



Enseñanza de la Física Basada en el Fenómeno del Rayo Eléctrico

Teaching physics based on the lightning phenomenon

Ensinanza da física baseada no fenômeno de raio elétrico

Yina Marcela Porras González¹

Jaime Duvan Reyes Roncancio²

Resumen

El presente artículo tuvo como objetivo analizar las explicaciones sobre el fenómeno del rayo eléctrico de los estudiantes del grado undécimo del Colegio Liceo Santa Paula de Bogotá, en el proceso de intervención de una secuencia de actividades fundamentada en la enseñanza basada en fenómenos. La metodología desarrollada en la investigación fue de corte interpretativo, cualitativo y constructivista que consistió en dos fases; en la primera, un análisis de contenido para examinar cómo el fenómeno del rayo eléctrico es considerado en los libros escolares de Física, y en la segunda fase se realizó el diseño y la aplicación de una secuencia de actividades que tuvo presente la metodología del Aprendizaje Basado en Fenómenos donde se destacó el aprendizaje colaborativo, auténtico y holístico, involucrando la recolección de información teniendo como punto de partida una historieta conceptual contextualizada, que movilizó a los estudiantes al estudio del fenómeno del rayo eléctrico, así como, las explicaciones aportadas en torno al fenómeno. Las conclusiones de la investigación indican que el fenómeno del rayo eléctrico no es estudiado a profundidad en los libros de texto consultados, sino que se limita a nombrarse en problemas, preguntas y datos históricos. Así mismo, se analizan las explicaciones causales, genéticas, interpretativas y descriptivas que los estudiantes

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Contacto: ymporrasg@correo.udistrital.edu.co

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Contacto: jdreysr@udistrital.edu.co, jdr6725@gmail.com

expresan acerca del fenómeno del rayo y se dan aportes reflexivos para estudios futuros en el tema.

Palabras clave: Electricidad, enseñanza, explicaciones, física, rayo eléctrico.

Abstract

The following article intends to analyze the explanations of the eleventh-grade students of the Liceo Santa Paula school in Bogotá on the intervention process of a sequence of activities related to phenomenon-based teaching. The research-action methodology developed was interpretative, qualitative and constructivist. It involves two phases: in the first one, a content analysis which examines how the lightning phenomenon is considered in physics school books; in the second one, a sequence of activities was designed and applied which considered the Phenomenon-Based Learning methodology, where collaborative, authentic and holistic learning was highlighted. It involved information gathering which was founded on a contextualized conceptual cartoon which encouraged students towards the study of the lightning phenomenon, as well as existing explanations about it. The conclusions of the investigation indicate that the lightning phenomenon is not studied in the consulted textbooks, but it is limited to name itself in problems, questions, and historical data. Also, there are the causal, genetic, interpretative and descriptive explanations that students have about lightning phenomenon and reflective contributions are given for future studies on the subject.

Keywords: Electricity, explanations, electric lightning, teaching, physics.

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar as explicações do fenômeno do raio elétrico de alunos do ensino meio da escola Liceo Santa Paula de Bogotá, no processo de intervenção de uma seqüência de atividades através do ensino baseado em fenômenos. A metodologia de investigação-ação desenvolvida foi de tipo interpretativo, qualitativo e construtivista o qual consistiu em duas fases: na primeira uma análise do fenômeno do raio elétrico nos livros do ensino meio de física e na segunda fase o desenho e aplicação de uma seqüência de atividades que tiveram presente na metodologia do ensino baseado em fenômenos onde foi destacado a aprendizagem colaborativa, autêntico e holístico, envolvendo coleta de informações, tendo como ponto de partida um desenho conceitual contextualizado, que mobilizou aos alunos ao estudo

| | |
|--|--|
| | <p>do fenômeno do raio elétrico e as explicações relacionadas com o fenômeno. As conclusões da investigação indicam que o fenômeno do raio elétrico não é estudado em profundidade nos livros didáticos consultados, mas se limita a nomear-se em problemas, questões e dados históricos. Além disso, há as explicações causais, genéticas, interpretativas e descritivas que os alunos têm sobre o fenômeno do raio, dando contribuições reflexivas em torno ao assunto.</p> <p>Palavras-chave: Eletricidade, ensino, explicações, física e raio elétrico.</p> |
|--|--|

INTRODUCCIÓN

En el caso particular de la enseñanza de la Física desde la mirada de ciencia significativa, influyente, teórica y práctica, entre otros aspectos que la definen en diversos campos de acción, esta pierde sentido en el aula al prestar más atención a las actividades que involucran la resolución de problemas que requieren de un razonamiento matemático formal como proceso de aprendizaje en el estudio de situaciones del entorno.

Como lo mencionan Kurki-Suonio (2012) y Östergaard, Hugo, y Dahlin (2007) en el proceso de enseñanza se omite la relación del conocimiento científico con la experiencia cotidiana. Por ello, es necesario tener en cuenta los procesos de pensamiento que están relacionados con las ideas "del sentido común" y encaminar que los estudiantes realmente utilicen los conceptos de la Física para que comprendan las características de su entorno.

El carácter reiterativo, sensorial y directo de dichas experiencias que se dan entre el sujeto y el entorno y, fundamentalmente, la forma habitual de interpretarlas mediante la utilización del pensamiento, conducen a elaborar determinadas explicaciones de esos hechos e interiorizarlas (Carrascosa-Alís, 2013)

En este sentido, la fenomenología desde sus inicios con Edmund Husserl en 1900 asume los análisis descriptivos de las vivencias intencionales que a su vez son estructuradas en partes y aspectos particulares (Lambert, 2006). De manera que "la fenomenología, no busca contemplar al objeto mismo, sino la forma en que es captado por el sujeto desde su intencionalidad y puesto en perspectiva espacio-temporal" (Bolio, 2012, p.25).

