su lenguaje.

En ese sentido, a partir del trabajo investigativo fue posible evidenciar la relevancia que tiene la experiencia en las elaboraciones y organizaciones explicativas que construyen los estudiantes alrededor de un fenómeno y la importancia de repensar las prácticas pedagógicas y las intencionalidades con las que se va al aula, en donde el maestro debe realizar un proceso de recontextualización entrando en dialogo con las teorías científicas, con la historia y la epistemología para la construcción y elaboración de formas de pensar los fenómenos y que después le permitan adecuar dicha organización de manera que resulte significativo para los estudiantes. Así, se pone de presente los intereses particulares con los que se implementa y se da cuenta de una actividad dialógica entre las teorías, el fenómeno y las maneras de pensar dicho fenómeno. Como afirma Granés y Caicedo (1997):

El maestro desempeña, por tanto, un papel activo en los procesos de recontextualización. Entender la educación como creación permanente de sentido a través de los procesos de recontextualización puede transformar la conciencia que posee el educador sobre su propia práctica. Esta deja de ser entendida como una actividad de simple reproducción para ser pensada como un proceso de enriquecimiento permanente en la interpretación y en el significado de los conocimientos (p. 3).

Así, un elemento importante en el presente trabajo fue pensar en la práctica docente, en los criterios e intencionalidades con los cuales se va al aula y en las mejores formas de proceder para no ser reproductores de contenidos científicos en la enseñanza de las ciencias sino poner en diálogo los saberes del maestro y de los estudiantes a la luz de unas situaciones y fenomenologías previamente pensadas y unos intereses generales establecidos por el docente. Como bien lo afirma Ayala (2006) “la recontextualización de saberes es entonces una actividad constructiva y dialógica en busca de elementos para la elaboración o solución de un problema o la construcción de una imagen de una clase de fenómenos, que dependen inevitablemente de los intereses, el conocimiento y experiencia de quienes la realizan” (p. 28,29). En ese sentido, la recontextualización de saberes posibilita recursos para que el maestro establezca problemáticas a la luz de los productos de la actividad científica y genere criterios, elabore explicaciones, se cuestione y analice en esa actividad dialógica con los autores para poder realizar un nuevo proceso de recontextualización que

le permita llevar esas inquietudes y cuestionamientos al aula, transformándolos en problemas de conocimiento

Del mismo modo, la caracterización, análisis e interpretación de dichos fenómenos está ligada a las relaciones que los estudiantes establecen con su entorno y en donde a partir de la actividad experimental se logra ampliar las experiencias, la transformación del conocimiento y la modificación del lenguaje en la construcción de explicaciones. Es así como el conocimiento- lenguaje- experiencia son fundamentales para la interpretación y construcción del conocimiento en la escuela y en general en cualquier ámbito y que no pueden ser vistos de una manera jerárquica sino más bien de una manera cíclica en donde ninguno es más importante que el otro. Como afirma Arcà, Guidoni, y Mazzoli (1990):

Todo el proceso cognitivo puede interpretarse como una dialéctica cíclica desarrollada entre estos tres términos, los cuales siempre se corresponden de algún modo, pero también siempre de manera problemática. En cualquier nivel existen, en efecto, unos «lenguajes»; es decir, existen unos «modos de representar según esquemas» (que luego sean palabras, dibujos, o imágenes es lo mismo, desde este punto de vista); y en cualquier nivel hay un plano de «experiencias» de por sí «indecibles» (hay cosas de las que se tiene experiencia y que no se consigue decir, o describir o representar; hay cosas que se saben decir y a las que no se consigue identificar con experiencias) (p. 27,28).

Así, en el trabajo de aula se identificaron diferentes lenguajes que estaban determinados por la experiencia de los estudiantes y la construcción de la misma por parte de las docentes en las situaciones planteadas y en las guías realizadas. De tal manera que se evidenciaron frases, dibujos, formalismos matemáticos, etc., que se destacaron más en unos grupos que en otros y que dependió exclusivamente de la manera en la que se pensó y se comprendió el fenómeno estudiado ya que a pesar de que se plantearon las mismas situaciones para todos los grupos, se evidenciaron diferencias en los análisis y explicaciones realizadas y esto termina dando cuenta de la representación del fenómeno que se establece cada uno de ellos en sus concepciones del mundo.

