



**RELACIÓN ENTRE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EXPLICACIÓN  
DE FENÓMENOS Y EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS  
BÁSICOS DE ELECTRICIDAD**

**HÉCTOR JAVIER DELGADO VENEGAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
MANIZALES**

**2022**

**RELACIÓN ENTRE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EXPLICACIÓN  
DE FENÓMENOS Y EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS  
BÁSICOS DE ELECTRICIDAD**

**Autor:**

**HÉCTOR JAVIER DELGADO VENEGAS**

Proyecto de grado para optar el título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

**Asesor del Proyecto:**

**MG. ANA MILENA LÓPEZ RÚA.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
MANIZALES**

**2022**

## DEDICATORIA

*A Dios fuente y autor de la vida, quien me ha permitido realizar este estudio de manera satisfactoria.*

*A mi esposa y mis hijos, por todo su amor, por ser pacientes y apoyarme durante el tiempo de estudio.*

*A mis profesores que me brindaron los conocimientos necesarios para cumplir con esta meta.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por ser un pilar fundamental para que poco a poco conquiste mis sueños.

A la Mg. Ana Milena López Rúa, por aceptarme en el grupo de sus pupilos, por su dedicación, paciencia y apoyo incondicional durante todo el proceso de mi formación en la maestría, sin su ayuda nada de esto sería posible.

A mis profesores de la maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales por su gran entrega, dinamismo y servicio, durante mi proceso de formación.

A mis queridas estudiantes de grado undécimo futura generación 2022, por hacer parte de este proyecto de investigación.

## RESUMEN

**Objetivo:** Caracterizar la relación entre la explicación científica de fenómenos y el aprendizaje de conceptos básicos de electricidad en estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Julia Restrepo.

**Metodología:** Se realizó un estudio descriptivo con enfoque cualitativo donde se pretendió conocer un fenómeno presente en la realidad del aula de clase para aportar posibles soluciones al aprendizaje de la física; por lo tanto, se identificó el grado de explicación de fenómenos que tuvieron las estudiantes sobre el concepto de electricidad, para así, por medio de la aplicación de la unidad didáctica mediada por las TIC mejorar el desarrollo de la competencia científica.

**Resultados:** Algunas de las estudiantes presentaron cambios tanto en sus niveles como en los modelos explicativos utilizados para describir los fenómenos relacionados con electricidad. Se pudo establecer que el cambio en sus modelos explicativos se presentó simultáneamente con sus niveles explicativos.

**Conclusiones:** Se pudo establecer una relación de cooperación, es decir que a medida que las estudiantes fueron avanzando en el modelo explicativo se evidenció un aumento en el nivel de explicación, mientras las estudiantes mejoraban sus explicaciones en cuanto a estructura y nueva terminología empleada relacionada con términos científicos, iban aumentando su nivel explicativo y esto estaba relacionado con el modelo explicativo que utilizaron al momento de explicar fenómenos de manera científica.

**Palabras clave:** Competencia científica, niveles explicativos, modelos explicativos, Fenómenos eléctricos, aprendizaje.

## ABSTRACT

**Objective:** To characterize the relationship between the scientific explanation of phenomena and the learning of basic concepts of electricity in eleventh grade students at the Julia Restrepo Educational Institution.

**Methodology:** A descriptive study with a qualitative approach was carried out where it was intended to know a phenomenon present in the reality of the classroom to provide possible solutions to the learning of physics; therefore, the degree of explanation of phenomena that the students had on the concept of electricity was identified, in order to improve the development of scientific competence through the application of the didactic unit mediated by ICT.

**Results:** Some of the students presented changes both in their levels and in the explanatory models used to describe the phenomena related to electricity. It was established that the change in their explanatory models occurred simultaneously with their explanatory levels.

**Conclusions:** A cooperative relationship could be established, that is, as the students advanced in the explanatory model, an increase in the level of explanation was evidenced, while the students improved their explanations in terms of structure and new terminology used related to scientific terms, they were increasing their explanatory level and this was related to the explanatory model they used when explaining phenomena scientifically.

**Keywords:** Scientific competence, explanatory levels, explanatory models, electrical phenomena, learning.

## CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	11
2	ANTECEDENTES.....	13
3	AREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	17
4	JUSTIFICACIÓN.....	20
5	REFERENTE TEÓRICO.....	22
5.1	LAS COMPETENCIAS .....	22
5.2	LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS.....	24
5.2.1	Competencias Científicas Según el MEN .....	26
5.2.2	Competencias Científicas Según PISA .....	27
5.3	LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS .....	29
5.4	FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA DE LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA .....	31
5.4.1	Requisito Lógico Empírico De La Explicación.....	32
5.4.2	Estructura De La Explicación Científica.....	33
5.5	GENERALIDADES SOBRE ELECTRICIDAD .....	34
5.5.1	Breve Historia De La Electricidad.....	34
5.5.2	Motores Y Electromagnetismo: Grandes Avances.....	36
5.6	REPRESENTACIONES.....	38
5.6.1	Los Modelos Explicativos .....	40
5.6.2	Algunos Modelos Usados En Electricidad .....	41
6	OBJETIVOS.....	42
6.1	OBJETIVO GENERAL:.....	42
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	42
7	METODOLOGÍA .....	43
7.1	ENFOQUE Y ALCANCE .....	43
7.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO .....	44
7.3	UNIDAD DE TRABAJO .....	45
7.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	45
7.5	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	45

7.6	INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	47
7.7	UNIDAD DIDÁCTICA.....	48
7.7.1	Estructura De La Unidad Didáctica.....	50
7.7.2	Unidad Didáctica Mediada Por TIC .....	56
7.8	DISEÑO METODOLÓGICO.....	59
7.9	PLAN DE ANÁLISIS .....	60
8	RESULTADOS.....	62
8.1	INTRODUCCIÓN .....	62
8.2	ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO INICIAL (EN ADELANTE Ii) .....	63
8.2.1	Niveles Explicativos Iniciales (en adelante Nei).....	63
8.2.2	Modelos Explicativos Iniciales En Electricidad (en adelante Mei).....	67
8.3	ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO FINAL (EN ADELANTE IF) .....	70
8.3.1	Niveles Explicativos Finales (en adelante nef).....	71
8.3.2	Modelos explicativos finales en electricidad (mef).....	77
8.4	RED SISTÉMICA: ANÁLISIS DE MARCADORES DISCURSIVOS.....	83
8.5	RELACIÓN ENTRE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS Y EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS BÁSICOS EN ELECTRICIDAD .....	91
9	CONCLUSIONES .....	93
10	RECOMENDACIONES .....	94
11	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	95



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Recopilación de conceptos sobre competencia. ....	23
<b>Tabla 2.</b> Descriptores de los niveles de rendimiento en ciencias 2015. ....	28
<b>Tabla 3.</b> Niveles de la competencia científica explicación de fenómenos. ....	31
<b>Tabla 4.</b> Ejemplo. Estructura lógica de la explicación. ....	34
<b>Tabla 5.</b> Descripciones del modelo mental Jhonson-Laird y Norman. ....	40
<b>Tabla 6.</b> Modelos explicativos en electricidad. ....	41
<b>Tabla 7.</b> Categorías de la investigación. ....	46
<b>Tabla 8.</b> Estructura general de la unidad didáctica. ....	50
<b>Tabla 9.</b> Niveles explicativos por tendencia. ....	63
<b>Tabla 10.</b> Modelos explicativos iniciales por tendencia. ....	67
<b>Tabla 11.</b> Nivel explicativo final por tendencia. ....	71
<b>Tabla 12.</b> Tendencias de Niveles explicativos iniciales y finales. ....	72
<b>Tabla 13.</b> Comparación nivel inicial y final. ....	73
<b>Tabla 14.</b> Comparación entre Nivel de explicación inicial y final. ....	74
<b>Tabla 15.</b> Paso de nivel de explicación N1 a N1-N2. ....	75
<b>Tabla 16.</b> Cambio de nivel N1-N2 a N2. ....	76
<b>Tabla 17.</b> Cambio de nivel N1-N2 a N2-N3. ....	76
<b>Tabla 18.</b> Clasificación según modelo explicativo final por tendencia. ....	78
<b>Tabla 19.</b> Comparación de modelo explicativo inicial (Mei) y final (Mef) por tendencia. ....	79
<b>Tabla 20.</b> Respuestas que evidencian cambio de modelo explicativo de cotidiano (MEC) a precientífico (MEP). ....	80
<b>Tabla 21.</b> Respuestas que evidencian cambio de modelo explicativo de precientífico (MEP) a modelo explicativo de Ohm (MEO). ....	81
<b>Tabla 22.</b> Comparación niveles y modelos explicativos iniciales y finales. ....	92

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representaciones múltiples.....	39
<b>Figura 2.</b> Diseño metodológico. ....	60
<b>Figura 3.</b> Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con descargas(p1).....	83
<b>Figura 4.</b> Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con transferencia de carga.....	84
<b>Figura 5.</b> red sistémica inicial sobre el uso de concepciones iniciales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con transferencia de carga (p3, p4, p5, p6, p10).....	86
<b>Figura 6.</b> Red sistémica final sobre el uso de concepciones finales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con transferencia de carga (p3, p4, p5, p6, p10).....	87
<b>Figura 7.</b> Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con cargas en movimiento, fenómenos internos (p8, p9, p11, p12). ....	88
<b>Figura 8.</b> Red sistémica sobre el uso de concepciones finales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con cargas en movimiento, fenómenos internos (p8, p9, p11, p12). ....	89

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	103
ANEXO 2 INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”.....	104
ANEXO 3 ACTIVIDAD 2.....	109
ANEXO 4 INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”.....	112
ANEXO 5 INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”.....	118
ANEXO 6 INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”.....	120

## 1 PRESENTACIÓN

El presente proyecto tiene como propósito caracterizar la relación entre la competencia científica explicación de fenómenos y el aprendizaje de conceptos relacionados con electricidad, utilizando diferentes recursos educativos mediados por TIC; este surge de la necesidad por mejorar la forma en que los estudiantes explican fenómenos de la naturaleza y así lograr obtener un mejor rendimiento académico tanto en el área de ciencias naturales, como en pruebas saber y simulacros internos aplicados por diferentes empresas.

En cuanto a la búsqueda de antecedentes se encuentran diferentes autores que evidencian las dificultades que presentan los estudiantes en el momento de explicar fenómenos que involucran términos un poco abstractos y la manera de abordarlos por medio de diferentes estrategias didácticas, todo con el propósito que los estudiantes mejoren su rendimiento académico y desarrollen un nivel de explicación que les permita dar cuenta de la ocurrencia de algunos fenómenos desde un ambiente científico.

En lo relacionado con el marco teórico, se aborda el concepto de competencia de manera general y de forma gradual se hace un recorrido por la competencia científica desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y desde La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), ahora de manera específica se define la competencia científica explicación de fenómenos, donde se trata su fundamentación epistemológica; además, se presenta la estructura de la explicación científica (desde Hempel), la historia y epistemología de la electricidad, para finalizar con representaciones y modelos explicativos.

En lo metodológico, para el desarrollo de esta investigación, se propone un estudio cualitativo descriptivo, en el que se implementaron estrategias para mejorar los niveles y modelos explicativos en el aprendizaje de concepto básicos de electricidad, en estudiantes de grado undécimo. Para el cumplimiento de este propósito se diseña y aplica un instrumento de indagación aplicado antes y después de la implementación de la unidad didáctica, compuesta de un conjunto de secuencias con estrategias didácticas específicas mediadas por TIC, diseñadas según las necesidades de las estudiantes.

Por último, la implementación y desarrollo de la unidad didáctica buscó abordar los criterios para potencializar la competencia científica explicación de fenómenos referidos en PISA (2017) y mediante la aplicación de un instrumento de indagación inicial y final se obtuvo información que se organizó por medio de matrices para facilitar su análisis y posterior triangulación con el fin de dar mayor sustento teórico a la información obtenida; también se elaboró redes sistémicas para analizar el comportamiento de los distintos términos empleados en las explicaciones iniciales y finales y observar de forma cercana la aproximación a algunos términos del ámbito científico. Con toda la información recolectada se logró identificar los niveles y modelos explicativos de las estudiantes y su evolución.

## 2 ANTECEDENTES

Desde los antecedentes, se puede notar que Guisasola et. al (2008) interesados por analizar las formas de razonamiento que tienen los estudiantes universitarios al momento de dar explicaciones sobre procesos de carga eléctrica en cuerpos, en su investigación detectaron que se presentan serias dificultades de aprendizaje por parte de los estudiantes en los fenómenos de carga eléctrica de cuerpos que se encuentran entre la electrostática y la electrocinética y en casos particulares por parte de la mayoría de estudiantes se muestra que no se utilizan de manera científica los conceptos importantes de la teoría eléctrica como carga, diferencia de potencial y capacidad eléctrica, incluso después de haber realizado cursos introductorios de física, al intentar explicar los procesos de carga eléctrica de un cuerpo.

Furió y Guisasola (1999) realizaron una investigación que involucró concepciones alternativas en estudiantes haciendo referencia a cuestiones relacionadas con cargas, para determinar hasta qué punto estos comprendían de manera integrada de los fenómenos eléctricos. Se dieron cuenta que cuando se les preguntaba acerca de situaciones que involucraban la interacción de cargas eléctricas ellos no tienen en cuenta aspectos aprendidos en temáticas anteriores estudiadas en física y no los aplican a la hora de analizar problemas, además no analizan las diferentes situaciones que se presentan, dejándose confundir por los fenómenos a describir.

Desde una posición diferente, ya no observando a los estudiantes sino a los docentes, se encuentra la investigación realizada por Tecpán et. al (2014), quienes por medio de la aplicación de una prueba que medía conocimientos en electricidad y magnetismo aplicada a docentes formadores de institutos y centros tecnológicos se plantearon tres objetivos: diagnosticar el conocimiento inicial y el aprendizaje de electricidad y magnetismo logrado por docentes en el curso, describir qué dificultades de aprendizaje y preconcepciones estudiantiles son reconocidas por estos formadores de formadores e indagar si existe alguna correlación entre este conocimiento de dificultades y preconcepciones estudiantiles y el conocimiento disciplinar que tienen los profesores; donde ellos evidenciaron que los profesores presentaban dificultades conceptuales en algunas áreas incluidas en la prueba,

además que era fundamental que los docentes tuvieran claridad en los contenidos para que no presentaran dificultades a la hora de realizar las explicaciones a los estudiantes.

En la misma línea de ideas, a un nivel más avanzado, Velazco y Salinas (2001) se muestran inquietos acerca del por qué los estudiantes al ingresar a las diferentes universidades en los primeros semestres de sus carreras, muchas veces no obtienen buenos resultados en la asignatura de física, especialmente al momento de abordar las temáticas referentes a la electricidad y el magnetismo, sobre todo porque la formulación axiomática del electromagnetismo clásico muestra que hay un número de conceptos muy complejos que intervienen en la explicación y predicción de una amplia variedad de fenómenos, dentro de los cuales se incluyen los conceptos de campo, potencial y energía. En su estudio lograron evidenciar la necesidad de que en las prácticas educativas se complemente la enseñanza con abordajes cualitativos, que sean conceptuales y más comprensivos, de esta manera se les da mucha relevancia a los formalismos matemáticos dejando muchos vacíos en los estudiantes.

Es importante también mencionar algunas investigaciones relacionadas con el desarrollo de competencias científicas, es el caso de Ramírez (2018), quien apoyado en estudios de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos en adelante (OCDE), donde se evidencia que en Colombia los estudiantes presentan muchas falencias en la competencia científica explicación de fenómenos debido a diferentes factores que no contribuyen en el aprendizaje del estudiante, propone la implementación de una secuencia didáctica que promovía el uso de mapas mentales, la investigación y otras estrategias para su fortalecimiento, logrando reforzar la forma de explicar de los estudiantes.

Un estudio relacionado con la competencia científica explicación de fenómenos es el realizado por Suarez (2018), a estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen en la asignatura de Biología. El trabajo de investigación surgió al detectar debilidades en el área de ciencias naturales en las pruebas saber 2016 en torno a la competencia científica explicación de fenómenos. Se observa que después de la intervención por medio de la unidad didáctica, los estudiantes lograron reforzar algunos

aspectos en los que presentaban dificultades: en la modelación, relaciones causa y efecto y falta de motivación.

En otro estudio relacionado, Barrios y Lozano (2018) analizan la competencia científica explicación de fenómenos para caracterizar como se enseña ciencias naturales en el grado 5° en una Institución educativa de un municipio del Tolima, en su estudio realizado a estudiantes de este grado, por medio de pruebas iniciales lograron evidenciar un nivel muy bajo en esta competencia. Es donde proponen en el desarrollo de la investigación la implementación de algunos talleres de clase para favorecer al desarrollo de la competencia científica.

Dentro de las investigaciones que hacen referencia al uso de las TIC en el proceso de enseñanza se encuentra el trabajo realizado por Castiblanco y Vizcaíno (2008) donde enuncian que el uso de las TIC en la enseñanza de la física es importante para desarrollar en los estudiantes las diferentes habilidades de pensamiento que le ayudan a la producción científica y le dan relevancia al planteamiento de que en el momento de usar los recursos tecnológicos de manera adecuada contribuye a la mejora en los procesos de enseñanza por parte de docentes y de aprendizaje por parte de los estudiantes. Hablar del desarrollo de las habilidades del pensamiento en los estudiantes ayuda a comprender que la educación debe cambiar y que ya no se puede formar con base en la educación tradicional donde no interesa el desarrollo del pensamiento o de habilidades, hablar de desarrollo del pensamiento nos invita a todos los docentes a aprovechar todas las herramientas didácticas y tecnológicas que se han venido desarrollando en las últimas décadas y nos permiten acercar al estudiante al conocimiento de una manera más acertada.

También se encuentra el estudio de Ré et. al (2011), quienes muestran el aporte de las simulaciones para la realización de laboratorios virtuales en la enseñanza de la física, enfatizando en que su uso no debe suplir los trabajos prácticos y experimentales de laboratorio, sino que son un complemento y hacen un gran aporte de bajo costo y gran efectividad en cuanto a la visualización interactiva de las leyes que rigen un fenómeno, además como los jóvenes en la actualidad se mueven en el mundo de la informática y de los



programas computacionales es de gran motivación para ellos el uso de estas simulaciones, lo que contribuye en gran medida en el aprendizaje de los contenidos de la asignatura.

Otro estudio relacionado con las TIC es el de Serrano y Prendes (2012), el cual se realizó con base a un seminario de enseñanza de la Física dictado a 21 docentes en Murcia España, donde se plantea que el uso de diferentes recursos tecnológicos para la enseñanza de la Física facilita los procesos de enseñanza y el aprendizaje de esta, ya que permite que los estudiantes desarrollen autonomía, análisis científico y promueve en ellos el componente investigativo. Se resalta en gran manera que se realicen seminarios de actualización en la enseñanza de las ciencias, y que se motive a los docentes a perder el miedo por utilizar los medios tecnológicos y cambien sus modelos de enseñanza que muchas veces solamente se centran en el uso del tablero y resolver ejercicios que los estudiantes no entienden. Esto debe ir direccionado por las secretarías de educación municipales o departamentales, para ello se deben lanzar propuestas al ministerio de educación, ya que son espacios que se han perdido o en algunos casos nunca se han generado.

### **3 AREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

En la actualidad se torna cada vez más complicado ser educadores, en la medida en que de manera sorprendente va cambiando la población estudiantil a la que uno se dirige, se puede notar que la misión de formar personas es cada día un nuevo reto que exige de mucha entrega y dedicación para generar interés en los educandos. Los estudiantes del mundo de hoy no tienen mucho interés por leer o consultar para ampliar los conocimientos adquiridos en la clase, están entregados a las redes sociales y a otras cuestiones y no se preocupan por desarrollar esta faceta; aquí comienza el desafío de impactar con nuestras prácticas educativas —que en las últimas décadas se han tornado rutinarias para los estudiantes y más en este tiempo de pandemia—esperando que aparte de generar un interés, potencialicen en ellos sus diferentes niveles de pensamiento, de tal manera que se logre aumentar su gusto por las ciencias naturales y poco a poco desarrollar diferentes competencias.

El presente proyecto tiene como propósito identificar la relación entre la competencia científica explicación de fenómenos y el aprendizaje de conceptos relacionados con electricidad, utilizando diferentes recursos educativos mediados por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante TIC), para ello se presenta la descripción de la problemática desde dos aspectos centrales: el primero desde la experiencia docente por medio de la cual se ha podido identificar ciertas dificultades mientras los estudiantes se enfrentan al conocimiento de la física por medio del análisis de diferentes situaciones presentes en la naturaleza y el segundo referido a los antecedentes, que dan cuenta de que se presenta una problemática con relación a las categorías del trabajo.

Desde la experiencia como docente en diferentes instituciones educativas se ha detectado mediante la aplicación de pruebas internas tipo pruebas saber, que los estudiantes presentan algunas dificultades en el momento de analizar situaciones que involucran conceptos un poco abstractos y al realizar el respectivo plan de mejoramiento con el área de ciencias naturales se ha encontrado que ellos en su acercamiento a la física aún no asimilan todos los conceptos nuevos que involucran el desarrollo de esta ciencia y a pesar de que desde las

ciencias naturales se les han dado aproximaciones por medio del entorno físico, aún se observan discrepancias conceptuales.

Hablando de un caso específico, sería fenómenos relacionados con electricidad; se ha notado que el hecho de asimilar conceptos complejos como el de carga eléctrica, campo eléctrico, potencial u otros relacionados, hace que ellos se predispongan al aprendizaje de los contenidos temáticos, además ven la electricidad como una aplicación de fórmulas donde obtienen como resultados valores numéricos que no entienden y al realizar actividades de laboratorio hacen las mediciones de acuerdo a las guías propuestas, pero al momento de sacar las conclusiones se sienten cortos de lenguaje y presentan dificultades para describir lo que hicieron mientras realizaban esas mediciones. Por lo anterior, es muy notorio que hay que fortalecer en ellos la explicación de fenómenos relacionados con las ciencias naturales.

Ahora bien, en los resultados obtenidos en el 2020 para las pruebas saber 11 de acuerdo al reporte de resultados históricos presentado por el MEN, el 41% de las estudiantes que presentaron la prueba se ubicaron en el nivel 3 en ciencias naturales, donde para este nivel los puntajes tienen un rango entre 55 y 70 puntos, el puntaje promedio de la institución educativa fue 54 y la descripción para este desempeño en nivel 3 pide relacionar variables para explicar fenómenos naturales que es donde se ha notado debilidades presentes; para 2021 de modo similar se tuvo muy bajo rendimiento en cuanto a la competencia científica explicación de fenómenos.

En la institución educativa Julia Restrepo hemos encontrado que el presentar las temáticas de electricidad de manera puramente teórica ocasiona un bajo rendimiento académico, esto se ha podido evidenciar tanto en los ejercicios realizados dentro de la clase, como en resultados obtenidos en pruebas saber y simulacros internos aplicados por diferentes empresas.

Por lo mencionado anteriormente, es necesario motivar al estudiante ayudándole a cambiar sus paradigmas, y como docentes se ha visto necesario implementar ciertas estrategias dentro de las clases, de tal modo que se le brinde diferentes alternativas para su aprendizaje que vayan más allá de la enseñanza convencional del marcador y tablero y lo lleven a aprovechar el universo de las herramientas tecnológicas que se están desarrollando en la

actualidad, dentro de las cuales se encuentran: las simulaciones en Física, plataformas, videos, etc., con la intención de que estas le sirvan como apoyo para potencializar las competencias científicas, en este caso la explicación científica de fenómenos.

Los diferentes estudios acerca del buen manejo de las TIC como instrumento de aprendizaje de las ciencias naturales, contribuyen a identificar algunas alternativas que captan la atención de los estudiantes y les permiten aprender de una manera novedosa y divertida, alternativas que se salen de la educación tradicional del marcador y tablero y ayudan a complementar los conceptos que se explican en el aula de clase, es por esto que en esta investigación se pretendió implementar estrategias didácticas mediadas por TIC, pues es momento de aprovechar las distintas herramientas que se nos ofrecen en el mundo tecnológico que se desarrolla a pasos gigantescos, para así potencializar las diferentes habilidades de los estudiantes, especialmente el desarrollo de las competencias científicas.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente se llega a la siguiente pregunta de investigación:

*¿Cuál es la relación entre la competencia científica explicación de fenómenos y el aprendizaje de conceptos básicos de electricidad, en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Julia Restrepo?*

#### 4 JUSTIFICACIÓN

Una tarea importante para un científico después de haber observado un fenómeno o un proceso es encontrar la explicación adecuada, ya sea construyendo un modelo o aplicando un modelo existente para justificar lo observado. Por tal motivo, es importante desarrollar esta investigación, pues se pretende potenciar en las estudiantes el desarrollo de la competencia científica explicación de fenómenos, teniendo en cuenta que es una de las dimensiones del pensamiento científico y que al poseer esta competencia científica las estudiantes serán capaces de generar hipótesis explicativas en contextos donde hay una falta de conocimiento o de datos. Además, se espera que al adquirir conocimientos científicos básicos sean capaces de construir representaciones simples para explicar fenómenos científicos cotidianos, disponiendo de modelos científicos estándar y que los puedan utilizar para hacer predicciones.

Esta investigación es pertinente pues el avance tecnológico y científico del mundo de hoy a pasos agigantados, exige que las personas investiguen y de esta manera utilicen un lenguaje científico y que se alejen cada vez más del lenguaje corriente utilizado en la cotidianidad. Esto solamente se logrará si las estudiantes van desarrollando un pensamiento científico; hay que tener en cuenta que es esto será un proceso por lo que se comenzará potencializando una de las dimensiones de este como es: la explicación científica de fenómenos.

Los beneficiarios de la investigación son las estudiantes del grado once de la Institución Educativa Julia Restrepo de la ciudad de Tuluá con quienes se realizará la investigación, esto se esperaría que ocurra a corto plazo, a un mediano plazo se beneficiarán todas las estudiantes del grado once sobre las cuales se comenzará a fomentar el desarrollo del pensamiento científico y a largo plazo toda la institución educativa, implementando la utilización de la guía didáctica como instrumento de estudio empezando desde los grados inferiores.

Los aportes que brindará la investigación son: promover el desarrollo de la competencia científica explicación de fenómenos mediante la implementación de una unidad didáctica mediada por TIC y el estudio de una temática pretexto para conseguirlo, en este caso será el

estudio de fenómenos relacionados con electricidad, por medio de la aplicación de un cuestionario que permitirá detectar estados iniciales de competencia y de explicación, como preámbulo para que desde el área de ciencias naturales se fomente el desarrollo del pensamiento científico en las estudiantes, como lo mencionaba antes a futuro; además buscar que las estudiantes favorezcan sus habilidades explicativas en la elaboración de informes académicos, comenzando por el reconocimiento de algunos fenómenos de su entorno.

Es muy valioso para la Institución Educativa Julia Restrepo ver que sus estudiantes aprovechan al máximo los recursos institucionales como las aulas especiales para aprender otras disciplinas diferentes al área de sistemas, que les permita aparte de salir de su entorno diario como lo es el aula de clases, utilizar diversas plataformas especializadas (simulaciones en física) que les ayuden a reforzar los conocimientos adquiridos en el aula y así con ideas más claras puedan explicar de manera sencilla los diferentes fenómenos que se presentan en su entorno. De esta manera lograr potenciar el desarrollo de la competencia científica “explicación de fenómenos” que tantas dificultades ha traído a los estudiantes al abordar ciertas temáticas sobre todo en las pruebas de Estado y poder obtener mejores resultados en estas, son algunas metas a mediano y largo plazo.

## **5 REFERENTE TEÓRICO**

En el siguiente apartado se presenta el sustento teórico que respalda la investigación. Se abordan aquí las competencias bajo la mirada de diferentes autores, como paso para explicar las competencias científicas tomando dos referentes: el MEN y el programa para la evaluación internacional de estudiantes (en adelante por sus siglas en inglés PISA), donde este último muestra un campo muy amplio sobre competencias científicas y utiliza unos criterios que se utilizarán para la respectiva investigación. Asimismo, se abordan los aspectos históricos epistemológicos de la carga eléctrica, lo que lleva a presentar los modelos explicativos de esta.