De acuerdo con Kurki-Suonio (2012) asume al fenómeno con un origen en un lugar, algún momento o intervalo en el tiempo. Entendiéndose así a los fenómenos como

eventos, procesos, formas en que entes se comportan o cualquier acontecimiento que a estos les suceda como: movimiento, cambios de propiedades e interacciones.

En consecuencia, en este artículo investigativo se reconoce desde la fenomenología a las vivencias percibidas por el estudiante a la hora interactuar, estudiar, reflexionar sobre algún fenómeno natural, generándose así una conciencia que permite modos de entendimiento y la construcción de explicaciones en relación con las características, las cualidades, las acciones, las aplicaciones y demás aspectos con los que se constituye el fenómeno.

En Colombia, la fenomenología de la enseñanza de las ciencias se ha trabajado desde hace un tiempo con estudios como el de “Introducción a la física de procesos desde una perspectiva fenomenológica” realizado por los docentes de la Universidad Pedagógica Nacional Clara Inés Chaparro, José González, Juan Carlos Orozco C., Rosa Inés Pedreros y Jorge I. Vallejo en el año 1996, en el que se asume la idea del fenómeno de Heidegger en virtud de lo que se muestra en sí mismo y en este sentido el conocimiento científico y conocimiento común, exponiendo algunos criterios pedagógicos y didácticos que facilitan la construcción de explicaciones de los fenómenos del mundo físico en la clase de ciencias relacionando los elementos de actitudes, cultura, construcción de conocimiento y la ciencia desde una perspectiva fenomenológica (Chaparro, Gonzáles, Orozco, Pedreros, y Vallejo, 1997).

Por su parte, trabajos de grado en la línea de investigación denominada “la enseñanza de las ciencias como actividad de construcción de explicaciones” ha hecho numerosos aportes a este campo del saber, perteneciente al grupo de investigación Física y Cultura del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional. Por mencionar algunos, se encuentra los siguientes trabajos: Construcción de Fenomenología, Experimento y Actividad del Sujeto: El Caso Del Magnetismo-Martha Lucía Rodríguez; Movimiento y Calor: Una Transformación Fenomenológica en la Enseñanza de las Ciencias Naturales-Luis Emilio Perilla Triana; Percepción: Ampliación y Organización de la Experiencia en la Construcción de Fenomenologías- Juan Pablo Montes Jiménez y Yuly Hadblydy Rivera Vargas.

Aquellos trabajos se basan en una formalización científica de los fenómenos como una realidad existente, elaborando unas aproximaciones pedagógicas en el aula dentro de las que se encuentran la descripción de experiencias de los estudiantes al tener relación

con un fenómeno definido previamente por el docente; la experimentación como estrategia para observar los fenómenos, representación matemática, el reconocimiento, la formulación de preguntas e interacción entre sujetos, relación vivencia-conocimiento, discusiones, representaciones, explicaciones entre otras estrategias pedagógicas.

Ahora bien, considerando el modelo educativo finlandés que avanza hacia el *Aprendizaje Basado en Fenómenos* (ABF) conviene destacar que su objetivo es “abrir una imagen más amplia del mundo y comprenderla” (Karlsson, 2017, p. 29). Animando a los estudiantes a analizar y profundizar en la comprensión de un fenómeno de interés que surja del contexto del "mundo real", donde la curiosidad que se tiene por este es la que guía el proceso de aprendizaje.

En el ABF se comprende que el mundo está dado en totalidades indivisas, desafiando de esta manera, la idea de que el pensamiento del estudiante necesita ser organizado alrededor de diferentes materias escolares, como se refleja en la figura 1 del horario de clases donde el aprendizaje se examina desde la perspectiva de la enseñanza, más no del aprendizaje en sí (Karlsson, 2017). Por esta razón, se incentiva a cuestionar ¿cuál es la escuela del hoy? y a admitir que la ciencia debe permitir la comprensión del mundo desde la interdisciplinariedad y la transformación del currículo.

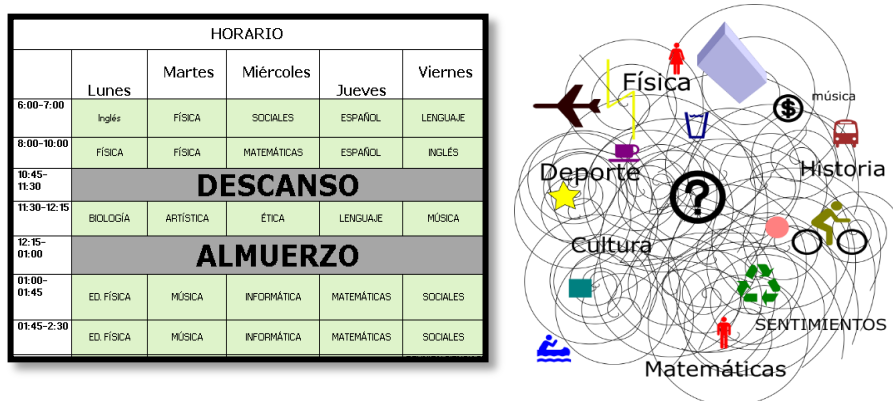


Figura 1. Comparativo entre la enseñanza dividida en materias y la complejidad del mundo. Fuente: Elaboración propia de los autores.

Así mismo, como lo menciona Pasi Silander (Citado en Karlsson, 2017) el ABF posibilita en el aula de clases la holisticidad, autenticidad, el aprendizaje contextualizado, la indagación y las tareas de aprendizaje como elementos primordiales para avanzar en la comprensión del mundo (Fig. 2).