Los procesos y reflexiones pedagógicas desde la virtualidad toman significados diferentes en relación con lo que posiblemente hubiese sido la implementación de manera presencial y en la actividad experimental es evidente las limitaciones a la hora de realizar

un acompañamiento más riguroso y personalizado. Si bien se plantearon estrategias para la construcción del dinamo casero como una guía con el paso a paso y un vídeo instructivo en donde las docentes mostraron, nuevamente paso a paso la construcción del mismo, se presentaron varias dificultades que se intentaron resolver de la mejor manera pero que tal vez a través de una pantalla no resultó ser suficiente. Además, el problematizar las discusiones fue complicado al no poder estar presente en todas las socializaciones realizadas y debido a que los estudiantes contaban con “las respuestas” de manera inmediata por el acceso a internet en donde en algunos de los momentos de la discusión aparecieron términos que ellos no podían explicar pero que sirvieron de base en un proceso de retroalimentación en el cual repetir memorísticamente los conceptos no significa comprenderlos.

En ese sentido, el rol del docente toma más relevancia al ser un facilitador, un guía, un mediador en las discusiones y problemáticas planteadas en el aula. Las construcciones sociales e intercambio de saberes en el aula resultan ser significativas en el reconocimiento del otro, tanto en su lenguaje verbal como no verbal, para inferir problemáticas, dificultades, interrogantes, cuestionamientos, etc., que podrían haber aportado a la profundización y enriquecimiento del estudio de los fenómenos pero que no fueron posibles dadas las condiciones de la implementación al desarrollarse de manera virtual, en donde la interacción con el otro es limitada por el uso de la cámara, la inestabilidad de la conexión a internet y el no tener seguridad si el estudiante está siendo completamente partícipe de la experiencia. Y en ese sentido, nuestras prácticas pedagógicas deben seguir en constante cambio y autocrítica para lograr vencer aquellos obstáculos que no permiten una intervención totalmente satisfactoria.

En cuanto a la noción de transformación, los estudiantes establecen varias magnitudes físicas para fundamentar sus explicaciones, pero pareciera ser que las usan de manera indistinta tratando de formalizar sus interpretaciones de la experiencia. Así, mencionan la fuerza del viento, la velocidad del agua, la fuerza que se debe hacer en la polea del dinamo, la velocidad de los pedaleos en la bicicleta, etc., pero que terminan desembocando en lo mismo, en magnitudes que dan cuenta de la causa de la transformación. Alrededor de los dispositivos que posibilitan la transformación de movimiento a electricidad, sus explicaciones se orientan en aproximarse a equivalencias entre la velocidad de giro de la polea (momentum angular) y la cantidad y brillo de los ledes encendidos (electricidad); sin embargo, en varias ocasiones sólo mencionaron el

número de vueltas por lo que parece ser que el pensar en las vueltas que se le da a la p Polea del dinamo, lleva incorporado consigo la idea de movimiento y a su vez la idea de velocidad. En ese sentido, los estudiantes construyen la idea de transformación a partir de ejemplos, de representaciones gráficas y simbólicas, pero no plasman la idea de manera formal. Esto permite evidenciar que la formalización e interpretación de un fenómeno se facilita a partir de la vivencia y la ampliación de la experiencia sensible en donde resulta ser significativo para el estudiante estos procesos de interacción y no a partir de la reproducción de definiciones, ecuaciones matemáticas y contenidos, que, si bien son importantes, deben pensarse de manera contextualizada y significativa.

Los alcances del trabajo de investigación están enmarcados en aportar elementos a las maneras de organizar la experiencia en torno a la relación de los fenómenos eléctricos y mecánicos en la transformación de la energía en donde la convertibilidad de los fenómenos posibilita darle forma a la idea de energía y su transformación desde la contabilidad del cambio, elaborando equivalencias y pensando los efectos de un fenómeno en términos de otro.

## REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

Alfonso, K., & Cárdenas, D. (2015). la convertibilidad como una categoría epistemológica para el estudio de los fenómenos físicos. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Docencia de las ciencias naturales. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Arcà, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia: Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base. Barcelona: Paidós.

Ayala, M. M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Pro-Posiç-oes*, 17(49), 19-37.

Bello, C. (2016). Caracterización electromagnética de un dínamo de disco con contactos de un metal líquido. Tesis para optar por el título de Magister en tecnología avanzada. Santiago de Querétaro: Centro de investigación en ciencia aplicada y tecnología avanzada. Unidad Querétaro.

Chaparro, C., González, J., Orozco, J., Pedreros, R., & Vallejo, J. (1996). Introducción a la física de procesos desde una perspectiva fenomenológica. Bogotá D.C: El fuego azul.

Coxtinica Mulato, A. (2015). *La generación de energía eléctrica por fuentes renovables y su uso en México*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Escobar Cano, L. F. (2003). *la sistematización de experiencias educativas*. Bogotá: Expedición Pedagógica Nacional - ruta de Escuelas Normales.

Feynman, Richard y Leighton Robert. SANDS, Física Volumen II: Electromagnetismo y materia. Addison Wesley Longman de México. 1998.