### **5.1 LAS COMPETENCIAS**

El tema de las competencias es algo que se ha venido trabajando a lo largo de la historia en diferentes campos de la vida. Cuba (2016) elabora un constructo epistemológico sobre el término competencia y data su origen al año 1911 dándole su primer uso el Ingeniero Estadounidense Federick Taylor, en su obra “Los principios de la administración Científica” aquí utiliza el término competencia refiriéndose a la destreza particular que posee una persona y le permite realizar su trabajo de manera eficiente. Se cree que esta es una de las primeras ocasiones en que se utiliza el término de competencia y se realiza en el campo de la administración.

La RAE define la competencia como la pericia, aptitud o idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado, como este significado es muy generalizado, es necesario ahondar una representación en términos educativos que es en lo que se va a enfatizar de aquí en adelante.

Según Díaz (2006) a partir de la década de los noventa se presenta un afán por reforzar los procesos de formación académica con nuevas propuestas educativas, para ello se comienza a tener en cuenta la formación por competencias, fortaleciendo dentro de las instituciones educativas los planes de estudio basados en este enfoque. Aunque estos procesos de

investigación han servido mucho para nutrir la literatura, es algo que se irá dando gradualmente para ser adoptado en la educación básica, media técnica y formación superior, pero no con afanes ya que es un campo aún desconocido.

San Martín (2010), enuncia que las competencias se constituyen (y en eso consisten) en la confluencia de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes, todo ello puesto en práctica (en vivo) en situaciones reales del trabajo (en este caso) profesional. No obstante, dichas competencias no se agotan en situaciones de trabajo, sino que la persona se las apropia de manera integral y definitiva en la vida cotidiana. (p.9)

Esto muestra un concepto más elaborado que abarca muchos aspectos, no solo la idoneidad, sino un conjunto de herramientas, que, si se desarrollan de una manera óptima, les permitirán a las personas desempeñarse en su entorno de una manera eficiente.

López (2016) hace una recopilación del concepto de competencia desde varias fuentes conceptuales en diferentes perspectivas y la presenta en una tabla así:

**Tabla 1.** *Recopilación de conceptos sobre competencia.*

	<b>FUENTES CONCEPTUALES A LA NOCIÓN DE COMPETENCIA</b>
<b>PERSPECTIVA HISTÓRICA</b>	Llegar, ser capaz, tener la habilidad de conseguir algo, una cierta destreza, capacidad, permisión.
<b>PERSPECTIVA ETIMOLÓGICA</b>	Ir al encuentro una cosa de otra, responder, estar de acuerdo con, aspirar a algo, ser adecuado.
<b>PERSPECTIVA SEMÁNTICA</b>	Aptitud, idoneidad, quien conoce cierta ciencia o materia, experto en la cosa que expresa.

**Fuente:** López (2016), *En torno al concepto de competencia: un análisis de fuentes.*

En palabras de Pérez (citado por Moreno 2010, p4) una competencia es más que conocimientos y habilidades, es la capacidad de afrontar demandas complejas en un contexto particular, un saber hacer complejo, resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades, conocimientos, actitudes, valores, utilizados eficazmente en situaciones reales. Lo anterior evidencia un conjunto de características que no son superficiales, sino que tienen su complejidad y que utilizadas de la manera adecuada o



como lo expresa el autor de manera eficaz en situaciones de la vida real, estarían hablando de alguien competente.

Vasco y Acosta (2013) reflexionan acerca de la educación colombiana y mencionan que desde hace varias décadas no ha mostrado resultados en cuanto a productividad laboral y empresarial, esto llevaría a la adopción de un modelo educativo por competencias, donde afirman que el estudiante competente es aquel que da un paso crucial más allá en el desarrollo de su habilidad y que además de ser capaz de completar una tarea correctamente, también es capaz de encontrar nuevas tareas o situaciones en las que pueda aplicarla. Esta postura es interesante, pues el estudiante competente será capaz de completar sus tareas de manera adecuada y buscar entornos en donde pueda aplicarlas, para ello debe compenetrarse en su totalidad con los conceptos, con las temáticas y buscar nuevas alternativas siempre esto permitirá que el estudiante no se estanque, sino que sea activo en su proceso de aprendizaje.

Por otro lado, el MEN, define el término competencia como: “saber hacer en situaciones concretas que requieran la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes”. (MEN, 2006). La competencia responde al ámbito del saber qué, saber cómo, saber por qué y saber para qué”.

De lo anterior se puede evidenciar una nueva orientación de la enseñanza, buscando que el estudiante aprenda un conjunto de contenidos o saberes por medio de diferentes métodos, estrategias o recursos proporcionados por el docente. Además, debe ponerle un sentido específico que le muestre la importancia de esos saberes que se le están impartiendo, como también el contexto en donde los puede aplicar o el medio donde se desarrollan en la actualidad.

## **5.2 LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**

En nuestra cotidianidad se habla de ciencia, de conocimiento y de cómo con el paso del tiempo se ha va construyendo la ciencia en pro de mejorar la vida de los seres humanos es cierto, pero con tanta ciencia que se ha desarrollado ¿no deberíamos vivir mejor?

Es entonces cuando se piensa si el ser humano ha desarrollado un pensamiento científico o solamente se ayuda a pincelazos de algunas herramientas para intentar vivir mejor, deberíamos preocuparnos por comprender el espacio donde nos desarrollamos, sus necesidades, por interpretar de manera consciente nuestra realidad y transformarla, pero para esto se requiere de algunas capacidades especiales. Hernández (2005) menciona que las personas hoy en día necesitan tener una formación básica en ciencias para comprender su entorno y a participar en las decisiones sociales y para ello se debe desarrollar en la escuela las *competencias* necesarias para la formación de los ciudadanos por medio de una relación con las ciencias y con el mundo a través de estas, todo en miras de que seamos cada día mejores seres humanos; habla de competencias científicas como la capacidad para adquirir y generar conocimientos, que permitan en las personas el desarrollo de su capacidad crítica, reflexiva y analítica, indispensable en la vida ciudadana orientada por los ideales de la democracia y las define como: “el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiarse o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos”.

En líneas anteriores se menciona la competencia como una capacidad para que los individuos actúen de una forma determinada en una situación presentada, ahora al hacer énfasis a competencia científica se debe tener en cuenta que estas mismas capacidades que posee la persona le permitirán tomar posiciones respecto a las circunstancias presentes, pero ahora desde un punto de vista científico.

No se aprenden en la escuela solamente conocimiento en ciencias, sino que se deben desarrollar capacidades especiales para reflexionar con esta ciencia aprendida la realidad que le atañe cada día, he aquí la importancia de que como un proceso continuo para la formación del niño se le potencialice el desarrollo de su pensamiento con carácter científico. Hernández (2005) habla de dos tipos de competencia científica, la que les compete a los científicos para continuar hablando de ciencia mientras investigan cada día y la que nos compete a todos los ciudadanos para ser críticos ante las posibilidades que nos

ofrece el mundo de hoy y como las aprovechamos con todos los recursos que se nos brindan para tener mejores condiciones de vida.

Resulta muy interesante lo que menciona Hernández sobre la necesidad que tienen las personas de desarrollar una capacidad crítica y reflexiva tanto del mundo como del contexto donde se desenvuelven cada día y hay que enunciarlo como una prioridad por parte de los centros de formación quienes deben hacer ver al MEN la urgencia de iniciar el desarrollo de competencias científicas en el aula de clase pues aunque en diversos escenarios se ha propuesto comenzar con el estudio y desarrollo de estas, aún se evidencia el desarrollo de las clases tradicionales que se enfocan en la transmisión de contenidos solamente. Hay que comprometer a los maestros a cambiar el modo de enseñar en las aulas de clase atendiendo a los diferentes modelos pedagógicos que existen y que se acercan a las realidades del aula de hoy.

### **5.2.1 Competencias Científicas Según el MEN**

El MEN habla de competencias científicas como aquellas que ayudan a favorecer el desarrollo del pensamiento científico, que permiten formar personas responsables de sus actuaciones, ayudando a que sean críticas y reflexivas, capaces de valorar las ciencias, a partir del desarrollo de un pensamiento integral acorde con el contexto que va cambiando continuamente. (MEN, S/F).

En cuanto a competencias científicas en el componente disciplinar el MEN presenta las siguientes en el año 2006:

- Uso comprensivo del conocimiento científico
- Explicación de fenómenos
- Indagación

Como el presente trabajo pretende potencializar la competencia científica Explicación de Fenómenos, el MEN (2019) aborda de manera explícita en qué consiste esta y al momento de evaluarla espera que los estudiantes puedan:

- Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza sobre la base de observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico.

- Modelar fenómenos de la naturaleza basándose en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico, y la evidencia derivada de investigaciones científicas. Los estudiantes deben utilizar alguna versión de los modelos básicos que se estudian en las ciencias naturales hasta grado once, para representar o explicar el fenómeno que se les presente.
- Analizar el uso potencial de los recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo que brindan para las comunidades.

Es fundamental que el MEN establezca unos parámetros base como referentes para que los maestros planteen criterios adecuados para medir el grado de desarrollo de esta competencia científica en los estudiantes, la cual al estar dividida en 3 logros, se podrá abordar a manera de etapas, evidenciando para un desarrollo de la competencia que el estudiante: explica, modela y analiza, y al no cumplirse algunas de ellas, a manera de rúbrica poder indicar cuál de estos logros debe ejercitarse para el cumplimiento de la competencia.

### **5.2.2 Competencias Científicas Según PISA**

La OCDE tiene por misión promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas en todo el mundo. Por tal motivo a partir del año 2000 ha implementado una prueba que abarca las áreas fundamentales de la enseñanza como son: lenguaje, matemáticas y ciencias naturales, diseñada para conocer las habilidades de los estudiantes para analizar y resolver problemas, tratando de ofrecer un perfil de las capacidades de los estudiantes de quince años de todos los países donde se aplica. Además, busca evaluar el desarrollo de competencias en las áreas mencionadas tratando de evidenciar el nivel educativo de los estudiantes de diferentes países; para el área de ciencias naturales busca evidenciar que tan desarrollada se encuentran las competencias científicas que se han definido como:

“La capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones

sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él.” (PISA, 2017).

La OCDE de acuerdo con su Programa de evaluación internacional PISA (2017), presenta los requerimientos de los estudiantes para desarrollar las diferentes competencias científicas como son:

- La capacidad de explicar fenómenos científicamente.
- Interpretar datos y pruebas científicamente.
- Evaluar y diseñar la investigación científica.

Para esta investigación nos centraremos en la capacidad para explicar fenómenos científicamente, como se expresó en la justificación de la investigación.

Es importante resaltar que PISA al realizar evaluación de competencias científicas presenta unos descriptores generalizados que enmarcan toda la competencia científica, a continuación, se muestra una escala de niveles de rendimiento en ciencias que integra la competencia científica en sus tres dimensiones en la cual se describen siete niveles, del más avanzado (nivel 6) al más elemental (nivel 1b), así:

**Tabla 2. Descriptores de los niveles de rendimiento en ciencias 2015.**

<b>Nivel</b>	<b>Puntaje límite inferior</b>	<b>Descriptores</b>
6	708	En el nivel 6, el alumno o alumna es capaz de utilizar conocimiento de contenido sustantivo, procedimental y epistémico para ofrecer explicaciones, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos en una variedad de situaciones complejas de la vida. Saca conclusiones adecuadas en diferentes contextos y explica las relaciones causales de múltiples pasos. Es capaz de discriminar entre información relevante e irrelevante y relacionar con conocimientos de fuera del currículo normal. Puede distinguir entre argumentos basados en pruebas y teorías científicas y otros basados en otras consideraciones. Asimismo, puede desarrollar argumentos para criticar y evaluar explicaciones, modelos, datos e interpretaciones de diseños experimentales propuestos en una variedad de contextos personales, locales y globales.
5	633	En el nivel 5, el alumno o alumna es capaz de utilizar conocimiento de contenido sustantivo, procedimental y epistémico para explicar fenómenos no familiares y complejos, sucesos y procesos con cadenas causales jerarquizadas y múltiples. Es capaz de aplicar un conocimiento epistémico bastante sofisticado para evaluar diseños experimentales alternativos, justificar su elección y usar su conocimiento teórico para interpretar información y hacer predicciones. Al nivel 5, puede evaluar formas de explorar científicamente una pregunta dada e identificar las limitaciones en interpretaciones de conjuntos de datos, incluyendo fuentes y los efectos de la incertidumbre de los datos científicos.
		En el nivel 4, el alumno o alumna es capaz de utilizar conocimiento de contenido

4	559	sustantivo, procedimental y epistémico para proporcionar explicaciones, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos en una variedad de situaciones de la vida que requieren, sobre todo, un nivel medio de demanda cognitiva. Puede realizar experimentos con dos o más variables independientes en un contexto limitado. Es capaz de justificar un diseño experimental e interpretar datos de un conjunto moderadamente complejo en un contexto poco familiar, sacar conclusiones que vayan más allá de los datos y justificar sus afirmaciones.
3	484	En el nivel 3, el alumno o alumna es capaz de trabajar con contenido sustantivo moderadamente complejo para identificar o elaborar explicaciones sobre fenómenos conocidos. Es capaz de sacar algunas conclusiones a partir de diferentes fuentes de datos, en una variedad de contextos, y puede describir y explicar en parte las relaciones causales simples. Puede transformar e interpretar datos simples y es capaz de hacer comentarios sobre la fiabilidad de las demandas científicas. Distingue entre lo que es científico y lo que no lo es, e identifica algunas pruebas que apoyen un enunciado científico.
2	410	En el nivel 2, el alumno o alumna es capaz de usar conocimiento sustantivo de la vida diaria y conocimiento procedimental básico para identificar una explicación científica, interpretar datos e identificar la pregunta a la que responde un diseño experimental sencillo. Puede describir relaciones causales simples. Demuestra un conocimiento epistémico elemental, al ser capaz de identificar preguntas que se pueden investigar científicamente.
1a	335	En el nivel 1a, el alumno o alumna es capaz de utilizar un conocimiento sustantivo y procedimental básico que reconozca o identifique explicaciones de un fenómeno científico simple. Con ayuda, puede realizar pequeñas investigaciones guiadas con no más de dos variables. Puede identificar relaciones causales o correlaciones simples e interpretar datos gráficos y visuales de baja exigencia cognitiva. Puede seleccionar la mejor explicación científica en algunos contextos personales, locales y globales muy familiares.
1b	261	En el nivel 1b, el alumno o alumna puede utilizar un conocimiento sustantivo básico o cotidiano para reconocer algunos aspectos de un fenómeno simple y familiar. Identifica modelos simples de los datos, reconoce términos científicos básicos y sigue instrucciones explícitas para realizar un procedimiento científico.

Fuente: PISA (2017).

Es interesante la rigurosidad de la prueba PISA y la exigencia de los niveles de desempeño para clasificar a cada estudiante de acuerdo con su grado de desarrollo de la competencia científica, pues como puede observarse tan solo en el nivel 1a de la competencia científica ya pide reconocer la explicación de fenómenos naturales tecnológicos sencillos o reconocibles, es por ello que más adelante se presentará una adaptación de los niveles con el ánimo de visualizar de una manera más cercana la evolución en el nivel de explicación de las estudiantes.

### 5.3 LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS

Como se mencionó anteriormente el pensamiento científico se alcanza desarrollando diferentes competencias, cada una buscando que la persona transmita la idea tanto de lo que

entiende con conocimientos científicos como de lo que es capaz de hacer con los mismos, esto sería lo que distingue al científico experto del novato; teniendo en cuenta que no se podría esperar que un estudiante de 15 años tenga la misma experiencia de un científico.

De acuerdo a la OCDE (2017) el que un estudiante evidencie la competencia científica explicación de fenómenos requiere que recuerden el conocimiento de contenidos adecuados en situaciones específicas y lo utilicen para interpretar y explicar los fenómenos que le sean importantes, con este conocimiento deben ser capaces de generar hipótesis explicativas en contextos donde hay una falta de conocimiento o de datos, además se espera que al adquirir conocimientos científicos básicos sean capaces de construir representaciones simples para explicar fenómenos científicos cotidianos disponiendo de modelos científicos estándar y que los puedan utilizar para hacer predicciones. Por lo anterior para que el estudiante reconozca, ofrezca y evalúe diferentes fenómenos naturales y tecnológicos, al explicar fenómenos científicamente debe demostrar la capacidad de hacer lo siguiente:

- Recordar y aplicar el conocimiento científico adecuado.
- Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.
- Hacer y justificar predicciones adecuadas.
- Ofrecer hipótesis explicativas.
- Explicar las implicaciones potenciales del conocimiento científico para la sociedad.

Resulta importante considerar que los estudiantes cumplan con las disposiciones anteriores para demostrar el desarrollo de esta competencia científica, pues conlleva a un arduo trabajo en conjunto con las instituciones educativas. Este trabajo no solo se realiza en el último año de su bachillerato, sino que se debe comenzar a potencializar desde las bases como lo es la escuela primaria, para ello se debe tomar conciencia de que existe la necesidad de implementarlo y es algo de lo que se pretende lograr con el desarrollo de este proyecto de investigación, para ello se ha desglosado la competencia para ser medible por medio de niveles como se presenta enseguida:

**Tabla 3.** Niveles de la competencia científica explicación de fenómenos.

---

<b>Nivel 1: (N1)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- El estudiante reconoce algunos aspectos de los fenómenos a considerar.</li><li>- El estudiante explica fenómenos desde la cotidianidad.</li><li>- El estudiante emplea tautologías para explicar fenómenos.</li></ul>
<b>Nivel 2: (N2)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- El estudiante utiliza algunos conceptos relacionados con fenómenos.</li><li>- El estudiante describe relaciones causales simples de los fenómenos a considerar.</li></ul>
<b>Nivel 3: (N3)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- El estudiante identifica y elabora explicaciones robustas sobre los fenómenos considerados.</li><li>- El estudiante describe y explica en parte las relaciones causales simples de los fenómenos considerados.</li></ul>
<b>Nivel 4: (N4)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- El estudiante emplea conocimiento moderadamente complejo para proporcionar explicaciones sobre los fenómenos.</li><li>- El estudiante saca conclusiones que vayan más allá de los datos presentados en la situación problema y justifica sus afirmaciones, empleando algunos conceptos asociados a los fenómenos.</li><li>-El estudiante describe relaciones causales múltiples o complejas de los fenómenos.</li></ul>
<b>Nivel 5: (N5)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- El estudiante emplea un conocimiento sofisticado para proporcionar explicaciones sobre fenómenos.</li><li>- El estudiante realiza afirmaciones y justificaciones empleando conocimiento teórico sobre los fenómenos.</li><li>- El estudiante emplea y explica relaciones causales múltiples o complejas de los fenómenos.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración propia con ayuda de la asesora.*

#### **5.4 FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA DE LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA**

Según Verdugo (2005) uno de los problemas fundamentales de la filosofía de la ciencia por varias décadas ha sido caracterizar adecuadamente la explicación científica, esto como una condición necesaria para hacer ciencia y en la continua búsqueda de respuestas que ayuden a esclarecer estos cuestionamientos se menciona a Karl Popper como pionero de la explicación científica quien expone por primera vez sus ideas sobre explicación en la obra titulada: “*Logik der Forschung*” –traducida del alemán como lógica de la investigación– donde literalmente expone: “Dar una explicación causal de un evento significa deducir un enunciado que lo describe, usando como premisas de la deducción una o más leyes universales, junto con ciertos enunciados singulares, las condiciones iniciales” (p.5).

Mas adelante Popper sigue con su cometido y con el paso de los años va complementando su propuesta y es en 1948 donde expone los componentes de toda explicación: *explicans* y *explicandum* (el último constituye el enunciado de lo que se quiere explicar y el primero



refiere a las premisas que constituyen este enunciado); entre el tiempo transcurrido alrededor de catorce años Popper propone algunas tesis importantes sobre explicación científica:

Primero: Dar una explicación causal consiste en formular un argumento deductivo cuyas premisas llamadas explicans están compuestas de una o más leyes universales y una o más condiciones iniciales. El explicans implica lógicamente el explicandum, esto es, el enunciado que describe el evento a explicar. Segundo: Existe una simetría lógica entre explicación y predicción. Tercero: No puede haber explicación o predicción sin, por lo menos, una ley universal. Cuarto: Hay dos tipos de explicación: la explicación de un determinado acontecimiento individual o singular y la explicación de una cierta regularidad o ley. (Verdugo, 2005).

En la misma línea de ideas Giraldo (2009) cuenta que Carl Hempel —en ese momento integrante del círculo de Viena— intenta caracterizar la explicación científica y su naturaleza, para él explicar es responder a la pregunta ¿Por qué? y además establece que la explicación consta de un explanandum y un explanans, que es necesario distinguir de los términos explicandum y explicans, los cuales se reservan para el ámbito de la explicación de significado y análisis. El **explanandum** es un enunciado que describe el fenómeno a explicar (es una descripción, y no el fenómeno mismo), el **explanans** consta de al menos dos conjuntos de enunciados los cuales se usan para aclarar el fenómeno: unos que formulan condiciones antecedentes (C1, C2, ... Ck); y otros representan leyes generales (L1, L2, ... Lr). Conforme a lo mencionado anteriormente la explicación del fenómeno requerirá del uso de unas leyes generales y de especificar unas condiciones antecedentes.

#### **5.4.1 Requisito Lógico Empírico De La Explicación**

En este orden de ideas Hempel formula los requisitos lógicos de la explicación:

(R1). Deducibilidad. El explanandum debe ser lógicamente deducible de la información contenida en el explanans.

(R2). Leyes. El explanans debe contener leyes generales adecuadas a la derivación lógica del explanandum.

(R3). Consecuencia Empírica. El explanans debe tener contenido empírico (comprobable por experimento u observación); lo anterior supone asumir que el explanans deberá contener, al menos, una consecuencia de índole empírico.

(R4). Requisito Empírico. Los enunciados del explanans deben satisfacer la condición de corrección fáctica, lo cual implica que han de ser confirmados por todos los elementos relevantes antes de ser considerados verdaderos. (Giraldo, 2009, p.38).

#### **5.4.2 Estructura De La Explicación Científica**

De acuerdo con lo expuesto por Hempel secciones 5.4 y 5.4.1 la explicación científica consta de:

- El Explanandum (a manera de enunciado, describe el fenómeno que se quiere explicar)
- Una pregunta que exige una explicación. (¿por qué...?¿Cómo...?)
- El Explanans (dos conjuntos de enunciados utilizados para aclarar el fenómeno, Cn: condiciones antecedentes y Ln: leyes generales)

Maldonado (s/f) las organiza por medio de un ejemplo alrededor del precio del petróleo que aumenta considerablemente:

**Tabla 4.** Ejemplo. Estructura lógica de la explicación.

---

Explanandum (q): el precio del petróleo se incrementó cuatro veces entre 1973 y 1974=q

---

Pregunta que exige una explicación: "¿por qué el precio del petróleo se incrementó cuatro veces entre 1973 y 1974?" =¿por qué q?

---

Explanans (p), constituido por dos tipos de subconjuntos:  $L_n$  y  $C_n$ : Un libro, un artículo (paper), una conferencia, una tesis de grado o una clase magistral que compilará diversas fuentes:

[1] libros, ensayos y artículos científicos que incorporen explicaciones teóricas económicas [2] libros biográficos o testimoniales de diplomáticos, de presidentes de compañías, de ministros y demás funcionarios que fueron actores de un proceso particular ( $C_n$ ); [3] artículos y editoriales de la prensa ( $C_g$ ); [4] libros de estadísticas y bancos de datos computarizados de distintas agencias [5] resoluciones dictadas en el seno de la OPEP y, en fin, [6] todas aquellas publicaciones o entrevistas personales que contribuyan a intimar con las causas que dieron origen a semejante hecho. Obsérvese que el universo de estos textos configura dos tipos de subconjuntos: uno constituido por enunciados universales (teoría,  $L_n$ ) y Otro constituido por enunciados culares (condiciones iniciales: información;  $C_n$ ).

---

*Fuente: Maldonado (s.f.), (p 7).*

## 5.5 GENERALIDADES SOBRE ELECTRICIDAD

### 5.5.1 Breve Historia De La Electricidad

Según Poveda (2003) los fenómenos eléctricos son muy antiguos, se cree que desde la prehistoria los hombres primitivos al ir desarrollando su cerebro intentaban comprender lo que ocurría en su entorno con respecto a los rayos que caían sobre los árboles, los animales, o en diferentes lugares, y algunas veces usaron el fuego que producían estos para defenderse de las fieras, para mejorar sus condiciones de vida momentáneamente. Algunas excavaciones en ruinas antiguas de diferentes civilizaciones evidencian que alrededor de unos 2.200 años a.C. el ser humano construyó los primeros pararrayos como medio de preservación de sus casas o sembrados.

No se sabe con certeza si algunas personas se cuestionaron sobre los fenómenos de la electricidad, pero si se conoce que el filósofo Thales de Mileto en el año 624 a.C. realiza observaciones sobre el ámbar y nota que al frotarse con lana adquiere ciertas propiedades eléctricas que le permiten atraer trocitos de papel, madera o cabellos —lo que hoy se

conoce como electrostática—, pero no se profundizó al respecto pues no existen escritos de ello. Ya en el año 350 a.C. Theophrasto discípulo de Aristóteles describe la propiedad que tiene el mineral de la turmalina cuando se le calienta, ella adquiere la capacidad de atraer y adherir pequeños objetos, de manera similar a lo que ocurre al frotar el ámbar —aunque son fenómenos completamente diferentes—, (esta es la primera referencia que se tiene sobre la electrización del ámbar).

Para el año 50 d.C. el filósofo Lucio Anneo Séneca habla sobre el fenómeno atmosférico del rayo y hace distinción sobre los efectos que producen estas descargas; Plinio el mayor (23-79 d.C.) en su libro “Historia natural” se refirió varias veces al poder atractivo del ámbar, ahí cuenta que los etruscos, hacia el año 600 a. C tenían la capacidad de arrancar rayos de las nubes y de desviarlos a un lado u otro; otros autores clásicos enseñan que tanto el templo de Jerusalén como el templo Juno tenían protección contra los rayos (sistema de puntas).

El escritor y tratadista romano conocido como Plinio el Joven (62 d. C.-113 d. C.) en el año 100 d. C, habla que al calentar un mineral llamado calamita (hoy mejor conocido como hemimorfita) se electriza fuertemente, parece que la confunde con las propiedades del ámbar que describía Thales siglos atrás. Desde Thales hasta nuestra era cristiana se encuentra muy poca literatura culta sobre fenómenos eléctricos y es a comienzos del siglo XVI que un científico italiano llamado Girolamo Fracastoro (1483-1553), al interesarse por los fenómenos de la electricidad por frotamiento construyó un pequeño instrumento para detectarla, que sirvió como base de ahí en adelante para diferentes investigaciones.

En el año 1550 otro científico llamado Girolamo Cardano (1501-1576) basándose en algunos experimentos propios sostuvo la idea novedosa de que existe una diferencia radical entre la atracción de un imán sobre las piezas de hierro cercanas y la atracción que ejerce el ámbar friccionado sobre objetos pequeños y livianos, —hacía veinte siglos que nadie aportaba nada acerca de los fenómenos eléctricos—.

Como resultado de diecisiete o dieciocho años de investigación William Gilbert (1544-1603), médico de la reina Elizabeth I, publicó en 1600 su obra titulada “De Magnete”, donde trata sobre el magnetismo y lo poco de electricidad que se conocía en su tiempo, pero refiriéndolas como dos fenomenologías totalmente diferentes, Gilbert decía que

cuando un cuerpo se electriza se le remueve un fluido interior que deja un “efluvio” alrededor del cuerpo. Se dice que con Gilbert termina la época descriptiva de los fenómenos electrostáticos y comienza la de la electrofísica, en la cual se van a realizar los descubrimientos fundamentales de la electricidad.

Galileo (1564-1642) no realiza investigaciones relacionadas con la electricidad, pero se refirió al fenómeno de atracción eléctrica y describió que “El ámbar, el diamante, las otras joyas y materias muy densas, cuando son calentadas (por frotamiento), atraen los corpúsculos livianos, y esto ocurre porque al enfriarse atraen el aire y éste produce viento sobre los corpúsculos; y quizá de manera parecida, de las regiones calentadas, al enfriarse, se originan vientos en las áreas circunvecinas”.

Niccolo Cabeo (1586-1650) sacerdote jesuita y estudioso de la física realiza experimentos que en 1629 le permitieron descubrir el fenómeno de la repulsión eléctrica entre cargas del mismo signo, y otro sacerdote jesuita Francesco Lana Terzi (1631-1687) ideó un aparato de laboratorio que permitía mostrar más fácilmente las acciones electrostáticas (se dice que es el precursor de la balanza de torsión).