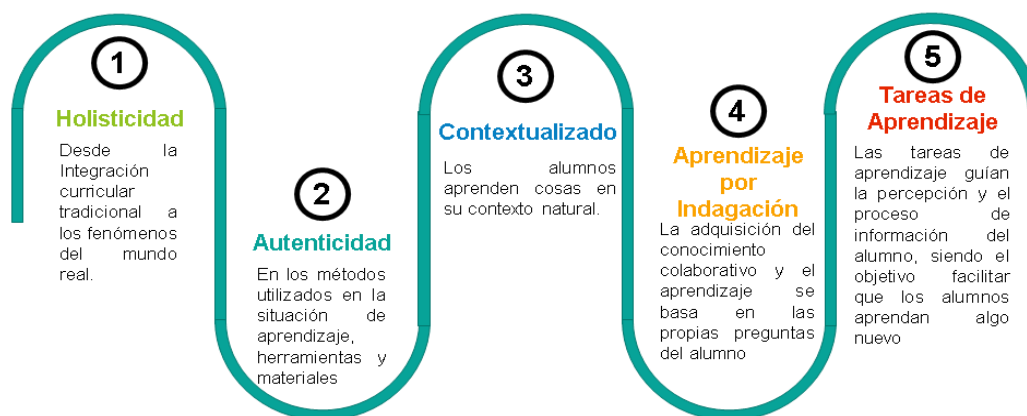


Figura 2. Elementos del aprendizaje basado en fenómenos. Fuente: Elaboración propia de los autores.

Dado que el propósito de la investigación tiene relación con el fenómeno del rayo eléctrico, es importante destacar como se ha venido entendiendo éste desde la perspectiva científica en la que se asume la nube tormentosa o más conocida como “cumulus nimbus” la causante de originar el rayo, donde se comprende que:

El aire es una mezcla de gases permanentes, partículas en suspensión (aerosoles) principalmente sólidas, y agua (en sus tres fases), el movimiento convectivo conlleva también a un flujo de partículas. Si estas partículas están cargadas se generará un campo eléctrico dentro de la nube. (Falcon, 2017, p. 115)

METODOLOGÍA

Esta investigación se fundamentó en la investigación acción de corte interpretativo, considerando un enfoque de carácter cualitativo y constructivista con la intención de identificar la naturaleza profunda de las realidades. En particular, la caracterización de las explicaciones de los estudiantes sobre el fenómeno del rayo, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y sus manifestaciones (Martínez, 2004).

La metodología se llevó a cabo en dos fases (Fig. 3) cuyos procesos están dados en bucles donde se realiza de manera reiterada la planificación, ejecución, reflexión de las acciones y la respectiva retroalimentación. En la primera fase se da cuenta del análisis textual en seis libros de física relacionados con el contenido del fenómeno del rayo eléctrico y la segunda fase el diseño de la secuencia de actividades, a partir de la orientación pedagógica del ABF y el enfoque constructivista, y aplicación de esta a 21

estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Liceo Santa Paula durante la clase de Física.

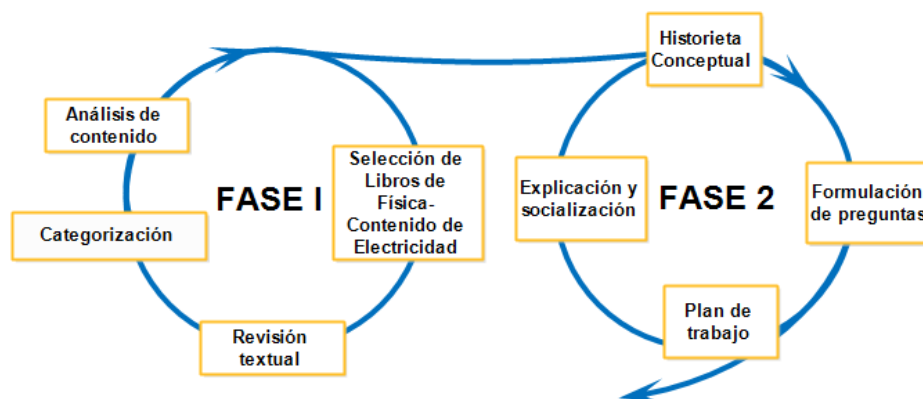


Figura 3. Fases metodológicas del trabajo de investigación. Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se propuso cuadro actividades: 1) Lectura de la historieta conceptual (Anexo 1) de manera individual; 2) planteamiento de preguntas individuales que surgen a partir de la historieta conceptual, socialización y selección de una pregunta a abordar en cada grupo de trabajo; 3) acuerdo de un plan de trabajo por parte de los estudiantes para dar respuesta a la pregunta seleccionada y 4) discusión y explicación de la respuesta de la pregunta planteada.

Los grupos de estudiantes buscaron, revisaron y tuvieron presente diferentes fuentes de información (videos, artículos científicos, páginas web, entre otros), tomaron decisiones para responder la pregunta, dieron cuenta de la explicación en una hoja de trabajo y por último discutieron y socializaron explicaciones ante la clase.

Los instrumentos de recolección de información empleados corresponden a libros de física, diario de campo, registro fotográfico y carpetas de trabajo pertenecientes a los grupos conformados por los estudiantes donde se recolectó evidencias de la bibliografía consultada y las hojas de trabajo que dan cuenta de las explicaciones.

RESULTADOS

Análisis Textual

Tanto las categorías de análisis seleccionadas como las grandes agrupaciones conceptuales que en su conjunto dan cuenta del fenómeno del rayo eléctrico, fueron

construidas a partir de la revisión teórica de los principios físicos del rayo y la exploración previa de seis textos de física (Tabla. 1). Siendo importante mencionar, que en el proceso de categorización emergieron otras categorías a considerar.