Garzón, I. (2012). El concepto de fuerza electromotriz en cursos introductorios de Física en la universidad: Dificultades de aprendizaje y la presentación del concepto en libros de texto. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia: Departamento de Didáctica de las ciencias experimentales y sociales.

Giancoli, Douglas C. (2006). *Física: Principios y aplicaciones*. 6 ed. México. Pearson educación.

Guisasola, J; Montero, A y Fernández, M. (2005). Concepciones de futuros profesores de ciencias sobre un concepto «olvidado» en la enseñanza de la electricidad: la fuerza electromotriz. *Enseñanza de las ciencias*, 23(1), 47–60. [ConsHerrmann, F. (s.f.).ultado 23 de abril de 2020]. Disponible en <<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v23n1p47.pdf>>

Herrmann, F. (s.f.). *KPK*. Recuperado el 07 de octubre de 2020, de <http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/publications/spanisch.html>

Malagón Sánchez, J., Ayala Manrique, M., & Sandoval Osorio, S. (2013). *Construcción de Fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias*. Bogotá D.C.: JAVEGRAF.

Muñoz San Martín, B. (s.f.). *Vsip*. Recuperado el 08 de octubre de 2020, de <https://vsip.info/efecto-joule-2-pdf-free.html>

Ostwald, W. (1910). *La energía*. Madrid: Librería Gutenberg de José Ruiz. Versión española de J. R. Ferreruela.

Olivé, L., & Pérez, A. (2005). *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México: Siglo XXI. *Observation*. constituye el capítulo 1 del libro *Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*, de N. R. Hanson, publicado por Cambridge University Press, 1958.

Padilla, C. M. (2019). *Proyecto Educativo Institucional*. Soacha.

Pearce, W. L. (1965). *Michael Faraday A Biography*. New York: Basic Books.

Ramírez, I., Ramírez, A., & Cárdenas, J. (s.f.). *Vsip*. Recuperado el 08 de octubre de 2020, de <https://vsip.info/informe-efecto-joule-pdf-free.html>

Romero, Á., Ayala, M., Malagón, F., García, E., & Gómez, M. (1999). *La convertibilidad de los fenómenos y la conservación de la energía. Tecné Episteme y Didaxis TED*.

Ruiz Botero, L. D. (2001). *La sistematización de prácticas*. Medellín : Liceo Nacional Marco Fidel Suárez.

Saavedra Quiroz, L. (2019). *Diseño e implementación de un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico en base a energía electromagnética*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Electrónico. Lima: Universidad Tecnológica del Perú.

Salinas Cardona, D. L. (2018). *Análisis de corte histórico para la recontextualización del trabajo de Carnot, acerca de la máquina térmica, en la enseñanza de la termodinámica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Solbes, J. & Tarín, F. (2008). *Generalizando el concepto de energía y su conservación*. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. N.º 22, 155-180.

Tecnología, M. d.-c. (2007). *La energía: cambios y movimientos*. Buenos Aires .

## ANEXOS

### ANEXO 1:



**COLEGIO MILITAR ALMIRANTE PADILLA**  
**"DIOS PATRIA Y HOGAR"**  
**Hacia la formación de un ser íntegro gestor de una mejor sociedad.**  
**ÁREA: Ciencias Naturales ASIGNATURA: Física GRADO: 11**

**Docentes: Liceth Salinas & Stefania Tovar**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Curso:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_

#### **Guía #1: Acercándonos a una primera noción de transformación**

Muchas situaciones de la vida cotidiana, máquinas, artefactos, aparatos, dispositivos, etc. Requieren de un algo, de un por qué y de un efecto que da cuenta de su funcionamiento. Ese algo proviene de alguna fuente, como por ejemplo de la electricidad, la luz solar, el movimiento, los combustibles, entre otros. Pero, los diferentes sistemas o situaciones que requieren de ese algo para funcionar también producen cambios y transformaciones en distintas manifestaciones que a su vez son observables y deducibles.

En ese sentido, en esta etapa se compararán diferentes situaciones con el fin de que los estudiantes identifiquen ¿cuál es la causa del fenómeno que se ilustra? ¿Qué efecto produce cada situación? Y ¿Qué relación se puede establecer entre las diferentes situaciones?

Así pues, el objetivo fundamental de la presente guía es explicar y caracterizar una primera noción e idea de los procesos por los cuales se dan las transformaciones y los efectos que dichas transformaciones producen; utilizando imágenes que dan cuenta de diversos sistemas en donde es posible identificar procesos de conservación y cambio en fenómenos naturales y establecer relaciones.