En adelante diferentes investigadores se enfatizaron en analizar el comportamiento de los fenómenos de electrización cambiando levemente los instrumentos de estudio, hasta sentar las bases de la electricidad con los descubrimientos que se iban desarrollando.

**Benjamín Franklin (1747)** realiza descubrimientos acerca de las tormentas eléctricas a través de una cometa con una llave en la punta atada a un hilo de seda, esto le permitió desarrollar el pararrayos, el concepto de fuerzas opuestas, dice que la carga se transmite de un polo positivo al negativo. A partir del descubrimiento de franklin se fueron desarrollando nuevas creaciones que permitirían mejorar el uso de la electricidad, en el año 1800 el científico italiano Alexandro volta inventaba la batería eléctrica, demostrando que el contacto entre dos metales generaba electricidad, este invento apoyó firmemente el estudio del electromagnetismo.

### **5.5.2 Motores Y Electromagnetismo: Grandes Avances**

De acuerdo con Visual Led (S/F) se narra que de la mano de la electrólisis (por la descomposición de iones de una sustancia en una disolución por medio de la corriente

eléctrica) se presentaron momentos importantes para la historia de la electricidad, esta permitió que el químico inglés Humphry Davy (1778-1829) descubriera a principios del siglo XIX muchos elementos desconocidos como: sodio, potasio, calcio, magnesio, bario y estroncio. Al reemplazar la solución acuosa con un gas encerrado en un recinto de vidrio, se produjeron las primeras descargas eléctricas duraderas, que servirían de base para los primeros dispositivos de iluminación urbana en la segunda mitad del siglo XIX.

En 1820, Hans Christian Oersted (1777-1851), profesor de física en la Universidad de Copenhague, observó que un cable conductor con corriente eléctrica desviaba una aguja magnética colocada cerca. Este experimento, al mismo tiempo que reveló por primera vez la existencia de efectos magnéticos de la electricidad, inauguró el estudio de las interacciones entre los imanes y los cables atravesados por las corrientes.

Este estudio tuvo considerables implicaciones teóricas. Sin ir más lejos, mostró que un imán podía mover un cable conductor atravesado por una corriente. Aprovechando este efecto para encender un circuito eléctrico, Michael Faraday se dio cuenta, desde 1821, de lo que puede considerarse el antepasado del motor eléctrico.

Por otro lado, la experiencia de Oersted había demostrado la existencia de vínculos entre la electricidad y el magnetismo. Los dos dominios fueron unificados por el escocés James Clerk Maxwell (1831-1879) en 1864, dando lugar al electromagnetismo.

En 1841, el inglés James Prescott Joule (1818-1899) observó que el paso de una corriente eléctrica en un conductor metálico provocaba una liberación de calor, este fenómeno se llamó: efecto Joule.

La segunda mitad del siglo XIX estuvo marcada por un espectacular desarrollo de la electricidad industrial o electrotécnica. La batería Volta pronto fue reemplazada por baterías más eficientes, como la batería Daniell (1836), la batería Bunsen (1841) o la batería Leclanché (1864). En 1859, el francés Gastón Planté (1834-1889) desarrolló la primera batería recargable o acumulador. Los generadores experimentaron un auge similar: la invención de la dinamo en la década de 1870 a manos de Zénobe Gramme (1826-1901) presagió la aparición de los primeros generadores o alternadores de corriente alterna, en particular gracias al trabajo del ingeniero croata Nikola Tesla (1856-1943). Estos dispositivos, impulsados por las enormes turbinas de las centrales eléctricas, constituyen el

elemento central de la producción de energía eléctrica. El desarrollo de generadores acompañó de forma natural al de los dispositivos inversos, más conocidos como motores eléctricos.

Estos avances contribuyeron al desarrollo de aplicaciones de electricidad a lo largo del siglo pasado. Ya en 1839, apareció en Inglaterra el primer instrumento de telecomunicaciones que funciona utilizando señales eléctricas transmitidas a lo largo de un cable, el telégrafo, desarrollado por los ingenieros William Cooke y Charles Wheatstone. En 1876, el estadounidense Alexander Graham Bell (1847-1922) utilizó por primera vez señales eléctricas para transportar la voz humana desde la distancia: acababa de nacer el teléfono.

Pronto fue el turno de los medios de transporte para ser electrificados: el primer tranvía eléctrico, de los ingenieros alemanes Werner Von Siemens y Johann Halske, data de 1879. El primer tren eléctrico, inventado por Thomas Alva Edison (1847-1931), data de 1880. Edison también fue el impulsor de numerosos inventos, como el fonógrafo, la cámara de cine o la bombilla incandescente.

Gracias al desarrollo de transformadores eléctricos en la década de 1880 y a los altos voltajes que estos dispositivos hicieron posible, se pudo extender la distancia del transporte de electricidad desde su lugar de producción hasta el corazón de las ciudades, lo que supuso una revolución urbana. Asimismo, esto marcó el nacimiento de los rótulos luminosos, que marcaron un antes y un después en la historia de la publicidad.

Llegados a este punto de la historia de la electricidad, podríamos detenernos en otros muchos aspectos que permitieron la evolución y el perfeccionamiento de la iluminación, como la tecnología de LED. O el nacimiento del primer televisor, creado el 26 de enero de 1927 por el escocés John Logie Baird (1888-1946). No obstante, tantos avances y tan decisivos que merecen un post aparte.

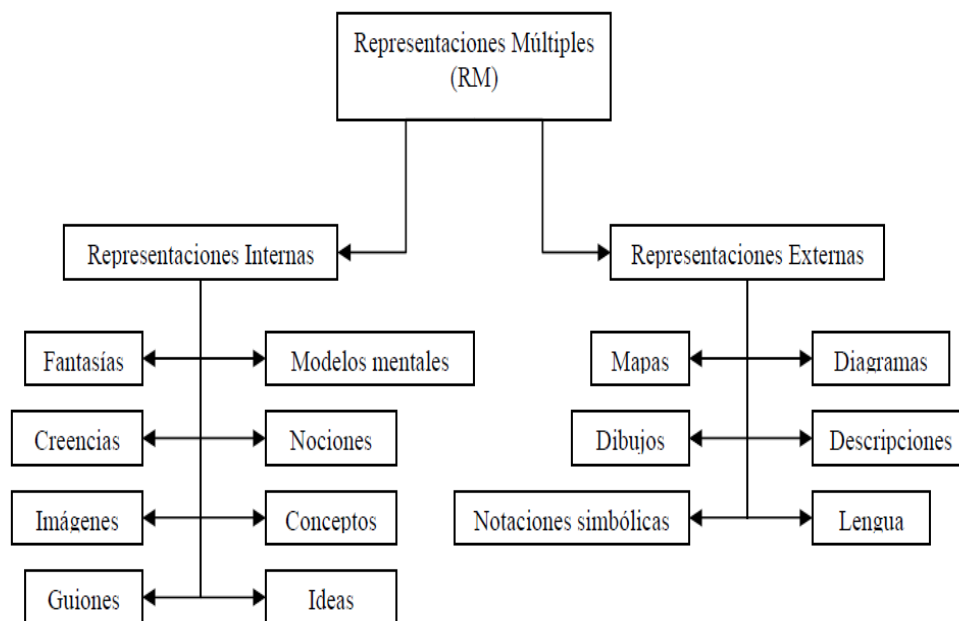
## **5.6 REPRESENTACIONES**

Según Tamayo (2006) desde hace algunas décadas diferentes campos del saber cómo la filosofía, las ciencias cognitivas, la semiótica y la didáctica de las ciencias se han interesado por el estudio de las representaciones. Desde el campo de las ciencias cognitivas son

consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior, además como lo mencionan Flores y Valdés (2007) (citado por Flores et. al, 2020) el representar algo conlleva a generar una estructura mental del objeto cuya importancia radica en la posibilidad de hacer predicciones y dar posibles explicaciones de lo que representa, de modo que sirva para explicar procesos de mínima coherencia que la persona requiere para interpretar y funcionar en su entorno. En la medida en que los estudiantes poco a poco construyen representaciones adecuadas para el aprendizaje de la ciencia estas van adquiriendo cada vez mayor alcance explicativo, haciendo uso de diferentes formas de representación como la construcción de esquemas y modelos que permitan la comprensión de los fenómenos.

Las representaciones se dividen en dos, las representaciones internas y las representaciones externas, las cuales cumplen un papel importante en los procesos de la comunicación, de la enseñanza y, el aprendizaje (Tamayo, 2006, Álvarez, et. al, 2017) y que por tanto tienen presencia en evaluaciones más o menos exitosas y cambiantes. La figura 5 ilustra esquemáticamente las representaciones múltiples:

**Figura 1. Representaciones múltiples.**



*Imagen tomada de: (Álvarez, O. et al, 2017)*



### 5.6.1 Los Modelos Explicativos

Orrego et. al, (2013) enuncian que los modelos explicativos son representaciones mentales de los estudiantes, las cuales son parte de las visiones del mundo; estos poseen una capacidad predictiva que permite evidenciar su carácter funcional, en cuanto a que a través de estos las personas pueden comprender y explicar los sistemas físicos y sociales con los que interactúa, como también anticipar y predecir su comportamiento. Los anteriores autores también refieren que en la didáctica de las ciencias se han realizado diversos estudios sobre modelos con el objetivo de conocer cuáles eran las representaciones de los estudiantes en dominios específicos del conocimiento ya fueran intuitivos o los aprendidos por medio de la enseñanza.

En la misma línea de ideas Johnson-Laird (1983) citado por Otero y Banks (2006) establece que los modelos son representaciones internas de carácter analógico construidas en la memoria de trabajo y juegan un papel decisivo en los procesos de comprensión, inferencia y predicción. Johnson-Laird dice que el punto central de la comprensión es la existencia de un *working model* en la mente de quien comprende.

En la **tabla 5** se muestran las características comunes que aparecen en las descripciones del modelo mental que realizan Jhonson-Laird y Norman:

**Tabla 5.** *Descripciones del modelo mental Jhonson-Laird y Norman.*

<b>Funciones</b>	<b>Elementos constitutivos</b>
-Explicar el comportamiento del sistema físico modelizado	1)Una representación del sistema físico o “estado del mundo” que se quiere modelizar
-Predecir futuros comportamientos del sistema físico modelizado	2) Una segunda representación, derivada de la primera, dotada de un sistema de inferencia que permite la predicción de futuros estados del sistema que se está modelizando. 3) La segunda representación se puede ejecutar mentalmente, de manera que se puede comparar esta ejecución mental con el comportamiento del sistema “real” modelizado si éste se pone en funcionamiento.
<b>Otras características comunes</b>	
Los modelos pertenecen al ámbito de los conocimientos implícitos (no están en el ámbito de la conciencia explícita del usuario) -Los modelos no son completos (no contienen todos los elementos del sistema que quieren representar, sino sólo los que son útiles para el propósito del usuario)	

*Fuente: (Gutiérrez, 2005). (p. 4). Funciones y elementos constitutivos de los modelos.*

### 5.6.2 Algunos Modelos Usados En Electricidad

A continuación, manera de resumen se presenta una tabla con algunos modelos utilizados en electricidad para describir el comportamiento de las cargas en la materia.

**Tabla 6.** Modelos explicativos en electricidad.

Modelo	Autor	Descripción
Electrización de los cuerpos	Griegos y otros	Por contacto: es considerada como la consecuencia de un flujo de cargas negativas de un cuerpo a otro.
		Al frotar dos cuerpos entre sí: los electrones pasan de uno de ellos (que queda cargado positivamente) al otro (que queda cargado negativamente) (por frotación)
		Al poner los cuerpos muy cerca sin contacto: Un cuerpo cargado positivamente en las proximidades de otro neutro atraerá hacia sí a las cargas negativas, con lo que la región próxima queda cargada negativamente. Si el cuerpo cargado es negativo entonces el efecto de repulsión sobre los electrones atómicos convertirá esa zona en positiva.
Fluido único	Benjamín Franklin	Solo existe un único fluido eléctrico y los cuerpos presentan propiedades eléctricas cuando contienen más o menos fluido eléctrico que el normal. Pelkowski (2006).
Interacción de cargas eléctricas	Charles Coulomb	La magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.
Corriente eléctrica	George Ohm	La cantidad de corriente que pasa por un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito.

**Fuente:** *Elaboración propia, adaptado de Pelkowski (2006).*

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL:**

Caracterizar la relación entre la explicación científica de fenómenos y el aprendizaje de conceptos básicos de electricidad en estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Julia Restrepo.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Identificar los niveles de explicación científica y los modelos explicativos iniciales que tienen las estudiantes acerca de la electricidad.
- Evaluar los cambios en los niveles de explicación científica y modelos explicativos que alcanzan las estudiantes sobre conceptos básicos de electricidad, una vez implementada la unidad didáctica mediante el uso de las TIC.

## **7 METODOLOGÍA**

En Esta sección se presentan los aspectos importantes de naturaleza metodológica. Se aborda de manera general el tipo de estudio que se realizará y el alcance. De igual manera, se presentarán los rasgos de la unidad de trabajo y el diseño metodológico del proyecto investigativo. En este aparte también se incluirá la presentación de las categorías de análisis con los criterios que se tomarán en cuenta y las técnicas que se usarán para la recolección y el análisis de la información.

### **7.1 ENFOQUE Y ALCANCE**

Para el desarrollo de la investigación se realizó un estudio descriptivo con enfoque cualitativo ya que no se requería de análisis estadísticos, sino que se pretendió conocer un fenómeno presente en la realidad del aula de clase para aportar posibles soluciones al aprendizaje de la física. Además, en este estudio se buscó describir como las estudiantes percibían fenómenos asociados a la electricidad; por lo tanto, en esta investigación se identificó el grado de explicación de fenómenos que tuvieron las estudiantes sobre el concepto de electricidad, para así, por medio de la aplicación de la unidad didáctica mediada por las TIC mejorar el desarrollo de la competencia científica. Para cumplir tal propósito se diseñaron y aplicaron diferentes recursos que permitieron clasificar a los estudiantes por grados de avance en la competencia científica explicación de fenómenos.

Tomando como referente lo anterior, el alcance de esta propuesta investigativa es de tipo descriptivo porque:

1. Caracteriza la relación entre la competencia científica explicación de fenómenos y el aprendizaje de la electricidad.
2. No se realizaron comprensiones profundas del fenómeno.
3. Procura describir los fenómenos que se dan en el aula de clase, a partir de la intervención didáctica mediada por TIC.

Destacamos que los estudios descriptivos son de gran importancia porque sirven para sugerir futuras investigaciones para quienes deseen después explorar los estudios comprensivos.

## **7.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO**

La Institución Educativa Julia Restrepo hace parte del sector oficial, Se encuentra localizada en el sector urbano de la ciudad de Tuluá en la Cll 27 # 33-42 Centro, en el departamento del Valle del Cauca. Está rodeada por diferentes barrios de estrato medio cerca de la Parroquia de los Padres Franciscanos, y fue fundada hace 75 años. Inicialmente funcionó como anexo al colegio Gimnasio del Pacífico, siendo el primer colegio oficial de bachillerato para la mujer; el día de hoy ofrece su servicio educativo a 3.300 estudiantes entre preescolar, primaria y bachillerato (desde el grado cero hasta el grado once), distribuidos en siete sedes, bajo la modalidad de Bachillerato comercial, y también con dos modalidades con el SENA.

La población que conforma la Institución educativa Julia Restrepo corresponde a estudiantes de los estratos uno, dos y tres, provenientes de familias humildes, con valores bien fundamentados, responsables con sus estudios; los registros de egresados indican que la gran mayoría de los estudiantes después de graduados ingresan a centros de estudio ya sea técnicos o profesionales, donde se ha evidenciado que contribuye mucho que se trabaja el proyecto de vida desde grados inferiores; en los últimos años no se han presentado muchas becas del gobierno por puntajes en las pruebas saber, motivo por el cual la institución se empeña en impulsar la formación en competencias.

La Institución Educativa “Julia Restrepo” tiene como meta principal, alcanzar el mejoramiento cualitativo en la educación que imparte fomentada en valores de sana convivencia, mutua confianza, cooperación generosa, que contribuyen a crear un clima de equilibrio humano ético y religioso para una formación integral. Su lema es “Somos los mejores buscamos la excelencia” y aunque muestra buen rendimiento en las pruebas saber en comparación con las demás instituciones educativas del municipio, en las últimas

pruebas presentadas desde hace dos años muestra debilidades en el área de ciencias naturales al explicar científicamente diferentes fenómenos naturales.

### **7.3 UNIDAD DE TRABAJO**

La población con la cual se trabajó el proyecto correspondió a un grupo de 28 estudiantes de grado 11<sup>o</sup>, de las cuales se seleccionaron 10 para analizar los resultados. Las estudiantes son solo niñas cuyas edades oscilan entre los 15 y 17 años. Como criterios de selección se tuvieron en cuenta los siguientes:

- Estudiantes que participaron de todo el proceso de investigación y diligenciaron debidamente el consentimiento informado con sus padres de familia.
- Estudiantes con diferentes niveles de desempeño: básico, medio, alto y superior, para evitar sesgos en el trabajo.
- Estudiantes que participaron libre y voluntariamente de la investigación.

### **7.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Para la aplicación del proyecto se solicitó el debido permiso a los padres de familia, por medio consentimiento informado que permitió a las estudiantes hacer parte del proyecto de manera oficial (ver anexo 1).

### **7.5 UNIDAD DE ANÁLISIS**

La unidad de análisis está constituida por la relación entre la competencia científica explicación de fenómenos y el aprendizaje de conceptos básicos de electricidad. Para un mejor análisis se presenta la operacionalización de las categorías en la tabla 7:

**Tabla 7.** Categorías de la investigación.

<b>Categoría</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Subsubcategoría Niveles explicativos</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Competencia Científica explicación de fenómenos</b>	<b>Explicación científica</b>	<b>N1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La estudiante reconoce algunos aspectos de Fenómenos eléctricos simples.</li> <li>- La estudiante explica fenómenos eléctricos simples desde la cotidianidad.</li> <li>- La estudiante emplea tautologías para explicar fenómenos eléctricos simples.</li> </ul>
		<b>N2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La estudiante utiliza algunos conceptos relacionados con fenómenos eléctricos simples.</li> <li>- La estudiante describe algunas relaciones causales simples de los fenómenos eléctricos.</li> </ul>
		<b>N3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La estudiante identifica y elabora explicaciones moderadamente robustas sobre fenómenos eléctricos.</li> <li>- La estudiante describe y explica en parte las relaciones causales simples de los fenómenos eléctricos.</li> </ul>
		<b>N4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La estudiante emplea conocimiento moderadamente sofisticado para proporcionar explicaciones sobre fenómenos eléctricos.</li> <li>- La estudiante saca conclusiones que vayan más allá de los datos presentados en la situación problema y justifica sus afirmaciones, empleando algunos conceptos asociados a fenómenos eléctricos.</li> <li>- La estudiante describe relaciones causales múltiples o complejas de los fenómenos eléctricos.</li> </ul>
		<b>N5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La estudiante emplea un conocimiento sofisticado para proporcionar explicaciones sobre fenómenos eléctricos.</li> <li>- La estudiante realiza afirmaciones y justificaciones empleando conocimiento teórico sobre fenómenos eléctricos.</li> <li>- La estudiante emplea y explica relaciones causales múltiples o complejas de los fenómenos eléctricos.</li> </ul>
<b>Aprendizaje de conceptos básicos de electricidad</b>	<b>Modelos explicativos en electricidad</b>	<b>Modelo de electrización</b>	-La estudiante describe que las cargas eléctricas pueden transferirse por frotación de los cuerpos, por contacto de estos o por acercamiento sin contacto.
		<b>Modelo de Franklin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La estudiante describe que cuando dos objetos se frota entre sí, parte del fluido eléctrico de un objeto pasa al otro.</li> <li>-La estudiante reconoce que, como resultado del paso de fluido, un objeto tendrá más fluido eléctrico que el otro. (el que tiene más fluido se dice que tiene carga positiva y el que tiene</li> </ul>

	menos fluido con carga negativa)
<b>Modelo de Coulomb</b>	-La estudiante reconoce que las cargas eléctricas interactúan entre sí. -La estudiante identifica que a medida que las cargas se acercan, aumentan las fuerzas de interacción entre ellas y que cuando se alejen disminuyen.
<b>Modelo de Ohm</b>	-La estudiante identifica el conductor, el interruptor, la batería y el bombillo como elementos de un circuito simple. -La estudiante comprende que por un circuito eléctrico circula corriente. -La estudiante reconoce un cable como conductor de electricidad. -La estudiante reconoce el voltaje como la energía necesaria para mover un electrón entre dos puntos. -La estudiante comprende que resistencia es la oposición que pone un conductor al paso de corriente eléctrica. -La estudiante establece relaciones entre la corriente, voltaje y resistencia. -La estudiante valora situaciones de riesgo cuando se utiliza materiales conductores de electricidad.

**Fuente:** *Elaboración conjunta con la asesora*

## 7.6 INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para reconocer los modelos explicativos sobre conceptos básicos de electricidad y el nivel de competencia científica explicación de fenómenos, se empleó un instrumento de lápiz y papel (ver anexo 2), el cual fue validado por juicio de 2 expertos. La evaluación de expertos se realizó a ciegas así:

- La evaluación de pares evaluadores fue el insumo inicial para el ajuste del instrumento.
- La asesora envió el instrumento a un profesor experto en el área de la física.
- La asesora envió el instrumento a un experto en didáctica.

Inicialmente se desarrolló un cuestionario de saberes previos sobre electricidad el cuál constó de dos partes, en la primera parte (6 preguntas) las estudiantes encontraron diferentes fenómenos propuestos por medio de imágenes y un enunciado de contextualización y en la segunda parte (6 preguntas) partiendo de la indagación acerca de



las experiencias vividas en su cotidianidad (donde han tenido un encuentro cercano con esta) respondieron algunas preguntas que en conjunto con la primera parte permitieron identificar los niveles iniciales que tienen las estudiantes sobre fenómenos relacionados con electricidad y los modelos explicativos que utilizan para definir conceptos relacionados con esta (ver anexo 2).

Por último, se aplicó nuevamente el instrumento inicial para determinar el logro de aprendizajes, la potencialización de la competencia científica explicación de fenómenos relacionados con electricidad y los modelos que emplean para explicar los fenómenos asociados a la electricidad, después de la intervención didáctica mediada por TIC.

## **7.7 UNIDAD DIDÁCTICA**

Una vez identificados los saberes previos que tienen las estudiantes y la forma inicial de explicar fenómenos sobre electricidad, se procedió a tener un acercamiento al concepto de electricidad y los subconceptos de carga, electrización, fuerza eléctrica y corriente a partir del desarrollo de la unidad didáctica por medio de actividades que involucran el manejo de las TIC, con el objetivo de fortalecer el uso del lenguaje científico en sus modelos explicativos.

A continuación, se esbozan los aspectos esenciales de la unidad didáctica (para mayor detalle ver anexos 3 al 6):

### **Conociendo elementos básicos de la electricidad. Temores y ventajas de su uso**

#### **Introducción**

La presente unidad didáctica contiene un conjunto de estrategias enfatizadas en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos básicos de la electricidad (carga en reposo, fuerza eléctrica y corriente) y será aplicada con estudiantes del grado undécimo de la Institución educativa Julia Restrepo del municipio de Tuluá (Valle); para su desarrollo se tendrán en cuenta tres momentos: Ubicación, desubicación y reenfoque.

La ubicación corresponde al momento de aplicación del instrumento de ideas previas por medio de un cuestionario inicial; el momento de la desubicación se llevará a cabo en 7 sesiones de 2 horas cada una según sea necesario, en el cual se pretende que las estudiantes amplíen sus ideas previas, que logren ir aclarando todas sus dudas para lograr profundizar su conocimiento sobre el concepto estudiado y para el momento de reenfoque se volverá a aplicar el instrumento inicial; las diferentes estrategias se aplicarán mediante una serie de actividades orientadas hacia la evolución conceptual de los modelos explicativos de su dominio sobre fenómenos relacionados con la electricidad.

**Objetivos de enseñanza:**

1. Fomentar la comprensión de los diferentes modelos explicativos sobre fenómenos básicos relacionados con electricidad por medio de un recorrido epistemológico del campo.
2. Suscitar espacios que permitan reflexionar de manera crítica e innovadora los diferentes fenómenos básicos relacionados con la electricidad partiendo de sus propias explicaciones.
3. Promover en las estudiantes el cambio en sus concepciones sobre los modelos explicativos utilizados en fenómenos básicos relacionados con electricidad mediante el análisis introspectivo de sus explicaciones.

**Objetivos de aprendizaje:**

1. Identifica los elementos que componen una explicación científica.
2. Comprende los diferentes modelos explicativos sobre fenómenos relacionados con electricidad.
3. Reflexiona de manera crítica e innovadora sobre los diferentes fenómenos relacionados con la electricidad partiendo de sus propias explicaciones.

Explica los diferentes fenómenos relacionados con electricidad estructurando sus modelos explicativos iniciales.