Tabla 1. Libros de la asignatura de Física seleccionados para el análisis textual.

| Nombre | Autor | Año | Editorial | Volumen | Ciudad |
|----------------------|---|------|------------------------|---------------------------|----------|
| Física | Romero Medina, O. L., y Bautista Ballén, M. | 2011 | Hipertexto Santillana | Vol. 2 | Colombia |
| Física Universitaria | Sears, F., Zemansky, M., y Young, H. | 2009 | Pearson Education | Vol 2, Décimo primera ed. | México |
| Física Conceptual | Hewitt, P | 2004 | Pearson Education | Novena edición | México |
| Física II | Cutnell, y Johnson. | 2014 | SyM | Vol. 2 | Colombia |
| Física General | Ribeiro da luz, A. M., y Alvarenga Álvares, B | 2014 | OXFORD | Cuarta edición. | México |
| Física 11 | Zalamea Godoy, París Espinosa, y Rodríguez | 2013 | Grupo Editorial Educar | ----- | Bogotá |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Dentro de las categorías establecidas se encuentra: El lugar que ocupa el tratamiento del tema, los conceptos asociados al fenómeno, la representación gráfica y la relación con situaciones de la cotidianidad. En cada categoría se establecieron subcategorías con su respectiva codificación (Tabla, 2)

Tabla 2. Categorías y subcategorías de análisis textual.

| CATEGORÍAS | | | |
|---|---|---|--|
| A: Lugar que ocupa el tratamiento del tema | B: Conceptos asociados al fenómeno | C: Representación gráfica | D: Relación con situaciones de la cotidianidad |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tema de un Capítulo (C) ➤ Subtema de un Capítulo (SC) ➤ Ejemplos (E) ➤ Preguntas (PG) ➤ Ejercicios o Problemas propuestos (EPP) ➤ Lecturas (L) ➤ Notas complementarias o datos curiosos (NC-DC). ➤ Biografía del Científico Benjamín Franklin y el estudio del pararrayos (BC) ➤ Práctica de Laboratorio (PL) | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Campo Eléctrico (CE) ➤ Carga Eléctrica Migrante (CEM) ➤ Chispa Eléctrica (CHE) ➤ Diferencia de Potencial (DP) ➤ Ionización del Aire (IA) ➤ Energía Potencial (EP) ➤ Fuerza Eléctrica (FE) ➤ Tormenta Eléctrica (TE) ➤ Nube Tormentosa-Electrización (NT) ➤ Tipos de descargas (TDD) ➤ Pararrayos (P) ➤ Relámpago (R) ➤ Trueno (T) | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fotografías de Relámpagos (FR) ➤ Imagen representativa de rayos Nube-Tierra (INT) ➤ Imagen representativa de rayos Nube-Nube (INN) ➤ Imagen de una Nube Electrizada (INE) ➤ Imagen de un pararrayos ejerciendo su acción protectora contra los rayos (IP) ➤ Descripción del proceso del rayo (DFR) | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Protocolo de Seguridad (PS) ➤ Creencias (CRE) ➤ Pararrayos para la protección de los rayos en edificaciones (PE) |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

La frecuencia absoluta (Fig. 4) de cada una de las subcategorías en relación con los textos de análisis evidencia que el fenómeno del rayo en los libros de física se presenta con mayor ocurrencia en la sección de ejercicios o problemas propuestos y por su parte

los conceptos asociados con mayor frecuencia son en torno a la nube tormentosa y el proceso de electrización como punto de partida para que se genere el rayo eléctrico.

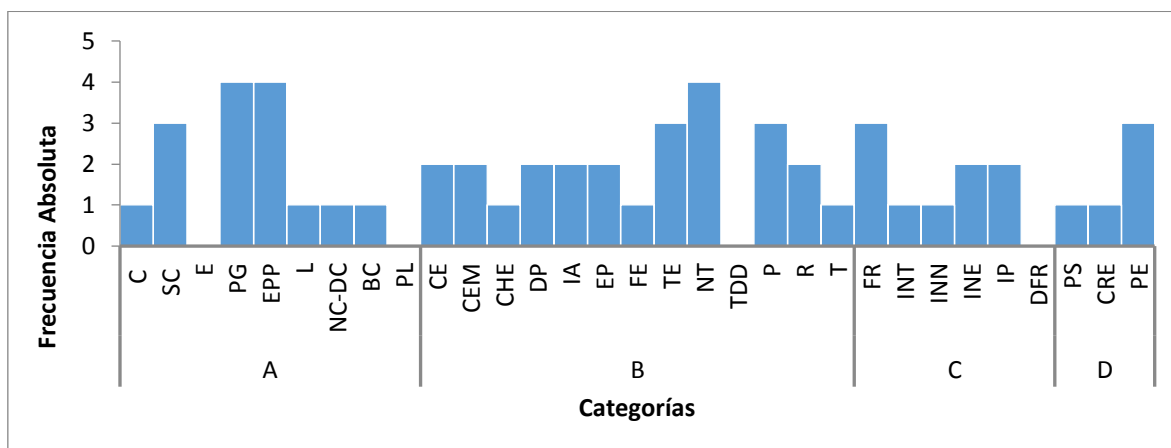


Figura 4. Grafica de frecuencia absoluta de las categorías. Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la categoría A; el 26,66 % indica que el fenómeno del rayo eléctrico es tratado en preguntas, el 26,66 % en ejercicios o problemas propuestos y un 20 % en el subtema de un capítulo. En bajo porcentaje con un 6,66 % para cada uno se registra el fenómeno en capítulos, lecturas, notas complementarias o datos curiosos y biografía del científico Benjamín Franklin y el estudio del pararrayos. En este sentido, surge el cuestionamiento ¿qué perspectivas pedagógicas tienen las editoriales de estos textos al momento de considerar los ejemplos y las prácticas de laboratorio?