De ese modo, se espera que los estudiantes sean capaces de describir las acciones (movimientos y fuerzas) que se presentan en el transcurso de la guía, con el fin de lograr una contabilización de los efectos producidos y de las posibles comparaciones y semejanzas que deduzcan de cada situación de estudio en torno a los procesos de transformación. Es decir, identificar esa capacidad de "hacer algo" y transformarlo en "otro algo" como por ejemplo a partir de movimiento generar calor, luz, etc. Y la posibilidad de usar una como referencia para medir las otras.

#### **COMPARANDO SITUACIONES: APROVECHANDO LA NATURALEZA**

1. Observe las imágenes planteadas en donde se da cuenta de procesos a través de los cuales se aprovecha la naturaleza para distintos fines en nuestra cotidianidad y que surte de beneficios nuestros hogares. Luego, responda las preguntas planteadas.

## SITUACIÓN #1



### PANEL SOLAR

- ¿Cómo se aprovecha la naturaleza en esta situación para el beneficio del hombre?

---

---

---

---

---

---

- ¿Qué efectos produce ese aprovechamiento de la naturaleza y qué transformaciones se producen?

---

---

---

- ¿Cuáles son las condiciones ideales para un óptimo funcionamiento del panel solar? ¿En dónde pondría un panel solar para el fin expuesto en la respuesta anterior? ¿Una hora de sol a cuánta electricidad equivale?

---

---

Lea la siguiente información e identifique la cantidad de paneles solares que necesita para satisfacer el consumo de electricidad de su casa.

“Existen 3 tipos de paneles solares que tienen diferentes potencias dependiendo de sus características: Los paneles solares de 12V, de 24V y las llamadas placas solares de 24V de red. Los paneles de 12V están compuestos por 36 celdas de silicio y abarcan un abanico de potencias desde los 5W hasta los 140W. Los paneles solares de 24V funcionan de la misma forma que los paneles de aislada de 12V pero a un voltaje de 24V; están formadas por 72 celdas con lo cual su tamaño es mayor y generan potencias que oscilan desde los 150 hasta los 195 vatios (W). Finalmente, los paneles de 24V de red están compuestos por 60 celdas en lugar de 72, conectadas con el objetivo de producir una potencia alta generando un voltaje bajo cercano a 29V”.

Rúben decidió utilizar los paneles solares como una alternativa de producción de energía eléctrica y como una fuente de ahorro en su hogar. Para ello, revisó su factura de energía y encontró que el consumo bimestral de su casa era de 380KW. Para conocer el consumo diario aproximado lo dividió 60 días y llegó a un valor de 6330W. Él determinó que usaría paneles de 195 W y fue consciente de que su panel obtendría más o menos 4 horas de sol al día.

Para saber cuántos paneles necesitaba comprar para satisfacer el consumo energético de su casa, usó la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{E \cdot 1,3}{HS \cdot W_{\text{panel}}}$$

En donde E representa el consumo diario; HS las horas de sol y  $W_{\text{panel}}$ , la potencia del panel.

Al reemplazar en la ecuación, Rúben encontró que necesitaba disponer en el techo de su casa 11 paneles de 72 celdas.

- ¿Cuántos paneles solares de 140W y de 195W necesitaría poner en su casa para abarcar el consumo diario?

---

---

- ¿Cuánto sería la ganancia en tres años, si invierte en la instalación de los paneles solares en su casa? ¿Cree que sería rentable ese tipo de artefactos?

**Importante:** Revise el recibo de electricidad de su casa para conocer el consumo mensual y anual.

---



---



---



Según Energías Renovables Info, la superficie terrestre recibe 120.000 terawatios de irradiación solar, “lo que supone 20.000 veces más potencia de la que necesita el planeta completo” (ACCIONA BUSSINES AS UNUSUAL).

## SITUACIÓN #2

### MOLINOS DE VIENTO



¿Cómo se aprovecha la naturaleza en esta situación hacer funcionar aparatos electrónicos?

---



---

- ¿Qué efectos produce ese aprovechamiento de la naturaleza en esta situación en términos de las transformaciones que evidencia?

transformaciones que evidencia?

---



---

- ¿Cuáles son las condiciones ideales para un óptimo funcionamiento del aerogenerador? ¿En dónde pondría un aerogenerador para el fin expuesto en la respuesta anterior?

---



---



---

- Un aerogenerador pequeño puede generar entre los 400W y los 20KW en buenas condiciones. ¿Cuántos aerogeneradores aproximadamente tendría que utilizar

para satisfacer el consumo de su casa, asumiendo que cuenta con las condiciones necesarias?

- ¿A cuántos paneles solares de 195W equivalen 8 aerogeneradores pequeños que generan 14KW?

### SITUACIÓN #3

#### CENTRAL MAREOMOTRIZ



¿Por qué disponer de unas hélices bajo el agua en estos tipos de centrales?