**7.7.1 Estructura De La Unidad Didáctica** **Tabla 8. Estructura general de la unidad didáctica.**

ORGANIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS	DESCRIPCIÓN
<p><b>Momento de ubicación:</b></p> <p><b>Objetivo del momento:</b> Identificar el estado inicial en la competencia científica explicación de fenómenos que tienen las estudiantes y los modelos explicativos utilizados para explicar fenómenos básicos relacionados con electricidad.</p> <p>✚ <b>Concepto:</b> Electricidad, por medio de algunos fenómenos de su cotidianidad que se relacionan con esta, antes del momento de reubicación.</p> <p>✚ <b>Instrumento:</b> Cuestionario.</p> <p>✚ <b>Actividad de evaluación:</b> Las estudiantes resuelven el cuestionario inicial de exploración de modelos explicativos iniciales.</p> <p>✚ <b>Tiempo:</b> 1 hora.</p>	<p>Se realizará la aplicación del Cuestionario inicial de exploración de modelos explicativos iniciales. <b>(Anexo 2).</b></p>
<p><b>SESIÓN N°1</b></p> <p>✚ <b>Momento: Desubicación.</b></p> <p>✚ <b>Objetivo:</b> Presentar al estudiante la historia de la electricidad a través del tiempo.</p> <p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b> Generalidades sobre electricidad, como a través del tiempo fueron evolucionando los conceptos de electricidad.</p> <p>✚ <b>Actividad de evaluación:</b> la estudiante realizará una línea de tiempo de la historia de la electricidad.</p> <p>✚ <b>Tiempo estimado:</b> 2 horas</p> <p>✚</p> <p><b>INTRODUCCIÓN:</b></p> <p>La electricidad es un fenómeno presente en la naturaleza que se ha estudiado desde la antigüedad, diferentes filósofos, pensadores e investigadores se han preocupado a lo largo de la historia por conocer sus orígenes, su evolución y como aprovecharla para mejorar la vida del hombre. En adelante presentaré la historia de la electricidad desde tales de Mileto hasta Tesla.</p>	<p><b>CLASE MAGISTRAL#1</b></p> <p>Inicialmente se presentará un video sobre las generalidades de la electricidad (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Mqs59i-T_BY&amp;ab_channel=LarissaPineda">https://www.youtube.com/watch?v=Mqs59i-T_BY&amp;ab_channel=LarissaPineda</a>), luego por medio de una presentación en Prezi (<a href="https://prezi.com/vbsvhnajktw-/linea-del-tiempo-de-la-electricidad/">https://prezi.com/vbsvhnajktw-/linea-del-tiempo-de-la-electricidad/</a>) se explicará la historia de la electricidad, iniciando desde Tales de Mileto hasta Albert Einstein, se pretende que las estudiantes elaboren en una hoja una línea de tiempo donde se evidencie su evolución histórica. <b>(Actividad 1)</b></p>
<p><b>SESIÓN N°2</b></p> <p>✚ <b>Objetivo:</b> Explicar a la estudiante que es una competencia científica, sus dimensiones y los criterios que permiten medir una de las</p>	<p><b>CLASE MAGISTRAL#2</b></p> <p>Haciendo uso de una presentación en Power point, se explicarán diferentes conceptos: Competencia, competencia científica y los criterios que deben</p>

<p>dimensiones de la competencia científica: <b>“La explicación científica de fenómenos”</b>.</p> <p>✚ <b>Conceptos para trabajar:</b> Competencia, competencia científica, explicación de fenómenos.</p> <p>✚ <b>Tiempo estimado:</b> 1 hora.</p> <p><b>INTRODUCCIÓN:</b></p> <p>El estudio de las competencias enmarca el desarrollo de diferentes habilidades que va desarrollando la persona y que las pone en práctica en diferentes contextos de su vida. Es importante situar al estudiante en el desarrollo de las competencias científicas con el propósito de mostrarle los beneficios que le traerán en su acercamiento al estudio de la ciencia en especial cuando pretende explicar fenómenos en un mundo en donde se encamina hacia la investigación y el uso de diferentes habilidades para que se vaya introduciendo en el campo científico y la presentación de informes de investigación.</p>	<p>cumplirse para que la estudiante alcance la competencia científica explicación de fenómenos. Se presentarán algunos ejemplos sobre explicación científica.</p>
<p><b>SESIÓN N°3</b></p> <p>✚ <b>Momento: Desubicación.</b></p> <p>✚ <b>Objetivo del momento:</b> -Identificar los elementos históricos involucrados en la explicación científica como también los elementos que componen su estructura para que las estudiantes cuenten con las herramientas necesarias que les ayuden a explicar fenómenos de manera científica y logren así ir potencializando la competencia científica explicación de fenómenos.</p> <p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b> Epistemología de la explicación científica y estructura de las explicaciones.</p> <p>✚ <b>Instrumento:</b> Guía informativa.</p> <p><b>Recursos:</b> (video, guía orientadora para elaborar una explicación científica-elementos base).</p> <p>✚ <b>Actividad de evaluación:</b> la estudiante explicará algunos fenómenos de acuerdo con la estructura de las explicaciones científicas.</p> <p>✚ <b>Tiempo:</b> 1 hora.</p>	<p><b>GUÍA INFORMATIVA</b></p> <p>Se presenta por medio de unos videos cortos como surge el pensamiento científico (<a href="https://www.fbbva.es/noticias/javier-puerto-el-pensamiento-cientifico-surgio-cuando-se-empezo-buscar-la-verdad-dentro-la-naturaleza/">https://www.fbbva.es/noticias/javier-puerto-el-pensamiento-cientifico-surgio-cuando-se-empezo-buscar-la-verdad-dentro-la-naturaleza/</a>) y que es la explicación científica (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=OnvilnCDYoY&amp;ab_channel=AndresVergaraRoss">https://www.youtube.com/watch?v=OnvilnCDYoY&amp;ab_channel=AndresVergaraRoss</a>); además conocerán las pautas para construir una explicación bajo criterios científicos, después se les brinda ejemplos de explicaciones de fenómenos sencillos y por último se les pide aplicar las pautas para que elaboren algunas explicaciones científicas.</p> <p>Partes de la guía:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Introducción</li> <li>-Explicación científica</li> <li>-Estructura de una explicación científica</li> <li>-ejemplos donde se identifique una explicación científica</li> </ul> <p><b>Actividad 2:</b></p> <p>Explicar algunos fenómenos sencillos.</p> <p style="text-align: center;"><b>(ANEXO 3)</b></p>

<p><b>SESIÓN N°4</b></p> <p>✚ <b>Momento: Desubicación.</b></p> <p>✚ <b>Objetivo del momento:</b> Explicar a las estudiantes como surgen los modelos explicativos, y además presentar los principales modelos explicativos en electricidad.</p> <p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b> Modelo de electrización, modelo de Franklin, modelo de Coulomb y modelo de Ohm.</p> <p>✚ <b>Tiempo:</b> 1 hora.</p>	<p><b>CLASE MAGISTRAL#3</b></p> <p>Utilizando una presentación en Power point se explicará a las estudiantes a modo general como surgen los modelos explicativos y cuáles son los principales modelos explicativos en electricidad.</p>
<p><b>SESIONES N°5, 6 Y 7.</b></p> <p><b>Momento de Desubicación:</b></p> <p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelos explicativos sobre electricidad. <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Modelos de electrización. (por inducción, conducción o frotación)</li> <li>1.2 Transferencia de cargas. (modelo de Fluido único)</li> <li>1.3 Interacción entre cargas (modelo de Coulomb)</li> <li>1.4 Transporte de cargas (modelo de Ohm)</li> </ol> </li> </ol> <p>✚ <b>Objetivo de la clase:</b></p> <p>- Tener un acercamiento a los modelos explicativos en electricidad por medio del uso de las simulaciones en física, como apoyo para desarrollar la competencia científica explicación de fenómenos según los criterios propuestos por PISA que indican el desarrollo de esta competencia científica.</p> <p>✚ <b>Instrumento:</b> Guía Explorativa</p> <p>✚ <b>Recursos:</b> 3 simulaciones en Phet.Colorado.edu, plataforma Google meet.</p> <p>✚ <b>Actividad de evaluación:</b></p> <p>Guía resuelta.</p> <p>✚ <b>Tiempo:</b> 3 horas de clase (1 hora por sesión).</p>	<p><b>Actividad 3:</b></p> <p><b>Tema: ¿Cómo se transfieren las cargas eléctricas?</b></p> <p><b>Criterio de la competencia científica (C1):</b></p> <p>Explica diferentes fenómenos aplicando conocimiento científico adecuado.</p> <p>Inicialmente se presenta a las estudiantes unos videos sobre cargas eléctricas:</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=8Zv53g7SKqQ&amp;ab_channel=CuriosaMente">https://www.youtube.com/watch?v=8Zv53g7SKqQ&amp;ab_channel=CuriosaMente</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=CyCHoCxcqxA&amp;ab_channel=FabiolaS%C3%A1nchezMiranda">https://www.youtube.com/watch?v=CyCHoCxcqxA&amp;ab_channel=FabiolaS%C3%A1nchezMiranda</a></p> <p>Luego se pide que respondan unas preguntas iniciales que involucran eventos donde se transfieren cargas eléctricas, después realizaran la comprobación de lo que explicaron por medio de una simulación sobre electrización:</p> <p><a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_es.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_es.html</a> ) y por último Por medio de un trabajo colaborativo las estudiantes redactarán en parejas una explicación general que integre lo explicado por cada una de ellas.</p> <p style="text-align: center;"><b>(ANEXO 4)</b></p> <p><b>Actividad 4:</b></p> <p><b>Tema: ¿De qué manera interactúan las cargas eléctricas?</b></p> <p><b>-Criterio de la competencia científica (C2):</b></p>

	<p>Utiliza y genera modelos explicativos y representaciones.</p> <p>Inicialmente se presenta a las estudiantes algunas situaciones problema que responderán de manera individual e involucran interrogantes sobre la interacción entre cargas eléctricas, luego de una socialización general a manera de foro se explicará por medio de una simulación phet lo que ocurre con las cargas y por último se presentarán 3 explicaciones generales que evidencien la apropiación de los saberes)</p> <p>(simulaciones Phet.Colorado.edu: <b>Ley de Coulomb:</b>  <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_es.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_es.html</a>)</p> <p style="text-align: center;"><b>(Anexo 4)</b></p> <p><b>Actividad 5.</b></p> <p><b>Tema:</b> cargas en movimiento -ley de ohm.</p> <p><b>-Criterio de la competencia científica (C3):</b></p> <p>Predice fenómenos de manera adecuada y justifica sus predicciones.</p> <p>De entrada, las estudiantes exploran las simulaciones phet:</p> <p><b>(Imán y brújula:</b>  <a href="https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/faraday/latest/faraday.html?simulation=magnet-and-compass&amp;locale=es">https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/faraday/latest/faraday.html?simulation=magnet-and-compass&amp;locale=es</a></p> <p><b>Ley de Ohm:</b>  <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_es.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_es.html</a> )</p> <p><b>La resistencia eléctrica:</b>  <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_es.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_es.html</a></p> <p>inmediatamente responderán a manera de explicación estructurada un conjunto de preguntas relacionadas con lo explorado donde incluyen predicciones.</p> <p style="text-align: center;"><b>(Anexo 4)</b></p>
<p><b>SESIÓN N°8</b></p> <p><b>Momento de Desubicación:</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CLASE MAGISTRAL#4</b></p> <p>El docente explicará los diferentes tipos de circuitos</p>

<p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b> funcionamiento de un circuito en serie, paralelo y mixto.</p> <p>✚ <b>Objetivo de la clase:</b> Por medio de una clase magistral se explicará el funcionamiento de un circuito en serie, paralelo y mixto.</p> <p>✚ <b>Instrumento:</b> Guía de orientación para resolución de circuitos.</p> <p>✚ <b>Recursos:</b> plataforma a explorar phet.colorado.edu</p> <p><b>Tiempo:</b> 1 hora de clase.</p>	<p>dependiendo de la configuración de las resistencias (circuito serie, paralelo y mixto), además brindará estrategias para tener en cuenta para resolver los diferentes circuitos, para ello presentará a la estudiante una guía de orientación para resolver circuitos eléctricos, donde se realizará un recorrido de manera gradual por los diferentes circuitos.</p>
<p><b>SESIÓN N°9</b></p> <p><b>Momento de Desubicación:</b></p> <p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b> Aplicación del conocimiento.</p> <p>✚ <b>Objetivo de la clase:</b> Por medio de un laboratorio virtual realizar algunas mediciones que les permitan evidenciar el comportamiento de las cargas eléctricas en un circuito eléctrico y la explicación estructurada de lo observado en su desarrollo.</p> <p>✚ <b>Instrumento:</b> Guía de Laboratorio virtual.</p> <p>✚ <b>Recursos:</b> plataforma phet.colorado.edu</p> <p>✚ <b>Actividad de evaluación:</b> Entrega del informe de laboratorio.</p> <p>✚ <b>Tiempo:</b> 1 hora de clase.</p>	<p><b>Actividad 6.</b></p> <p><b>Tema:</b> ¿Conozco cómo funciona un circuito eléctrico?</p> <p><b>-Criterio de la competencia científica (C4):</b></p> <p>Elabora hipótesis explicativas.</p> <p>Se presenta un video sobre como elaborar hipótesis (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=umsIT5h6lks&amp;ab_channel=CosmeFulanito">https://www.youtube.com/watch?v=umsIT5h6lks&amp;ab_channel=CosmeFulanito</a>) y se pide a la estudiante que elabore una hipótesis inicial donde plantee como es el comportamiento de una bombilla en un circuito eléctrico bajo ciertas condiciones, luego se le pide construirlo en la simulación de circuitos (<a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab">https://phet.colorado.edu/es/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab</a>) el circuito anterior para corroborar la hipótesis.(Anexo 5)</p>
<p><b>SESIÓN N°10</b></p> <p><b>Momento de Desubicación:</b></p> <p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b> Impacto del conocimiento científico en la sociedad.</p> <p>✚ <b>Objetivo de la clase:</b></p> <p>Reconocer las implicaciones que tiene el conocimiento científico en la vida del hombre y su impacto en la sociedad.</p> <p>✚ <b>Recursos:</b> Video.</p>	<p><b>CLASE MAGISTRAL#5</b></p> <p>El docente para el desarrollo de la clase presentará un video donde se evidencia el impacto del conocimiento científico en la sociedad y los alcances en la actualidad.</p> <p>(<a href="https://www.youtube.com/watch?v=6Vvc8kGXojc&amp;ab_channel=AprendoLibre">https://www.youtube.com/watch?v=6Vvc8kGXojc&amp;ab_channel=AprendoLibre</a>)</p> <p>Una vez se mire el video, se realizará un conversatorio al respecto, evidenciando los pro y los contra.</p>

<p><b>Tiempo:</b> 1 hora de clase.</p>	
<p><b>SESIÓN N°11</b></p> <p><b>Momento de Desubicación:</b></p> <p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b> Impacto del conocimiento científico en la sociedad.</p> <p>✚ <b>Objetivo de la clase:</b></p> <p>Por medio de un foro se espera que la estudiante reflexione acerca del impacto que tiene el uso de la electricidad en el mundo de hoy.</p> <p>✚ <b>Instrumento:</b> preguntas dirigidas para el foro.</p> <p>✚ <b>Recursos:</b> plataforma Google meet.</p> <p>✚ <b>Actividad de evaluación:</b> Elabora una explicación científica utilizando todos los criterios aprendidos durante el desarrollo de la unidad didáctica.</p> <p>✚ <b>Tiempo:</b> 1 hora de clase.</p>	<p><b>Actividad 7.</b></p> <p><b>Tema: Ciencia tecnología y sociedad</b></p> <p><b>-Criterio de la competencia científica (C5):</b></p> <p>Incluye en sus explicaciones el impacto del conocimiento científico en la sociedad.</p> <p>Se presenta una lectura corta sobre el impacto ambiental del consumo energético y por medio de un foro en la plataforma Classroom cada estudiante presentará una explicación científica sobre una pregunta problematizadora. (Enlace de classroom: <a href="https://classroom.google.com/c/NDA4MDE3NDQ3Mjl0?cjc=lxli5d5">https://classroom.google.com/c/NDA4MDE3NDQ3Mjl0?cjc=lxli5d5</a> )</p> <p>(Anexo 6)</p>
<p><b>SESIÓN N°12</b></p> <p><b>Momento de Reenfoque.</b></p> <p>✚ <b>Concepto para trabajar:</b></p> <p>✚ <b>Objetivo de la clase:</b> Evidenciar los cambios en los niveles de la competencia científica y modelos explicativos de las estudiantes después del desarrollo de las diferentes actividades.</p> <p>✚ <b>Instrumento:</b> Anexo 1</p> <p>✚ <b>Actividad de evaluación:</b> Cuestionario respondido de acuerdo con los nuevos criterios aprendidos después de desarrollar la unidad didáctica.</p> <p>✚ <b>Tiempo:</b> 1 hora de clase.</p>	<p><b>Actividad 8.</b></p> <p>Se aplica nuevamente el cuestionario inicial, del cual se espera que las estudiantes expliquen de manera científica los fenómenos iniciales.</p> <p>(Anexo 2)</p>
<p><b>Resumen de tiempo previsto</b></p>	
<p><b>Total de sesiones: 12</b></p>	



### **7.7.2 Unidad Didáctica Mediada Por TIC**

Dado que las TIC son las mediaciones para el proceso de enseñanza y aprendizaje, estas no fueron objeto de conceptualización en el marco teórico. Sin embargo, en este apartado se presentan algunos aspectos teóricos, que parecen importantes.

#### **Las TIC en el proceso educativo**

En la actualidad se torna cada vez más complicado ser educadores reconociendo que de manera sorprendente va cambiando la población estudiantil a la que se educa, y se puede notar que la misión de formar personas es cada día un nuevo reto que exige de mucha entrega y dedicación para generar en ellos interés por aprender.

A los estudiantes de esta generación no les gusta leer, expresa Navarro (2018), haciendo referencia a la falta de motivación que le ponen los estudiantes hoy en día cuando se les presenta varias alternativas en la escuela, —en comparación con la exigencia dentro de los currículos que había anteriormente para que se analizarán diferentes obras literarias en el aula de clase—, mencionó la revista digital Expansión en el año 2013 que de acuerdo con un estudio de Consumo de Medios Digitales en México, presentado por la IAB y Millward Brown, los adolescentes entre 12 y 18 años son el grupo de internautas más grande ya que representan el 33% de los usuarios, pero mencionan que esta conectividad se relaciona en su gran mayoría con entretenimiento —y eso ya hace 8 años— el joven de hoy se distrae mucho con las redes sociales y no las aprovecha para ampliar los conocimientos adquiridos en la clase.

Con relación a lo anterior, aquí comienza el desafío de impactar en el aula de clase con nuestras prácticas educativas innovadoras —que en las últimas décadas se han tornado rutinarias para los estudiantes y más en este tiempo de pandemia— esperando que aparte de captar la atención vayan desarrollando en ellos sus diferentes niveles de pensamiento, de tal manera que se logre aumentar su interés por las ciencias naturales y poco a poco puedan desarrollar diferentes competencias.

Volvamos ahora la mirada hacia el uso que se debe dar en la actualidad a la tecnología para mejorar los procesos de formación, para ello retomo lo que planteó la UNESCO (1998) en el informe mundial sobre la educación:

Las nuevas tecnologías constituyen un desafío a los conceptos tradicionales de enseñanza y aprendizaje, pues redefinen el modo en que profesores y alumnos acceden al conocimiento, y por ello tienen la capacidad de transformar radicalmente estos procesos. Las TIC ofrecen un variado espectro de herramientas que pueden ayudar a transformar las clases actuales centradas en el profesor, aisladas del entorno y limitadas al texto de clase en entornos de conocimiento ricos, interactivos y centrados en el alumno. Para afrontar estos desafíos con éxito, las escuelas deben aprovechar las nuevas tecnologías y aplicarlas al aprendizaje. También deben plantearse como meta transformar el paradigma tradicional del aprendizaje.

Es cierto que el uso de las nuevas tecnologías se ha convertido en un desafío y más en este tiempo de pandemia que he visto como la oportunidad para que el docente salga de las clases tradicionales y utilice todas estas herramientas para mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, pero no solo se trata de involucrar el uso del computador o un celular y creer que ya se está utilizando la tecnología, se trata de involucrar al estudiante en su uso correcto, de tal manera que él reconozca los beneficios que le aporta su utilización y pueda valorar más el uso de algunas aplicaciones que emplear su tiempo muchas veces solo en redes sociales o páginas que no le contribuyen a su formación.

Hay que valorar los esfuerzos que se han realizado en Colombia a partir de 2002 por incorporar las TIC a la educación por medio de diferentes programas que han involucrado las tecnologías informáticas en gestión de infraestructura, de contenidos y del recurso humano, diferentes proyectos que involucran la alfabetización digital, ambientes que favorecen la estimulación de escenarios digitales, que constituyeron bases para dar inicio a programas como: Programa de Uso de Medios y Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MTIC), Computadores para Educar, Creación de habilidades para el uso de TIC en el desarrollo productivo, Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada – RENATA–, Proyecto de Innovación con uso de Aulas Móviles, raíces de aprendizaje móvil, computadores para la paz; y los más recientes programas de capacitación docente en el uso de TIC como: ciudadano digital, TemÁTICas, Entre Pares, A que te cojo ratón y la conformación de los centros de innovación educativa (Arias, 2016, p.24).

Es importante lo que ha sucedido de acuerdo con lo que recomienda la UNESCO en 1998 y lo que sucede en Colombia a partir del año 2002, aunque han pasado apenas cuatro años — creería que ha sido un tiempo de planeación y estructuración— ya se comienza a incorporar el uso de las Tic en diferentes programas primeramente de capacitación digital como un acercamiento de las personas a la tecnología, y poco a poco con la creación de diferentes portales educativos han fortalecido la comunicación en este escenario. Se han dado grandes pasos para acercarnos al uso de las TIC, pero ahora viene una fase de acercamiento por parte de los profesores para comenzar a utilizar en estas nuevas tecnologías y llevarlas al aula de clase como lo recomendó la UNESCO y como mencionó antes Navarro cuando dijo que los profesores debían cambiar las prácticas en el aula de clase para motivar a los estudiantes, es importante no pasar por alto que con la incursión de diferentes programas de apoyo se podrán complementar las temáticas desarrolladas en sus clases por medio del uso de: Videos, Audios, simulaciones, laboratorios virtuales, entre otros, y así lograr que los estudiantes tengan mayor disposición a la hora de aprender.

### **Las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la física**

Ha llegado el momento de abordar la importancia del uso de las TICs en el área de la física, aunque muchos docentes se limitan a presentar plataformas para que los estudiantes exploren, pero no les presentan un objetivo concreto y ellos lo miran más como un juego, o estos docentes solo se limitan a utilizar las TIs para documentarlos como se mencionó líneas atrás, es por ello por lo que se debe profundizar en los objetivos para tener en cuenta al utilizar las TICs, según afirman Castiblanco y Vizcaíno (2008):

*En el campo de la enseñanza de la Física, por ejemplo, se requiere garantizar la formación del pensamiento científico y reflexivo, tanto como el desarrollo de habilidades para la asimilación de la información, la construcción de conocimiento y la formación de personas críticas. Se requiere por tanto que docentes y estudiantes fortalezcamos habilidades para el trabajo colaborativo, la capacidad de filtrar información, la toma de decisiones en relación al conocimiento que se quiere construir, el uso de lenguaje especializado, la destreza para asimilar nuevos*

*procesos de comunicación en donde se garantice el aprendizaje con economía de tiempo, entre otros (p. 3).*

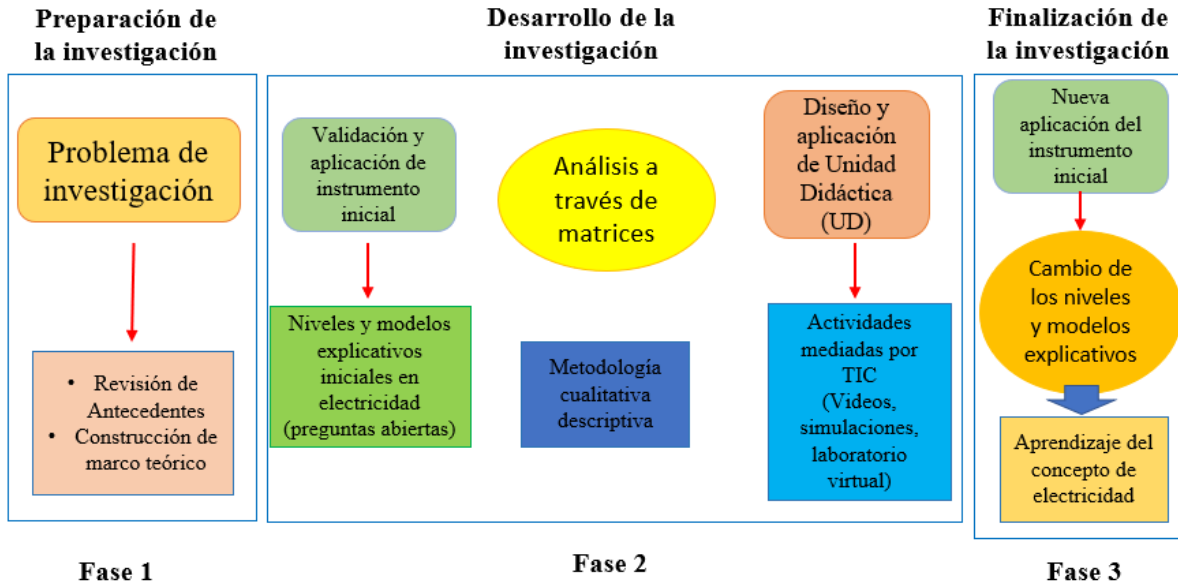
Lo mencionado anteriormente por Castiblanco y Vizcaíno va en la misma línea con lo que plantea la dirección general de Cultura y Educación de Argentina (2011) que propone una enseñanza de las ciencias de una manera no tradicional que involucre las tecnologías y desarrolle el pensamiento científico tecnológico de las personas, que les ayude a resolver problemas presentes en la sociedad.

de modo que es preciso reconocer dos aspectos principales a la hora de incluir las TICs en el diseño de la clase de física como lo mencionan Castiblanco y Vizcaíno: La formación del pensamiento para producir y/o acoplar tecnologías de la información con una actitud crítica y reflexiva, lo cual denominaremos *inteligencia tecnológica*, y el aprovechamiento de éstas para construir conocimiento científico, lo cual denominaremos *inteligencia científica*, es a lo que estamos llamados a trabajar como docentes en el aula de clase; es momento de terminar con el uso de las tics para colocar videos, o presentaciones de Power Point, es momento de hacer que con el trabajo con simulaciones en laboratorio, el estudio de diferentes fenómenos de la naturaleza, nuestros estudiantes sean capaces de tomar decisiones en su entorno, venzan sus miedos y aprendan a formular hipótesis buscando posibles soluciones, pero esto solamente se logrará si nosotros como docentes cambiamos la manera de enseñar ciencias en el aula de clase.

## **7.8 DISEÑO METODOLÓGICO**

Se ha planteado el desarrollo de la investigación en tres fases y con su ejecución se pretendió lograr que las estudiantes profundizaran en la explicación de fenómenos y los modelos explicativos en electricidad por medio del uso de las TIC.

**Figura 2.** Diseño metodológico.



*Fuente: Elaboración propia.*

### **Fase 1:**

En esta fase se realizó el planteamiento del problema y se hizo la revisión de antecedentes y la construcción del marco teórico.

### **Fase 2:**

Se realizó la validación del instrumento inicial y de la unidad didáctica. Posteriormente se llevó a cabo la respectiva aplicación del instrumento inicial y la unidad didáctica. Una vez recolectados los datos iniciales se fue haciendo el análisis de la información.

### **Fase 3:**

Se llevó a cabo la nueva aplicación del instrumento inicial para validar los cambios en los niveles y modelos explicativos en electricidad.

## **7.9 PLAN DE ANÁLISIS**

Una vez recogida y transcrita la información, se seleccionaron las oraciones con sentido dadas por las estudiantes y con estas, se realizó un análisis del contenido a través de redes sistémicas. Al respecto, Tinto (2013), manifiesta que el análisis del contenido de Bardin

permite introducir clasificaciones y efectuar comparaciones, así como formular inferencias acerca de los receptores y del contenido o significado latente del mensaje.

Las redes sistémicas son maneras de agrupar y categorizar, en este caso, las expresiones, frases o palabras expresadas por las estudiantes, preservando las relaciones entre categorías, de tal forma que los datos pueden ser analizados entre grupos (Tunnicliffe, 1998). Estas redes sirvieron para categorizar y describir las relaciones entre la competencia explicación de fenómenos y los modelos explicativos de conceptos relacionados con la electricidad. La red despliega las relaciones entre los diferentes modelos, al ser un sistema de codificación analítico y un esquema de representación del conocimiento a través de una red posible de comparar como cambian las categorías de trabajo (Farías, Molina y Carriazo, 2010).

Para el ejercicio de validez y rigurosidad se empleó la triangulación de los datos obtenidos antes y después de la intervención didáctica, así como la triangulación teórica que permitió respaldar las inferencias realizadas por el investigador con los autores empleados en los antecedentes y el marco teórico.

## 8 RESULTADOS

### 8.1 INTRODUCCIÓN

Una vez aplicados los instrumentos de recolección de la información (inicial y final), así como la unidad didáctica, se realizó el análisis bajo el plan propuesto en líneas anteriores.

En el siguiente apartado se presentan los resultados de la investigación y su respectivo análisis cualitativo.

Para facilitar el ejercicio; la codificación se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Se mencionó cada estudiante con la letra E y enseguida un número que indicó la estudiante respectiva, por ejemplo, estudiante 1: **E1**, estudiante 2: **E2**, .... **E10**.
- Las preguntas de los instrumentos se asignaron con la letra P y el número de la pregunta, comenzando desde **P1**, **P2** hasta **P12**.
- Las diferentes explicaciones que dieron a los fenómenos se clasificaron por colores:
  - Azul**= Explica usando tautologías.
  - Amarillo** = explica de manera cotidiana.
  - Verde** = explica usando conceptos científicos asociados a fenómenos eléctricos.
  - gris** =explica usando conceptos científicos que no corresponden a fenómenos eléctricos.
  - Rosado** = en su explicación utiliza relaciones causales simples.
  - Fucsia**= en su explicación emplea relaciones causales múltiples o complejas.

A continuación, se presenta el análisis y discusión de los resultados, el cual se estructura en 4 apartados: 1) el análisis del momento inicial; 2) el análisis del momento final, posterior a la intervención; 3) el análisis del uso de términos a través de la red sistémica y 4) la respuesta a la pregunta de investigación, a partir de los análisis de los 3 apartados previos.

## 8.2 ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO INICIAL (EN ADELANTE Ii)

A continuación, se presenta el análisis del Ii aplicado a 10 estudiantes de acuerdo con cada una de las subcategorías propuestas en la investigación.

### 8.2.1 Niveles Explicativos Iniciales (en adelante Nei)

La siguiente tabla se construyó seleccionando las respuestas de las estudiantes para cada pregunta del cuestionario inicial y de acuerdo con los marcadores discursivos y los niveles explicativos presentados en la tabla 7 se hizo la clasificación por niveles según la tendencia que se encontró en cada grupo de preguntas.