En la categoría B en relación con los conceptos asociados al fenómeno se encuentra con un 16 % nube tormentosa y electrización, con un 12 % nube tormentosa y un 12 % pararrayos. Dentro de la categoría C se destaca con un 21,42 % las fotografías de relámpagos en los libros de texto. Mientras, en la categoría D emerge con un 21,42 % la relación del fenómeno del rayo con el pararrayos para la protección en edificaciones.

En términos generales, el libro número 5 es el que tiene mayor aproximación con situaciones de la vida cotidiana en comparación con los demás textos analizados. De acuerdo con esto ¿cuál es el papel que juegan los fenómenos en los libros de texto de Física?

Secuencia de Actividades

Los estudiantes se organizaron en cinco grupos de trabajo iniciando con la lectura de la historieta conceptual diseñada y aplicada con la intención de elicitar en los estudiantes

una serie de preguntas individuales y grupales en torno al fenómeno del rayo eléctrico (Anexo 1). Luego, cada grupo de trabajo seleccionaron una pregunta de interés común para la cual dieron una explicación de la respuesta empleando el proceso metodológico que consideraban pertinente y generando posteriormente una socialización en el aula, se empleó una codificación de los instrumentos de medición para el análisis de datos presentados en la tabla 3.

Tabla 3. Codificación de los instrumentos de medición.

| INSTRUMENTO | DESCRIPCIÓN | CÓDIGO | EJEMPLO |
|----------------------|---|------------|---|
| Diario de Campo | DC: Diario de Campo #1: Número del diario de campo P: Párrafo #2: Número del párrafo | DC#1P#2 | DC1P2 Diario de campo #1 correspondiente al párrafo 2 |
| Registro fotográfico | RF: Registro Fotográfico #1: Número de foto F: Fase #2: Número de Fase A: Actividad #3: Número de la actividad | RF#1F#2A#3 | RF2F1A4 Foto número 2 correspondiente con la fase 1 y la actividad número 4. |
| Carpetas | G: Grupo #1: Número del grupo F: Fase #2: Número de fase A: Actividad #3: Número de la actividad GT: Todos los grupos (incluye todos los grupos de trabajo) | G#1F#2A#3 | G1F1A2 Grupo 1, fase 1 y actividad 2 |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se interpretan los resultados de cada grupo por medio de la categorización de las explicaciones de tipo Causal, Interpretativa, Genética, Funcional y Descriptiva de la siguiente manera:

Grupo 1: *¿Por qué la lluvia es un factor recurrente en la historia y cuál es su relación con el fenómeno del rayo?* por medio de una explicación causal se da cuenta por qué el fenómeno del rayo eléctrico se comporta de una determinada manera, considerando que cada suceso físico como lo es la lluvia es la causa de que este se dé.

En este sentido, el grupo 1 explica en la hoja de trabajo (Fig. 5) la lluvia a partir de la precipitación del agua que se da desde la nube hasta el suelo producto de la condensación del vapor del agua y la acción de la gravedad.

Luego, como lo menciona un estudiante del grupo en el discurso [cuando se produce el granizo, la fricción y colisión entre las partículas que están dentro de la nube, generan una transferencia de cargas eléctricas positivas y negativas, la base de la nube tiene cargas negativas y en la parte de arriba positivas, todo esto está relacionado con el rayo] **DC4P3**.

De este modo, se asocia la precipitación en forma líquida del agua (la lluvia) como el suceso inicial para que se genere el rayo. Refiriéndose a la lluvia como factor necesario y primordial para la generación de descargas eléctricas, es así, que un estudiante del grupo expresa [por eso la lluvia estaba relacionada en varias partes de la historieta conceptual] **DC4P3**. [Y esta se concibe como la causante de daños en aparatos electrónicos cuando se da una tormenta eléctrica como un suceso a grandes magnitudes] **G1F1A3**.

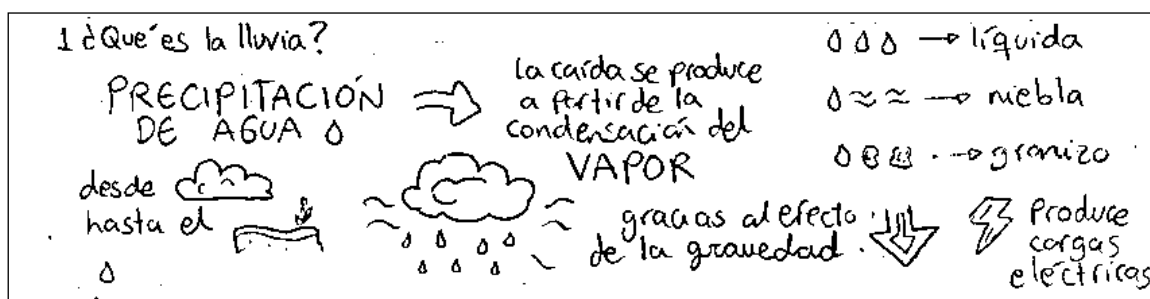


Figura 5. Explicación grupo 1 (G1F1A3). Fuente: Elaboración propia de los autores.

Otros factores en relación con el rayo es el relámpago y el trueno, explicados respectivamente como [el resplandor generado por una descarga eléctrica y el ruido vinculado a un rayo o relámpago] **G1F1A3**. Es decir, se apela a la idea de simultaneidad, considerando la descarga eléctrica, el relámpago y el trueno presentes al mismo tiempo, sin mencionar cuál es originado primero.

Grupo 2: A la pregunta *¿Por qué ocurre el fenómeno del rayo?* Los estudiantes del grupo apelan en primera medida a una explicación genética ya que la intención de explicar el fenómeno se deriva bajo ciertas condiciones dadas en un hecho histórico en particular. Como lo relata el acontecimiento histórico de Benjamín Franklin y el experimento con la cometa (Fig.6), puntualizando que [fue quien descubrió el carácter eléctrico del rayo y así

mismo el propulsor del pararrayos. Reconociendo al pararrayos como una varilla de metal que se sitúa desde la punta de un edificio hasta miles de metros bajo tierra, donde el rayo es atraído por dicho metal] **DC4P1**.