---

---

---

---

- ¿Cuál sería la finalidad de disponer de estos artefactos en los mares y qué tipo de transformaciones físicas produce?

---

---

---

---

- La central mareomotriz más grande del mundo se encuentra en el Lago Sihwa a unos 4 km de la ciudad de Siheung, en la provincia de Gyeonggi de Corea del Sur, con una capacidad de producción eléctrica de 254MW. ¿Cuántos aerogeneradores pequeños de 14KW se deben utilizar para compensar la producción eléctrica de la central mareomotriz?

- 
- 
- ¿A cuántos paneles solares de 195 W equivale la producción eléctrica de la central mareomotriz?
- 
- 

#### SITUACIÓN #4



#### HIDROELÉCTRICA

¿Por qué es importante que en una central hidroeléctrica exista en desnivel para que se produzca la transformación de movimiento en electricidad?

---

---

---

- 
- 
- ¿Qué efectos produce el aprovechamiento del agua en la central hidroeléctrica en términos de la transformación que se realiza?

---

---

- La hidroeléctrica del Guavio Cundinamarca es la primer central en funcionamiento más grande de Colombia con una capacidad de 1250 MW ¿Cuántas centrales mareomotriz de la capacidad de Sihwa se necesita para igualar la producción de la central hidroeléctrica del Guavio?

- ¿Cuántos paneles solares de 195 W se necesitan para igualar la capacidad de producción eléctrica de la hidroeléctrica del Guavio Cundinamarca?

- Comparando los paneles solares, los aerogeneradores, las centrales mareomotrices y las hidroeléctricas, ¿Cuál sería la central eléctrica más rentable en términos de dinero y eficiencia?

---

---

*Anexo I.* Acercándonos a una primera noción de transformación.

## ANEXO 2:



### COLEGIO MILITAR ALMIRANTE PADILLA "DIOS PATRIA Y HOGAR"

Hacia la formación de un ser íntegro gestor de una mejor sociedad.  
ÁREA: Ciencias Naturales ASIGNATURA: Física GRADO: 11

Docentes: Liceth Salinas & Stefania Tovar

#### GUÍA #2

Nombre \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_

Los medios audiovisuales son fundamentalmente elementos curriculares y como tales van incorporados en el contexto educativo independientemente de que éste propicie una interacción "con", "sobre" o "por" los medios. Ya que no los percibimos como meros transmisores de información, sino que reconocemos las posibilidades que tienen como elementos de expresión. El video didáctico es muy útil en la clase y tiene una intención motivadora ya que más que transmitir información exhaustiva y sistematizada sobre el tema, pretende abrir interrogantes, suscitar problemas, despertar el interés de los alumnos, inquietar, generar una dinámica participativa etc... (enseñanza, 2011)

**Acercándonos a una primera noción de transformación:** En esta guía de trabajo se propone la película "El niño que domó el viento" con el fin de aproximar a los estudiantes a diferentes procesos de transformación y conservación aterrizados a la realidad de personas del común. Entendiendo así, que la ciencia puede ser contextualizada y que no se necesita de un gran laboratorio para poder crear artefactos que beneficien su comunidad y el mundo en general. En ese sentido, el objetivo de este apartado es identificar los procesos por los cuales se producen las transformaciones de las situaciones relevantes de la película que dan cuenta de ejemplos desde la cotidianidad. De ese modo, el propósito de la guía es que el estudiante relacione efectos producidos y procesos de transformación.

## “EL NIÑO QUE DOMÓ EL VIENTO”

1. Observa detenidamente la siguiente película



### EL NIÑO QUE DOMÓ EL VIENTO

Historia basada en hechos reales sobre la vida de William Kamkwamba

*El niño que domó el viento* está basada en una historia real. Es una de esas películas inspiradoras, pero que no deja de lado la situación política y social del Malawi rural de principios de siglo. La crisis alimentaria es el marco para una cinta que aborda temas como la corrupción gubernamental y el cambio climático, claves para entender el contexto en el que se encontraba el país.

Este chico de la República de Malawi durante la hambruna de Bakili Muluzi, decide ayudar a las personas de su pueblo construyendo una turbina después de leer un libro de ciencias en el que se explican los pasos para su creación. Ayuda a su familia y da una cosecha segura todo el año.

2. Responde las siguientes preguntas

- a. ¿Qué permite el funcionamiento de los aparatos eléctricos que se muestran en la película?