*Tabla 9. Niveles explicativos por tendencia.*

Estudiante	N° de Preguntas	Nei	Nei por tendencia
E1	12	N1	N1
E2	8	N1	N1
	4	N1- N2	
E3	8	N1	N1
	4	N1- N2	
E4	4	N1	N1-N2
	8	N1- N2	
E5	10	N1	N1
	2	N1- N2	
E6	9	N1	N1
	2	N1- N2	
	1	N3	
E7	10	N1	N1
	2	N1- N2	
E8	10	N1	N1
	2	N1- N2	
E9	9	N1	N1
	3	N1- N2	
E10	1	N1	N1-N2
	9	N1- N2	
	2	N2-N3	

*Fuente: elaboración propia*

De la clasificación se pudo evidenciar que las explicaciones de las estudiantes sobre fenómenos relacionados con electricidad transitaban entre diferentes niveles de explicación desde **N1** hasta **N3**, es decir, que no se ubicaron en un solo nivel de explicación. Se



evidenció que 8/10 estudiantes se encuentran en **N1**, donde en sus explicaciones en términos generales reconocen solamente algunos aspectos de fenómenos eléctricos simples y la mayoría de las veces los explican desde la cotidianidad y en un solo caso se evidenció el uso de tautologías.

2/10 estudiantes se encuentran en nivel de explicación **N1-N2**, estas, reconocen algunos aspectos de fenómenos eléctricos simples y los explican desde la cotidianidad, utilizan algunos conceptos relacionados con fenómenos eléctricos simples y describen algunas relaciones causales simples, a diferencia de las que están en **N1**, que no lo hicieron.

Es difícil que de entrada las estudiantes formulen explicaciones profundas sobre fenómenos relacionados con electricidad, ya que están expuestas a mucha información que explican desde el sentido común (o también podría decirse desde sus ideas previas) y en muchas ocasiones no es acorde con lo que dice la ciencia, tendrá unas leves aproximaciones, pero debe irse reforzando con el desarrollo de las diferentes temáticas en el aula de clase. De acuerdo con Campanario y Otero (2000), las ideas espontáneas de los alumnos se caracterizan, en primer lugar, por ser casi siempre científicamente incorrectas (en palabras de los autores), lo cual ha contribuido sin duda al gran desarrollo de la investigación en esta área. Es razonable, en cierta medida, que las ideas previas sean científicamente inadecuadas porque de no ser así, sería innecesario el proceso de enseñanza.

De la tabla 9 se observa que **E1** es la única estudiante que se ubica claramente en **N1**, **E10** transita entre **N1**, **N2** y **N3** y los demás estudiantes se ubican entre **N1** y **N2**.

Para el caso de **N1**, se evidencia a continuación en **P1** una imagen y contextualización que les permite ubicarse en el fenómeno de la formación de un rayo en una nube de tormenta, se presenta las respuestas de **E4**, **E5** y **E8** y las posibles inferencias que les ubica en el nivel **N1**.

**E4P1:** *Las nubes se chocan produciendo grandes cantidades de energía que se transforman en rayos.*

**E5P1:** *Para mí la tormenta se crea cuando dos fuerzas diferentes se juntan, una de alta presión y otra de baja presión.*

**E8P1:** *Como cada cosa tiene energía puede que sea una fuente que atrae los rayos.*

Como se puede notar, **E4** atribuye el fenómeno a que las nubes chocan produciendo grandes cantidades de energía, **E5** menciona la acción de fuerzas de alta y baja presión y **E8** considera que los rayos pueden formarse por la acción de una fuente que atrae los rayos. Todas sus respuestas se describen empleando un lenguaje cotidiano y no incluyen en su estructura términos muy relacionados con fenómenos eléctricos, pareciese de momento que apenas se encuentran estructurando sus explicaciones. Según Reif y Larkin (1994) los estudiantes suelen utilizar el lenguaje cotidiano (percepción directa y sentido común) para ofrecer explicaciones que carecen de base científica, es por lo anterior que se han clasificado en **N1** de explicación.

También se encontraron estudiantes que en sus respuestas cuentan con aspectos de **N1** y **N2**, pero tienden más a estar en **N2**, para ello se toma respuestas a **P5** donde se presenta un circuito eléctrico en el contexto de construir una linterna, se destacan las respuestas de **E4** y **E10**.

**E4P5:** *Hay un bombillo, una pila, un interruptor y cables, la pila produce energía que llega al interruptor y cuando este se encienda el bombillo también lo hará.*

**E10P5:** *Este es un sistema de enlace abierto. Para conseguir la energía lumínica necesitamos de la batería, pero también de un transformador que traspase la energía de la pila a la bombilla; los sistemas de enlace cerrado por el contrario no necesitan de este mediador.*

*El sistema se compone de tres cosas: 1) una entrada, la batería, 2) la salida, la bombilla encendida, 3) el transformador.*

Se puede notar que presentan respuestas mejor elaboradas en cuanto a su contenido, combinan términos más específicos y algunas relaciones como: “energía que llega al interruptor” o “para conseguir la energía lumínica necesitamos de una batería pero también de un transformador”. Aunque describen por medio de algunas relaciones causales simples, continúan explicando con un lenguaje cotidiano al referir términos como: “sistema de enlace abierto” o “traspase la energía”. Según los criterios de la tabla 9 estas estudiantes comparten aspectos del **N1** y **N2**.

Y aunque no se encontró ningún estudiante con tendencia a **N3** vale la pena resaltar la respuesta de **E10** que se ubica en este nivel, esto se aprecia en su respuesta a **P3** contextualizada con una imagen de un cable en llamas y se le preguntó por qué cree que ocurre tal fenómeno, respondió:

**E10P3:** *Los dispositivos y aparatos eléctricos cuentan con una vida útil limitada, pero algunos duran más que otros, por ende, es importante conocer que un uso descuidado puede afectar su funcionamiento y causar terribles consecuencias, como lo que se aprecia en la imagen, las luces pareciesen entonces seguramente ya no estaban prendidas, dejaron de funcionar, pero el cable de la corriente no superó el uso permanente causando un corto y quemándose en el proceso.*

El uso del color fucsia permite dar razón de la elaboración de explicaciones moderadamente robustas que incluyen en parte la explicación de relaciones causales simples, que de acuerdo con la tabla 9 correspondería a una explicación con aspectos de **N2** y **N3** con mayor tendencia a **N3**. **E10** describe gradualmente los peligros que acarrea un descuido en el uso de dispositivos eléctricos y para finalizar su descripción señala que el cable de corriente se prende porque “no superó el uso permanente causando un corto” posiblemente quiere decir que debido al uso continuo el cable deteriorado sufre un corto circuito, lo que causa que se incendie.

En los niveles iniciales se encuentra la dificultad de que las estudiantes aún no conocen profundamente los conceptos relacionados con electricidad e intentan utilizarlos en sus explicaciones de manera superficial, esto lleva a que en algunas de sus explicaciones se pierda el sentido. Además, se nota que algunas respuestas son poco profundas, podría pensarse que aunque en grados inferiores pueden haber trabajado algunos conceptos de electricidad desde las ciencias naturales, ahora los fenómenos requieren mayor vocabulario y comprensión debido al nivel de rigurosidad de los contenidos. Resultados similares obtuvo Osorio (2016), en las conclusiones de su investigación sobre modelos y concepciones sobre corriente eléctrica enuncia que sobresale en todos los estudiantes las frases en las cuales no emplearon palabras adecuadas para poder explicar lo que ocurre en

el alambre, además ellos olvidan utilizar los conceptos que han aprendido y visto en varios cursos.

### 8.2.2 Modelos Explicativos Iniciales En Electricidad (en adelante Mei)

Para la elaboración de la tabla 10, se agruparon las respuestas de las 10 estudiantes según el modelo explicativo inicial obtenido en sus 12 respuestas, luego se clasificaron de acuerdo con su tendencia.

La clasificación de los modelos explicativos iniciales se puede mostrar como sigue:

*Tabla 10. Modelos explicativos iniciales por tendencia.*

Estudiante	N° de Preguntas	Mei	Mei por tendencia
E1	12	Cotidiano	Cotidiano
E2	11	Cotidiano	Cotidiano
	1	Precientífico	
E3	10	Cotidiano	Cotidiano
	2	Precientífico	
E4	6	Cotidiano	Cotidiano-precientífico
	6	Precientífico	
E5	12	Cotidiano	Cotidiano
E6	11	Cotidiano	Cotidiano
	1	Precientífico	
E7	11	Cotidiano	Cotidiano
	1	Precientífico	
E8	11	Cotidiano	Cotidiano
	1	Precientífico	
E9	10	Cotidiano	Cotidiano
	2	Precientífico	
E10	2	Cotidiano	Precientífico
	10	Precientífico	

*Fuente: elaboración propia*

Al analizar la tabla 10, se pudo evidenciar que las explicaciones de las estudiantes sobre fenómenos relacionados con electricidad circulan entre los modelos explicativos: cotidiano y precientífico, que son dos modelos emergentes obtenidos de los datos recogidos. El modelo cotidiano se caracteriza por un lenguaje común, proveniente de la experiencia de las niñas y sus ideas más intuitivas; y el modelo precientífico se caracteriza porque las niñas emplean algunos conceptos de forma adecuada, pero los mezclan con otros del sentido común. Además, en este modelo hay una tendencia a incluir explicaciones que se

acercan al fenómeno real, describiendo algunas de las causas que producen los fenómenos eléctricos.

Se encuentra que 8/10 estudiantes en sus respuestas iniciales emplean un modelo explicativo cotidiano y solamente 1/10 utiliza un modelo precientífico, otra estudiante combina el modelo cotidiano y el precientífico.

A continuación, se presentan las respuestas de **E2**, **E3** y **E5** a **P7** que relacionan el fenómeno correspondiente a la formación de una chispa como resultado de que un niño está jugando en un brinca brinca y después de un tiempo de estar jugando tiene contacto con una persona.

**E2P7:** *Porque el niño estaba con exceso de energía y al acabar de hacer la acción la energía está “fluyendo” excesivamente.*

**E3P7:** *Por ejemplo, cuando uno tiene mucha energía, también pasa de un momento a otro, uno va a saludar y se pasa un pringonazo.*

**E5P7:** *Eso pasa cuando los dos tienen energía.*

Se aprecia que la respuesta de las 3 estudiantes se ubican en el modelo explicativo cotidiano donde explican el fenómeno eléctrico desde el sentido común utilizando un lenguaje habitual, además se nota que describen el fenómeno utilizando términos que se acercan a lenguaje científico pero que pueden reemplazarse por términos más sofisticados. **E2** menciona que el niño tiene exceso de energía y que al terminar la acción —es decir que al dejar de moverse y ponerse en contacto con la otra persona— la energía fluye excesivamente, **E3** quizá intenta decir que cuando una persona tiene mucha energía fácilmente al tener contacto con otra persona produce una descarga en forma de chispa y **E5** posiblemente quiere decir que cuando las dos personas se ponen en contacto después de acumular carga eléctrica ocurre una descarga en forma de chispa.

De lo anteriormente descrito, se puede deducir que las 3 estudiantes atribuyen el fenómeno a la acumulación de algún tipo de energía que no mencionan, pero saben que al tener contacto con un cuerpo neutro se presentará una descarga eléctrica en forma de chispa. Por la misma situación expuesta en el análisis de niveles iniciales —que las estudiantes

explican desde sus ideas espontáneas—, aquí se puede notar que las 8 estudiantes que emplean un modelo explicativo cotidiano en sus explicaciones no incluyen argumentos que les incluya dentro de otros modelos explicativos más rigurosos, esto concuerda con lo que dice: Baquero (1995) citado en Rodríguez y Moreira (2001), “los modelos mentales son limitados, simplificados e incompletos; partiendo, de estas ausencias o dificultades en el concepto se establece los obstáculos encontrados para cada modelo explicativo”, por esta razón se podría decir que mientras no se profundice en los contenidos sobre electricidad, los modelos iniciales de las estudiantes se visualizarán como simplificados.

También es importante resaltar respuestas de estudiantes que se alejan de la realidad del fenómeno como son las de **E1** y **E3**, donde respecto a la pregunta **P2** que muestra una niña con el cabello levantado por tocar un generador de Van de Graff —ella inicialmente no sabe que es un generador— y se le pide que explique lo que sucede en el fenómeno, sus respuestas son:

**E1P2:** *Tal vez lo que tocó estaba caliente o era electromagnético e hizo que sus cabellos se erizaran.*

**E3P2:** *A veces es la atracción de los calores o la bomba tiene energía y hace que los pelitos se paren.*

En su explicación las dos estudiantes refieren al calor u otros factores, como la causa para que se les coloque el cabello de punta, se podría decir que inicialmente las estudiantes no tienen claros los conceptos relacionados con la electrización de los cuerpos, muchas veces puede ser porque no han tenido un acercamiento a estos fenómenos o no los han estudiado nunca. Según Guisasola y Furió (1994), la mayoría de los estudiantes no tienen en cuenta la naturaleza eléctrica de la materia interpretando los fenómenos eléctricos dando explicaciones pseudo-mágicas donde el cuerpo cargado influye sobre todo lo que está a su alrededor.

Ahora, para mostrar los resultados del modelo explicativo precientífico se presenta la respuesta a **P3** por parte de **E8** y **E9**, como se mencionó líneas atrás contextualizada con

una imagen de un cable en llamas donde se preguntó por qué cree que ocurrió tal fenómeno, sus respuestas son:

**E8P3:** *Hubo un sobrecalentamiento por todos los artículos que estaban funcionando o se disparó la energía lo que hizo que se quemaran.*

**E9P3:** *Sucede este hecho, ya que pudo haber ocurrido un corto, también otra situación puede ser que se sobrecalienta el cable por el tiempo que se ha dejado y así ocasionar fuego, otra opción podría ser que haya caído agua al suiche y así hacer que se genere el fuego.*

Tanto **E8** como **E9** explican algunos fenómenos eléctricos utilizando en su explicación términos científicos como del sentido común, **E8** menciona que *se dispara la energía* tal vez refiriendo a que hubo una sobrecarga o un aumento repentino de la energía que hace que se queme el cable y **E9** dice que *otra opción puede ser que haya caído agua al suiche y así se genere el fuego*. Además, las dos utilizan el término sobrecalentamiento que es muy adecuado para describir el fenómeno que se observa —el cable en llamas— también se puede notar que en su explicación incluyen aproximaciones al fenómeno real desde las causas que lo producen o los peligros que puede causar.

La combinación de diferentes términos en la explicación podría darse porque tal vez no relacionan los conceptos que se han estudiado en clase de ciencias cuando se hablaba de circuitos básicos para encender una bombilla. Según Rainson et. al (1994) la mayoría de los estudiantes no relacionan conceptos estudiados en electrostática, en concreto la diferencia de potencial y el campo eléctrico, con los conceptos utilizados para explicar los fenómenos que suceden en los circuitos eléctricos.

### **8.3 ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO FINAL (EN ADELANTE IF)**

A continuación, se presenta el análisis del If y su comparación con el Ii, aplicado a 10 estudiantes de acuerdo con cada una de las subcategorías propuestas en la investigación.

### 8.3.1 Niveles Explicativos Finales (en adelante nef)

Una vez analizadas las respuestas de las estudiantes dadas en el instrumento final, después de la intervención didáctica diseñada intencionalmente para el aprendizaje de conceptos básicos en electricidad, a través de diferentes actividades mediadas por TIC, se evidenció que las explicaciones individuales de las estudiantes no es posible ubicarlas en un solo nivel de explicación ya que estas constituyen niveles híbridos, es decir que circulan por los diferentes niveles: **N1**, **N2**, **N3** y **N4**, aunque al sintetizarlas alcanzan los niveles **N1**, **N2** y **N3** y en escaso número **N4**, tal como se aprecia en la tabla 11.

*Tabla 11. Nivel explicativo final por tendencia.*

Estudiante	N ° de Preguntas	Nef	Nef por Tendencia
<b>E1</b>	4	N1	N1-N2
	7	N1- N2	
	1	N2-N3	
<b>E2</b>	5	N1	N1
	2	N2	
	4	N1-N2	
	1	N2-N3	
<b>E3</b>	3	N1	N1- N2
	5	N1- N2	
	3	N2	
	1	N3	
<b>E4</b>	3	N1	N2
	5	N2	
	3	N2-N3	
	1	N3-N4	
<b>E5</b>	1	N1	N1- N2
	10	N1- N2	
	1	N2	
<b>E6</b>	2	N1	N1- N2
	7	N1- N2	
	1	N2	
	2	N2-N3	
<b>E7</b>	7	N1	N1
	5	N1- N2	



<b>E8</b>	2	N1	N1-N2
	7	N1-N2	
	3	N2-N3	
<b>E9</b>	5	N1	N1
	3	N1- N2	
	3	N2	
	1	N2-N3	
<b>E10</b>	2	N1-N2	N2-N3
	1	N2	
	6	N2-N3	
	1	N3	
	2	N3-N4	

*Fuente: elaboración propia*

Para el caso de **E1** en sus respuestas finales los niveles explicativos pasan por **N1-N2-N3**, pero la mayoría de sus respuestas se ubican entre **N1** y **N2**, se logró un mayor avance comparando con el análisis inicial donde ninguna de sus respuestas pasó de **N1**, se puede pensar que mejoraron en sus procesos de explicación de fenómenos eléctricos, después de la intervención con la unidad didáctica.

Para las demás estudiantes se pueden observar cambios en los niveles explicativos en comparación a los evidenciados en el análisis inicial (ver tabla 9).

**Tabla 12.** Tendencias de Niveles explicativos iniciales y finales.

<b>Estudiante</b>	<b>Nivel explicativo inicial</b>	<b>Nivel explicativo final</b>
<b>E1</b>	N1	N1-N2
<b>E2</b>	N1	N1
<b>E3</b>	N1	N1- N2
<b>E4</b>	N1-N2	N2
<b>E5</b>	N1	N1-N2
<b>E6</b>	N1	N1- N2
<b>E7</b>	N1	N1
<b>E8</b>	N1	N1-N2
<b>E9</b>	N1	N1
<b>E10</b>	N1-N2	N2-N3

*Fuente: elaboración propia*

Las estudiantes **E2**, **E7** y **E9** permanecieron en el nivel **N1**, esto se evidencia en algunas de sus respuestas a los fenómenos analizados para **P9** que pide explicar por qué al accionar un interruptor de energía puede encender un bombillo, sus respuestas son:

**Tabla 13.** Comparación nivel inicial y final

Estudiante	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
<b>E2</b>	P9	Porque la energía viaja por los cables hasta llegar al punto al que se necesita esta. N1-N2	Porque la energía corre hacia la dirección la cual hace prender la bombilla. N1
<b>E7</b>	P9	Por los cables que conectan a la bombilla. N1	Porque es un interceptor entre la pila y el bombillo. N1
<b>E9</b>	P9	Porque el interruptor por dentro tiene varios componentes que hacen que al oprimirlo los cables conduzcan la energía y encienda el bombillo. N1	Porque dentro del interruptor existe una serie de mecanismos como cable donde es conductor de energía. N1

Fuente: elaboración propia

Se puede apreciar que sus respuestas tanto iniciales como finales se explican desde lo cotidiano, inicialmente manifiestan que al accionar en interruptor, el bombillo enciende por la energía que viaja por los cables, después de la intervención se encuentra que **E2** habla de forma lógica conservando el sentido cotidiano, dice que la energía corre hacia el bombillo y lo enciende. **E7** atribuye al interruptor la función de interceptor —tal vez quería decir que separa la pila y el bombillo y su funcionamiento depende de accionarlo— y **E9** habla que dentro del interruptor existe cable que conduce energía, ninguna menciona que existe una corriente eléctrica que será transmitida al bombillo en el momento de accionar el interruptor, o que este presenta una resistencia infinita que no permite el paso de los electrones. Realmente son conceptos abstractos que con el tiempo se espera incluyan en sus explicaciones, esto concuerda con lo que plantean Kyunghye y Hyunsook (2004), quienes señalan que los estudiantes tienen dificultad de entender conceptos abstractos y es necesario por parte de los maestros implementar estrategias de enseñanza con el fin de facilitar el aprendizaje y la comprensión de la materia.

Por su parte **E1**, **E3**, **E5**, **E6** y **E8** pasaron de **N1** a **N1-N2**, esto se evidencia en algunas de sus respuestas a los fenómenos analizados para **P7** y **P4**:

**Tabla 14.** Comparación entre Nivel de explicación inicial y final

Estudiante	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1		Creo que es por el contacto entre una persona que está agitada y otra persona quieta por mucho rato. N1	Se produce por electrización causada por frotación, rose entre cargas positivas y negativas que se atraen y producen electrización. N1-N2
E3		Por ejemplo, cuando uno tiene mucha energía, también pasa de un momento a otro, uno va a saludar y se pasa un pringonazo. N1	Tiene mucha energía y al tener contacto con otra persona de una, al haberse bajado, le genera una chispa al tocarlo. N1-N2
E5	P7	El agua también puede ser una fuente de energía, la otra es una planta de energía. Estas son una de las cosas que nos ayudan a dar energía a nuestro hogar. N1	A esto se le puede decir un choque eléctrico, también un intercambio de cargas ya sea positiva con negativa, es un medio para liberarse de algunos electrones. N1-N2
E8		El niño pasa por un tiempo de actividad física por donde tiene una energía, mientras que la otra persona está tranquila. N1	Al momento de bajarse tiene una carga y llegar a alguien que está neutra hace que al tocarse genere una chispa. N1-N2

Fuente: elaboración propia

En las respuestas iniciales las estudiantes utilizaron términos como: energía, pringonazo, contacto, además los marcadores discursivos presentan mucho color amarillo como señal de que esta terminología utilizada se encuentra en un lenguaje cotidiano. Ahora, observando sus respuestas finales utilizan términos más relacionados con los fenómenos a explicar cómo: electrización, frotación, energía de contacto, choque eléctrico, carga, chispa; además, incluyen en su explicación algunas relaciones causales y se evidencia el uso de nueva terminología.

Otro aspecto por considerar es que en las explicaciones finales se visualizan los marcadores discursivos con mayor color rosado y verde que amarillo, lo que significa que en sus respuestas ha disminuido el uso del lenguaje cotidiano —aunque no en su totalidad— y se ha comenzado a usar un lenguaje que incluye términos más científicos y con algunas relaciones causales. No obstante, a pesar de lo mencionado anteriormente, pareciera que las estudiantes al momento de explicar fenómenos sienten comodidad al expresarse utilizando términos cotidianos —podría pensarse que es mientras adaptan su vocabulario a estos nuevos términos, como se mencionó en líneas anteriores, que es un proceso gradual—.

Resultados similares obtuvo Sebastiá (1993) donde cuenta que los alumnos al momento de explicar jerarquizan las magnitudes físicas y utilizan únicamente aquellas que perciben como más sencillas.

Observemos el cambio de nivel para **E6** respecto a **P4**

**Tabla 15.** Paso de nivel de explicación N1 a N1-N2

Estudiante	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E6	P4	La papa tiene un líquido que produce el intercambio de energías, por eso hace que la bombilla se encienda. N1	El líquido de la papa al reaccionar con los elementos que se introducen en la papa produce electrones que al moverse encienden la bombilla. N1-N2

*Fuente: elaboración propia*

La respuesta inicial de E6, para explicar cómo se enciende la bombilla utiliza la frase: “tiene un líquido que produce un intercambio de energías” —aquí solamente habla que el líquido que tiene la papa produce un intercambio de energías, no especifica con que elemento interactúa para que suceda dicho intercambio—; y en su respuesta final dice: “el líquido de la papa al reaccionar con los elementos que se introducen en la papa produce electrones que al moverse encienden la bombilla” en esta respuesta menciona que el líquido de la papa reacciona con los elementos que se introducen en ella, además menciona que se producen electrones —como si considerara que antes de esta interacción no existieran electrones dentro del conductor de cobre y solamente después de que interaccionan los elementos con la sustancia es cuando ocurre el hecho—, lo interesante es que en su explicación final ya asume que los electrones al moverse logran encender la bombilla —pareciera que piensa en corriente eléctrica aunque no la menciona—, al respecto Criado y Canal (2003) manifiestan que una de las concepciones alternativas más frecuentes en los alumnos, en relación con el fenómeno de la electrización, es que la carga se “crea” cuando el cuerpo es electrizado.

Solamente **E4** pasó de **N1-N2** a **N2**, sus respuestas comparten aspectos entre **N1** y **N2**, pero tienen mayor tendencia hacia **N2**, esto se evidencia en sus respuestas a los fenómenos analizados para la pregunta **P2** en el instrumento inicial y final:

**Tabla 16.** Cambio de nivel N1-N2 a N2

Estudiante	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E4	P2	Lo que la chica está tocando podría ser un generador de energía y por causa de la estática a ella se le para el cabello.N1-N2	Al tocar el generador de Van de Graaff se produce electrización por frotación.N2

*Fuente: elaboración propia*

La explicación inicial de la estudiante utiliza tanto términos cotidianos como científicos, se reconoce el empleo de algunos términos relacionados con electricidad como: “generador de energía, estática” y se resalta la consistencia de su respuesta, el uso del término estática lo asocia a una causa para que se le levante el cabello a la niña lo que la ubica en nivel de explicación N1-N2, ya en su explicación final aún continúa usando términos cotidianos y científicos, aunque ahora menciona términos profundamente relacionados con el fenómeno electrostático como: “generador de van de Graaff, Electrización por frotación —aunque este fenómeno presenta electrización por conducción no por frotación, de todas formas muestra apropiación de los fenómenos de electrización— no menciona a que se debe que se levante el cabello de la estudiante.

Por último, se muestra el cambio de nivel de **E10** que pasó de **N1-N2** a **N2-N3**, esto se evidencia en sus respuestas a los fenómenos analizados en **P8** en el instrumento inicial y final, la cual indaga sobre por qué al quemarse un bombillo en su casa no se queman los demás.

**Tabla 17.** Cambio de nivel N1-N2 a N2-N3

Estudiante	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E10	P8	Las bombillas no comparten un mismo sistema todas ellas, si una se quema será por el uso, descuido o por que ha sido dejada encendida durante mucho tiempo, a diferencia de las demás que pudieran estar apagadas o con menos tiempo de uso. N1-N2	Porque no se trata de un circuito en serie sino de uno en paralelo donde las resistencias cuentan con cantidades distintas y por ende dejan pasar mucha mas corriente que las demás. Al quemarse es porque la resistencia en ella no era suficiente para el voltaje que tenía. N2-N3

*Fuente: elaboración propia*

Aquí se observa que la estudiante inicialmente no identificaba el tipo de configuración que tenía el circuito de la casa y porqué tenía ese comportamiento ella solo decía que no

comparten un mismo sistema, en su respuesta final ya dice que es un circuito paralelo, además su primera explicación del porqué se quema, ella dice que por mucho uso o por descuido, en cambio en su respuesta final menciona las ventajas de la conexión en paralelo y que el bombillo se pudo haber quemado por que la resistencia del cable no pudo soportar todo el voltaje que tenía el circuito, en su explicación utiliza términos científicos y varias relaciones causales.

Para concluir, del análisis de los niveles iniciales y finales se resalta que no hubo estudiantes que alcanzaran los niveles **N4** y **N5** cuyos criterios exigían sacar conclusiones que vayan más allá de los datos presentados en la situación problema, justificar sus afirmaciones y describir relaciones causales múltiples o complejas de los fenómenos eléctricos. Sin embargo, hubo transición entre diferentes niveles (ver **Tabla 12**), lográndose evidenciar que reconocen algunos aspectos de los fenómenos eléctricos simples, que aunque en algunas ocasiones los explicaron desde la cotidianidad; después de la intervención didáctica mejoraron al establecer relaciones causales simples de estos fenómenos, además una sola estudiante alcanzó algunos aspectos del nivel **N3**.

En este sentido, autores como Guisasola y Furió (1994) en su investigación sobre el aprendizaje de algunos conceptos de electrostática, confirman la dificultad que tienen los estudiantes para aprender los conceptos básicos de la electricidad, donde ellos presentan muchos conceptos que impiden una interpretación adecuada de los fenómenos de inducción eléctrica o movimiento de cargas —tal vez porque aún se resisten a cambiar sus concepciones iniciales esto se refuerza con lo que dice Bello (2004), que las ideas previas son construcciones personales, universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada—.