Figura 6. Explicación del grupo 2 referente al pararrayos (**G2F1A3**). Fuente: Elaboración propia de los autores.

Luego acuden a una explicación causal fundamentada en lo científico, explicando por qué el fenómeno se comporta como lo hace, basados en una fuente bibliográfica web acerca de los rayos y pararrayos. Donde se responde al ¿por qué del comportamiento de los rayos eléctricos?, indicando que casi todas las descargas naturales se producen por una interacción dada entre partículas positivas y negativas, mencionando la idea de la idea de polaridad en el interior de la nube, con cargas positivas en la parte superior y cargas negativas en la parte inferior de la nube (Fig. 7). Es decir, existe una configuración u organización entre cargas como condición para que se dé el fenómeno de las descargas electrostáticas.

Aquí, es importante señalar que los estudiantes asumen en el proceso inicial de la descarga eléctrica el contacto entre dos partículas de hielo, es decir el origen es macroscópico. La idea de descarga está asociada a un efecto entre una nube que ha

acumulado carga que se pone en “contacto” con algún elemento del medio y como resultado de esta interacción se descarga.

Son descargas electrostáticas* que se dan entre una nube y la superficie de la Tierra o entre ^{de carga natural} dos nubes. Se produce así: Dentro de una nube de tormenta hay partículas de hielo que chocan unas contra otras. Estos choques hacen que se separen las cargas eléctricas: Las positivas (protones) que se quedan en la parte superior de la nube mientras que las negativas (electrones) se forman en la

Figura 7. Información reportada por el grupo 2 para explicar por qué ocurre el fenómeno del rayo (G2F1A3). Fuente: Elaboración propia de los autores.

Así mismo, explican que [el rayo puede transportar una carga de electrones en menos de un segundo equivalente a 100 millones de bombillas ordinarias, es decir, que el rayo es de 206W de potencia] **DC4P2** y que los rayos eléctricos tienen una forma en particular de [árbol con distintas ramas, enfatizando en el transporte de corrientes eléctricas y la generación de potenciales eléctricos] **DC4P2**.

La descarga eléctrica está asociada al transporte de corrientes eléctricas, es decir el flujo de carga eléctrica (electrones) y como consecuencia la generación de un potencial eléctrico. La causa del fenómeno del rayo según el grupo reside principalmente en los electrones que circulan y la generación de un potencial eléctrico.

Grupo 3: Por medio de una explicación interpretativa cuya finalidad es asignar, desarrollar o ampliar un significado, aventurando por una hipótesis en la fase inicial de razonamiento, a la pregunta *¿A qué magnitud debe caer un rayo para que éste afecte negativamente al uso de la corriente alterna en los hogares? (nivel del voltaje)* el grupo 3 estableció una relación entre el nivel de consumo de voltaje y el nivel de tormenta de acuerdo a una gráfica (Fig. 8). En este sentido, los estudiantes asumen una relación inversa, entre la intensidad de la tormenta y la disminución del consumo de energía, hasta tal punto que puede producir apagones en los hogares.

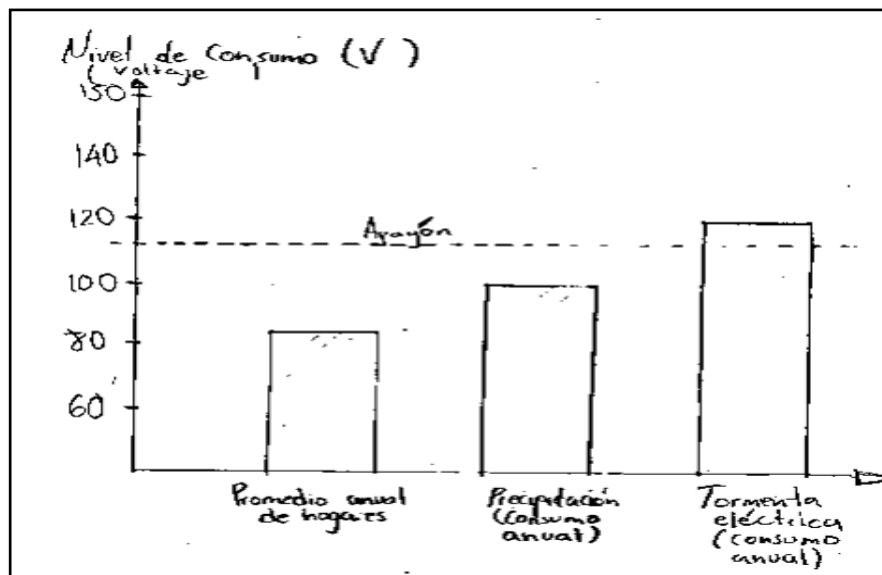


Figura 8. Explicación del voltaje en relación con las tormentas eléctricas (G3F1A3).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Un estudiante de este grupo analiza y expresa al momento de revisar las fuentes de información [entre más llueve, más rayos y en las zonas costeras, no han visto noticias que siempre se dañan los aparatos porque caen rayos] **DC3P5**. De acuerdo a esto, la intensidad de la tormenta para este grupo tiene una relación con la posibilidad del consumo de energía en los hogares en la medida en que a mayor intensidad se afecta el consumo de energía de manera que existe un punto en donde el “apagón” revela fehacientemente el momento final en el que el consumo de energía en el hogar termina (la tormenta eléctrica es algo que va consumiendo la energía del hogar y si su intensidad es grande el consumo es total).

Asu vez en medio de los relatos de las vivencias, un estudiante mencionó luego de leer la historieta conceptual [mi abuela y mi mamá me decían que cuando cayeran los rayos no gritara porque eso los atraía] **DC2P8**.