---

---

- b. En una aldea tan pobre como la de William ir a la escuela era todo un privilegio. En el colegio descubre las ciencias junto al Sr. Kachigunda su profesor, y de él escucha hablar por primera vez de la electricidad. Además conoce la bicicleta de su profesor la cual tenía una dinamo que hacía que encendiera un faro sujeto a ella, esta le hizo generar más curiosidad e interés por la electricidad. ¿Cómo funcionaba el farol de la bicicleta del profesor y qué efectos tenía a la hora de pedalear? ¿Por qué a veces alumbraba “más” y a veces alumbraba en “menor proporción”? ¿Qué transformaciones de fenómenos físicos puede evidenciar en este suceso de la película? Si el profesor no desayuna antes de ir al colegio en su bicicleta, ¿Qué pasaría con la iluminación del farol sujeto a su bicicleta?

- 
- 
- c. Construir un molino que produjera electricidad para toda una aldea, era algo muy ambicioso al inicio hasta para el propio William. Para dar inicio a sus proyectos, decidió empezar con un prototipo de radio sin pilas y si la electricidad generada por el giro de las aspas, pasando por una dinamo artesanal, activaba la radio, se podía considerar como prueba superada. Así fue, y ese constituyó el primer éxito del proyecto, que sirvió para empezar su proyecto principal “el molino de viento”. ¿Cómo funciona el molino construido por William? ¿Qué dificultades técnicas tuvo que superar para su construcción? ¿Qué transformaciones de fenómenos físicos identifica en los procesos que se llevan a cabo para el funcionamiento de éste?
- 
- 

- d. En una tierra golpeada por las sequías e inundaciones, en donde el hambre y la pobreza se instauran en la vida de las personas, hasta los pensamientos más alocados cobran sentido a la hora de dar solución a estos problemas. Es así, cuando el ingenio de William le permiten la construcción del molino para satisfacer las necesidades de su comunidad y su creación surge a partir del funcionamiento de la dinamo de la bicicleta de su profesor y otros materiales. ¿Qué relaciones puede establecer entre los dos artefactos mencionados, en términos de sus efectos, para hacer funcionar los aparatos eléctricos?
- 
- 
- 
- 

- e. William hizo que el viento llevara agua a su población. Con la bicicleta de su padre, materiales reciclados, tubos plásticos y lo que sabía de electricidad logró construir el

molino que genere la suficiente energía para bombear agua del pozo local. ¿Cómo relaciona el movimiento de las aspas del molino con la capacidad de extracción de agua que tiene? ¿Influye la velocidad del viento? ¿Qué relaciones puede establecer con la cantidad de viento que se necesita para hacer funcionar la batería eléctrica de la bomba de agua?

---

---

---

3. Realice un dibujo del farol de la bicicleta y del molino de viento en donde pueda identificar los procesos por los cuales se ponen en funcionamiento los aparatos eléctricos a partir del movimiento. |



**Anexo 2.** Etapa 2 Acercándonos a una primera noción de transformación

## ANEXO 3:



### COLEGIO MILITAR ALMIRANTE PADILLA "DIOS PATRIA Y HOGAR"

Hacia la formación de un ser íntegro gestor de una mejor sociedad.  
ÁREA: Ciencias Naturales ASIGNATURA: Física GRADO: 11

Docentes: Liceth Salinas & Stefania Tovar

Nombre \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### Guía #3

### CONTABILIZANDO LA TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA

En esta etapa, los estudiantes construirán un dinamo casero para la construcción de explicaciones acerca de los procesos de transformación del movimiento de las poleas a la producción de energía eléctrica que será perceptible al encender un bombillo leds, para finalmente lograr cuantificar sus observaciones y formalizar la experiencia.

Los dinamos son generadores de electricidad en donde se aprovecha el trabajo mecánico para transformarlo en corriente eléctrica. El principio básico de funcionamiento de los alternadores es un fenómeno llamado inducción electromagnética. Un imán en movimiento genera electricidad: si se mueve un imán cerca de un conductor (un cable), en el interior del conductor se genera un movimiento de electrones (corriente eléctrica). En el dinamo, cuando el imán gira, produce un campo magnético que induce una corriente circulante en un arrollamiento de cable de cobre (bobina). En pocas palabras, un dinamo es un artefacto capaz de transformar movimiento en electricidad, mediante la inducción electromagnética.

#### Objetivos

- Construir una dinamo para establecer la correspondencia entre el número de giros por unidad de tiempo y la cantidad de leds que enciende.
- Hacer una contabilidad de lo que cambia en un fenómeno mecánico respecto al cambio en el fenómeno eléctrico.
- Construir la relación entre el aumento de número de vueltas por unidad de tiempo y los leds encendido con el dinamo.

**Propósito final:** Que los estudiantes vivencien la transformación de la energía mecánica a eléctrica y logren una cuantización de la cantidad de energía que se debe usar para que los leds enciendan asociándolo al funcionamiento del artefacto.

## ACTIVIDAD

Construcción de generador casero

### Materiales

- Cartón, madera o acrílico (30cm X 30cm)
- 2 CD'S
- Regla
- Bisturí
- Tijeras
- Silicona
- Marcador
- Compás
- Palo de paleta grande
- Palos de pincho o palo de balsa redondo de diámetro menos a 1cm
- Caucho, o banda elástica
- Motor eléctrico
- LEDS

### Pasos

1. En el cartón, acrílico o madera, realiza una circunferencia con el compás cuyo diámetro o radio tiene que ser menor al de los CD'S y córtala. Además debe tener un hueco en el centro un por donde pase el palo de pincho o de balsa. (construcción de polea)
2. Pegar la circunferencia realizada con bastante silicona en medio de los CD'S
3. Realizar dos trapecios sin importar las medidas en el cartón, acrílico o madera, la única condición es que sea lo suficientemente alto para que los CD'S no rocen el piso que servirá como soporte para estos.
4. Atravesar el palo de pincho por el centro de la polea y pegarlo con la silicona dejando mínimo 3 cm de distancia a cada lado.
5. Realizar base de cartón, acrílico o madera para pegar todos los elementos.
6. Pegar los elementos.



7. Hacer refuerzos para que la polea no se caiga por el movimiento de la manivela.



8. Tomar el palo de paleta que va ir pegado a uno de los lados del palo de pincho, cortarla de manera que no roce con el soporte de la polea y pegarla al eje de la polea.



9. Pegar el motor cerca a la polea o en medio de la polea, para que el caucho quede en la polea y el motor.



10. Poner los LED'S.  
11. Poner en práctica el generador.  
12. Describa minuciosamente el funcionamiento del generador.  
13. Bajo el procedimiento anterior variar el tamaño de la polea principal mínimo 3 veces, póngalo a funcionar y observe.

**Responder las siguientes preguntas.**

1. ¿Cuáles son los procesos que conllevan a que el bombillo led's encienda en el dinamo basado en el farol de la bicicleta del profesor en la película "el niño que domó el viento"?

---

---

---

---

2. ¿Cómo afecta el número de vueltas que se le da a las poleas y la rapidez con que se dan dichas vueltas con el brillo del led y el número de ledes que enciende?

---

---

---

---

3. ¿Qué pasaría si el tamaño de la polea principal cambia y cómo es la relación de las poleas con el movimiento ejercido en términos del número de ledes encendidos y su brillo? ¿Qué pasaría si aumentamos o disminuimos el tamaño de la polea y se dan el mismo número de vueltas?

- 
- 
- 
- 
4. Gire la polea principal de su dinamo de tal manera que logre variar el número de vueltas en el mismo intervalo de tiempo (20 segundos) para verificar cómo cambia el brillo del led dependiendo del color utilizado. Realice tres mediciones distintas para cada led variando el número de vueltas y registre sus datos en la siguiente tabla.

TIEMPO	# VUELTAS	COLOR DEL LED	BRILLO DEL LED
20 segundos		Blanco	
20 segundos		Blanco	
20 segundos		Blanco	
20 segundos		Azul	
20 segundos		Azul	
20 segundos		Azul	
20 segundos		Rojo	
20 segundos		Rojo	
20 segundos		Rojo	

- Según los datos obtenidos en la tabla, ¿Cuántas vueltas por unidad de tiempo se necesitan para lograr más brillo en el led blanco?

---

---

---

- ¿Puede establecer alguna relación entre el número de vueltas que necesitó para obtener mayor brillo dependiendo el color del led?

---

---

---

- ¿Cuál es la diferencia entre la cantidad de vueltas por unidad de tiempo que se debe realizar para encender un led de un color o de otro?

---

---

---

- ¿Varía el brillo del led con el número de vueltas o con la rapidez con la que se gira la polea? Justifique

---



---



---

5. Gire la polea principal de su dinamo de tal manera que logre variar el número de vueltas en el mismo intervalo de tiempo y así verificar si cambia el brillo y la cantidad de ledes encendidos. Varie la cantidad de ledes unidos entre sí y utilice la siguiente tabla para la recolección de datos.

TIEMPO	#VUELTAS	COLOR DEL LED	CANTIDAD DE LEDES	BRILLO DE LOS LEDES

- ¿Qué puede concluir de la cantidad de vueltas que se realizan con relación a la cantidad de ledes encendidos?

---



---



---

- ¿Cómo logra encender más cantidad de ledes con su dinamo?

---



---



---

- ¿En qué momento la cantidad de ledes encendidos aumenta y por qué?

---



---



---

- ¿Varía el brillo con el número de ledes encendidos? Justifique

---



---



---

- ¿Influye la rapidez con la que se gira la polea con la cantidad de ledes producidos?

- 
- 
- 
- ¿De qué color son los ledes que logró encender en mayor cantidad y cuántas vueltas tuvo que realizar en la polea y en cuánto tiempo? ¿Por qué en los demás ledes de otros colores no encendieron la misma cantidad?

- 
- 
- 
- Según los datos obtenidos en la tabla, ¿Cuántas vueltas por unidad de tiempo se necesitan para encender 3 ledes blancos y 4 azules? ¿Cómo es el brillo de estos ledes?

- 
- 
- 
- Si necesito dar 25 vueltas en 12 segundos para encender un led blanco, con esas mismas vueltas en esa unidad de tiempo ¿cuántos bombillos ledes rojos podría encender?

---

### *Anexo 3. Contabilizando la Energía*

## ANEXO 4:



### COLEGIO MILITAR ALMIRANTE PADILLA "DIOS PATRIA Y HOGAR"

Hacia la formación de un ser íntegro gestor de una mejor sociedad.  
ÁREA: Ciencias Naturales ASIGNATURA: Física GRADO: 11

Docentes: Liceth Salinas & Stefania Tovar

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

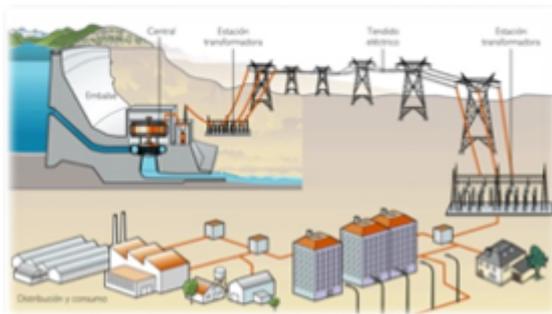
#### Guía #4. MEMORIAS

En la cotidianidad observamos como unos fenómenos de la naturaleza intervienen en el funcionamiento de diversos artefactos y cumplen con unas funciones específicas. En el transcurso de las guías de trabajo hemos observado cómo a partir de diferentes transformaciones mecánicas se puede producir electricidad y en ese sentido, satisfacer nuestras necesidades. Podríamos relacionar esos procesos mencionados durante todo el trabajo con una idea común "La energía" en donde se puede explicar un fenómeno en términos de otro y se pueden realizar equivalencias entre los mismos.

Así, la energía está asociada con las transformaciones físicas que se pueden evidenciar en los fenómenos naturales y en los artefactos creados por el hombre para su funcionamiento. Se puede relacionar con la capacidad de producir un trabajo en específico, como por ejemplo en fenómenos que generan calor, luz, movimiento etc. Y con la posibilidad de medir unos fenómenos en términos de otro. Así, se le dan unas cualidades a la energía que dependen de unas acciones determinadas y en la naturaleza, se producen varias alteraciones que se relacionan con acciones esas acciones, por ejemplo, el viento que permite el funcionamiento de un aerogenerador, que una persona haga funcionar una licuadora por el movimiento de los pedales de su bicicleta, que se encienda un bombillo por los rayos del sol que inciden en un panel solar o algo tan cotidiano como el funcionamiento de un automóvil.

Pero, ¿cuáles son los procesos por los que un tipo de energía se transformó en otro tipo de energía y cuáles son los criterios que se establecen para afirmar que efectivamente hubo transformación de la energía? A lo largo del presente trabajo se intentó dar respuesta a esos interrogantes desde diferentes actividades encaminadas al mismo fin. La presente actividad tiene como objetivo recoger los últimos elementos en torno a los procesos de transformación que logran construir los estudiantes y las posibilidades que dichas transformaciones ofrecen a las máquinas eléctricas.

1. ¿Cuál es la diferencia entre un motor eléctrico y un generador eléctrico?
  
2. Realice una historieta con el título “Un día sin electricidad” en donde imagine que un día se levanta y no hay electricidad en ningún lugar del mundo y es su responsabilidad proveer de energía eléctrica a la sociedad. ¿cómo lo haría teniendo en cuenta las ideas que se han desarrollado en las guías anteriores?
  
3. Indique qué tipo de transformación se manifiesta en los siguientes objetos o fenómenos:
  - Batidora
  - Tren en movimiento
  - Rayo
  - Relámpago
  - Secador
  - Ventilador
  - Linterna
  
4. Nombre las fuentes de energía que aparecen en la imagen y qué tecnología se usa para aprovecharla. ¿Cómo podría relacionar dichas fuentes?



5. Realice un organizador gráfico (mapa mental, mapa conceptual, organigrama, mapa de ideas) que le permita dar cuenta de la idea de transformación de la energía que ha construido a partir del trabajo realizado.

*Anexo 4. Memorias*