### **8.3.2 Modelos explicativos finales en electricidad (mef).**

Del mismo modo que para los niveles explicativos finales, se pudo evidenciar que las explicaciones finales de las estudiantes circulan entre diferentes modelos explicativos: cotidiano, precientífico, electrización, ohm, coulomb, es decir que no usan un único modelo explicativo para explicar los distintos fenómenos relacionados con electricidad —como se

había mencionado en el análisis del instrumento inicial—, la clasificación de los modelos explicativos finales se puede mostrar como sigue:

**Tabla 18.** Clasificación según modelo explicativo final por tendencia

Estudiante	Nº de Preguntas	Mef	Mef por tendencia
E1	6	Cotidiano	Cotidiano
	5	Precientífico	
	1	Ohm	
E2	6	Cotidiano	Cotidiano
	5	Precientífico	
	1	Ohm	
E3	3	Cotidiano	Precientífico
	9	Precientífico	
E4	3	Cotidiano	Precientífico
	5	Precientífico	
	3	Ohm	
	1	Electrización por frotamiento	
E5	5	Cotidiano	Precientífico
	7	Precientífico	
E6	4	Cotidiano	Precientífico
	7	Precientífico	
	1	Ohm	
E7	11	Cotidiano	Cotidiano
	1	Precientífico	
E8	4	Cotidiano	Precientífico
	8	Precientífico	
E9	6	Cotidiano	Cotidiano
	4	Precientífico	
	1	Ohm	
	1	Electrización por frotamiento	
E10	1	Cotidiano	Ohm
	4	Precientífico	
	1	Electrización por frotamiento	
	1	Electrización por contacto	
	5	Ohm	

*Fuente: elaboración propia*

A diferencia del instrumento inicial aquí las explicaciones de las estudiantes no solo circulan por los modelos cotidiano y precientífico, sino que se ubican en los modelos de electrización y de Ohm (aunque solo pocas preguntas permiten ver este cambio).

Comparando los resultados obtenidos acerca de los modelos usados por las estudiantes mientras explican fenómenos relacionados con electricidad en los instrumentos inicial y final se tiene:

**Tabla 19.** Comparación de modelo explicativo inicial (Mei) y final (Mef) por tendencia

Estudiante	Mei	Mef
E1	Cotidiano	Cotidiano
E2	Cotidiano	Cotidiano
E3	Cotidiano	Precientífico
E4	Precientífico	Precientífico
E5	Cotidiano	Precientífico
E6	Cotidiano	Precientífico
E7	Cotidiano	Cotidiano
E8	Cotidiano	Precientífico
E9	Cotidiano	Cotidiano
E10	Precientífico	Ohm

*Fuente: elaboración propia*

De la comparación anterior se observan cambios en los modelos explicativos finales de las estudiantes después de la intervención didáctica, en la **Tabla 18** se logra visualizar el paso por los diferentes modelos de acuerdo con el número de preguntas y ya en la **tabla 19** se reorganiza la información pero de acuerdo a la tendencia, notándose que 4 /10 estudiantes permanecieron en el modelo explicativo cotidiano (**E1, E2, E7, E9**), se evidencia que aún después de la intervención por medio de la unidad didáctica, las estudiantes continúan en su modelo explicativo inicial, lo que indica que aún conservan sus concepciones iniciales y las expresan en un lenguaje común. Además, parece que presentan cierta resistencia al cambio en sus ideas previas, esto se corrobora con lo que dicen Nava et. al (2008) donde mencionan que diversos autores coinciden en señalar como construcciones personales de las estudiantes, de origen afectivo son guiadas por la percepción del entorno, lo cual las hace muy resistentes al cambio, y en consecuencia tienden a dificultar la construcción del conocimiento científico que difiere de las mismas.

También se evidenció que 4/10 estudiantes cambiaron su modelo explicativo inicial de cotidiano a precientífico (**E3, E5, E6, E8**), 1/10 estudiantes permaneció en el modelo precientífico (**E4**) y 1/10 estudiantes pasó del modelo explicativo precientífico a modelo explicativo de ohm (**E10**). En estas estudiantes también se evidenció un cambio en sus niveles explicativos, una consideración para tener en cuenta al dar respuesta a la pregunta de investigación del proyecto.

Al observar algunas de las respuestas de **E3, E5, E6, E8** que cambiaron su modelo explicativo cotidiano a precientífico después de la intervención didáctica, resulta



importante tener en cuenta que la mitad de ellas cambiaron de modelo explicativo después de la intervención didáctica, en la pregunta **P12** que pide explicar cómo se presenta un corto circuito y sus consecuencias y la pregunta **P8** que pide explicar por qué cuando se quema una bombilla de la casa no se apagan las demás solamente la que se quemó:

**Tabla 20.** Respuestas que evidencian cambio de modelo explicativo de cotidiano (MEC) a precientífico (MEP).

Estudiante	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E3	P12	Porque nos podemos quemar. MEC	Los cortos circuitos son fallos en una línea eléctrica que pueden desencadenar consecuencias muy peligrosas si no se actúa a tiempo. MEP
E5		Porque la energía está suelta, eso puede causar que nos electrocutemos o los voltios grandes de energía nos causen la muerte. MEC	Los cortos circuitos son fallos de una línea eléctrica, se presenta cuando tiene mucha sobrecarga. MEP
E6	P8	Porque solo esa bombilla se recalentó de tanto tiempo de producir luz. MEC	Porque es un circuito paralelo, cuando se quema una bombilla las demás siguen funcionando, porque la energía sigue fluyendo por todo el circuito. MEP
E8		Se daña el circuito por lo que hace que se apague. MEC	Es por que la casa maneja un circuito paralelo que hace que si se quema uno, los demás no. MEP

Fuente: Elaboración propia

Se observa que **E3** y **E5** inicialmente explican **P12** de manera muy cotidiana, **E3** aborda de manera sencilla por qué puede ocurrir un corto circuito y en su respuesta final habla de fallos en la línea eléctrica considerando que puede traer consecuencias peligrosas; **E5** por su parte inicialmente habla de energía suelta, tal vez quiere decir que se libera mucha energía de manera arbitraria y en su respuesta final aparte de considerarlo como fallo en la línea eléctrica, le adiciona que ocasiona una sobrecarga.

**E6** inicialmente habla de que la bombilla se recalienta y por eso se quema y en su respuesta final reconoce la configuración del circuito como un circuito paralelo, antes solamente abordaba su respuesta desde las causas que producen que el bombillo se apague, ahora reconoce la configuración del circuito y que su funcionalidad permite que no se apaguen las demás bombillas, solo la que se quema.

**E8** inicialmente aborda el apagado de la bombilla desde un daño sin especificar qué tipo de daño —ni siquiera insinúa el tipo de configuración de las bombillas—, en su respuesta final después de la intervención didáctica ya asume una postura acerca de la configuración diciendo que es en paralelo lo que hace que se queme solo una bombilla y no las demás.

Por su parte, **E10** fue la única estudiante que cambió del modelo explicativo precientífico al modelo explicativo de Ohm, esto se logró de acuerdo con sus respuestas, pues cumplió con los criterios estimados para este modelo de acuerdo con los indicadores propuestos en la tabla 7.

A continuación, se presenta algunas de sus respuestas para **P5** donde se presenta una imagen con un circuito sencillo conformado por una bombilla, una pila y un interruptor, conectados mediante un cable y se pide explicar por qué al accionar el interruptor enciende la bombilla y **P6** donde se le pide que explique cómo llega la electricidad a su casa y se contextualiza por medio de una imagen que representa el proceso:

**Tabla 21.** Respuestas que evidencian cambio de modelo explicativo de precientífico (MEP) a modelo explicativo de Ohm (MEO)

Estudiante	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
<b>E10</b>	<b>P5</b>	<p><i>Este es un sistema de enlace abierto. Para conseguir la energía lumínica necesitamos de la batería, pero también de un transformador que traspase la energía de la pila a la bombilla; los sistemas de enlace cerrado por el contrario no necesitan de este mediador.</i></p> <p><i>El sistema se compone de tres cosas: 1) una entrada, la batería, 2) la salida, la bombilla encendida, 3) el transformador. MEP</i></p>	<p><i>El conjunto de elementos que permite el paso de la electricidad se llama circuito cerrado, más específicamente se trata de un circuito en serie, porque solo cuenta con una cantidad de resistencia (<math>\Omega</math>), una batería que contiene el voltaje (<math>v</math>) del que parte la corriente (<math>i</math>), el bombillo que es lo que queremos prender, la batería y el cable conductor, funciona al accionar el interruptor, este permite el paso de la corriente por medio del cable hasta la bombilla.</i></p> <p><i>MEO</i></p>

<b>P6</b>	<p>Esto se conoce como <b>energía hidroeléctrica</b>, conseguida a partir de grandes reservas de agua tratadas industrialmente de las cuales se consigue electricidad. Dicha <b>electricidad</b> luego es conducida por un <b>sistema de cableado</b> conocido como <b>torres eléctricas</b> para llegar al paso 4, en donde ésta a través de una red de <b>cable residencial</b> llega a nuestras casas. MEP</p>	<p>Las cargas eléctricas o la electricidad pasa en voltajes, es peligrosa y difícil de controlar, por eso antes de llegar a nuestra casa y habiendo atravesado un proceso hidroeléctrico, este voltaje pasa por un transportador para valga la redundancia transformarse en corriente mas tratable que se conduce por los cables hacia los circuitos presentes en el lugar cerrado, como los bombillos repartidos en un salón. MEO</p>
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Fuente: Elaboración propia.*

En su respuesta a **P5** su explicación cambió al ámbito científico, ahora ya reconoce el conjunto de elementos a través del cual se conduce la electricidad como circuito eléctrico, y le llama circuito serie, antes la llamaba sistema de enlace abierto; además, identifica la función de cada uno por separado, y explica como enciende la bombilla. En **P6** La explicación de la estudiante se ubica en el ámbito científico, hace uso de todos los elementos que intervienen en la generación de la energía eléctrica y los organiza de tal manera que hace un recorrido mencionando los peligros y los diferentes procesos necesarios para que llegue a las casas, a diferencia de su explicación inicial en la que se ciñó al pie de la letra en los pasos visualizados en la imagen, identifica todos los elementos necesarios en cada proceso, para que la energía llegue a los hogares.

El hecho de que algunas estudiantes lograron cambiar de modelo explicativo y otras continuaron en el modelo cotidiano da signos de que en ellas aún predomina el uso de conceptos del común al explicar fenómenos e incluso incurren en algunos errores conceptuales, que según Campos (2009), pueden ser el resultado de todos los conceptos que derivan de la experiencia informal a lo largo de la vida.

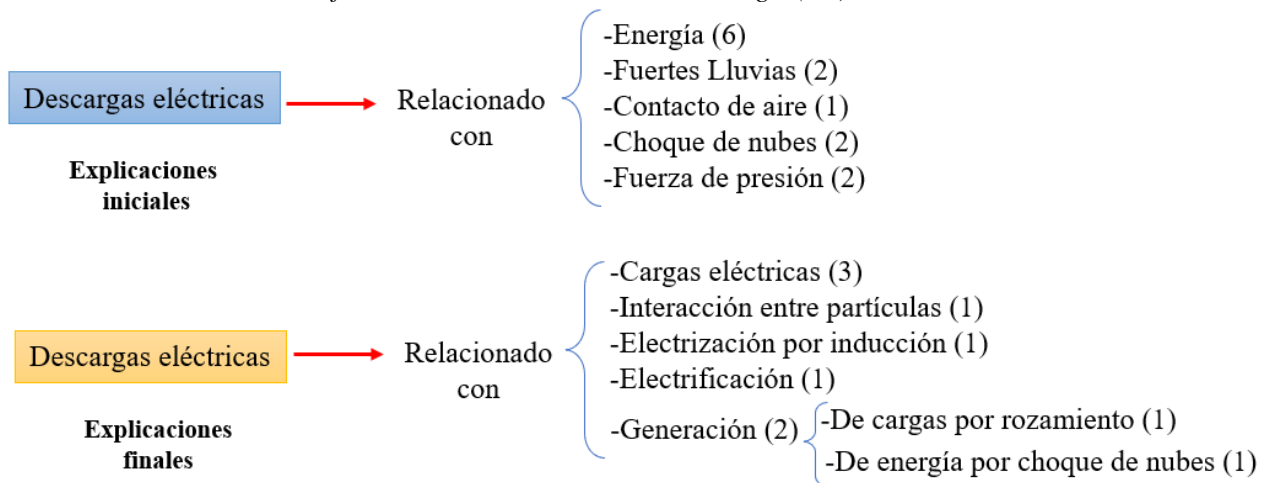
A manera de conclusión, se establece que se pudo determinar dos modelos explicativos fuera de los presentados en el marco teórico, que se los ha denominado modelos explicativos emergentes: cotidiano y precientífico, cuando se habla de modelo explicativo cotidiano se considera que la estudiante explica algunos fenómenos eléctricos desde el

sentido común utilizando un lenguaje cotidiano y además describe algunos fenómenos utilizando términos cercanos a este, pero que pueden reemplazarse por términos más sofisticados; y cuando se habla de modelo explicativo precientífico se considera que la estudiante explica algunos fenómenos eléctricos utilizando en su explicación tanto términos científicos como del sentido común, y además en su explicación incluye aproximaciones al fenómeno real desde las causas que lo producen o los peligros que puede causar.

#### 8.4 RED SISTÉMICA: ANÁLISIS DE MARCADORES DISCURSIVOS

Con base en la codificación establecida en el análisis de los instrumentos inicial y final se elabora una red sistémica utilizando los marcadores identificados en las explicaciones iniciales y finales de las estudiantes, sobre fenómenos relacionados con electricidad y su frecuencia en el uso de ellos, teniendo en cuenta fenómenos específicos que involucran Descarga (**P1**), electrización (P2, P7), funcionamiento de dispositivos, corriente y voltaje (**P3, P4, P5, P6, P10**), cargas en movimiento, fenómenos internos (**P8, P9, P11, P12**).

*Figura 3. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con descargas(P1).*

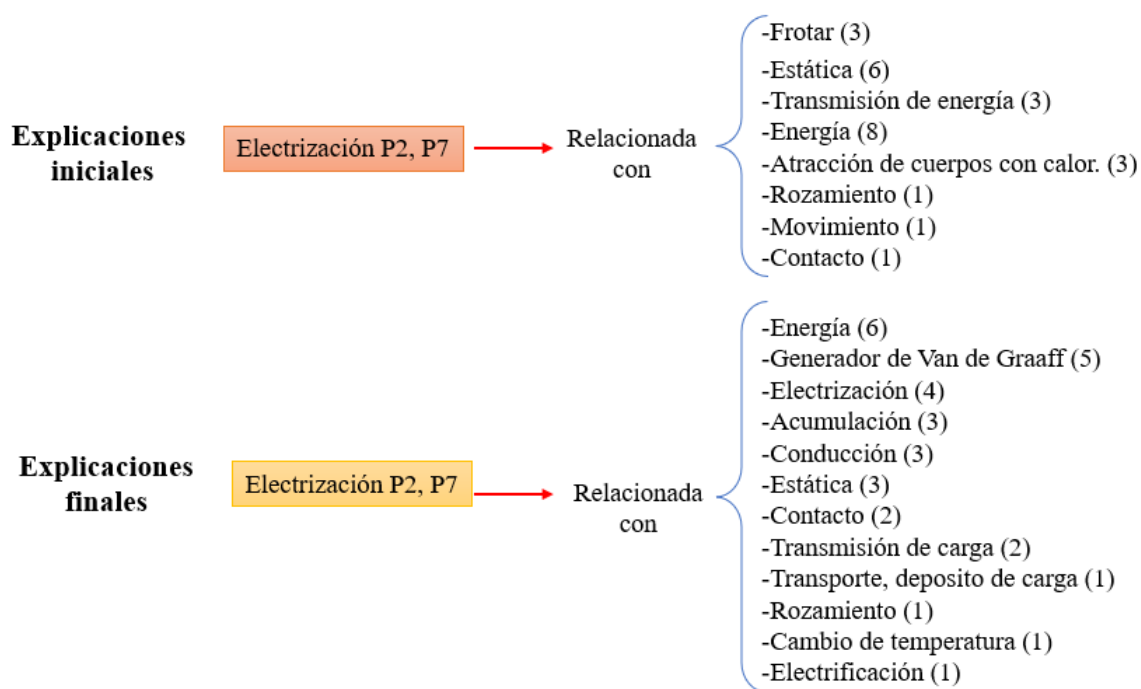


*Fuente: Elaboración propia*

Al observar la terminología empleada para explicar el concepto de descarga eléctrica para la formación de un rayo en una nube inicialmente utilizan el término energía (6) veces y no se menciona ningún término conectado con carga eléctrica, más bien le atribuyen la formación del rayo a eventos relacionados con contacto, choque o fuerzas.

En sus explicaciones finales han renovado su terminología, ahora mencionan las cargas eléctricas, interacción, electrización, electrificación y generación de cargas por rozamiento o choque de nubes, ponen en evidencia que comprenden mejor los fenómenos relacionados con electricidad, ahora utilizan un lenguaje más cercano al científico, aunque lo combinan con términos cotidianos, por eso en la clasificación de los modelos explicativos utilizados se ubicaron sus explicaciones en un modelo precientífico —el uso de un lenguaje totalmente científico en sus explicaciones no se presentará de una vez sino que será un paso a paso, con el tiempo—, en esto se coincide con Navas (2020) quien enuncia que el cambio conceptual se da de manera gradual y lenta, debido a que cada sujeto posee mecanismos intuitivos para explicar los fenómenos cotidianos, lo que vendría de cierta manera a dificultar su aprendizaje.

**Figura 4.** Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con transferencia de carga.

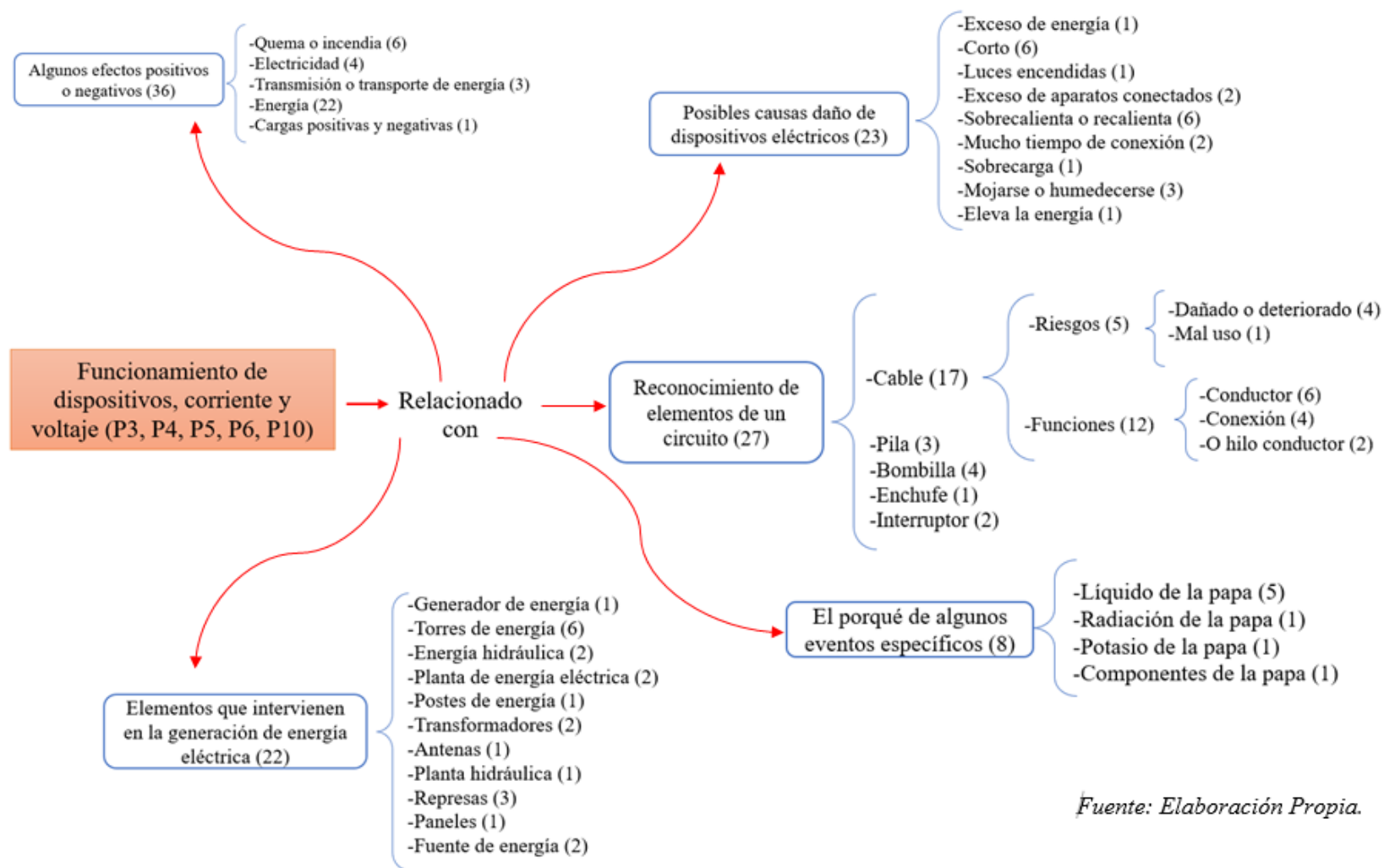


*Fuente: Elaboración propia*

Inicialmente en su explicación sobre los procesos de electrización, las estudiantes utilizaron en mayor medida los términos de energía, estática —se apreció que este término no lo

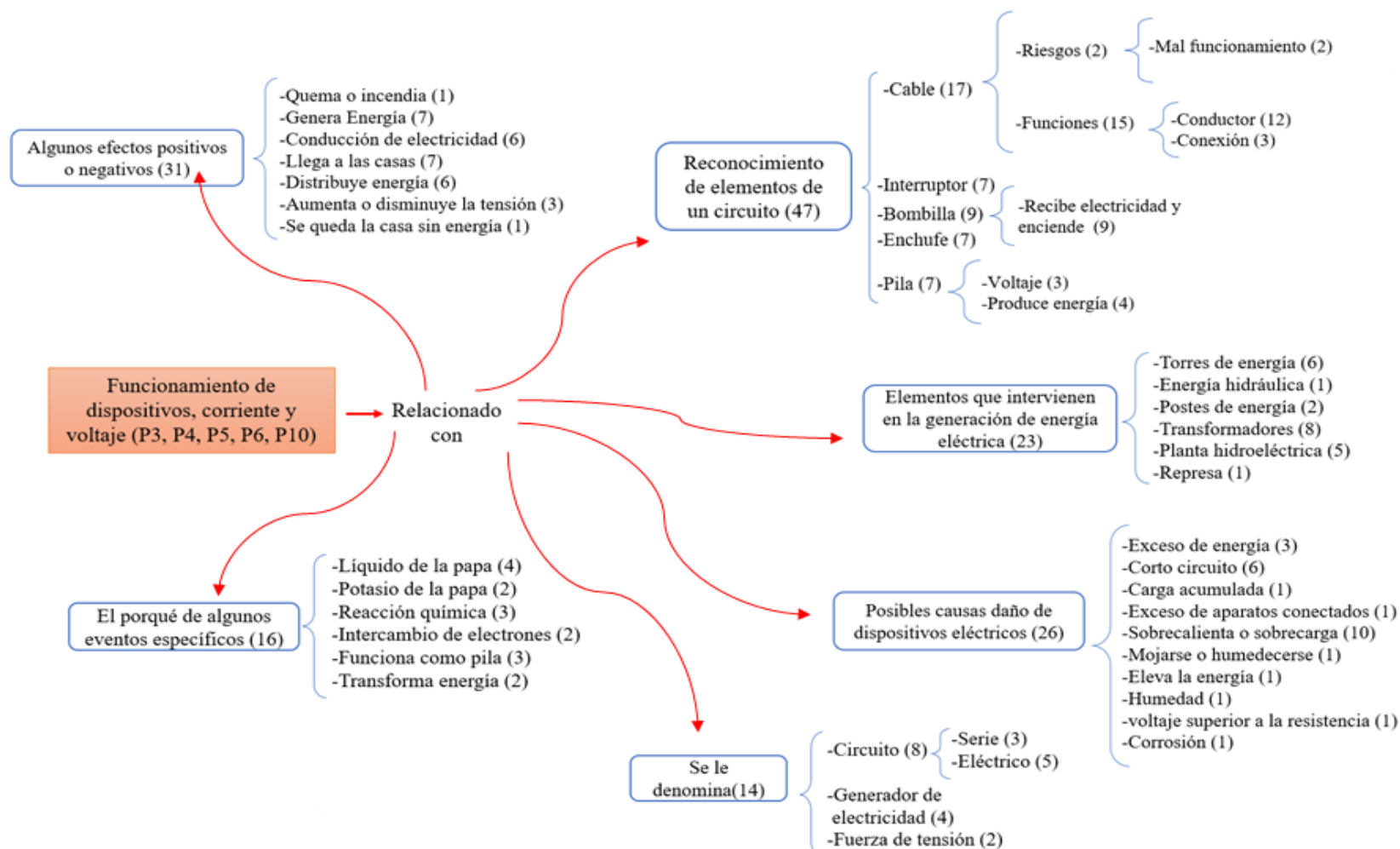
tenían muy claro, solamente sabían que se relacionaba con cargas eléctricas— y atribuyen los fenómenos al rozamiento, movimiento y contacto, en la explicación final reconocen el dispositivo como generador de Van de Graaff y mencionan la electrización, acumulación de carga, conducción y estática como centrales para describir el fenómeno; se evidencia que sus explicaciones se ven enriquecidas por nueva terminología que se relaciona directamente con el fenómeno a describir —ahora asocian el termino estática a la acumulación de cargas por el movimiento o roce de superficies, se aprecia mayor claridad conceptual, además el nombrar adecuadamente los dispositivos o mecanismos que intervienen en la ocurrencia de los fenómenos puede ser signo de la apropiación de los conceptos, seguramente debido a los procesos llevados a cabo durante la intervención por medio de la unidad didáctica— .

**Figura 5.** Red sistémica inicial sobre el uso de concepciones iniciales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con transferencia de carga (P3, P4, P5, P6, P10)



*Fuente: Elaboración Propia.*

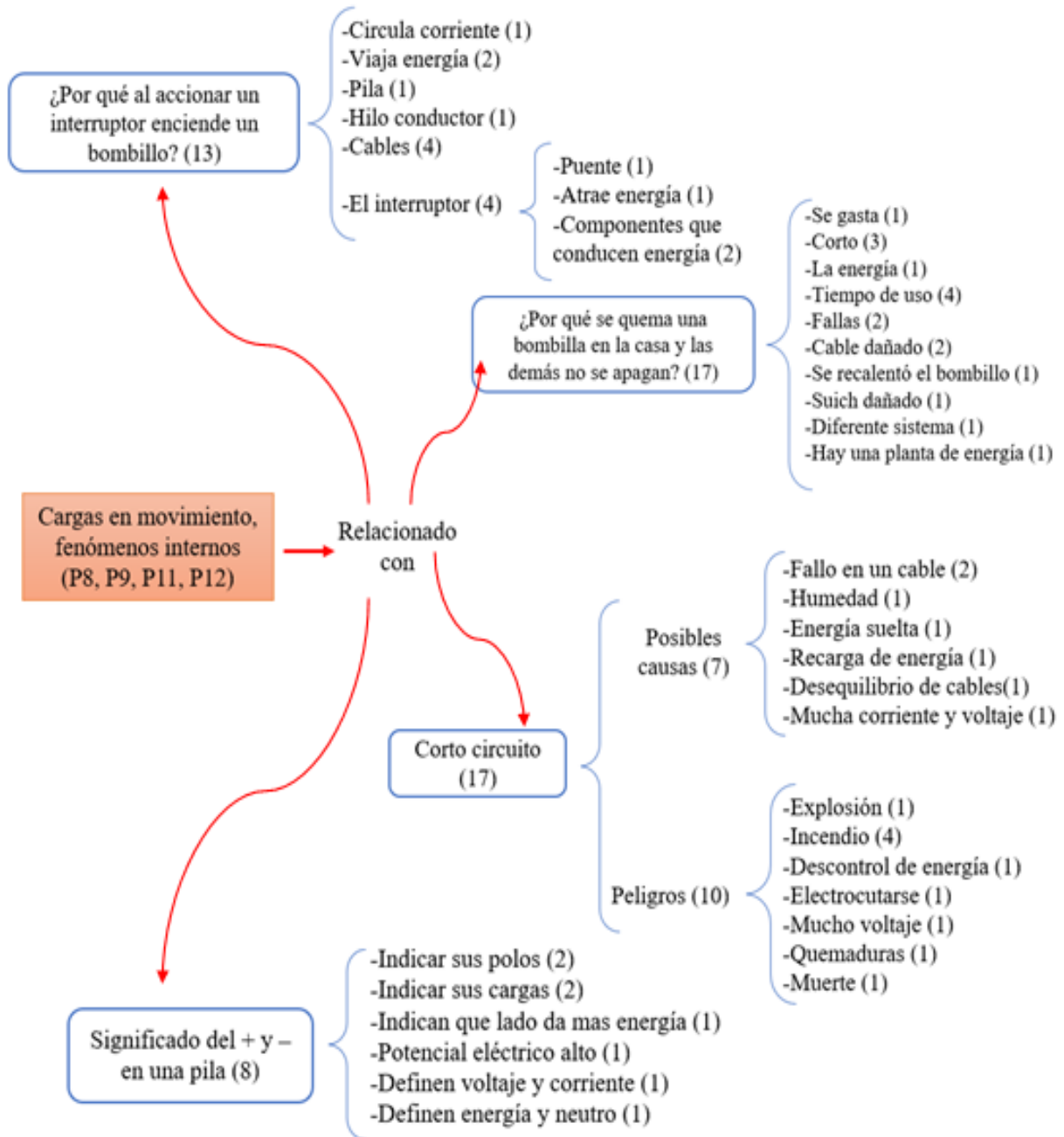
**Figura 6.** Red sistémica final sobre el uso de concepciones finales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con transferencia de carga (P3, P4, P5, P6, P10).