Una posible interpretación metafórica de este grupo sobre la descarga eléctrica estaría asociada a la tormenta como una especie de un monstruo que se traga la energía, llega a un punto que no queda nada.

Grupo 4: El grupo al iniciar la explicación aclara que [aunque tenían otra intención decidieron comprender en primera medida el rayo] **DC4P6**. La pregunta que se había planteado en un principio fue *¿Cuál es la causa de que ocurra un apagón luego de un*

rayo? De esta manera se hace evidente la toma de decisiones como grupo de entender los principios físicos del rayo para luego dar cabida a otras explicaciones.

En la hoja de trabajo y en el discurso se presentaron explicaciones causales y descriptivas ya que a modo de secuencia se narra cómo se comporta el fenómeno y se reitera que este se presenta como una consecuencia de ciertos acontecimientos particulares para lo cual se emplea un mapa mental (Fig. 9) que da cuenta de las variables físicas y elementos en relación con los principios físicos del rayo eléctrico, expresando que este se produce debido a la interacción entre partículas y como consecuencia se genera una diferencia de potencial eléctrico dentro de la nube, así, la Tierra se carga positivamente y se produce una descarga eléctrica.

Es decir, se reconoce al rayo eléctrico desde una polaridad con cargas positivas y negativas, enfatizando que los rayos que “llevan” las cargas positivas entre la nube y la tierra son menos frecuentes (10 %) (G4F1A3).

Además, se indica en el proceso de socialización que [el rayo se origina por un desequilibrio en la carga eléctrica de la atmósfera, suelen caer en cualquier lugar, si se oye un trueno hay posibilidad de que caiga un rayo, de esta manera se hace una distinción entre el trueno (sonido) y relámpago (luz que acompaña al rayo)] DC4P6.

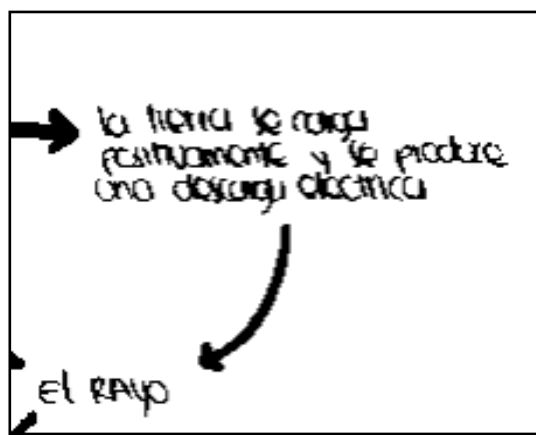


Figura 9. Explicación del grupo 4 (G4F1A3). Fuente: Elaboración propia de los autores.

En el diagrama se refleja una relación entre rayo y tormentas eléctricas, y también es evidente que para los estudiantes es un elemento importante la manera como se distribuye la descarga en el planeta por año. Además, se intenta dejar claro el papel de los actores, por ejemplo, la tierra y las nubes. Entendiendo que la tierra se carga

positivamente, no se indica cómo se carga, pero si se destaca como la generadora de las descargas eléctricas, cumpliendo un papel protagónico.

En cuanto a los rayos, se les comprende como un agente que transporta carga positiva y negativa desde la nube a la tierra y viceversa.

Grupo 5: Se da explicación a la pregunta *¿Pueden las ondas sonoras al momento de la lluvia atraer un rayo, puede este caer en cualquier lugar o algún factor interviene?* Desde la intencionalidad de prevención contra el rayo eléctrico se da una explicación descriptiva, respondiendo a qué sucede en momentos de un antes, durante y después de la presencia del rayo como se aprecia en la representación realizada por el grupo en la hoja de trabajo (Fig. 10).

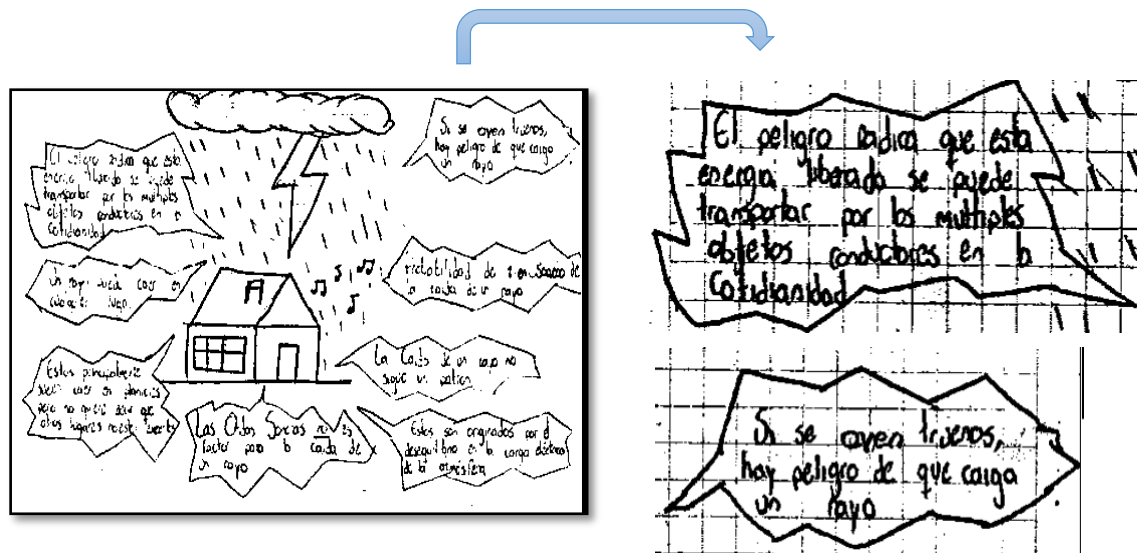


Figura 10. Explicación del voltaje en relación con las tormentas eléctricas (G5F1A3).
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Permitiéndose señalar que los estudiantes del grupo asumen a los rayos desde una mirada de peligro eminente, [originados por un desequilibrio en la carga eléctrica de la atmósfera] **G5F1A3** en donde se reconoce por lo tanto, que se [da por el ciclo del agua, en el momento que el vapor asciende hacia la atmosfera y forma las nubes, dentro de estas se presentan colisiones o choques entre partículas cargadas eléctricamente, positivas o negativas que dan inicio al fenómeno] siendo en un principio el sonido (trueno) el

precursor de la “caída de un rayo” es decir, quien permite alertar la presencia de la descarga eléctrica.