Fuente: Elaboración propia

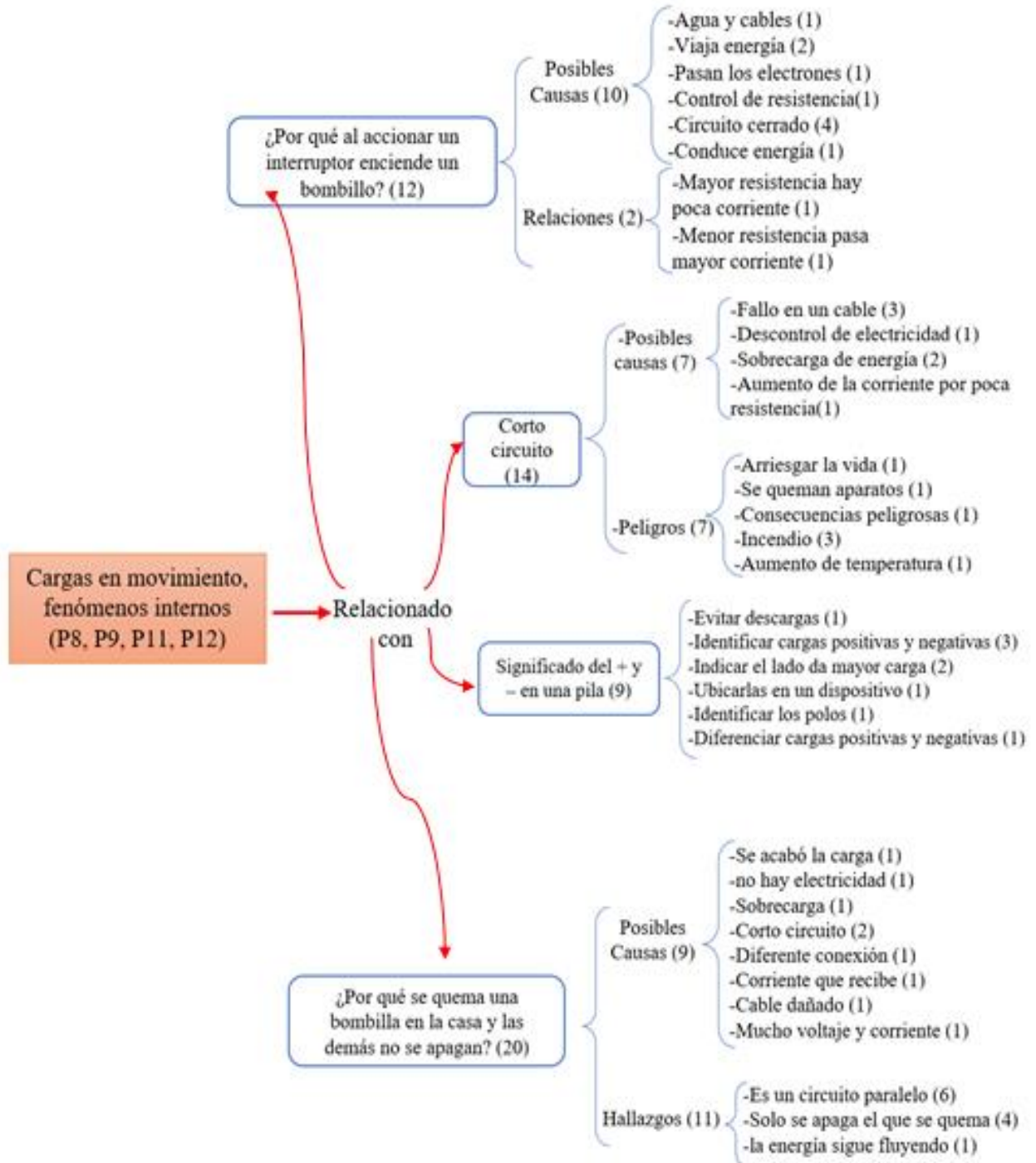


**Figura 7.** Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con cargas en movimiento, fenómenos internos (P8, P9, P11, P12).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8.** Red sistémica sobre el uso de concepciones finales utilizadas para explicar fenómenos relacionados con cargas en movimiento, fenómenos internos (P8, P9, P11, P12).



Fuente: Elaboración propia.

### **Análisis final:**

Se puede notar a modo general que antes de la intervención didáctica las concepciones de las estudiantes sobre fenómenos eléctricos son muy cotidianas, se aprecia inicialmente el uso del término “*energía*” de manera repetida para explicar que algo sucede ya sea dentro de la nube o en los distintos eventos a explicar, se nota en su discurso el predominio del lenguaje cotidiano donde no se incluyen términos científicos. Para el análisis **Figura 3 y 4** inicialmente las estudiantes explicaron los fenómenos más desde las causas que provocaron su ocurrencia y se evidenció que casi no reconocen los elementos que forman parte de los circuitos, sus funciones y riesgos —se citaron 27 elementos—, en cambio en la explicación final reconocen mayor cantidad de elementos que forman parte de los circuitos como sus funciones y riesgos —se citaron 47 elementos—, además aquí ya mencionan con nombre propio circuito serie, circuito eléctrico, generador de electricidad y fuerza de tensión —que son términos muy relacionados con los fenómenos a explicar—.

Con respecto a las **figuras 5 y 6** inicialmente refieren a los cables y al interruptor como los factores principales para que encienda el bombillo o funcione un elemento, además no reconocen ampliamente por qué cuando se quema un bombillo en sus casas los demás no se apagan, ellas dan diferentes explicaciones pero orientadas a un corto circuito o tiempo de uso del bombillo y con respecto a los signos de la pila todas sus explicaciones las dan desde el modelo cotidiano como se mencionó en el apartado 4.3.

También se evidenció que, después de la intervención por medio de la unidad didáctica, cuando explican la función del interruptor para encender un bombillo, aparte de las explicaciones iniciales ahora establecen relaciones entre los componentes del circuito, indicando que al accionarlo disminuye la resistencia y aumenta la corriente que circula; también mencionan como paralelo el tipo de configuración de la bombilla que se quema, explicando que de esta manera no se apagan las demás en la casa, lo que no lograron explicar fue el significado de los signos de una pila, ellas lo asocian a la ubicación de esta en un dispositivo para que funcione, se ve que no han comprendido aún las reacciones químicas que ocurren en el interior de la pila.

Por último, se puede decir que algunas de las estudiantes han presentado cambios tanto en sus niveles como en los modelos explicativos utilizados para describir los fenómenos relacionados con electricidad, de todos modos estos cambios no fueron totalmente profundos pues se evidencia resistencia al cambio en sus modelos iniciales —posiblemente los traían muy arraigados a su manera de pensar— es por esto que se resalta que el proceso de potencializar la habilidad explicativa debe darse desde los grados inferiores, aquí se ha logrado un avance, pero que se tenga en cuenta que debe ser algo más intenso y continuo, no basta solo con la intervención didáctica, del mismo modo lo mencionan Vosniadou y Brewer (1987) cuando enuncian que el cambio conceptual de un estudiante consistirá en el producto de un desplazamiento gradual paso a paso de sus presupuestos y creencias, ya que durante el proceso de aprendizaje va completando y revisando continuamente sus modelos iniciales en los que se centran sus explicaciones.

## **8.5 RELACIÓN ENTRE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS Y EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS BÁSICOS EN ELECTRICIDAD**

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, en este apartado se analiza la relación que tiene la explicación científica de fenómenos con el aprendizaje de conceptos básicos de electricidad por parte de las estudiantes. En los apartados anteriores se evidenció que las estudiantes analizadas interpretaron diferentes fenómenos relacionados con electricidad donde modificaron sus niveles y modelos explicativos referentes a estos fenómenos, observándose algunos cambios en sus explicaciones, sin embargo, no se ha descrito como es la relación entre estas dos categorías.

Resulta apropiado apoyarse en las redes sistémicas como ayuda para establecer la relación, pues en ellas se observan los cambios que tienen las estudiantes en el uso de diferentes términos antes y después de la intervención didáctica. En sus modelos iniciales se evidencia el uso de algunos términos que emplean frecuentemente en su lenguaje habitual, ya en sus modelos finales se aprecia ampliación del vocabulario y la justificación de los fenómenos

que inicialmente referían con un lenguaje común, debido a esto se da importancia a los conocimientos adquiridos por medio de la implementación de la unidad didáctica.

Además, con el análisis que se realizó de los instrumentos inicial y final se puede establecer una relación de cooperación, es decir que a medida que las estudiantes fueron avanzando en el modelo explicativo se evidenció un aumento en el nivel de explicación, por ejemplo, las estudiantes que se encontraban en **N1** presentaban un modelo explicativo cotidiano, pero cuando fueron avanzando a modelos más científicos aumentó su nivel de explicación.

Asimismo, se encontró que no hubo presencia de modelos explicativos de mayor complejidad, como tampoco niveles de superiores de explicación.

De esta manera se pudo establecer que el cambio en sus modelos explicativos se presentó simultáneamente con sus niveles explicativos, es decir que mientras las estudiantes mejoraban sus explicaciones en cuanto a estructura y nuevos conceptos, ellas iban incrementando su nivel explicativo y, esto estaba relacionado con el modelo explicativo que utilizaron al momento de explicar fenómenos de mejor manera.

Lo anterior se puede apreciar directamente en la tabla 13: en **E3, E5, E6, E8, E10**, como **E1** propiamente no cambió de nivel porque conservó aspectos de **N1** tampoco cambió de modelo, al igual que **E4** que dejó elementos de **N1** para pasar a **N2**; se observa que permanecieron en el mismo nivel y el mismo modelo: **E2, E7, E9**, lo que por tendencia respecto a los estudiantes **E3, E5, E6, E8, E10**, —aunque **E10** es la única estudiante que alcanzó un nivel cercano a **N3** y también un modelo explicativo que pasa del precientífico: Ohm; se podría decir que cumplen con la relación encontrada en esta investigación.

**Tabla 22.** Comparación niveles y modelos explicativos iniciales y finales.

Estudiante	Nei	Mei	Nef	Mef
<b>E1</b>	N1	Cotidiano	N1-N2	Cotidiano
<b>E2</b>	N1	Cotidiano	N1	Cotidiano
<b>E3</b>	N1	Cotidiano	N1- N2	Precientífico
<b>E4</b>	N1-N2	Precientífico	N2	Precientífico
<b>E5</b>	N1	Cotidiano	N1-N2	Precientífico
<b>E6</b>	N1	Cotidiano	N1- N2	Precientífico
<b>E7</b>	N1	Cotidiano	N1	Cotidiano
<b>E8</b>	N1	Cotidiano	N1-N2	Precientífico
<b>E9</b>	N1	Cotidiano	N1	Cotidiano
<b>E10</b>	N1-N2	Precientífico	N2-N3	Ohm

Fuente: Elaboración propia

## 9 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos para esta investigación y a partir de los resultados obtenidos se consideran las siguientes conclusiones:

Se pudo establecer una relación de cooperación, es decir que a medida que las estudiantes fueron avanzando en el modelo explicativo se evidenció un aumento en el nivel de explicación, mientras las estudiantes mejoraban sus explicaciones en cuanto a estructura y nueva terminología empleada relacionada con términos científicos, iban aumentando su nivel explicativo y esto estaba relacionado con el modelo explicativo que utilizaron al momento de explicar fenómenos de manera científica.

La aplicación del instrumento de medición inicial permitió detectar que las estudiantes se ubicaron en nivel 1 de explicación en su gran mayoría con modelos explicativos cotidianos, que permitieron evidenciar el uso de un lenguaje común en sus explicaciones sobre fenómenos relacionados con electricidad como también la falta de estructuración en sus respuestas.

Una vez aplicada la intervención de aula, las estudiantes lograron reconocer el comportamiento de las cargas eléctricas en fenómenos que involucran electrización de los cuerpos y movimiento de las cargas, y cómo estas interactúan en los circuitos eléctricos presentes en su vida cotidiana. Esto, representa un avance importante en el aprendizaje de conceptos básicos de electricidad, pues si bien, las estudiantes no lograron alcanzar niveles muy avanzados de explicación y modelos explicativos muy sofisticados, se evidenció que comprendieron los diferentes modelos conceptuales en electricidad y abstraen elementos de estos, que le permiten ubicarse a un nivel intermedio de explicación, además se identificó el uso de modelos explicativos precientíficos que dan razón del uso combinado de términos tanto cotidianos como científicos.

## 10 RECOMENDACIONES

Como recomendaciones para esta investigación, se presentan las siguientes:

Promover la explicación científica desde grados inferiores, ya que es una dimensión importante del pensamiento científico, reforzarla desde edad temprana permitirá que los estudiantes fortalezcan la habilidad explicativa y sientan curiosidad por acercarse más al mundo de la ciencia.

Aprovechar los recursos tecnológicos con los que se cuenta hoy en día para motivar a los estudiantes a aprender ciencias naturales, teniendo en cuenta que el uso de las simulaciones en física abona un gran terreno hacia el uso del laboratorio y el acercamiento a prácticas investigativas por medio de la toma y análisis de datos.

Para futuras investigaciones en las que se cuente con un tiempo prudente, ampliar el estudio al desarrollo de las tres dimensiones del pensamiento científico (la capacidad de explicar fenómenos científicamente, interpretar datos y pruebas científicamente y evaluar y diseñar la investigación científica) con el fin de poder tener avances en el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes.

Concientizar a los estudiantes que las prácticas de investigación en el aula de clase, aunque no tengan una nota de por medio, no dejan de ser importantes ya que les permite desarrollar diferentes habilidades del pensamiento y de esta manera mejorar sus procesos de comunicación tanto en espacios académicos como de su vida diaria.

## 11 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez, O., Álvarez C y Chica, M. (2017). Las representaciones múltiples como fundamento para la innovación en la evaluación del aprendizaje en ámbitos escolares juveniles. *Metamorfosis. Revista del Centro Reina Sofía sobre Adolescencia y Juventud.* N° 6. -Junio, 2017. Págs. 110-129. [https://www.academia.edu/40049711/Las\\_representaciones\\_m%C3%BAltiples\\_como\\_fundamento\\_para\\_la\\_innovaci%C3%B3n\\_en\\_la\\_evaluaci%C3%B3n\\_del\\_aprendizaje\\_en\\_%C3%A1mbitos\\_escolares\\_juveniles](https://www.academia.edu/40049711/Las_representaciones_m%C3%BAltiples_como_fundamento_para_la_innovaci%C3%B3n_en_la_evaluaci%C3%B3n_del_aprendizaje_en_%C3%A1mbitos_escolares_juveniles)
- Arenas, G. (2008). *Electricidad y magnetismo.* (1°ed). Bogotá, Colombia. Publicado por la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias, Departamento de Física.
- Arias Gil V, (2016). *Las TIC en la educación en ciencias en colombia: una mirada a la investigación en la línea en términos de su contribución a los propósitos actuales de la educación científica* (Tesis de Maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5238/1/vanessaarias\\_2016\\_ticcienciascolombia.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5238/1/vanessaarias_2016_ticcienciascolombia.pdf)
- Barrios, N. & Lozano, M. (2018). *Análisis de la competencia científica - explicación de fenómenos como punto de partida en la caracterización de la enseñanza de las ciencias naturales con estudiantes del grado 5° de la i.e. central sede San Carlos del municipio de Saldaña – Tolima* (Tesis de Maestría). Universidad del Tolima, Colombia. <https://1library.co/document/4yrqo7oq-analisis-competencia-cientifica-explicacion-fenomenos-caracterizacion-ensenanza-estudiantes.html>
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Revista Educación Química.* Vol 15. N°6. Universidad Autónoma de México. <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66178/58089>
- Bueche, J & Hecht, E. (2007). *Física General.* (10° ed). México, D.F.
- Capuano, V. (2011). EL USO DE LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Revista virtual VEC* N°2. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/335#:~:text=Las%20Tecnolo>



[g% C3% ADas% 20de% 20la% 20Informaci% C3% B3n.en% 20particular% 2C% 20en% 20el% 20marco](#)

- Campos, M. (2009). Conceptos errados en circuitos eléctricos “Dificultades relacionadas con la corriente eléctrica en un circuito de corriente continua”. *Revista Ciencia Ahora* N° 24, 1-15.
- Criado, A. & Cañal, P. (2008). Investigación de algunos indicadores del estatus cognitivo de las concepciones sobre el estado eléctrico, *Enseñanza de las Ciencias*, n° extra, 29-41.
- Castiblanco, O & Vizcaíno, D. (2008). El uso de las TICs en la enseñanza de la física. *Revista Ingenio*. [https://www.researchgate.net/profile/Olga-Castiblanco-Abril/publication/340850401\\_El\\_uso\\_de\\_las\\_TICs\\_en\\_la\\_ensenanza\\_de\\_la\\_Fisica/links/5ea0d839299bf143893ffa36/El-uso-de-las-TICs-en-la-ensenanza-de-la-Fisica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olga-Castiblanco-Abril/publication/340850401_El_uso_de_las_TICs_en_la_ensenanza_de_la_Fisica/links/5ea0d839299bf143893ffa36/El-uso-de-las-TICs-en-la-ensenanza-de-la-Fisica.pdf)
- Cuba, A. (2016). Constructo competencia, Síntesis histórico-epistemológica. <http://www.scielo.org.pe/pdf/educ/v25n48/a01v25n48.pdf>
- Díaz, A. (2006). El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles Educativos*, XXVIII (111), 7-36.. ISSN: 0185-2698. <http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v28n111/n111a2.pdf>
- Real Academia Española. (2014). Concepto de competencia. <https://dle.rae.es/competencia>
- Dirección General de Cultura y Educación. (2011). *Física 5to año Orientación Ciencias Naturales*. Buenos Aires. <https://abc.gob.ar/secundaria/sites/default/files/documentos/fisica.pdf>
- Farías, D. M., Molina, M. F., & Carriazo, J. G. (2010). Una aplicación de redes sistémicas para entender las concepciones de los estudiantes: ¿qué tan grande es un átomo? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (28). <https://doi.org/10.17227/ted.num28-1070>
- Flórez, F., Gallego, L. y Lima, C. (2020). Representaciones en Física. Construcción y validación de un cuestionario para la Enseñanza Media Superior. *Revista electrónica de investigación educativa*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7708673>
- Furió, C & Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje

- En electrostática. Selección de cuestiones elaboradas Para su detección y tratamiento. Revista electrónica. <https://core.ac.uk/download/pdf/38990596.pdf>
- Giraldo, H. (2009). El modelo Nomológico de la explicación de Carl G. Hempel. Revista Entramado. Vol.5 No. 1, 2009 (Enero - Junio). <https://www.redalyc.org/pdf/2654/265420457005.pdf>
- Guisasola, j. y Furió, c. (1994). Dificultades en el aprendizaje significativo de algunos conceptos de electrostática. *Investigación en la Escuela*, 23, 103-114. <https://idus.us.es/handle/11441/59692>
- Guisasola, J., Zubimendi, J., Almudí, J. y Ceberio, M. (2008). (Dificultades persistentes en el aprendizaje de la Electricidad; Estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 26, n.º 2, pp. 177-92. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/118093>
- Gutiérrez, R. (2005). Polisemia actual del concepto “modelo mental”. Consecuencias para la investigación didáctica. *Investigações em Ensino de Ciências – V10(2)*, pp. 209-226, 2005. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/517/314>
- Hempel, C. (1979). *La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Paidós. [https://www.academia.edu/40132446/PDF\\_La\\_Explicacion\\_Cientifica\\_Carl\\_G\\_Hempel\\_LSE\\_com](https://www.academia.edu/40132446/PDF_La_Explicacion_Cientifica_Carl_G_Hempel_LSE_com)
- Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas? Ponencia presentada en el Foro Educativo Nacional. Madrid: Ministerio de Educación. [http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/Documentos/ExperimentacionI/2018\\_Exp\\_IP\\_lectura%20CompetenciasEval30por.pdf](http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/Documentos/ExperimentacionI/2018_Exp_IP_lectura%20CompetenciasEval30por.pdf)
- Hewitt, G. (1998). *Física conceptual*. (2ºed). México, D.F.
- Kyunghee, C. & Hyunsook, C. (2004). The Effects of Using the Electric Circuit Model in Science Education to Facilitate Learning Electricity-Related Concepts. *Journal of the Korean Physical Society*, Vol. 44, No. 6, pp. 1341-1348.

<https://studylib.net/doc/18766136/the-effects-of-using-the-electric-circuit-model-in-science>

López Gómez, E. (2016). En torno al concepto de competencia: un análisis de fuentes. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 20 (1), 311-322.

ISSN: 1138-414X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=567/56745576016>

Maldonado, F. (s.f). La explicación científica: Estructura lógica, funciones epistemológicas e ilustraciones.

[https://www.academia.edu/37322444/La\\_explicaci%C3%B3n\\_cient%C3%ADfica\\_Estructura\\_l%C3%B3gica\\_funciones\\_epistemol%C3%B3gicas\\_e\\_ilustraciones](https://www.academia.edu/37322444/La_explicaci%C3%B3n_cient%C3%ADfica_Estructura_l%C3%B3gica_funciones_epistemol%C3%B3gicas_e_ilustraciones)

MEN. (S/F). Programa para el desarrollo de competencias.

[https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-217596\\_archivo\\_pdf\\_desarrollocompetencias.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-217596_archivo_pdf_desarrollocompetencias.pdf)

Moreno Olivos T, (2010). COMPETENCIA EN EDUCACIÓN. Una Mirada Crítica.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v15n44/v15n44a17.pdf>

Nava, M. Arrieta, X. y Flores, M. (2008). Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su superación. Telos, 10(2),308-323. ISSN: 1317-0570.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99318157007>

Navarro, D. (2018) Revista digital Expansión. *¿Por qué a los adolescentes no les gusta leer?* <https://theconversation.com/por-que-a-los-adolescentes-no-les-gusta-leer-103292>

Navas, R. (2020). Breve historia del cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia. Revista de Psicología, 19(1), 222-228. doi: 10.24215/2422572Xe044.

<https://revistas.unlp.edu.ar/revpsi/article/view/8631/8505>

OCDE (2017), Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar, OECD Publishing, Paris.


[https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework\\_PRELIMINARY%20version\\_SPANISH.pdf](https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework_PRELIMINARY%20version_SPANISH.pdf)

- Orrego, M., López, A., y Tamayo, O. (2013). Evolución de los modelos explicativos de fagocitosis en estudiantes universitarios. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9 (1), 79-106. [Fecha de Consulta 15 de Agosto de 2021]. ISSN: 1900-9895. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129372005>
- Osorio, M. (2016). *Modelos y Concepciones sobre el Tema de la Corriente Eléctrica: A Estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Electrónica*. Tesis de Maestría. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/2335>
- Otero, M, Banks-Leite, L. (2006). Modelos mentales y modelos numéricos: un estudio descriptivo en la enseñanza media. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME* [en línea]. 2006, 9 (1), 151-178. ISSN: 1665-2436. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33590107>
- Pelkowski, J. (2006). Los albores de la electricidad atmosférica en las calendas de Benjamín Franklin. *Meteorol. Colomb.* 10: 146-160. ISSN 0124-6984. Bogotá, D. C. -Colombia. [http://gfnun.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista\\_meteorologia\\_colombiana/numero10/10\\_13.pdf](http://gfnun.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista_meteorologia_colombiana/numero10/10_13.pdf)
- Pisa (2015). Pisa 2015: Programa para la evaluación internacional de los alumnos. <https://www.educacionyfp.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa-2015/pisa2015preliminarok.pdf?documentId=0901e72b8228b93c>
- Pisa (2017). Pisa: Competencia científica. Marco y análisis de los ítems. [https://www.berrigasteiz.com/site\\_argitalpenak/docs/312\\_evaluacion\\_pisa/3122017\\_006c\\_Pub\\_ISEI\\_PISA\\_2017\\_zientifikoa\\_I\\_c.pdf](https://www.berrigasteiz.com/site_argitalpenak/docs/312_evaluacion_pisa/3122017_006c_Pub_ISEI_PISA_2017_zientifikoa_I_c.pdf)
- Poveda, G. (2003). La electricidad antes de Faraday. Parte 1. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (30),130-147. ISSN: 0120-6230. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43003013>
- Rainson, S., Tranströmer, G. y Viennot, L. (1994). Students' understanding of superposition of electric fields. *American Journal of Physics*, 62(11), pp. 1026-1032. [https://www.researchgate.net/publication/243491655\\_Students'\\_understanding\\_of\\_superposition\\_of\\_electric\\_fields](https://www.researchgate.net/publication/243491655_Students'_understanding_of_superposition_of_electric_fields)

- Ramírez, C. (2018). Desarrollo de la competencia científica explicar en ciencias naturales, en estudiantes del grado décimo de la I. E. Alfredo Bonilla Montaña. [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/84062/1/T01584.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/84062/1/T01584.pdf)
- Ré, M., Arena, L. & Giubergia, M. (2011). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18872/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18872/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Reif, F., y Larkin, J. (1994). El conocimiento científico y el cotidiano: comparación e implicaciones para el aprendizaje. *Revista comunicación lenguaje y educación*. ISSN:0214-7033. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1174/021470394321513834>
- Icfesinteractivo.gov.co. *Reporte de resultados del examen saber 11 por aplicación 2020-4. Establecimientos educativos*. <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/resultados-saber2016-web/pages/publicacionResultados/agregados/saber11/agregadosEstablecimiento.jsf#>
- Rodríguez, M. y Moreira, M. (2001). Revista: Investigações em Ensino de Ciências – V6 (3), pp. 243-268. La teoría de los modelos mentales de Jhonson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria
- Salazar, A. (2009). *Fundamentos de Circuitos*. Bogotá. D.C: Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería. |
- San Martín Ramírez, V. (2010). Formación basada en competencias: historia y perspectivas de futuro. *Revista Electrónica de Desarrollo de Competencias, REDEC*. 5. 7-28. [https://www.researchgate.net/publication/309854254\\_Formacion\\_basada\\_en\\_competicencias\\_historia\\_y\\_perspectivas\\_de\\_futuro](https://www.researchgate.net/publication/309854254_Formacion_basada_en_competicencias_historia_y_perspectivas_de_futuro)
- SEBASTIÁ, J. (1993). ¿Cuál brilla más?: predicciones y reflexiones acerca del brillo de las bombillas. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1),pp. 45-50. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39775/93226>

- Serrano, J. & Prendes, M. (2012). La enseñanza y el aprendizaje de la física y el trabajo colaborativo con el uso de las TIC. <https://relatec.unex.es/article/view/825>
- Suarez, D. (2018). Unidades didácticas como estrategia para fortalecer la competencia científica explicación de fenómenos. PAIDEIA, No. 23. Universidad Sur colombiana / Facultad de Educación, 2018. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7836193>
- Tamayo, O. (2006) "Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas", *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. XVIII, núm. 45, (mayo-agosto), 2006, pp. 37-49. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6085/5491>
- Tecpán, S., Benegas, J. & Zabala, G. (2014). Entendimiento conceptual y dificultades de aprendizaje de Electricidad y Magnetismo identificadas por profesores. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5505190>
- Tinto, J.A.(2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizada para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto de origen. *Provincia*, (29), 135-173. ISSN: 1317-9535. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55530465007>
- UNESCO. (1998). *Informe mundial sobre la educación, 1998: Los docentes y la enseñanza en un mundo en mutación*. France: Paris, UNESCO; Madrid. <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:reec-1998-4-10660/Documento.pdf>
- Velazco S y Salinas J, (2001). Comprensión de los conceptos de Campo, Energía y Potencial Eléctricos y Magnéticos en estudiantes Universitarios. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 23. [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172001000300009&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172001000300009&script=sci_abstract&tlng=es)
- Verdugo, C. (2005). Popper y la explicación científica. *Revista de Filosofía* Vol. 30 Núm. 1 (2005): 49-61. ISSN: 0034-8244. <https://revistas.ucm.es/index.php/RESF/article/download/RESF0505120049A/9530/>

- Villalón, M, Meléndez, M, & Bravo, M. (2015). *Uso de las TICs en la enseñanza de las ciencias básicas*. Revista electrónica ANFEI DIGITAL. (1), 1-10.  
<https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/102>
- Visual led (S.F). Breve historia de la electricidad. <https://visualled.com/pantallas-led-info/breve-historia-de-la-electricidad/#El-descubrimiento-de-la-electricidad-los-pioneros>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. (1987). Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research*, 57(1), 51-67.  
<https://www.jstor.org/stable/1170356?read-now=1&refreqid=excelsior%3A4e87c4fb42fcf77aefb9e3701914bb7b&seq=3>
- Young,H & Freedman, R. (2009). *Física universitaria con física moderna Vol2*. (12°ed). México. Addison Wesley.