Durante la presencia del rayo se puede inferir que el grupo da por hecho que el rayo viaja en un solo sentido desde la nube hacia la tierra y tiene propagación aleatoria [no sigue un patrón] **G5F1A3**, liberando energía que puede ser transportada por objetos conductores.

Por último, en la explicación, los estudiantes concluyen que [la lluvia no siempre está asociada con los rayos eléctricos ya que se conocen también las tormentas secas y la onda sonora no es un factor que decida la caída o no de los rayos eléctricos] **DC4P4**. Concluyen que [al momento de caer un rayo se da simplemente al azar y en concentraciones de mayor energía] **DC4P4**.

Se hace pertinente mencionar que durante la fase II [al momento de la indagación bibliográfica de información y la explicación a las respuestas de las preguntas que plantearon los grupos, surgieron otras preguntas emergentes como: ¿Qué es cumulonimbus? ¿Qué son las descargas eléctricas? ¿Es necesario un estabilizador para que se protejan los aparatos electrónicos? ¿Qué es potencial eléctrico? ¿Los rayos caen? ¿Qué carga eléctrica tienen los rayos? ¿Cómo funciona un pararrayos?] **DC4P10**

CONCLUSIONES

A pesar de los aportes, investigaciones y estudios que se han realizado a lo largo de la historia con la finalidad de construir una explicación del fenómeno natural del rayo eléctrico, desde la mitología, los principios físicos de la electricidad y de las teorías relativistas. Aún no se tiene una teoría avalada por la comunidad científica que dé cuenta del proceso físico que da como consecuencia la aparición del rayo. Pero, se reconoce que el rayo eléctrico involucra un gran número de conceptos físicos como las cargas eléctricas, el campo eléctrico, corriente eléctrica entre otros que son comprendidos en la actualidad y que pueden ser abarcados por los textos de Física y estudiados en el aula de clases empleando el modelo de Aprendizaje Basado en Fenómenos que ofrece grandes expectativas como revolución educativa.

La importancia de las explicaciones que van construyendo los estudiantes depende de las necesidades e intereses que se han generado. Así mismo, dentro de la narrativa

surgen explicaciones integradas, es decir, que no se interpreta un único tipo explicación en relación con cada grupo sino por el contrario se reconoce en algunos casos el uso de distintos tipos de explicaciones dentro de los diálogos y a partir de todos los instrumentos de recolección de la información.

No se evidenciaron explicaciones predictivas que den cuenta de cómo debería comportarse el fenómeno del rayo en otras circunstancias. Además, en ciertas etapas del proceso los alumnos están lejos de dar explicaciones científicas, es el docente el que tiene el rol de ayudar a tejer las relaciones entre las explicaciones parcialmente construidas, articulando las distintas piezas del rompecabezas que surgen de las actividades realizadas.

REFERENCIAS

- Carrascosa Alís, J. (2013). Ideas alternativas en conceptos científicos. *Revista Científica*, 18, (1) 111-137. DOI: <https://doi.org/10.14483/23448350.5591>
- Bolio, P. A. (2012). Husserl y la fenomenología trascendental: Perspectivas del sujeto en las ciencias del siglo XX. *Reencuentro*, 65, 20-29.
- Castiblanco, O., y Vizcaino, D. (2006). Pensamiento critico y reflexivo desde la enseñanza de la Física. *Revista Colombiana De Física*, 38(2), 674-677.
- Chaparro, C. I., Gonzáles, J., Orozco, J. C., Pedreros, R. I., y Vallejo, J. I. (1997). Introducción a la física de procesos desde una perspectiva fenomenológica. *Revista Educación y Pedagogía*, 9(18), 117-129.
- Echeverría G, G. (2005). Analisis Cualitativo por Categorías. *Universidad Academia de Humanismo Cristiano. Escuela de Psicología*.
- Falcon, N. (2017). La electricidad atmosférica y el relámpago del rio catatumbo. *Meteorología y Física Atmosférica*, 113.
- Flores-Camacho, F. (2010). La construcción y transformación de las representaciones en el aprendizaje de la física. *Cuaderno México*(2).
- Karlsson, P. (2017). *Teachers' Perspectives on the National Core Curriculum of Basic Education 2016*. Aalto University.

- Kurki-Suonio, K. (2012). Concepts as gestalts in physics teacher education. *Gestalt Theory*, 35(1).
- Lambert, C. (2006). Edmund Husserl: la idea de la fenomenología. *XLVII*, 517 - 529.
DOI: <https://doi.org/10.4067/S0049-34492006000300008>
- Martínez Miguélez, M. (2004). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México: Editorial Trillas.
- Östergaard, E., Hugo, A., y Dahlin, B. (2007). From phenomenon to concept: Designing phenomenological science education. In *6th IOESTE Symposium for Central and Eastern Europe*, (pp. 123-129).
- Porta, L., y Silva, M. (2003). La investigación cualitativa: El Análisis de Contenido en la investigación educativa. *Red Nacional Argentina de Documentación e Información Educativa*, 1-18.

Anexo 1.