	<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES</b>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

***Anexo 1 CONSIDERACIONES ÉTICAS***

Los estudiantes que participarán de la ejecución del proyecto son menores de edad con sus respectivos permisos, los cuales tienen el siguiente formato:

Yo \_\_\_\_\_, acudiente del estudiante: \_\_\_\_\_ y de \_\_\_\_\_ años de edad, acepto de manera voluntaria que él (ella) se incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: “Relación entre la competencia científica explicación de fenómenos y el aprendizaje de conceptos básicos en electricidad”, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de su participación en el estudio, y en el entendido de que:

- La participación del alumno no repercutirá en sus actividades ni evaluaciones programadas en el curso.
- No habrá ninguna sanción para el estudiante en caso de no aceptar la invitación.
- El estudiante podrá retirarse del proyecto si lo considera conveniente, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando sus razones para tal decisión. Asimismo, si así lo deseo, puedo recuperar toda la información obtenida de la participación del estudiante.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la participación, con un número de clave que ocultará la identidad del estudiante.
- Si en los resultados de la participación del estudiante se hiciera evidente algún problema relacionado con el proceso de aprendizaje, se le brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

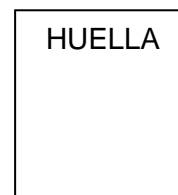
Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre y firma del participante: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Número de cédula: \_\_\_\_\_

Huella índice derecho:



Nombre y firma de quien proporcionó la información para fines de consentimiento.

TESTIGOS

Nombre: Héctor Javier Delgado Venegas

Fecha: \_\_\_\_\_



## Anexo 2 INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”



**INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”**  
NIT: 891.900.285-7  
SEDES: “ANTONIA SANTOS”, “SANTA CLARA”  
“MARÍA LUISA ROMAN” “JULIO PEDROZA”  
PRE-ESCOLAR – PRIMARIAS- SECUNDARIA Y MEDIA TÉCNICA.  
TULLÁ – VALLE  
DANE 176834000092 ICFES 018986

### INSTRUMENTO INICIAL

#### INTRODUCCIÓN

En el mundo en que vivimos se presentan diferentes fenómenos que para el ser humano a lo largo de la historia ha sido importante conocer e intentar dar una respuesta sobre como ocurren en la naturaleza, uno de ellos son los fenómenos eléctricos; ¿te imaginas en tu casa sin energía eléctrica?, ¿si no existiera la televisión? o si no funcionara tu cargador del celular y esperabas una llamada importante?

Enseguida encontrarás diferentes aspectos relacionados con electricidad que se abordarán a manera de imágenes (cada una con su respectiva contextualización), enunciados o preguntas sobre fenómenos que ocurren en la naturaleza, frente a cada imagen hay un espacio en blanco donde debes escribir a manera de explicación lo que crees sobre cómo o porqué sucede cada uno de esos fenómenos. Ten en cuenta que esta actividad no tiene ninguna repercusión en la nota final de la asignatura.

Te invito a responder de la manera más clara y sincera.

#### OBJETIVO:

Identificar el estado inicial en la competencia científica explicación de fenómenos y los modelos explicativos iniciales utilizados en las explicaciones de las estudiantes de grado once, cuando se enfrentan a diferentes eventos relacionados con electricidad.

1. A continuación, se presentan algunas imágenes sobre fenómenos que ocurren en la naturaleza, en frente de estas imágenes hay unas líneas para que expliques de manera clara como crees que ocurren estos fenómenos.

**Pregunta 1:** En las últimas vacaciones que pase en el campo, una noche se desató una fuerte lluvia que termino en una gran tormenta, pude tomar una fotografía de este hermoso espectáculo de la naturaleza, pero quisiera que me explicaras con tus palabras ¿cómo ocurre en este fenómeno?



---

---

---

---

---

---

---

---

Imagen tomada de: [https://s1.eestatic.com/2018/05/09/ciencia/salud/neurologia-tecnologia-biotecnologia\\_305980867\\_76927556\\_1024x576.jpg](https://s1.eestatic.com/2018/05/09/ciencia/salud/neurologia-tecnologia-biotecnologia_305980867_76927556_1024x576.jpg)

**Pregunta 2:** la semana pasada visitamos el parque interactivo de la ciencia y Fernanda una de nuestras acompañantes me pidió que le tomara esta fotografía, pero no comprendo que fue lo que ocurrió. Por favor explícame con tus palabras que le sucede a Fernanda en esta imagen.



---

---

---

---

---

---

---

---

Imagen tomada de: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQhF1g0VsTci7ZC2A\\_yJEyA6vrubbHno3OC\\_w&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQhF1g0VsTci7ZC2A_yJEyA6vrubbHno3OC_w&usqp=CAU)

**Pregunta 3:** En la casa de mis abuelos el pasado diciembre todos salieron a saludarse por el nuevo año y dejaron todas las luces navideñas encendidas, cuando volvieron a la casa se encontraron con esta terrible escena y gracias a Dios que regresaron a tiempo, de lo contrario habría ocurrido una terrible tragedia, ¿podrías explicar por qué ocurrió este hecho?



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Imagen tomada de: <https://ingeniomac.com/wp-content/uploads/2020/10/H2.jpg>

**Pregunta 4:** En clase de física el profesor nos contó que el próximo mes se podía concursar con un experimento para la feria de la ciencia, entonces me puse a investigar en internet y después de consultar un poco me pareció muy interesante hacer encender una bombilla utilizando una papa, ¿podrías explicar a qué se debe esto?



---

---

---

---

---

---

---

---

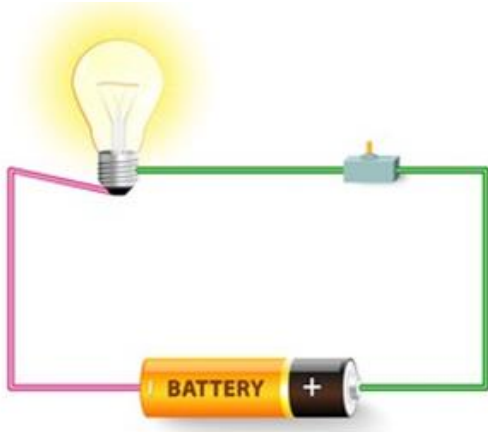
---

---

Imagen tomada de: <https://www.innovaschools.edu.pe/wp-content/uploads/2017/09/PPL.png>

**Pregunta 5:** No sé si te ha pasado igual, pero desde muy pequeño me interesó querer construir mi propia linterna personal utilizando los elementos que observas en la imagen, explica:

**¿Cómo se llama este conjunto de elementos y cómo funciona?**



**¿Cómo se llama este conjunto de elementos y cómo funciona?**

---

---

---

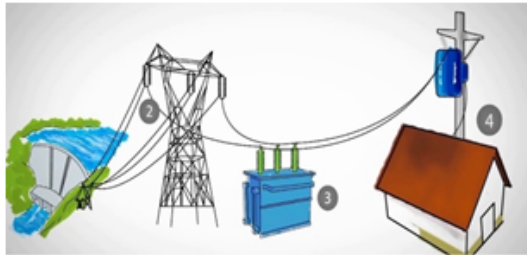
---

---

---

Imagen tomada de: <https://image.shutterstock.com/image-illustration/simple-electric-circuit-electrical-network-260nw-165219182.jpg>

**Pregunta 6:** Todos los días en nuestras casas disfrutamos de la electricidad, pero te has puesto a pensar ¿cómo es que llega ésta a tu casa? enseguida te presento una imagen donde puedes observar el proceso, por favor explícalo con tus palabras:



---

---

---

---

---

---

Imagen tomada de:

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DfEJFCNsw6wc&psig=AOvVaw28KqtsGxWO3J4N8revUak\\_&ust=1630858968330000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCPizoaXd5fICFQAAAAAdAAA AABAD](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DfEJFCNsw6wc&psig=AOvVaw28KqtsGxWO3J4N8revUak_&ust=1630858968330000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCPizoaXd5fICFQAAAAAdAAA AABAD)

2. A continuación, se mencionan algunos fenómenos que ocurren muchas veces en el mundo que te rodea, explica cada uno utilizando el espacio asignado:

<p><b>P7.</b> Cuando un niño corre y salta por mucho tiempo en uno de los juegos llamado “Brinca-brinca” en el momento de bajarse y tener contacto con un familiar sale una chispa y sienten ambas personas como si les hubieran dado un pellizco.</p>	
<p><b>P8.</b> ¿Por qué cuando se quema una bombilla en tu casa no se apagan las demás, solamente la que se quemó? ¿cómo explicas esto?</p>	
<p><b>P9.</b> Explica por qué al accionar un interruptor de energía puedes encender un bombillo.</p>	
<p><b>P10.</b> ¿Qué es un transformador de energía?, muchas veces se va la energía en el vecindario porque se quemó el transformador, ¿qué significa esto?</p>	
<p><b>P11.</b> ¿Por qué en las pilas aparece un + y un – en los extremos?</p>	
<p><b>P12.</b> ¿Cuándo se presenta un corto circuito y por qué se dice que es peligroso?</p>	



## INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”

NIT: 891.900.285-7

SEDES: “ANTONIA SANTOS”, “SANTA CLARA”

“MARÍA LUISA ROMAN” “JULIO PEDROZA”

PRE-ESCOLAR – PRIMARIAS- SECUNDARIA Y MEDIA TÉCNICA.

TULUÁ – VALLE

DANE 176834000092 ICFES 018986

### *Anexo 3 Actividad 2*

## GUÍA INFORMATIVA

- ✚ **Objetivo:** Presentar al estudiante el origen de la explicación científica y su estructura para que el mismo estructure algunas explicaciones de fenómenos sencillos siguiendo los ejemplos presentes.
- ✚ **Concepto para trabajar:** Epistemología de la explicación científica y estructura de las explicaciones.
- ✚ **Actividad de evaluación:** la estudiante explicará algunos fenómenos de acuerdo con la estructura de las explicaciones científicas.
- ✚ **Tiempo estimado:** 1 hora.

### **INTRODUCCIÓN:**

El pensamiento del ser humano ha ido evolucionando a medida que transcurre el tiempo, con el la forma utilizada para expresarse y queriendo conocer a fondo sobre los fenómenos que se presentan a su alrededor, ha visto la necesidad de examinar su entorno dando respuestas a muchos interrogantes que le permiten explicar su existencia.

### **Descripción:**

Se presentan dos videos cortos, el primero sobre como surge el pensamiento científico (<https://www.fbbva.es/noticias/javier-puerto-el-pensamiento-cientifico-surgio-cuando-se-mpezo-buscar-la-verdad-dentro-la-naturaleza/> ) y el segundo sobre que es la explicación científica

([https://www.youtube.com/watch?v=OnvilnCDYoY&ab\\_channel=AndresVergaraRoss](https://www.youtube.com/watch?v=OnvilnCDYoY&ab_channel=AndresVergaraRoss)); luego mediante la aplicación de una guía informativa, las estudiantes conocerán las pautas para construir una explicación bajo criterios científicos, después se les brinda ejemplos de explicaciones de fenómenos sencillos y por último se les pide aplicar las pautas para que elaboren algunas explicaciones científicas.

### **La explicación científica:**

Para Hempel (1979), la explicación parte de una declaración de un fenómeno a ser explicado y encuentra un conjunto de leyes y enunciados sobre condiciones antecedentes que implican una declaración.

**Estructura de una explicación científica:**

- El enunciado que describe el fenómeno a explicar (es una descripción, y no el fenómeno mismo) → **Explanandum**
- Al menos dos conjuntos de enunciados que se usan para aclarar el fenómeno:
  - Los que formulan condiciones antecedentes (C1, C2,... Ck)
  - Los que representan leyes generales (L1, L2,... Lr)

} **Explanans**

Las fuentes de donde se puede obtener información pueden ser:

Libros, ensayos y artículos científicos que incorporen teorías acerca del fenómeno, artículos o editoriales de prensa, publicaciones que contribuyeron directamente con la ocurrencia del hecho.

**-Ejemplo 1:** Pregunta:

¿Por qué murió la planta que tenía en mi habitación?

<u>Condiciones antecedentes</u>	<u>Ley General</u>
-La habitación muy oscura - Falta de luz solar -No se le puso agua.	-Las plantas necesitan de la luz solar y agua para realizar el proceso de la <b>fotosíntesis</b> por medio de la cual elaboran su propio alimento.

Explicación:

La planta que tenía en mi habitación murió debido a que la habitación era muy oscura, y por falta de luz solar, la planta no pudo realizar el proceso de la **fotosíntesis**, por lo tanto, no pudo elaborar su propio alimento lo que le ocasionó la muerte.

**-Ejemplo 2:** Pregunta:

¿Como se evapora el agua que se coloca en una olla en la estufa de gas?

<u>Condiciones antecedentes</u>	<u>Ley General</u>
-Se enciende el fuego en la estufa por medio de la combustión del gas. -Energía calórica por la combustión del gas.	-Cambio de estado del agua de líquido a gas llamado evaporación. -Transferencia de energía calórica

Explicación:

Al encender la estufa de gas, esta suministra energía en forma de calor a la olla, la cual transfiere energía calórica al agua por estar en contacto directo; debido a esto aumenta la

temperatura del agua de manera gradual, si el proceso se realiza por mucho tiempo y se logra elevar hasta los 100°C entonces ocurre un cambio de estado llamado **evaporación** que consiste en el cambio de estado de líquido a gaseoso.

Ya pudiste observar cómo construir explicaciones utilizando las condiciones antecedentes y leyes generales, es momento de que construyas tus propias explicaciones para las siguientes preguntas enfocadas en fenómenos básicos en electricidad:

Explica:

a. ¿Cómo al accionar el interruptor de energía de tu habitación se puede encender el bombillo?

---

---

---

---

b. ¿Cómo es que al frotar el tubo de un lapicero con tu buso y acercarlo a varios trocitos de papel, estos son atraídos al tubo?

---

---

---

---

c. ¿Por qué al conectar una pila y dos cables a un bombillo este enciende?

---

---

---

---

d. ¿Por qué al acercar un globo inflado a tu cabeza se levanta tu cabello y se pega al globo?

---

---

---

---



*Anexo 4 INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”*



**INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”**

NIT: 891.900.285-7

SEDES: “ANTONIA SANTOS”, “SANTA CLARA”

“MARÍA LUISA ROMAN” “JULIO PEDROZA”

PRE-ESCOLAR – PRIMARIAS- SECUNDARIA Y MEDIA TÉCNICA.

TULUÁ – VALLE

DANE 176834000092 ICFES 018986

**Actividades N° 3, 4 y 5**

Las siguientes tres actividades están relacionadas y se realizarán en conjunto.

**🚦 Objetivo de la clase:**

- Presentar a las estudiantes los modelos explicativos en electricidad: y lograr tener un acercamiento a estos por medio del uso de las simulaciones en física, apoyándose en estas como base para que tengan una base teórica para elaborar sus explicaciones científicas según los criterios propuestos por PISA que indican el desarrollo de esta competencia científica explicación de fenómenos.

**🚦 Conceptos para trabajar:**

Modelos explicativos sobre electricidad: modelo de Franklin, modelo de Coulomb y modelo de Ohm.

**🚦 Recursos:** Simulaciones en Phet.Colorado.edu, plataforma Google meet.

**🚦 Actividad de evaluación:**

Guías resueltas.

**🚦 Tiempo:** 3 horas de clase. (1 hora por actividad).

**Tema:** ¿Cómo se transfieren las cargas eléctricas?

**Criterio de la competencia científica (C1):**

Explica diferentes fenómenos aplicando conocimiento científico adecuado.

**Descripción:**

Inicialmente se presenta a las estudiantes unos videos sobre cargas eléctricas:

**Video 1:** [https://www.youtube.com/watch?v=8Zv53g7SKqQ&ab\\_channel=CuriosaMente](https://www.youtube.com/watch?v=8Zv53g7SKqQ&ab_channel=CuriosaMente)

**Video2:**

[https://www.youtube.com/watch?v=CyCHoCxcqxA&ab\\_channel=FabiolaS%C3%A1nchezMiranda](https://www.youtube.com/watch?v=CyCHoCxcqxA&ab_channel=FabiolaS%C3%A1nchezMiranda)

Enseguida explicarán científicamente de manera individual como ocurren los siguientes fenómenos de electrización:

Se tiene un globo inflado con aire y un buzo de lana separados cierta distancia y se pretende frotar el globo en el buzo por un tiempo determinado. (ver la imagen)



a. ¿Qué ocurre internamente (a nivel de cargas eléctricas) en el globo inflado cuando no se ha puesto en contacto con ninguna superficie?

---

---

---

---

---

b. ¿Qué ocurre internamente en el globo cuando se lo frota con el buzo de lana (¿qué pasa con sus cargas eléctricas?)

---

---

---

---

---

c. ¿Qué ocurre en el globo si se lo acerca a la pared?

---

---

---

---

Comprobación por medio de la simulación: Comprueba tus respuestas por medio de la simulación ([https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_es.html) ) y Por medio de un trabajo colaborativo en parejas redactarán una nueva explicación para cada una de las preguntas anteriores:

P1. \_\_\_\_\_

---

---

P2. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

P3. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### Actividad 4

#### **Tema:** ¿Por qué interactúan las cargas eléctricas?

#### **-Criterio de la competencia científica (C2):**

Utiliza y genera modelos explicativos y representaciones.

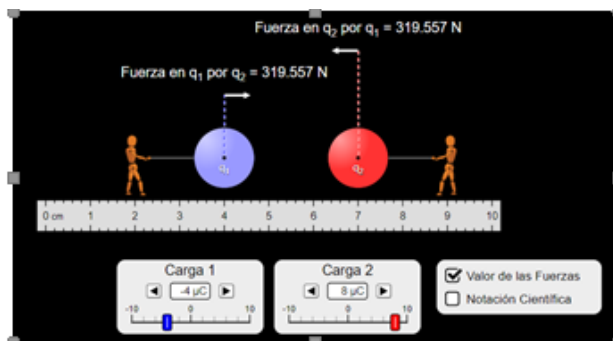
Descripción:

Visita la simulación en el siguiente enlace: [https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_es.html) ) (simulaciones Phet.Colorado.edu: **Ley de Coulomb**)

Elige la escala macro:



Y enseguida aparecerá la siguiente pantalla:



1. Da valores a la carga 1 y carga 2 y muévelas de acuerdo con la siguiente información: (puedes usar la notación científica, las cargas vienen dadas en micro coulomb =  $\mu\text{C}$ )

Evento	Carga 1	Carga 2	Distancia entre las cargas	Fuerza eléctrica
1	$2 \mu\text{C}$	$-4 \mu\text{C}$	10 cm	
2	$-2 \mu\text{C}$	$4 \mu\text{C}$	10 cm	
3	$-2 \mu\text{C}$	$4 \mu\text{C}$	5 cm	
4	$2 \mu\text{C}$	$4 \mu\text{C}$	10 cm	
5	$2 \mu\text{C}$	$4 \mu\text{C}$	5 Cm	

2. Realiza un diagrama que represente la interacción entre las cargas y por medio de flechas representa el valor de la fuerza que se ejercen entre cada grupo de cargas (debes realizar un esquema por cada evento, utiliza regla con centímetros para que midas la fuerza)

Evento 1	Evento 2	Evento 3
Evento 4	Evento 5	

1. Por último, explica de manera general como varía la fuerza entre las cargas cuando están cerca y cuando se alejan.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Actividad 5

**Tema: ley de ohm.**

**-Criterio de la competencia científica (C3):**

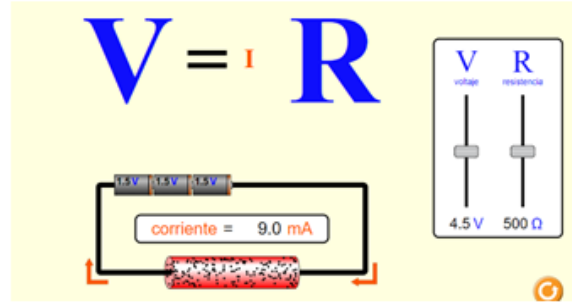
Predice fenómenos de manera adecuada y justifica sus predicciones.

**Descripción:**

Sigue las indicaciones para ir explorando las simulaciones y luego predice los fenómenos indicados.

**Ley de Ohm:**

[https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_es.html) )



Partiendo de la información  $V=4,5\text{v}$  y  $R=500\Omega$ , si aumentas la resistencia a  $703\Omega$  ¿Qué le sucede a la corriente?

---

---

---

---

---

¿Podrías decir que le sucede a la corriente si se aumenta la resistencia a  $1000\Omega$  manteniendo el mismo voltaje de  $4,5\text{v}$ ? Justifica por qué sucede esto.

---

---

---

---

---

Y si aumentas el voltaje y la resistencia al mismo tiempo, inténtalo con diferentes valores y escribe que sucede al respecto:

---

---


---

---

---

---

---

Ahora reinicia la aplicación presionando la tecla  y luego disminuye los valores de el voltaje a  $1,5\text{v}$  y la resistencia a  $102\Omega$  y escribe que sucede:

---

---

---

---

---

Escribe que sucedería en general si se disminuye tanto el voltaje como la resistencia

---

---

---

---

---

Ingresa a la simulación de resistencia y predice los fenómenos indicados:

**La resistencia eléctrica:**

[https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_es.html)

The image shows the PhET 'Resistance in a Wire' simulation interface. At the top, the formula for resistance is given as  $R = \frac{\rho L}{A}$ . Below the formula is a 3D model of a cylindrical wire. To the right of the wire is a control panel with three sliders: resistivity ( $\rho$ ), length ( $L$ ), and area ( $A$ ). The resistivity slider is set to 0.50  $\Omega\text{cm}$ , the length slider is set to 10.00 cm, and the area slider is set to 7.50  $\text{cm}^2$ . The total resistance is displayed as 0.667  $\Omega$ . A copyright icon is visible in the bottom right corner of the simulation window.

Si se aumenta la resistividad de manera gradual hará que se incremente el valor de la resistencia, explica de que otras maneras puedes aumentar el valor de la resistencia.

---

---

---

---

---

Si se quiere aumentar la resistencia sin tocar la resistividad, solamente aumentando la longitud  $L$  y cambiando el área  $A$ , ¿se deberá aumentar o disminuir el área  $A$  para que aumente la resistencia? Explica.

---

---

---

---

---

Anexo 5 INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”



INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”

NIT: 891.900.285-7

SEDES: “ANTONIA SANTOS”, “SANTA CLARA”

“MARÍA LUISA ROMAN” “JULIO PEDROZA”

PRE-ESCOLAR – PRIMARIAS- SECUNDARIA Y MEDIA TÉCNICA.

TULUÁ – VALLE

DANE 17683400092 ICFES 018986

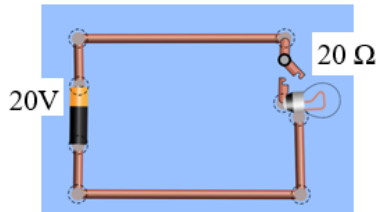
Actividad 6

**Tema:** ¿Conozco cómo funciona un circuito eléctrico?

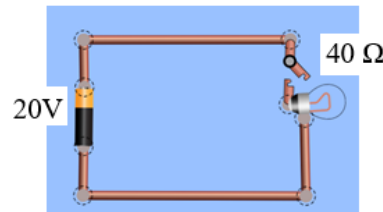
**-Criterio de la competencia científica (C4):**

Elabora hipótesis explicativas.

- ✚ **Objetivo de la clase:** Conocer qué es una hipótesis explicativa y cómo se construye una, además como comprobarla por medio de un laboratorio virtual.
- ✚ **Concepto para trabajar:** Aplicación del conocimiento.
- ✚ **Recursos:** plataforma phet.colorado.edu
- ✚ **Actividad de evaluación:** Entrega de hipótesis y su respectiva comprobación.
- ✚ **Tiempo:** 1 hora



*Circuito 1*



*Circuito 2*

**Descripción de la actividad:**

Vea atentamente los videos: (<https://www.youtube.com/watch?v=zDNvbSjQL5Q>) y ([https://www.youtube.com/watch?v=umsIT5h6Iks&ab\\_channel=CosmeFulanito](https://www.youtube.com/watch?v=umsIT5h6Iks&ab_channel=CosmeFulanito)) y teniendo en cuenta que es una hipótesis, elabore una donde plantee como es el comportamiento de una bombilla de 20 Ω en un circuito serie que consta de una pila de 20V en comparación a otro circuito con una bombilla de 40 Ω y la misma pila. Los circuitos serían como indican los diagramas. (debes cerrar el interruptor para poder hacer la comparación).

Hipótesis 1:

---

---

---

---

---

---

---

---

La estudiante realizará la aplicación del conocimiento por medio de un laboratorio virtual sobre circuitos eléctricos, donde construirá los circuitos presentados anteriormente en las mismas condiciones y reafirmará o replanteará su hipótesis inicial. Para ello ingresará a la plataforma por medio del siguiente enlace:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>

Nueva hipótesis después de hacer la comprobación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Y si en el circuito 1 cambias la batería por una de 40V y no haces ningún cambio en el circuito 2. ¿Qué crees que sucede? Plantea tu hipótesis, realiza la comprobación y después de comprobar modifícala si es necesario.

---

---

---

---

---

---

---

---

Si después de comprobarlo tu hipótesis debe ser ajustada, hazlo:

---

---

---

---

---

---



*Anexo 6 INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”*



**INSTITUCION EDUCATIVA “JULIA RESTREPO”**

NIT: 891.900.285-7

SEDES: “ANTONIA SANTOS”, “SANTA CLARA”

“MARÍA LUISA ROMAN” “JULIO PEDROZA”

PRE-ESCOLAR – PRIMARIAS- SECUNDARIA Y MEDIA TÉCNICA.

TULUÁ – VALLE

DANE 17683400092 ICFES 018986

**Actividad 7**

**Tema: Ciencia tecnología y sociedad**

**-Criterio de la competencia científica (C5):**

Incluye en sus explicaciones el impacto del conocimiento científico en la sociedad.

**Objetivo de la clase:**

Por medio de un foro se espera que la estudiante reflexione acerca del impacto en el medio ambiente que tiene el uso de la electricidad.

**Concepto para trabajar:** Impacto del conocimiento científico en la sociedad.

**Recursos:** plataforma Google classroom.

**Actividad de evaluación:** Elabora una explicación científica que contenga impacto ambiental, utilizando todos los criterios aprendidos durante el desarrollo de la unidad didáctica.

**Tiempo:** 1 hora de clase.

**Descripción de la actividad:**

Ingresa al siguiente enlace de classroom: <https://classroom.google.com/c/NDA4MDE3NDQ3MjI0?cjc=lxli5d5> ; ahí encontrarás una lectura corta sobre el impacto ambiental del consumo energético. Haciendo uso de esa información elabora una explicación científica sobre la pregunta problematizadora. **Escribe tu explicación en el espacio comentario de la clase:**

Aquí te presento un pantallazo de lo que verás:

Aquí te presento un pantallazo de lo que verás:

