

**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE CIRCUITOS
ELÉCTRICOS EN LA LOCALIDAD DE USME
(CURSOS DE VALIDACIÓN)**

Autor

CESAR ALEJANDRO PINZON GIL

Asesora

ROSA INÉS PEDREROS MARTÍNEZ

LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN:

Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ, 2016**

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL CONSEJO NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 2	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN LA LOCALIDAD DE USME (CURSOS DE VALIDACIÓN)
Autor(es)	Pinzon Gil, Cesar Alejandro
Director	Rosa Inés Pedreros
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2016, 55 pág.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	CIRCUITOS ELÉCTRICOS, IDEAS, REPRESENTACIONES, DISEÑO EXPERIMENTAL, ENSEÑANZA, APRENDIZAJE.

2. Descripción	
El presente trabajo emerge de la actividad de práctica pedagógica que ofrece espacios académicos los días sábados y domingos en la modalidad de validación en la localidad de Ciudad Bolívar, en la ciudad de Bogotá. En dicha actividad se puso en evidencia la necesidad de realizar un análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se adelantan en ciclo de validación del colegio Almirante Padilla de la localidad Bogotá, Localidad Usme.	
La pregunta de investigación es <i>¿Qué factores de la enseñanza y el aprendizaje sobre circuitos eléctricos, posibilitan la formulación de una propuesta de aula que responda a las ideas e intereses de los cursos de validación en la localidad de Usme?</i> Como objetivo general: <i>Diseñar una propuesta de aula a partir de las ideas de los estudiantes, para la enseñanza y aprendizaje de los circuitos eléctricos en los cursos de validación en la localidad de Usme.</i>	
El estudio de los circuitos eléctricos es una necesidad de la educación actual, pues estamos inmersos en un mundo de artefactos y aparatos que requieren la búsqueda de la comprensión y explicación de cómo funciona y así no ser solamente consumidores. Además, porque en la clase se pueden realizar actividades con las cuales se puede propiciar una interacción real del estudiante con los eventos que se puedan abordar en este ámbito de conocimiento.	

3. Fuentes	
Bautista G. & Rodríguez L.D. (1996). <i>La ciencia como una actividad de construcción de explicaciones</i>, física y cultura N°2, pág. 65 a 69 Cubero R. (1989). <i>Como trabajar con las ideas de los alumnos</i>, Sevilla, España, DIADA EDITORAS. Halliday, D. & Resnick, R. y (1984). <i>Física parte II</i>. México. Compañía editorial continental, S.A de C. V. Hewitt, P. (2007) <i>Física conceptual</i>. México: Pearson Addison-Wesley. FEYNMAN (1971) <i>lecturas de física vol. 2</i>, México D.F, imp. Y maq. de libros MIG S.A. Freire, P. (1970). <i>Pedagogía del oprimido</i>, Ed. Tierra Nueva y Siglo XXI Argentina Editores, Buenos Aires, 1972. Guidoni, Arca & Mazolli (1990) <i>Enseñar ciencia: reflexiones para una educación científica de base</i>, Barcelona, España. Editorial Paidós. Rodrigo M.J.; Rodríguez A.; Marrero J., (1993) <i>Las teorías implícitas. Primera edición</i>. Madrid: Visor. Segura, D., Molina, A., Pedreros, R., Arcos, F., Velasco, A., Leuro, R., Hernández, G., (1995). <i>Vivencias y cambio cultural</i>. Corporación Escuela Pedagógica Experimental CEPE - Colciencias. Santafé de Bogotá.	

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 2	

4. Contenidos

La propuesta de trabajo se inscribe en la Línea de la Enseñanza de las Ciencias desde una perspectiva Cultural. El documento está organizado en ocho partes: Primero, el contexto de origen de la investigación en la que se muestra los aspectos relevantes que animaron la investigación. Segundo, el estudio de los circuitos eléctricos en el aula a manera de antecedentes. Tercero sobre la física su enseñanza y aprendizaje, en el cual se muestran los referentes teóricos que soportan la propuesta de del presente trabajo. Cuarto, ideas y representaciones de los estudiantes que se tienen en cuenta en los procesos de interpretación y análisis en la intervención en el aula. Quinto, proceder metodológico tenido en cuenta en el trabajo. Sexto, la propuesta de aula formulada. Séptimo, la narrativa de la propuesta. Octava, los comentarios a manera de conclusiones. Finalmente se presenta las referencias bibliográficas y anexos.

5. Metodología

Metodológicamente se realiza una interpretación incorporando estrategias cualitativas, (Rodríguez & Marrero, 1993). La población con la que se trabaja son estudiantes de último ciclo de validación del colegio Almirante Padilla de la localidad de Usme. Las edades de los estudiantes se encuentran entre los 15 y los 50 años, 8 mujeres y 18 hombres.

Las técnicas e instrumentos de recolección de la información utilizada la narración y las narrativas. Las categorías de análisis fueron las ideas y diseños experimentales. La alternativa metodológica del trabajo en el aula, se basa en la organización del trabajo en el aula en torno a las Actividades Totalidad Abiertas - ATAs - (Segura, Molina, Pedreros, Arcos, Velasco, Leuro y Hernández, 1995).

6. Conclusiones

Se encontró que los factores de la enseñanza aprendizaje sobre los circuitos eléctricos están relacionados con *el ámbito de la propuesta* (disciplinar – física, pedagógico-didáctico y epistemológico), *el formato de la clase* (ideas, intereses e inquietudes de los estudiantes, generalización del interés, el trabajo en torno a la pregunta y diseño experimental y Trabajo en grupo) y *la vivencia de conocimiento* (comprender, explicar y conceptualizar), los cuales emergieron en el diseño de la propuesta de aula y la vivencia que se tuvo con los estudiantes de los cursos de validación. Cada uno de estos factores está imbricado y se enriquecen mutuamente.

Se evidencia el interés e importancia de los estudiantes de realizar actividades en el laboratorio y abordar la incursión del conocimiento desde el diseño experimental, particularmente del estudio de los circuitos eléctricos. Sus ideas y representaciones se enriquecen y amplían su bagaje e conocimiento.

Elaborado por:	Cesar Alejandro Pinzon Gil
Revisado por:	Rosa Inés pedreros

Fecha de elaboración del Resumen:	25	08	2016
--	----	----	------

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS	5
INDICE DE ILUSTRACIONES	5
INTRODUCCION	6
1. CONTEXTO DE ORIGEN DEL TRABAJO	7
2. ESTUDIOS SOBRE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN EL AULA	9
3. LA FÍSICA, SU ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	12
3.1. La física como una actividad de construcción de explicaciones	12
3.2. La actividad experimental	13
3.3. Objeto de estudio: Los circuitos eléctricos	15
3.3.1. Carga eléctrica	15
3.3.2. Campo eléctrico	16
3.3.3. Corriente o intensidad	17
3.3.4. Conductores semiconductores y no conductores	19
3.3.5. Circuito eléctrico	20
4. IDEAS Y REPRESENTACIONES DE LOS ESTUDIANTES	24
5. PROCEDER METODOLÓGICO	27
5.1. Metodología de investigación	27
5.2. Contexto y población objeto de estudio	28
5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información	28
5.4. Categorías de análisis	30
6. PROPUESTA DE AULA	31
6.1. Diseño de la propuesta	31
6.2. Estrategia Metodológica del trabajo en el aula	32
6.3. Narración de la vivencia en el aula	33
7. NARRATIVA DE LA PROPUESTA DE AULA	46
7.1. Ideas de los estudiantes	46
7.2. Diseños experimentales	49
8. COMENTARIOS FINALES A MANERA DE CONCLUSIÓN	52
• Ámbitos de la propuesta	52
• Formato de la clase	53
• Vivencia de conocimiento	53
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instrumentos de recolección de la información	29
Tabla 2. Categorías de análisis	30
Tabla 3. Intervenciones en el aula.....	32
Tabla 4. El formato de la clase.....	52

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Aspectos relacionados en el diseño de la propuesta de aula	12
Ilustración 2 Experiencia, lenguaje y conocimiento.....	24
Ilustración 3. Aspectos del proceder metodológico	27
Ilustración 4. Estrategia metodológica de trabajo en el aula.	33

INTRODUCCION

La puesta en marcha de una propuesta de aula que utilice como tema los circuitos eléctricos, es la principal motivación que surge para el presente trabajo de grado, debido al relativamente poco estudio que existe en la relación de este tópico de física con estudios de enseñanza y aprendizaje en ciencias naturales en un contexto específico como el de los estudiantes de validación en Bogotá, Localidad Usme.

Esta investigación pretende proveer para los presentes y futuros educadores, herramientas pedagógicas que les puedan servir a la hora de realizar su labor docente en el aula, de tal forma que aporte a la comprensión de la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales, particularmente de la física, teniendo en cuenta referentes teórico – metodológicos de la intervención en el aula. Al mismo tiempo, se busca que el estudiante dé argumentos para afrontar su escolaridad y lo proyecte a su vida cotidiana.

La propuesta de trabajo se inscribe en la Línea de la Enseñanza de las Ciencias desde una perspectiva Cultural. El documento está organizado en ocho partes: Primero, el contexto de origen de la investigación en la que se muestra los aspectos relevantes que animaron el trabajo de grado. Segundo, estudio de los circuitos eléctricos en el aula a manera de antecedentes. Tercero sobre la física su enseñanza y aprendizaje, en el cual se muestran los referentes teóricos que soportan la propuesta de del presente trabajo. Cuarto, ideas y representaciones de los estudiantes que se tienen en cuenta en los procesos de interpretación y análisis en la intervención en el aula. Quinto, proceder metodológico llevado a cabo en la investigación. Sexto, la propuesta de aula diseñada. Séptimo, la narrativa sobre la vivencia en la clase. Octava, los comentarios a manera de conclusiones. Finalmente se presenta las referencias bibliográficas.

1. CONTEXTO DE ORIGEN DEL TRABAJO

El presente trabajo emerge de la actividad de práctica pedagógica que ofrece espacios académicos los días sábados y domingos en la modalidad de validación en la localidad de Ciudad Bolívar, en la ciudad de Bogotá. En dicha actividad se puso en evidencia la necesidad de realizar un análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se adelantan en el colegio, debido a que en las interacciones de los estudiantes se refleja disgusto, apatía y desinterés por estudiar tópicos de Física. Estas actitudes conllevan a que los educadores pierdan interés por la construcción del conocimiento de sus estudiantes. Al respecto Pozo, (1998) menciona que, al parecer entre los profesores de ciencias, especialmente de secundaria, crece una frustración al ver el limitado éxito de sus esfuerzos docentes, lo cual se hace evidente en la institución, por ejemplo, con la utilización de la pedagogía de la respuesta, en donde el profesor responde “cosas” que los estudiantes no le han preguntado, (Freire, 1970). Las clases se desarrollan en su totalidad sobre temáticas ajenas a la realidad del estudiante y es común encontrarlos distraídos y ausentes de lo que ocurre en el aula.

Estando inmersos en esta comunidad educativa particularmente, se ha notado que uno de los tópicos de física que más problemas les han ocasionado tanto a profesores como a estudiantes a la hora de ser abordado, es el de electromagnetismo, no solo por la predisposición que presentan los estudiantes por aprender física sino por los contenidos conceptuales que se involucran en este tema, lo ven como algo difícil de comprender. Sin embargo, es importante destacar que gran parte de los estudiantes, manifiestan el deseo e interés por saber cómo funcionan los electrodomésticos, cómo hacer una conexión, cómo llega la luz a sus viviendas, entre otras inquietudes. Ese interés del estudiante es el que se busca aprovechar de la mejor manera a la hora de generar una propuesta de aula, al respecto la UNESCO plantea que:

“El objetivo primordial de la educación científica es formar alumnos – futuros ciudadanos y ciudadanas- para que sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los avances científicos y tecnológicos.”. (UNESCO, 2006:4)

En tanto que, Hollander, citado por (Oliveros, 2011), hace referencia al educador como creador o facilitador de escenarios favorables para el aprendizaje y el encargado de planificar actividades con la incorporación de las experiencias propias de los estudiantes.

Como consecuencia de un análisis de esta información, la propuesta se encamina en aprovechar la relativamente poca investigación que existe en la aplicación actividades de aula que utilicen como tema principal los circuitos eléctricos, ya que este tópico puede cumplir con las características necesarias para responder a la problemática vista en el aula, en tanto al docente como facilitador, la interacción de los estudiantes con su vida cotidiana y el análisis de fenómenos científicos.

En relación con lo expuesto anteriormente, se plantea pregunta problema de la presente investigación

¿Qué factores de la enseñanza y el aprendizaje sobre circuitos eléctricos, posibilitan la formulación de una propuesta de aula que responda a las ideas e intereses de los cursos de validación en la localidad de Usme?

Como objetivo general:

Diseñar una propuesta de aula a partir de las ideas de los estudiantes acerca de la electricidad, para la enseñanza y aprendizaje de los circuitos eléctricos en los cursos de validación en la localidad de Usme.

Y como objetivos específicos

- *Identificar los ejes centrales que se privilegiaran en el diseño de la propuesta*
- *Implementar y hacer seguimiento al proceso de enseñanza y aprendizaje de la propuesta de aula con los estudiantes de último ciclo de validación.*
- *Analizar la vivencia de aula en el tema de circuitos eléctricos, posibilidades y perspectivas para aportar a la comunidad de docentes de física en nuestro contexto educativo.*

2. ESTUDIOS SOBRE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN EL AULA

En relación con las experiencias e investigaciones sobre la enseñanza y aprendizaje de los circuitos eléctricos, donde se tiene en cuenta el conocimiento de las ideas de los estudiantes en ciencias, a sus modelos representacionales, que para la investigación constituye uno de los ejes para el desarrollo curricular, se encuentran al respecto los planteamientos como los de Ruiz, Rosado y Oliva (1991), quienes privilegian el desarrollo del tema, dándole prioridad a la relación que éste tiene con la vida cotidiana. En este trabajo se considera que los circuitos eléctricos en artefactos o aparatos que los estudiantes usan diariamente, intuitivamente despierta la curiosidad del estudiante.

Se encuentran por otro lado, la investigación de *Parra y González (2003)*, quienes consideran el método experimental como ambiente generador de discurso, se permite construir un discurso por parte del estudiante, utilizando como herramientas principales tres diferentes ambientes: el problemático, el comunicativo y el experimental, aspectos estrechamente relacionados con el presente trabajo en el sentido práctico de la intervención en el aula.

Seguido a esto, se pone de relieve la necesidad de generar nuevas propuestas que contribuyan a la proposición de caminos o alternativas sobre la manera de abordar la enseñanza de los circuitos eléctricos desde diferentes metodologías. En este sentido, se encuentran propuestas en las que se evidencia desde el principio la relación estrecha entre el tópico de circuitos eléctricos y la vida cotidiana Hewitt (2007), basta con saber que los estudiantes mencionan conceptos como carga o circuito, por ejemplo, la apropiación de estos términos conlleva un desarrollo conceptual que debe ser generado por el maestro, actuando como orientador y facilitador dentro del aula. Por otra parte, el uso de los textos que contienen este tópico, con los cuales cuenta el maestro, generan interrogantes para el mismo, al respecto menciona Bravo (2012) que la forma de escoger los textos para llevar al aula, son elegidos por popularidad más que por contenido, además que los más populares

tienen ciertas ambigüedades en definiciones específicas, como carga y campo, debido a su amplio significado.

De otra parte, emergen algunas preguntas como: ¿El contenido está diseñado para ser llevado a un aula específica? ¿Se puede generar una estrategia para que el estudiante lo comprenda mejor y le sea significativo lo que aprende? Inquietudes que al ser abordadas por el profesor contribuyen a la búsqueda de soluciones a los problemas de comprensión que tienen los estudiantes, siempre y cuando se tengan las herramientas precisas, se haga un estudio de la situación y de la población y el maestro haga una reflexión profunda de sus temas y capacidades al planear la clase.

Ahora bien, otro aspecto considerado en la investigación que se presenta, es el sentido de la actividad experimental, dado que para los estudiantes y profesores posibilita acudir a otro escenario para abordar situaciones o simulaciones sobre los circuitos eléctricos en donde se pueda dar cuenta de la corriente eléctrica, el voltaje o el comportamiento de las resistencias, como menciona Feynmann (1971) al exponer en el experimento como la única forma de conocer y comprobar el quehacer científico.

Así mismo, el estudiante supone una actitud diferente para la clase el día en el cual esta propuesto un laboratorio, parece que está dispuesto a trabajar y querer aprender lo que el maestro enseña. Ahora, esta ventaja por así decirlo, que tiene el maestro cuando realiza un laboratorio, puede ser aprovechada incluso más cuando se trata de mostrar situaciones a las que se enfrentan día a día, se enseñan el estudio y experimentación de circuitos eléctricos en el hogar, de automóviles y electrodomésticos de sus propias casas.

No implica esto que el laboratorio sea la solución ni la única herramienta para aclarar las dudas de los estudiantes, ni mucho menos para solucionar las actitudes de los mismos frente a una clase de física, pero si es de vital importancia para la presente investigación entender y analizar puntos de vista en cuanto al diseño e implementación de estos en circuitos eléctricos. Al respecto Albarracín y Fajardo, (2002), plantean una propuesta metodológica para la enseñanza de fenómenos electromagnéticos apoyada en experimentos en clase, hacen énfasis en la puesta de actividades experimentales con el fin de alcanzar un mejor análisis del fenómeno, enriquecer la discusión, y por lo tanto aumentar el grado de

comprensión con la ayuda de guías y actividades desarrolladas por los estudiantes. Podría decirse que el desarrollo de una propuesta de este tipo genera motivación para el estudiante, se ve el entusiasmo por interactuar con el laboratorio y además la buena disposición con respecto al tema de la clase propuesta.

Existen por otro lado trabajos como el de Becerra (2014:78), quien también realiza un análisis de la enseñanza tradicional de circuitos eléctricos, y genera una serie de posibilidades de enseñanza a partir de diferentes herramientas que pueden ser usadas. Al respecto dice:

“Se considera necesario que los maestros desarrollen trabajos en el aula, innovadores y llamativos, para complementar las clases y la construcción de conceptos por parte de los estudiantes”.

Se tiene en cuenta que es posible abrir-caminos para realizar investigaciones utilizando nuevas tecnologías, pero principalmente, a generar un cambio en la forma de llevar el conocimiento al aula, teniendo como referencia el diseño experimental.

Otro aporte es realizado por (Psillos, 1999:1) quien menciona las falencias que existen actualmente en la enseñanza de electricidad en general, dentro de las cuales menciona la falta de razonamiento sistémico y la diferenciación conceptual, con lo cual infiere. *“Esas dificultades tienden a ser más ignoradas que tomadas en cuenta en la enseñanza habitual o innovadora”.*

Como parte del estudio de una propuesta, también se evalúan las posibilidades del uso de tutoriales como herramienta para generar nuevos conocimientos, ya que el uso de estos parece llevar una ventaja con respecto a las clases tradicionales, Sirur y Benegas (2008:247) dicen: *“la instrucción tradicional produjo una modificación muy pequeña de los conocimientos conceptuales de la mayoría de los estudiantes”* si bien, el uso de tutoriales no es usado en el trabajo, la adaptación de nuevas estrategias sigue siendo parte fundamental de la intervenciones en el aula

3. LA FÍSICA, SU ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

En este apartado se expone los referentes teóricos que se tiene en cuenta para el diseño de la propuesta de aula, la cual contempla las relaciones entre la física -como una actividad de construcción de explicaciones- la actividad experimental y el objeto de estudio -los circuitos eléctricos-. Ver diagrama a continuación.

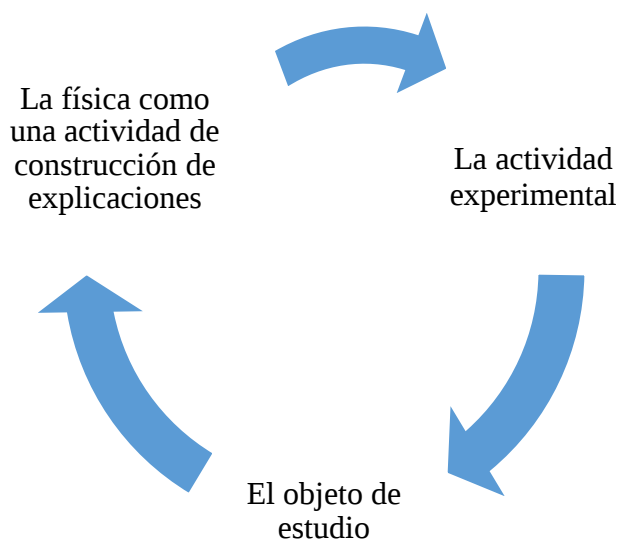


Ilustración 1 Aspectos relacionados en el diseño de la propuesta de aula

En el esquema se muestra el proceso en el cual se relaciona el tema circuitos eléctricos, con la actividad experimental y la construcción de explicaciones, ya que el análisis de estos factores es parte fundamental en el estudio de vivencias en el aula, como se dará a conocer en los próximos apartados.

3.1. La física como una actividad de construcción de explicaciones

En la presente investigación, se piensa en la física como una actividad de construcción de explicaciones a eventos del mundo natural y físico, como una búsqueda de explicaciones por parte del investigador, del profesor o del estudiante.

En un primer momento el trabajo en grupo en la presente investigación se convierte en un eje fundamental, ya que es un espacio de validación donde el estudiante expone y estas representaciones validadas o aceptadas serán un producto de la actividad científica de la física, donde se ponen en juego intereses, intenciones y concepciones de los participantes. Al respecto (Bautista 1996:67): *“Los ambientes colectivos, en los cuales se desarrolla la actividad, ofrecen a cada persona el acceso a una gama compleja de diversas explicaciones y objetos de estudio”*.

La construcción de explicaciones, además, implica tener en cuenta otros aspectos en el aula, como lo son: la construcción de preguntas significativas, construir respuestas a esas preguntas y las explicaciones construidas deben tener relación con su cotidianidad.

Al respecto de estas ideas Gómez (2006:80) plantea *“construir explicaciones es un proceso que es lento y en el que confluyen muchos elementos, ya que los alumnos y docentes integran la observación a diferentes fuentes de evidencia”*. El presente trabajo habla del inicio de un proceso que puede dar ideas para relacionar estas fuentes de evidencia con respuestas de los estudiantes.

3.2. La actividad experimental

Enmarcados en la propuesta que se quiere llevar al aula, se entiende por actividad experimental, una actividad educativa científica que para su realización incluye una experiencia realizada por el estudiante o por el docente, que a su vez relaciona el entorno y los materiales del mismo, además esta experiencia dirige y articula el proceso de enseñanza aprendizaje.

Estas actividades cumplen con ciertas características de las cuales habla Pulido (1989), se resaltan dos: el experimento como un complemento de la teoría, ya que existe una estrecha relación entre estos dos aspectos y el experimento como una fuente ilimitada de opciones de la labor docente, facilitador de actividades.

Por otro lado, se encuentran otras definiciones de las características del experimento a partir de diferentes textos, como Feynmann (1971) quien menciona que la comprobación de todo conocimiento es el experimento y lo define como el único juez de la verdad científica. En tanto Bachelard (1971) dice que se pueden realizar muchas matemáticas, pero sin la experimentación no se participa en la actividad científica contemporánea.

Estas visiones reafirman la relevancia que adquiere para el trabajo, la actividad experimental en el aula, también es de destacar que dentro de las características y factores positivos de esta, hubo gran crítica por parte de diferentes autores, debido a la distinción que se debe hacer de los tipos de experimento, con la intención de no recaer en las críticas que se proponen, se realiza un breve estudio de los tipos de experimento que se enuncian en diferentes textos, tomando como referencia a Pulido (1998).

Existen tres tipos de experimentos: comprobación, indagación y descubrimiento. El experimento de comprobación, es aquel que tiene un presupuesto de respuesta, se debe comprobar algo que en un primer momento ya se propuso, y de esta afirmación nace una de las críticas más importantes, ya que se presupone una respuesta, lo cual no deja espacio a la innovación por parte del estudiante, haciendo que el conocimiento se convierta en una actividad de repaso verbal o repetitivo, la misma crítica es realizada para el experimento de indagación, el cual se define como una actividad que tiene como objetivo resolver preguntas aplicadas a una situación específica, propuesta a partir de una guía o un taller, en algunos casos, la crítica que se hace responde a una descripción como “receta” para realizar una experiencia.

Por último, el experimento por descubrimiento es aquel que no tiene presuposiciones, simplemente se propone una situación problema, pero este debe cumplir con un quehacer científico, por consiguiente, se debe seguir el ya conocido método científico, y es allí donde surgen las críticas principales, ya que, al seguir un proceso con un orden específico, se infiere que la ciencia sea una verdad absoluta, afirmación que no es cierta.

Lo anteriormente mencionado es fundamental para el establecimiento de la metodología que se lleva al aula, retomando las dificultades a las cuales se enfrenta la enseñanza de circuitos eléctricos en contextos escolares como el colombiano.

3.3. Objeto de estudio: Los circuitos eléctricos

Los circuitos eléctricos en el aula, en particular en la clase de Física de Educación Media, han sido abordados usualmente a partir de definiciones, nociones o conceptos que aparecen en los textos escolares, aquellos llamados *física 10* o *física 11* entre otros, haciendo un análisis de estos, quizá las concepciones en principio son muy ligeras, se denota una falta de reflexión en torno a la física, algo fundamental para el desarrollo de la investigación, por tanto no bastaran para nutrirse respecto del tema, pensando en la situación, se realiza una construcción de los temas que se llevan al aula a partir autores conocidos para el mundo universitario, como lo son *feynmann*, *hewitt*, *Halliday*, *Tipler*, y se proponen los siguientes temas, que se exponen a continuación.

3.3.1. Carga eléctrica

Para desarrollar este concepto se recurre a la explicación microscópica, en la cual se describe que está compuesta la materia, y así surge el concepto de átomo, el átomo está formado por partículas de menor tamaño llamadas partículas subatómicas, esas partículas son en principio, el electrón, el protón y el neutrón. Las partículas ejercen fuerzas atractivas y repulsivas entre sí, cuando esto sucede, se dice que hay carga positiva, negativa o neutra. El electrón tiene la carga negativa, el protón la positiva y el neutrón como su nombre lo dice, no tiene ninguna de las dos características anteriores.

Una vez dicho esto, la carga es una propiedad inherente a la materia, la cual es el producto de las interacciones que suceden a nivel microscópico entre las partículas que la forman, se ve reflejada a nivel macroscópico con experimentos sencillos en donde se cargan diversos materiales para observar lo que sucede cuando interaccionan con otros. Para el presente trabajo se usa la notación común para la carga, la cual en general es q o Q .

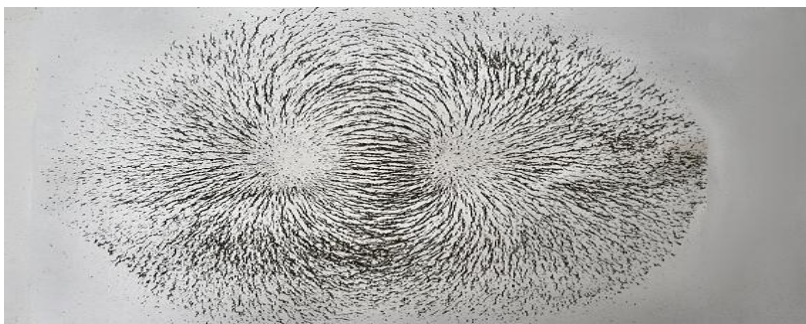
3.3.2. Campo eléctrico

El concepto de campo eléctrico va directamente ligado al de carga, ya que una partícula cargada genera alrededor un campo, al que se le llamara campo eléctrico, una analogía para el campo, se logra pensando en lo que sucede con un imán que interacciona con limadura de hierro, se puede observar como la limadura forma un patrón alrededor del imán.



Fig. 1. Imagen tomada de internet (<http://magnetismomyk.blogspot.com.co/2013/02/experimento-campo-magnetico.html>)

De manera análoga, cuando aparecen dos o más cargas, es el momento en que se observa el campo eléctrico, la interacción entre ellas, genera líneas de campo, la cuales, por convención, van desde la carga positiva a la carga negativa. Como se ve en las figuras siguientes.



**Fig. 2 Imagen tomada de internet
(<http://platea.pntic.mec.es/~pruiz/tercerciclo/votonatural/campomagne.htm>)**

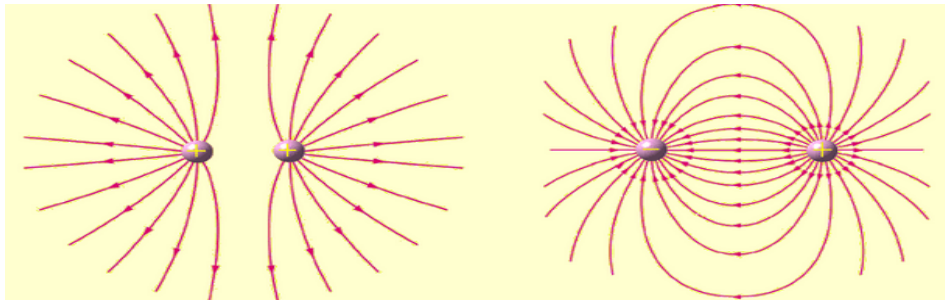


Fig. 3. Imagen tomada de internet

(http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2750/2951/html/13_intensidad_de_campo_elctrico.html)

En la imagen se observan líneas de campo, formando los patrones ya mencionados, en donde se evidencia que pasa si las cargas son iguales o si las cargas son distintas, también se puede decir cómo estas líneas de campo forman curvas que dependen de la geometría de la materia que interactúa. En general, esto dice que una partícula cargada puede advertir su presencia sin necesidad de estar en contacto con otra, debido a que el campo que esta genera se advierte dependiendo de la carga que tenga. La notación que se usa para el campo eléctrico es E

3.3.3. Corriente o intensidad

El concepto de corriente, al igual que el de campo eléctrico, va directamente ligado al de carga, ya que la definición a la cual se llega en el presente trabajo, dice que la corriente no es otra cosa que el transporte o circulación de cargas a través de un circuito cerrado, desde el polo negativo al polo positivo.

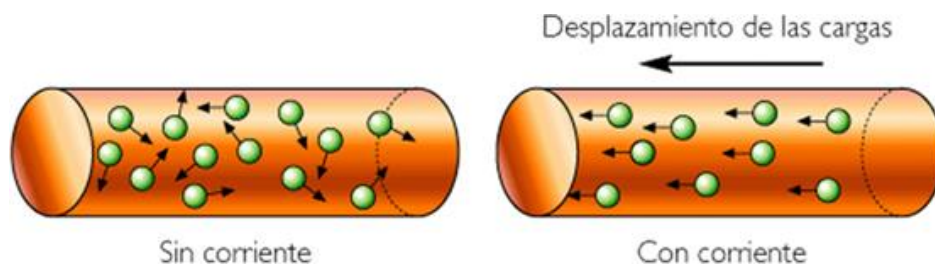


Fig. 4. Imagen tomada de internet

(http://edwardramon2011.blogspot.com.co/2011_02_04_archive.html)

Esta carga es generada por un productor de corriente que técnicamente es llamado fuente y se simboliza como *fem* (*fuerza electromotriz*).

Existen dos tipos de corriente, la corriente alterna y la corriente continua. La corriente alterna es aquella que se produce con una *fem* que cambia constantemente su polaridad en un tiempo, este tiempo es la frecuencia, se mide por las veces en las que la *fem* cambia su polaridad por segundo o Hertz (*Hz*). Para el trabajo que se realiza en el aula no se usaran fuentes que produzcan corriente alterna, por lo tanto, no se profundizara más en este tema.

Por su parte, la corriente continua es aquella en la cual el desplazamiento de cargas se realiza en un solo sentido, en ningún momento hay alguna variación en la fuente, en este caso se tiene un polo negativo y un positivo, como ya se ha dicho, la carga va desde el primero al segundo respectivamente. Esta corriente funciona con voltajes usualmente más bajos que en la alterna y por eso es usada comúnmente para aparatos electrónicos que no requieran de grandes cantidades de corriente, dispositivos informáticos, y en este caso, circuitos simples que serán desarrollados por los estudiantes.

Como bien indica su significado, una *fem* es un productor de corriente eléctrica que es obtenida a través de un proceso electromotriz, se habla de una relación entre la energía mecánica y la electricidad. No se ahonda mucho en este tema ya que no es el objeto de estudio en la presente investigación.



Fig. 5. Imagen tomada de internet (<http://es.slideshare.net/SebastianOrozcoArismendy/fuentes-de-poder-11398125>)

Es importante mencionar los conceptos que se desprenden, ya que una corriente eléctrica únicamente puede pasar a través de un elemento que cumpla las condiciones para su transporte, las condiciones son algo a lo que se le llama ser un elemento conductor, por consiguiente, existen elementos que no son conductores (aislantes), y en menor medida elementos llamados semiconductores.

3.3.4. Conductores semiconductores y no conductores

Un elemento conductor es aquel que tiene facilidad para transportar una carga, debido a sus propiedades microscópicas intrínsecas, se dice que es aquel en el cual los átomos que lo componen, tienen facilidad para desprender electrones, como ya se sabe el desprendimiento o transporte de electrones genera una corriente. De igual manera, como desprenden electrones, estos materiales tienen facilidad para captarlos y así generar un proceso en un circuito.

Los más conocidos dentro de los conductores son los metales, ya que cumplen con las características de facilidad para transportar electrones, otro excelente conductor de corriente es el agua, que, si bien no se clasifica dentro de este grupo, cumple con las

propiedades descritas. Los semiconductores son los materiales que presentan comportamiento conductor dependiendo de las condiciones externas en las cuales se encuentren, como lo puede ser la temperatura, el campo eléctrico o magnético, o la radiación. No se pueden encasillar en ninguna categoría, ya que están sujetos a una variable, por esto se usa el nombre de semiconductor.

Unos de los ejemplos de semiconductor es el germanio, que a una temperatura de 0°C presenta un comportamiento de aislante, pero a medida que aumenta la temperatura, empieza a evidenciarse su facilidad para captar y ceder electrones, convirtiéndose así en un conductor.

Por último, los elementos no conductores o aislantes, son aquellos que bajo ninguna circunstancia ceden o captan electrones, convirtiéndolos en materiales que nunca dejarán pasar corriente eléctrica a través de ellos, son muy estables y se encuentran bastantes ejemplos en la vida cotidiana como lo son, los guantes de caucho, el plástico que recubre a los cables y la madera entre otros.

3.3.5. Circuito eléctrico

Un circuito eléctrico es un recorrido que se establece, para que a través de él se permita el flujo de corriente, lo componen una serie de materiales como lo son, la fuente, el material conductor y un objeto para evidenciar el paso de corriente.

Su funcionamiento está referido a que la corriente que genera una fuente es conducida por medio de materiales conductores a un objeto que la use para funcionar, para el caso se dirá una bombilla. En este proceso existe una pérdida de energía como en todo proceso, esta pérdida de energía se debe a que ningún material puede ser 100% conductor en condiciones normales, en circuitos eléctricos a esto se le llama resistencia, sin importar que material sea, este presentará resistencia al flujo de corriente, aunque sea en pequeña medida.

El circuito debe estar cerrado, lo que quiere decir que la fuente tiene que estar conectada en su polo negativo y en su polo positivo. Dependiendo de la necesidad, en el circuito puede variar en número de bombillas o de resistencias.

Existen dos tipos de circuito eléctricos, en serie y en paralelo. Las características principales de un circuito en serie son que la corriente que fluye, se conduce en un solo camino, y por cada uno de los elementos que allí se encuentren, fluirá la misma corriente. Todos los elementos forman una red en la cual, si algo falla en un elemento, el circuito no funcionara.

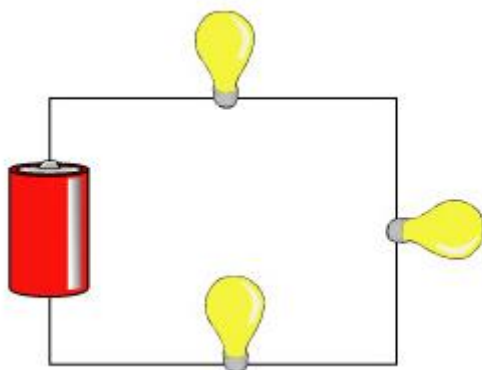


Fig.6. Imagen tomada de internet (<http://circuitoenserie.com>)

En la figura 6 se ve como una fuente, en este caso una pila común, está conectada a tres bombillos por medio de un material conductor, se observa que, si en cualquier punto del circuito deja de fluir la corriente, este no cumpliría con el recorrido desde el polo negativo al polo positivo, ya que estaría truncado.

De esto se puede inferir que la suma de los diferentes voltajes en el circuito será el voltaje total, pasará entonces lo mismo con la intensidad, pero se ve que la resistencia del circuito será constante por consiguiente de manera matemática se escribe:

$$\begin{aligned} V_T &= V_1 + V_2 + \dots + V_n \\ I_T &= I_1 = I_2 = \dots = I_n \\ R_T &= R_1 + R_2 + \dots + R_n \end{aligned}$$

Ec. 1

V: Voltaje, I: Intensidad. R: Resistencia

Para un circuito en paralelo, la corriente fluye en diferentes direcciones, también tiene que estar cerrado, pero a diferencia del circuito en serie, el hecho de estar cerrado no significa que, si se desconecta una parte de él, toda se desconecte.

Así mismo, dependiendo de su configuración, los diferentes elementos que lo componen tendrán diferentes cantidades de corriente.

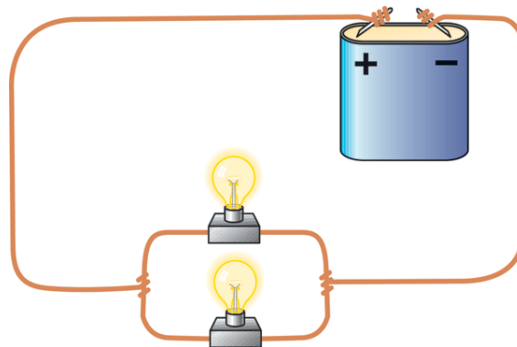


Fig. 7. Imagen tomada de internet

(<https://lafisicaparatodos.wikispaces.com/CIRCUITOS+ELECTRICOS>)

En la figura 7 se ve como la corriente puede fluir por dos caminos distintos, y de hecho lo hace al mismo tiempo, si se desconectase alguna de las bombillas sin desconectar la otra, claramente se observa que la corriente fluiría por el camino que le resta para completar el circuito. Esto hace pensar en las diversas combinaciones que se pueden generar al agregar elementos al montaje. También se ve como el voltaje depende de la configuración, al igual que la intensidad, mientras que en este caso la resistencia total del circuito es inversamente proporcional a la suma de todas las resistencias, ósea:

$$V_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Ec. 2

Como se ha visto, en el tema de circuitos eléctricos se usan conceptos como voltaje, intensidad y resistencia, la intensidad o corriente ya ha sido descrita anteriormente, para los dos conceptos restantes, se definen y relacionan con la llamada ley de ohm.

En la ley de Ohm, se describe los elementos de un circuito eléctrico, el cual se ve afectado por variaciones, ya sea en el voltaje, la resistencia o la intensidad. El postulado general de la ley dice que el flujo de corriente que circula por un circuito cerrado es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia de la carga. Esto quiere decir que, a más voltaje, más intensidad, y a más resistencia, menos intensidad, como se muestra en la siguiente relación en la ecuación 2.

$$I \equiv \frac{V}{R}$$

Ec. 3

El voltaje o tensión, es medido en voltios (V), y se define como el movimiento de cargas eléctricas, es decir, deben existir en la fuente puntos con diferente tensión para que la corriente pueda fluir.

$$1 \text{ V} = \frac{\text{W}}{\text{A}} = \frac{\text{C}}{\text{F}} = \frac{\text{J}}{\text{C}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{A} \cdot \text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$$

Ec. 4

La resistencia en ohmios (Ω), se define como la capacidad que tiene algún material para oponerse al flujo de corriente:

$$\Omega = \frac{\text{V}}{\text{A}} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^3 \cdot \text{A}^2} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s} \cdot \text{C}^2}$$

Ec. 5

La intensidad en amperios (A)

$$1 \text{ A} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}}$$

Ec. 6

4. IDEAS Y REPRESENTACIONES DE LOS ESTUDIANTES

Como se precisó anteriormente, otro eje central que tiene vital importancia es el análisis de las ideas y representaciones de los estudiantes, por lo cual, en este apartado se realiza un estudio de su significado y la relación que existe con la implementación de la propuesta.

Primero se debe pensar en el desarrollo cognitivo de cada individuo y tener presente que todos de alguna u otra manera tienen complicadas estructuras mentales, en las cuales se debe realizar una inmersión, bajo ninguna circunstancia suprimirlas ya que hacen parte del mismo sujeto, es labor del docente saber cómo poder llegar a estos “rincones mentales” como un paso básico.

Ahora se tiene que pensar que en el proceso cognitivo se encuentran tres factores de gran importancia, que son la experiencia, el lenguaje y el conocimiento como menciona Guidoni, arca & Mazzoli (1990:12):

A partir del nivel de la experiencia y a través de un lenguaje hecho de palabras y de representaciones (y sin lenguaje no es posible) se puede, por tanto, construir y controlar algo (a lo que llamamos conocimiento) desprendido tanto de la experiencia como del lenguaje.

De lo cual se infiere que dinámica entre estos es, por llamarlo de alguna manera, reciproca, existe una correlación entre ellos que hace que cuando evolucione uno lo hagan los otros dos de igual manera. Así:

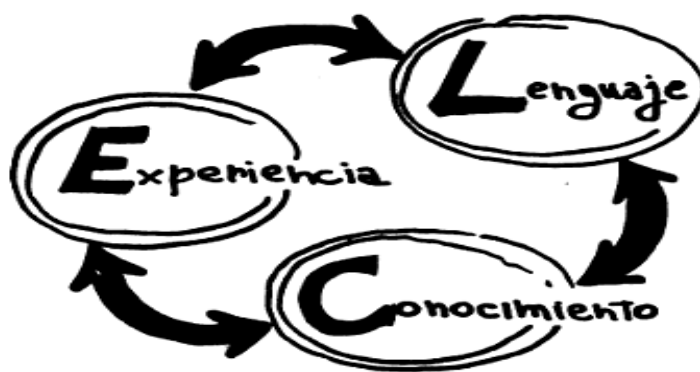


Ilustración 2 Experiencia, lenguaje y conocimiento.

Lo anteriormente descrito da paso para pensar en un punto de partida, en este caso las ideas y representaciones de los estudiantes, ya que se menciona implícitamente como la primera parte para una construcción mental.

Ahora bien, en el presente trabajo se conciben las ideas como los conocimientos que traen presupuestos los estudiantes desde su experiencia, en relación a esto Cubero (1989:10) menciona *“las ideas de los niños no se deben al azar, sino que se relacionan con lo que conocen y con las características y capacidades de su pensamiento”*. Esta idea se enmarca en el trabajo en el momento de interactuar con el estudiante como parte activa de la clase, las ideas no se pueden obviar, debido a que cumplen con características fundamentales, son estables en el tiempo, tienen coherencia interna y para los demás estudiantes son relativamente comunes, evitar tenerlas en cuenta haría recaer en las problemática que conllevan y están expuestos los estudiantes, debido a que es un conocimiento que el estudiante ha adquirido durante toda su vida, se estarían entonces obviando sus interacciones con fenómenos físicos, con otras personas e incluso crearía un conflicto consigo mismo, lo cual es inadmisibile en la cátedra del docente actual, y es para tener en cuenta también, que a mayor edad estas ideas adquieren más importancia, por lo que en cursos de validación adquieren más valor que en otro contexto, debido a la edad de los integrantes del curso.

Al explorar las representaciones de los estudiantes, entendidas como un saber de sentido común, socialmente construido y, debido a que los sujetos no son conscientes de su existencia, tienen un carácter implícito la síntesis que realiza el mismo de aquello que conoce sumado a lo que le proporciona el docente.

Como bien mencionan, Guirado, Mazzitelli y Olivera, (2009) *“constituyen modalidades de pensamiento práctico orientados hacia la comunicación, la comprensión y el dominio del entorno social, material e ideal”*

Esta definición ejemplifica un objetivo de la investigación, por lo que se hace indiscutible el uso de técnicas basadas en la identificación y uso de representaciones. Para lo cual existen diferentes tipos de recolección de datos que podrían ayudar a las aplicaciones en el aula.

Dentro de estos se encuentra la aplicación de cuestionarios surgidos de la experiencia cotidiana, entrevistas que tengan como característica no estar cerradas a un tema específico, utilizando en cada uno de los casos, por decirlo de alguna manera, la pregunta “¿*Por qué crees eso?*” Y así indagando directamente acerca del devenir de su conocimiento.

También es de resaltar el diario de campo que se utiliza ya que es otra herramienta que muestra todos los pequeños detalles que ayudan a conocer el porqué del razonamiento del estudiante para llegar a una idea.

5. PROCEDER METODOLÓGICO

Una vez realizado el análisis de las fuentes teóricas que dan sustento a la investigación, se propone a partir de ellas un proceder metodológico que se enfoque en los factores que intervienen tanto en la solución de la problemática, como en los procesos que conllevan la relación de esta con la experiencia, lenguaje, conocimiento, ideas y representaciones de los estudiantes, todo esto enmarcado en la enseñanza de ciencias naturales, particularmente de la física. En el diagrama 3, se muestra los aspectos tenidos en cuenta en dicho proceder.

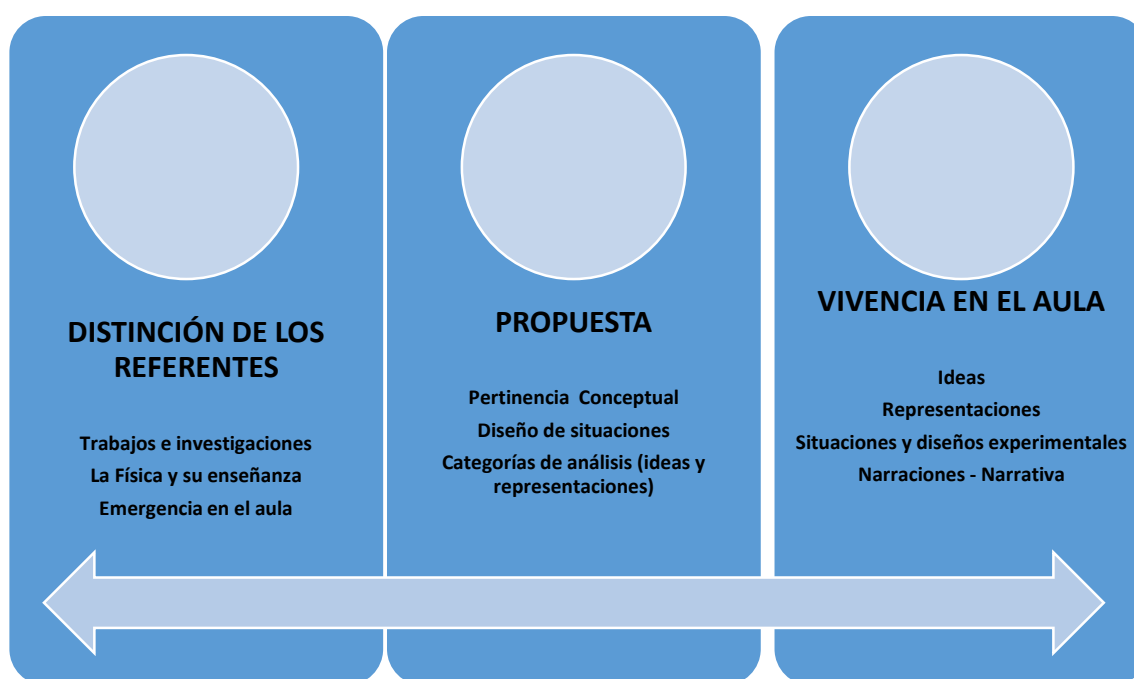


Ilustración 3. Aspectos del proceder metodológico

5.1. Metodología de investigación

Metodológicamente se realiza una interpretación incorporando estrategias cualitativas, en particular se tiene en cuenta la propuesta elaborada por Rodríguez & Marrero (1993). Metodología de gran utilidad para sistematizar datos de un número grande de individuos y precisar los trazos dominantes de las representaciones, así como para contrastar las mismas con el pensamiento individual.

Por lo tanto, en este apartado se muestra cómo será la interacción en el aula, teniendo en cuenta aspectos fundamentales en la enseñanza en los circuitos eléctricos, y cuando el trabajo se refiere a aspectos involucrados, hace referencia a los conceptos asociados a esta parte de la física, entendiéndose bien que serían los postulados y teorías básicas que no necesitan un respectivo experimento para demostrar su veracidad, ahora, si bien son postulados, la idea de la intervención es poder mostrarlos en una parte posterior de la propuesta, siempre teniendo en cuenta que se intenta mantener la comprensión en los procesos de aprendizaje y la formación en la ciencia como una manera de ver, pensar y resolver los problemas de manera recurrente.

5.2. Contexto y población objeto de estudio

La población con la que se trabaja son estudiantes de último ciclo de validación del colegio Almirante Padilla de la localidad de Usme, en esta institución la intensidad horaria es de lunes a viernes de 6 p.m. a 10 p.m. para cada uno de los cursos con los que se trabaja se tienen tres horas a la semana de física, momentos en el que se enmarcan las intervenciones. Las edades de los estudiantes se encuentran entre los 15 y los 50 años, 8 mujeres y 18 hombres.

El colegio se encuentra ubicado en sur y cuenta con vías de acceso para toda la ciudad, se encuentra en la periferia y se requiere de una hora y media para llegar desde el centro. El barrio y la comunidad no se clasifican como una población que cuente con un alto índice de criminalidad o de desplazamiento, por lo que aspectos de vulnerabilidad serán obviados en la investigación.

5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información

La narración fue la técnica para la recolección de la información y los instrumentos utilizados en el presente trabajo, se muestran en la tabla 1.

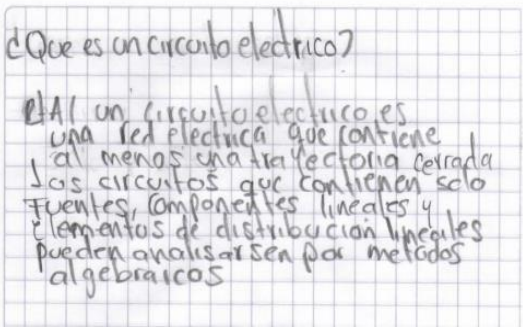
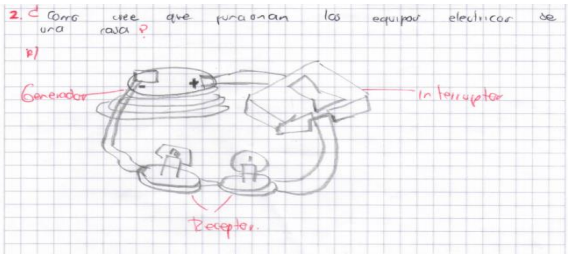
Instrumento	Descripción	Ejemplo
Escritos de los estudiantes	Los escritos por parte de los estudiantes son narraciones escritas de situaciones que se proponen, buscando claridad de conceptos	 ¿Qué es un circuito eléctrico? Es un circuito eléctrico es una red eléctrica que contiene al menos una trayectoria cerrada. Los circuitos que contienen solo fuentes, componentes lineales y elementos de distribución lineales pueden analizarse por métodos algebraicos.
Dibujos de los estudiantes	Imágenes que motiven la imaginación del estudiante realizadas con tiempo dentro y fuera del aula	 2. ¿Cómo cree que funcionan los equipos eléctricos de una casa? b) Generador Receptor Interrupción
Registros fotográficos	Fotografías tomadas como evidencias de la investigación	

Tabla 1. Instrumentos de recolección de la información

La narrativa se presenta en el apartado 7, la cual se constituye en la actividad de interpretación y análisis de la propuesta de aula. Se tiene en cuenta para ello los planteamientos de Ricoeur (2001), quien considera que los textos se interpretan y que la narrativa es una cualidad estructurada de la experiencia entendida y vista como un relato, las pautas y formas de construir sentido a partir de acciones personales, por medio de la

descripción y análisis de los datos. Es una particular reconstrucción de la experiencia, por la que, mediante un proceso reflexivo, se da significado a lo sucedido o vivido (Ricoeur, 1995). En el análisis narrativo se conjuga los datos y voces del entrevistado, se busca revelar el carácter único y propio de cada caso, es decir, su singularidad.

5.4. Categorías de análisis

Las categorías de análisis de la presente investigación son un compendio de las ideas de Cubero, (1989) y se presentan en la siguiente tabla:

Categoría	Descripción
Ideas	Son aquellas concepciones que poseen los estudiantes respecto de un tema, o evento, estas emergen a partir de sus experiencias cotidianas y escolares.
Diseños experimentales	Relacionado con las construcciones de circuitos eléctricos, esto se realiza a partir de lo que se genera en la incursión en el aula, particularmente en el estudio de los circuitos eléctricos. Implica la interacción de la información y conocimientos de los estudiantes, propiciando vivencias de conocimiento y nuevos aprendizajes.

Tabla 2. Categorías de análisis

6. PROPUESTA DE AULA

En este apartado se proponen las actividades concretas que se llevan a cabo con los estudiantes, empezando por el diseño, pasando por la estrategia y así llegar a la narración de la vivencia.

6.1. Diseño de la propuesta

Se definen implícitamente los objetivos que tienen los aspectos metodológicos, se propone a continuación una serie de actividades específicas que cumplan con el proceso de investigación. Una vez hecho el análisis de lo que se quiere realizar en el aula, el paso a seguir es la puesta en marcha de las actividades que se desarrollan en el aula en los tiempos con los que se dispone. A continuación, se muestra en la tabla las intervenciones realizadas en el aula.

Intervención	Descripción
Primera	Se propone la actividad anónima de respuesta abierta en la cual se pide a los estudiantes realicen un escrito formal partiendo de las preguntas “¿Qué es un circuito eléctrico?” y “¿cómo cree que funcionan los circuitos eléctricos de las casas?” En esta intervención también se recurre a dibujos por parte de los estudiantes, se propone paralelamente una actividad en la cual se realice un bosquejo acerca del funcionamiento de los circuitos eléctricos de las casas o de los aparatos eléctricos que usan diariamente.
Segunda	Se les pide a los estudiantes formar 5 grupos de trabajo, cada uno de 5 estudiantes, los cuales se establecen permanentemente en el transcurso de las intervenciones en el aula. A continuación, el trabajo se enfoca en realizar explicaciones para el grupo, con el fin de lograr la comunión entre lo que se realizó en la clase anterior conceptos técnicos que se buscan. Como trabajo para la casa, conecte una pila a un bombillo led y hagan una linterna.
Tercera	Se reúnen los grupos para escuchar y discutir la relación que existe entre las explicaciones que se mostraron teóricamente durante la clase anterior y el experimento que se realizó en la casa.
Cuarta	Se realiza una actividad individual en la cual se pregunta por el significado los siguientes conceptos: Carga, fuente, circuito eléctrico (en paralelo y en serie), voltaje, corriente y resistencia. Se propone un problema matemático en el cual es usada la ley de ohm, se pregunta al estudiante por el significado que tiene el cálculo que acaba de

Intervención	Descripción
	realizar. Se sugiere traer materiales para realizar un circuito por cada uno de los grupos.
Quinta	Se les pide a los estudiantes que elaboren un trabajo, en el cual se incluya un montaje sencillo de circuito en serie o paralelo y que se expliquen los fenómenos físicos que allí están ocurriendo.

Tabla 3. Intervenciones en el aula

6.2. Estrategia Metodológica del trabajo en el aula

La alternativa metodológica que se enmarca en darle la importancia necesaria a las ideas y representaciones de los estudiantes que se propone para la realización de la propuesta, se basa en la organización del trabajo en el aula en torno a las Actividades Totalidad Abiertas - ATAs - (Segura, Molina, Pedreros, Arcos, Velasco, Leuro y Hernández, 1995). Estas actividades permiten cumplir con:

(1) *Coherencia conceptual*: la manera como se articulan los conocimientos que se construyen con los conocimientos anteriores que poseen los estudiantes.

(2) *Coherencia lógica*: la selección de los temas que se tratan y la determinación de su profundidad, en cuanto ésta debe corresponder entre otras al desarrollo intelectual del estudiante (posibilidades de comprensión – elaboración de discurso, problema lógico) y,

(3) *Coherencia en el formato de la actividad*: la selección de los temas o problemas que se resuelven en la clase, en cuanto la actitud de los estudiantes frente a ellos (relaciones de apropiación – rechazo, por ejemplo) son determinantes para la captura del interés por lo que se hace (problema de pertinencia).

La dinámica de trabajo tiene en cuenta los siguientes aspectos que se presentan retroalimentados como se muestran en el Diagrama 4.

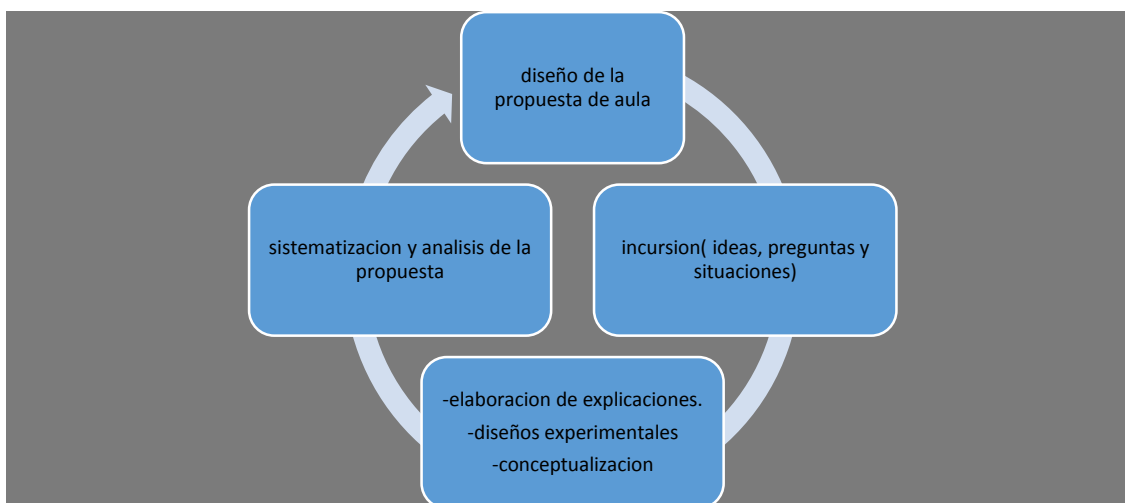


Ilustración 4. Estrategia metodológica de trabajo en el aula.

6.3. Narración de la vivencia en el aula

Este apartado se da a conocer la experiencia que se tuvo en el aula, usando las herramientas establecidas en el proceder metodológico. En general, se muestran evidencias de las situaciones presentadas a lo largo del proceso llevado a cabo con los estudiantes.

Para cumplir con el esquema organizativo del trabajo, el primer paso para la implementación, es una presentación informal del trabajo ante los estudiantes, la cual se lleva a cabo por fuera del tiempo propuesto para la realización de las clases. Se indaga, en una discusión grupal, acerca de las expectativas que tienen respecto del curso en general, las dificultades que han encontrado durante su vida académica, los beneficios y las motivaciones que encuentran. Allí sobresale la intención de colaborar en todo lo que puedan durante la clase, manifestando que la etapa en la cual se iba al colegio a “molestar”, ha terminado. Por lo que en general se ve un entusiasmo para empezar con la investigación.

Sin embargo, se observa falta de participación en la discusión de algunos estudiantes, lo que se interpreta como cierta apatía e indiferencia respecto del tema, al ahondar en la situación, el docente titular expresa que no es solo en la clase de física, sino que, por el contrario, en algunas ocasiones es la materia en la cual muestran un poco de interés, por lo

que en este momento no es un aspecto que represente una problemática específicamente relacionada con el área de ciencias naturales.

En la primera actividad que se tiene programada, se parte del supuesto que no habrá explicaciones demasiado técnicas, los estudiantes realizan sus escritos y dibujos de manera ordenada, realizando preguntas constantemente, a lo cual se da la respuesta de que la investigación en este momento solo pretende ahondar en el conocimiento previo del tema, sin importar cuál sea este, la actividad es totalmente abierta.

Las evidencias que, desde el punto de vista de la investigación, representan la problemática propuesta y además la relación con las teorías estudiadas, se exponen a continuación:

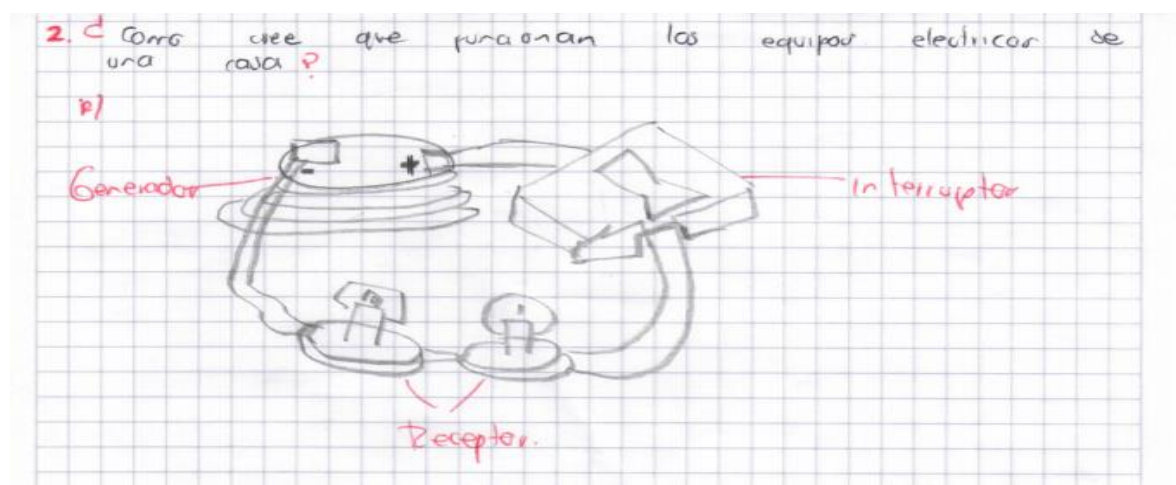


Imagen 1

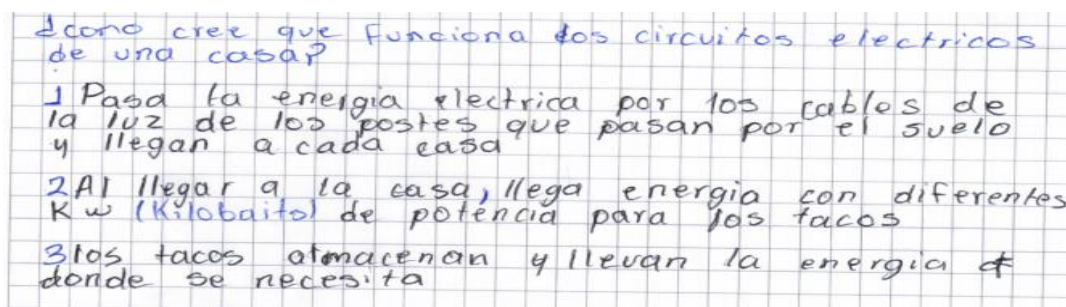


Imagen 2

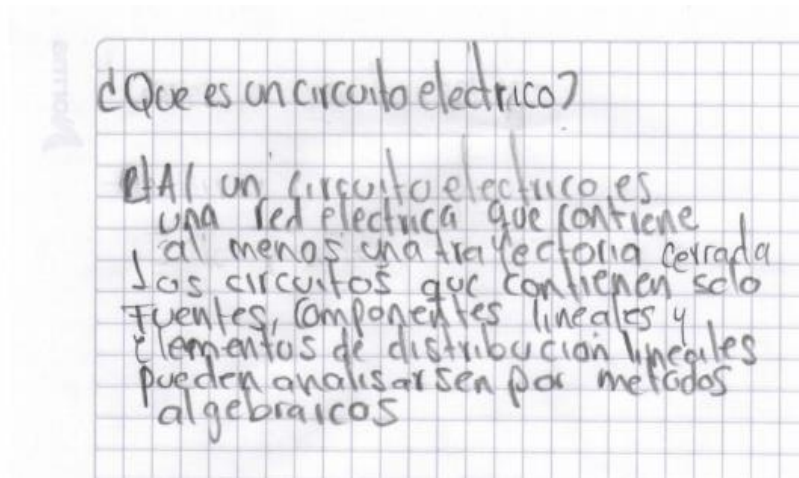


Imagen 3

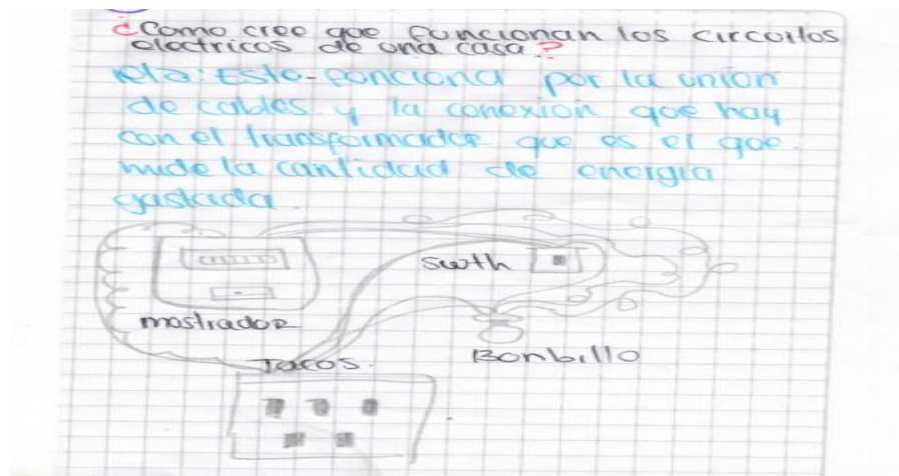


Imagen 4

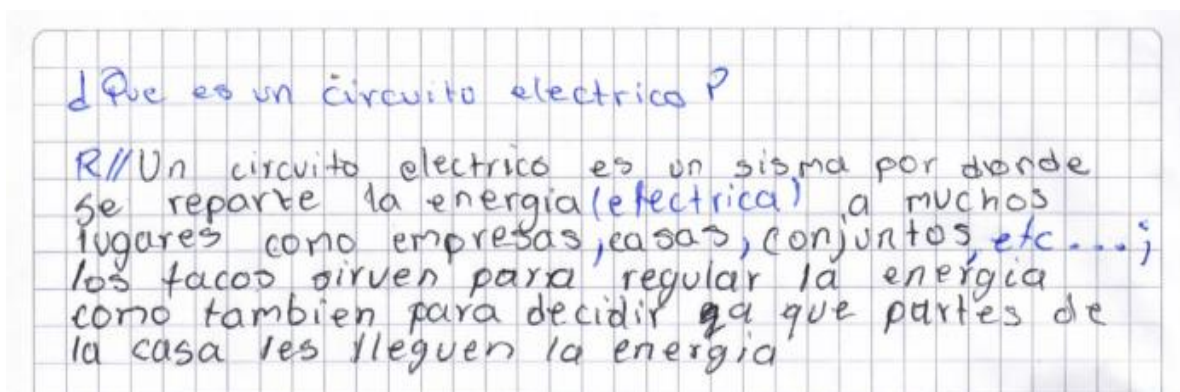


Imagen 5

Los estudiantes nombran algunos conceptos relacionados con los circuitos, por ejemplo, al referirse a los electrodomésticos del hogar, empiezan a aparecer términos como corriente y electricidad.

Se puede decir que los estudiantes tienen una idea de red interna de la casa, y transporte de energía de alguna forma. En los dibujos, se ve la gráfica de una red ininterrumpida por la cual pasa la corriente, esa aproximación se ha logrado empíricamente por su interacción y al parecer, instinto técnico, otra cosa que se puede apreciar es la forma, en este momento es muy descuidado el orden y rigor en la presentación del trabajo, lo cual puede generar un problema a la hora en que ellos mismo organicen lo que se presentara en el curso.

En la segunda intervención la propuesta realiza la explicación de la teoría usando conceptos que nacen de lo visto en los primeros trabajos, tratando de partir desde lo macroscópico (circuitos pila, led) a lo microscópico. Se presenta información traída de los estudiantes, hacen preguntas como:

¿Qué es positivo y negativo?, ¿Qué materiales se pueden cargar?, ¿Qué pasa si pongo un dedo en el circuito?, ¿Cómo se sobrecargaría un circuito?, ¿Nosotros tenemos resistencia?, ¿La intensidad es lo mismo que la corriente? y ¿El voltaje es lo mismo que la corriente?

Estas preguntas se responden relacionando la experiencia que los estudiantes han tenido en la cotidianidad.

En la tercera intervención, se vincula el análisis de la tarea que se había propuesto al final de la sesión anterior con la explicación brindada. No se evidencio ningún problema con el diseño experimental, y se vio gran motivación para presentarse ante el docente y explicar cómo se hizo. A continuación, se presentan algunos de los montajes realizados por los estudiantes (ver imágenes 6, 7 y 8).

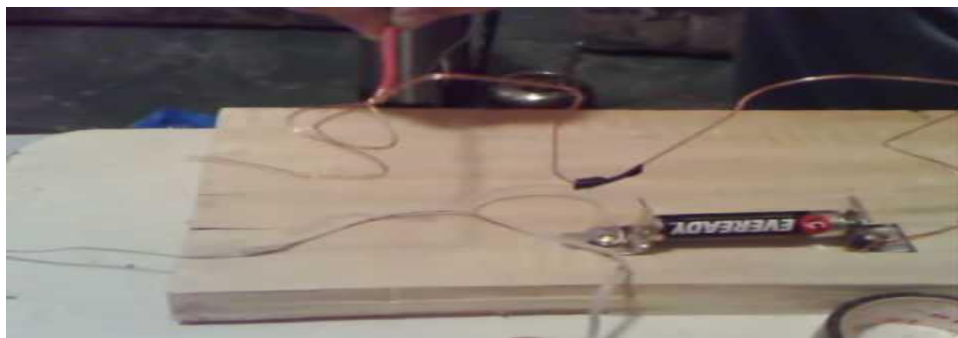


Imagen 6

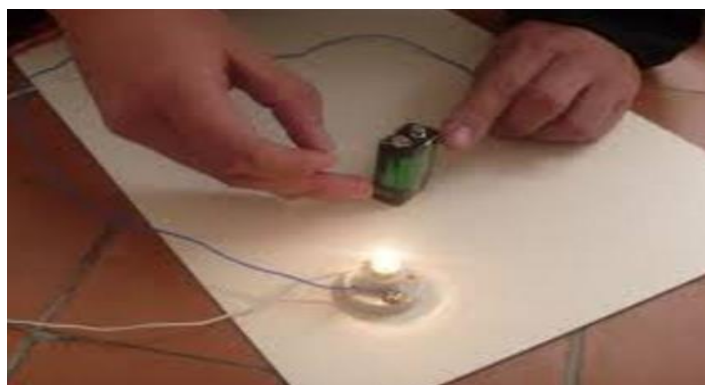


Imagen 7

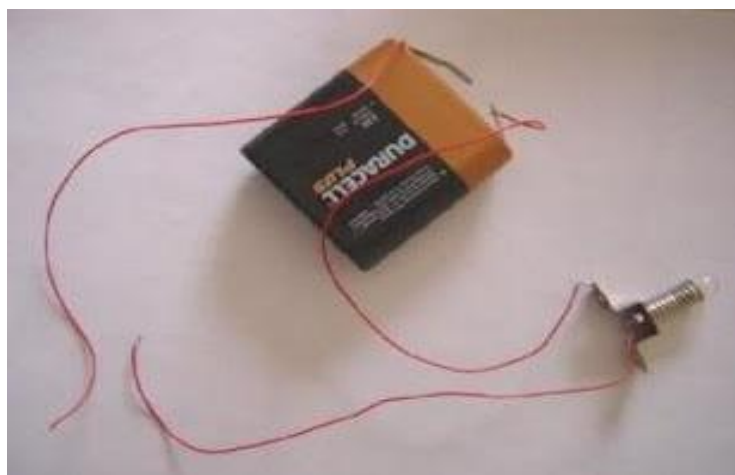


Imagen 8

Por otro lado, los grupos se sienten cómodos con la presencia del moderador y se generan buenos debates en cuanto a las preguntas que este realiza, el debate gira principalmente entorno a las discusiones de lo que significa tener un objeto cargado, ya que existe cierta ambigüedad en el término.

Las ideas y explicaciones presentan un cambio considerable con respecto de la primera intervención, ya que están relacionando varios elementos teóricos que conllevan pensar en un circuito eléctrico, la discusión se relata en un diario de campo. Algunas ideas y explicaciones fueron, por ejemplo:

“Dentro de la pila se produce corriente, y esta corriente es transportada a través de un material conductor a un bombillo, lo que hace que prenda”.

“La carga se conduce a través del material conductor, el cual no presenta resistencia para el paso de corriente y produce que el bombillo encienda constantemente hasta que la pila se acabe”.

Al realizar preguntas como *¿qué pasa si el material no es conductor? o ¿qué pasa si cambio la ubicación del cable en la pila?*, se presentan ideas como:

“el bombillo no tendrá la energía suficiente para encender”

“la carga no puede ser transportada, por lo que el bombillo no encenderá”

“se debe cambiar el material para que pueda prender”

“no pasa nada siempre y cuando no se interrumpa el paso de corriente”

“Si no cambia el material conductor no pasa nada”

Para la cuarta intervención se le propone al estudiante una actividad individual, que dará los resultados para el análisis final de la propuesta. A continuación, se muestran testimonio e imágenes de la actividad realizada por los estudiantes.

A carga

B voltaje

C intensidad

D resistencia

E símbolo

Solución

A carga: es algo que se genera una interacción de materiales entre si

B voltaje: cantidad de electricidad que se produce en una fuerza que produce que prende un bombillo

C intensidad: conductor que transporta una carga o un voltaje

D resistencia: que soporta una carga o energía a mayor

E símbolo: conductor que transporta energía hacia un lugar o específico

Imagen 9

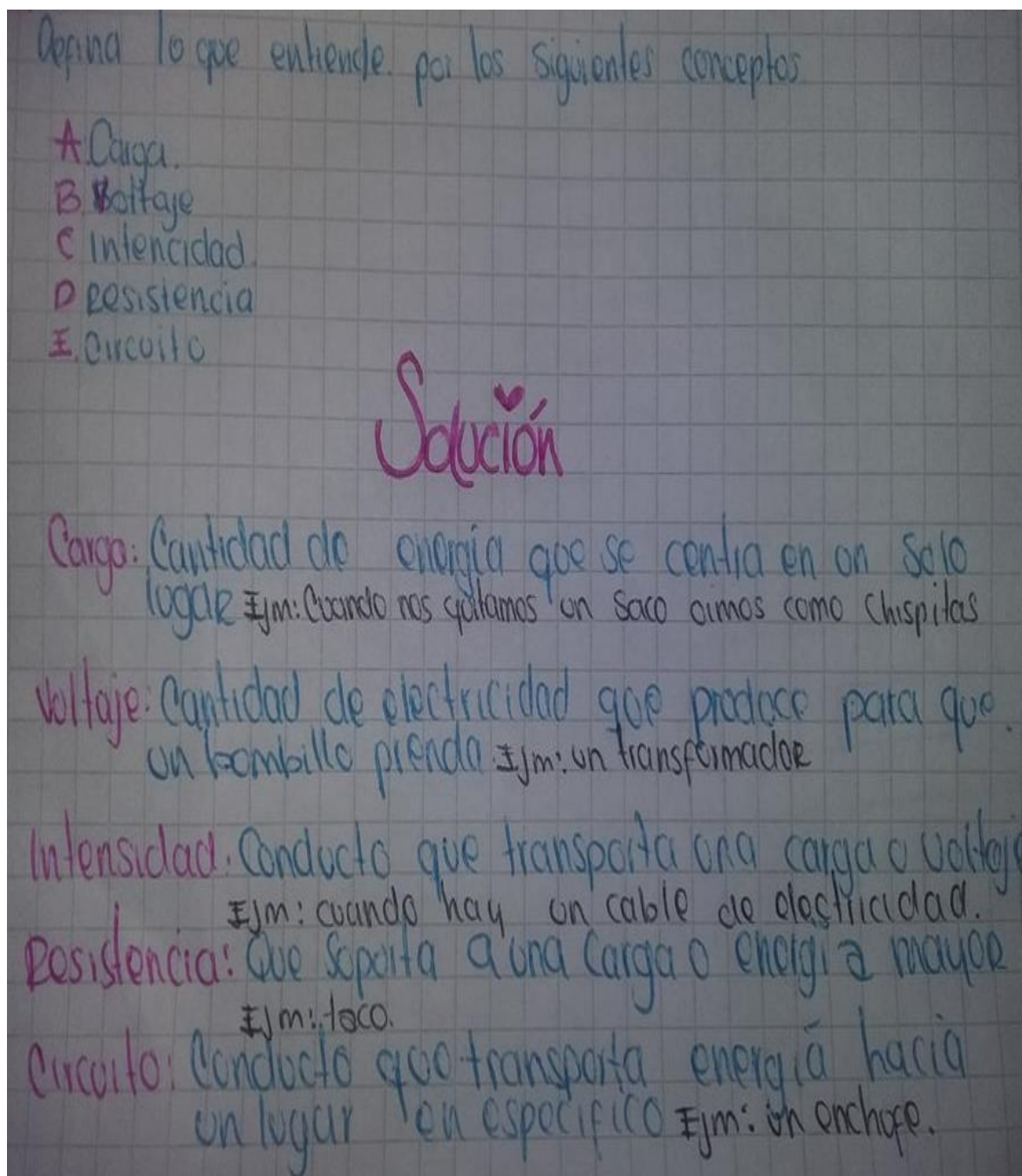


Imagen 10

Se usan adjetivos y conectores que generalmente son usados en física, se observa gran diversidad en el lenguaje usado, lo que hace pensar que, por encima de la memorización, hay un concepto construido a partir de una experiencia previa.

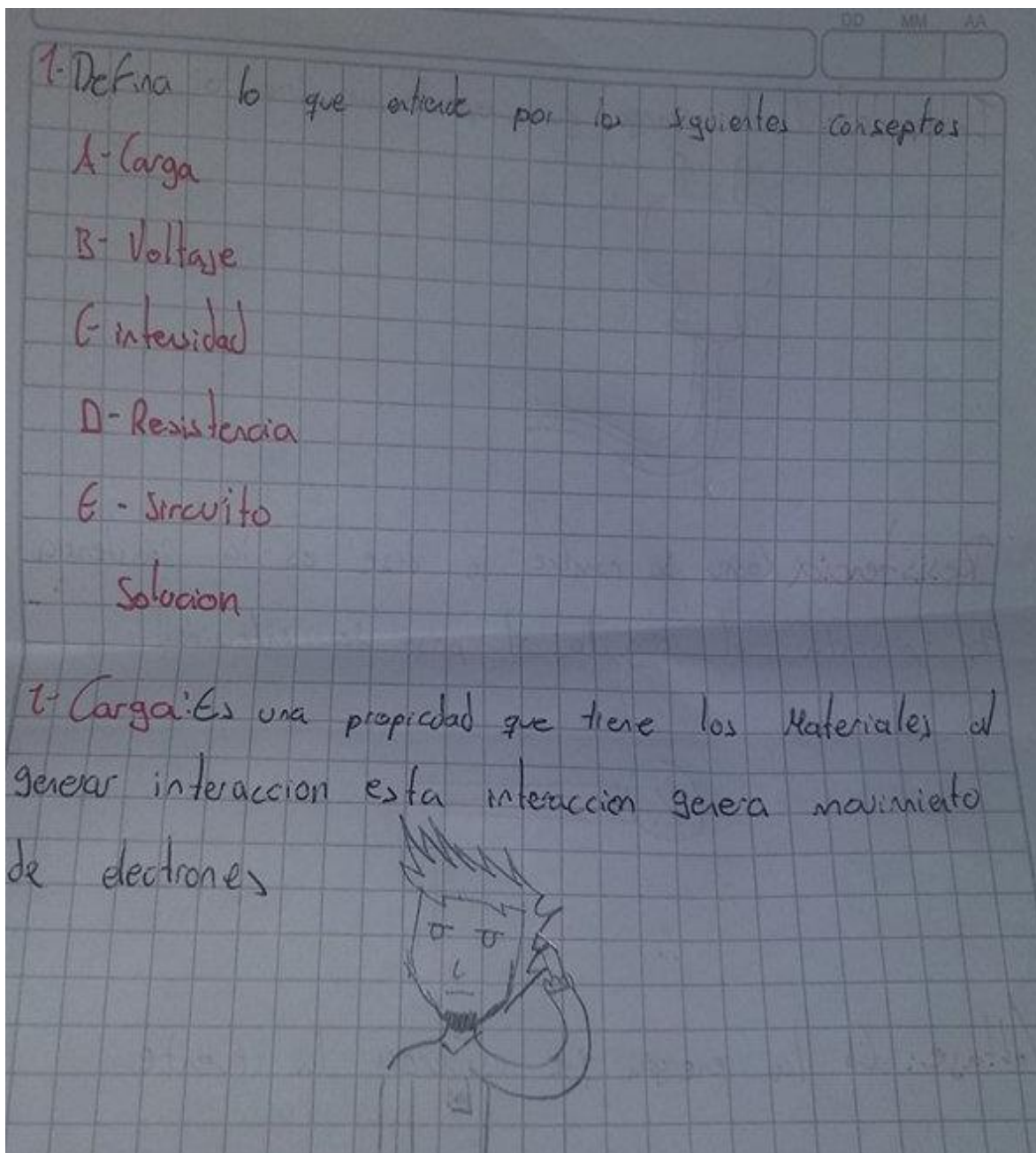


Imagen 11

Por último, cabe resaltar la confianza en cada una de las respuestas que en principio parecían temerosas, en algunos casos no más de un renglón, en este caso vemos respuestas que incluyen dibujos explicativos del tema.

Para el segundo punto, los estudiantes no tuvieron problemas, ya que en las respuestas se dio la solución con unidades de medida.

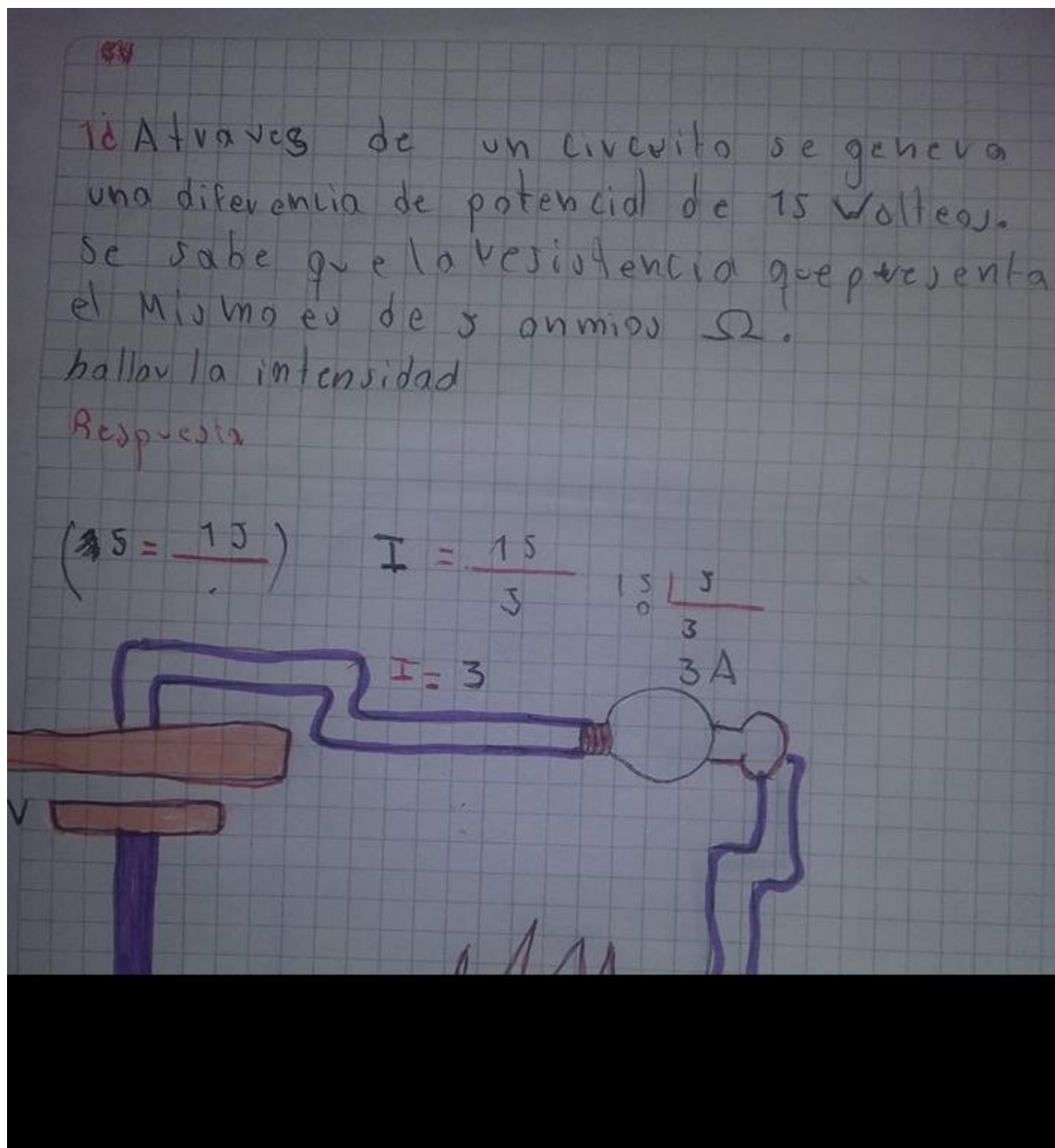


Imagen 12

Una pequeña cantidad de estudiantes no logra hacer un cálculo exacto, debido a problemas de despeje en una ecuación y problemas de cálculo aritmético.

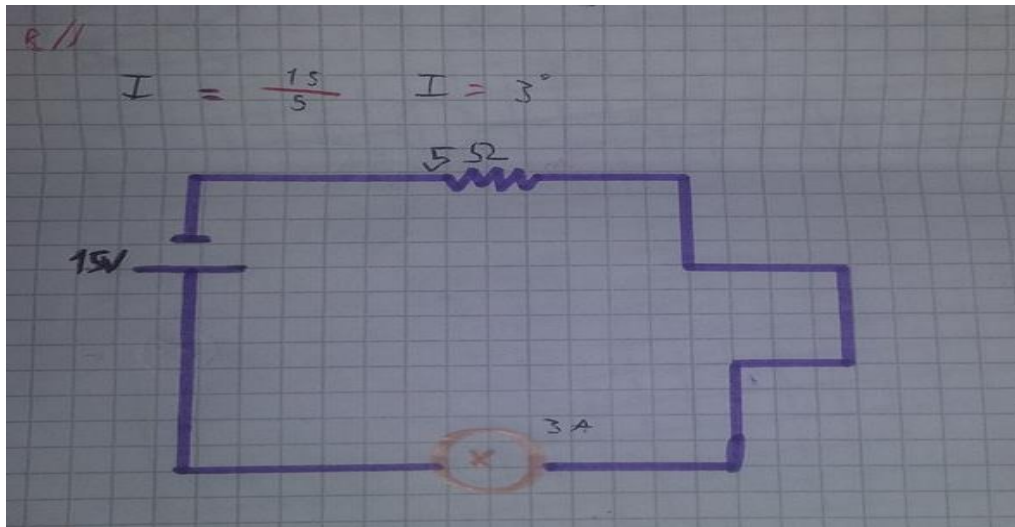


Imagen 13

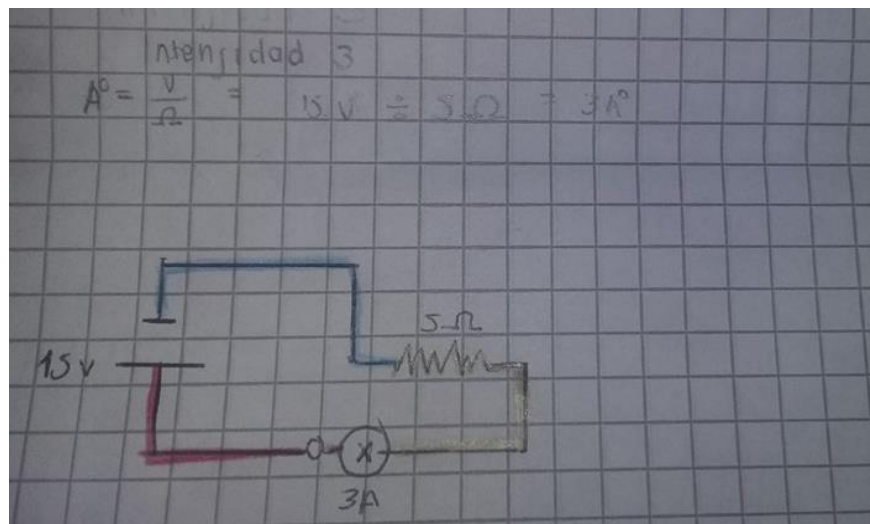


Imagen 14

Para el tercer punto, los estudiantes incluso sin dar la respuesta “correcta” en el punto anterior, parece que saben lo que significa un circuito eléctrico.

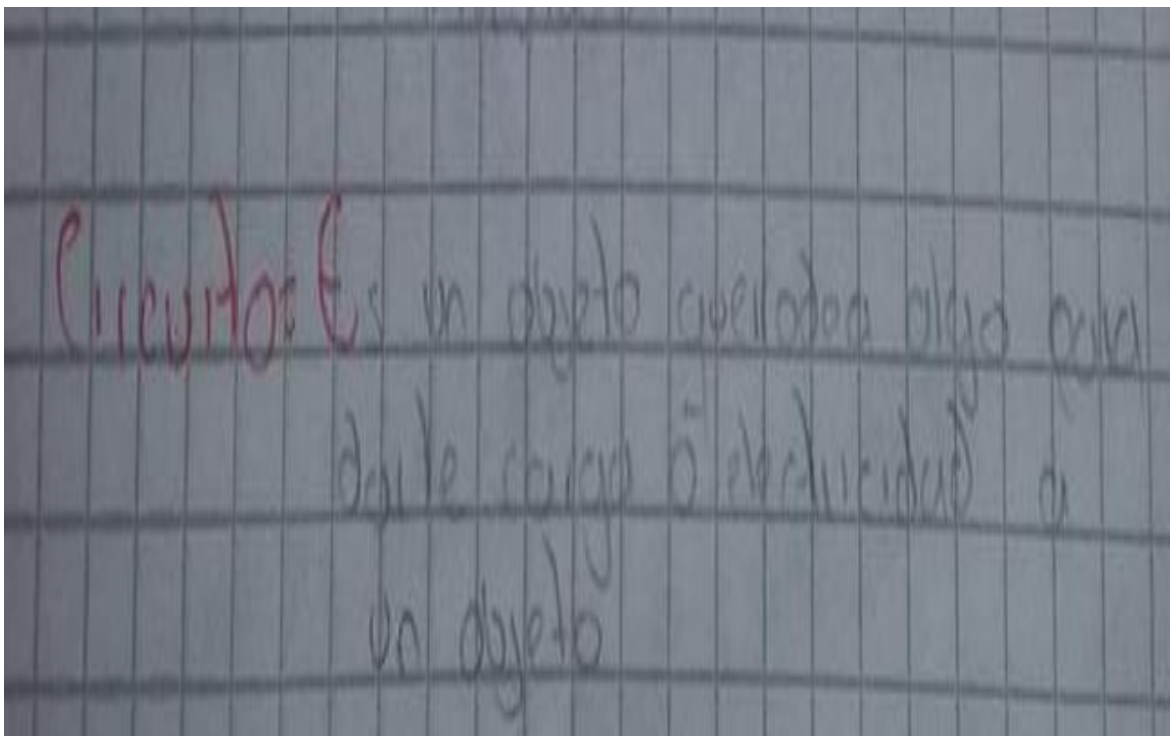


Imagen 15

Como se mencionó anteriormente, para la última intervención, se les pide a los estudiantes que elaboren un trabajo, en el cual se incluya un montaje sencillo de circuito en serie o paralelo y que se expliquen los fenómenos a nivel microscópico que allí están ocurriendo. Los cinco grupos lograron hacer un circuito, todos lo hicieron en serie, lograron que funcionara. Los resultados fueron, ver imágenes a continuación.

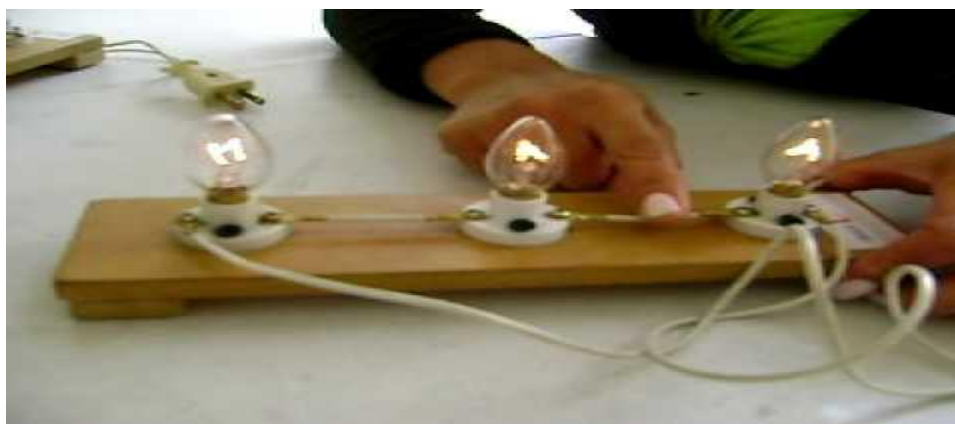


Imagen 16



Imagen 17

Al preguntar por la explicación en los grupos, se ven respuestas después de un análisis inmediato entre el grupo, estas respuestas tienen coherencia conceptual, lógica y en el formato de la actividad. Se encuentran respuestas como:

“La carga se transporta a través del circuito debido a la diferencia de potencial que existe desde la fuente, pasando a través de los bombillos haciendo que prendan.”

“Los electrones se transportan de un lado de la fuente al otro por medio de un material que no presenta resistencia”.

“Debido a la diferencia de potencial, los electrones pasan por el circuito haciendo que los elementos que encuentran ahí empiecen a funcionar”

En general la actividad es exitosa en cuanto objetivo planteado, las ideas y explicaciones de los estudiantes, reflejan un cambio en los conocimientos que tenían al principio de la actividad, factor que es de vital importancia a tener en cuenta la construcción de nuevas situaciones, para el estudio de los circuitos eléctricos en el aula.

7. NARRATIVA DE LA PROPUESTA DE AULA

En este apartado se realiza la interpretación y análisis de la propuesta de aula. Se tiene presente en ello lo expuesto en los referentes del trabajo, las categorías de análisis planteadas desde el apartado del proceder metodológico y lo vivenciado en el aula.

7.1. Ideas de los estudiantes

Desde la primera intervención, se muestran las ideas que consideran los estudiantes, por ejemplo, sobre la inquietud de ¿cómo cree que funciona los circuitos eléctricos de una casa? Algunas de las respuestas se presentan en los textos de la imagen 18 y 19.

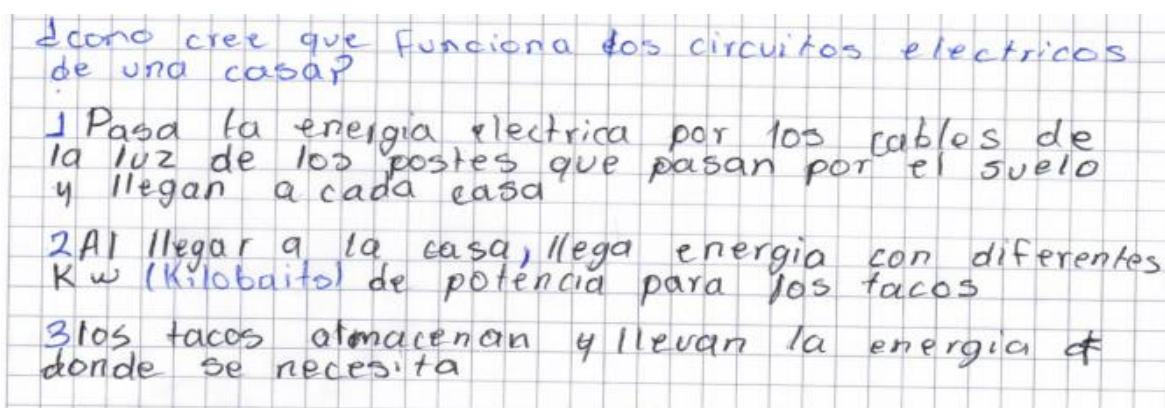


Imagen 18

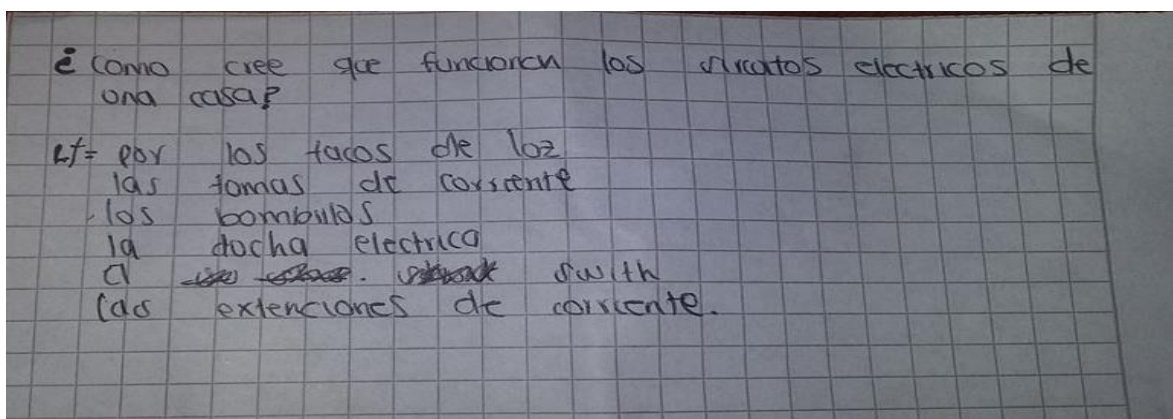


Imagen 19

Los estudiantes tienen un conocimiento construido a partir de su experiencia, sobre las vivencias que han tenido con los circuitos eléctricos en sus casas, y como utilizan este conocimiento para generar relaciones con las actividades que se proponen en el aula de clase, (ver imagen 20).

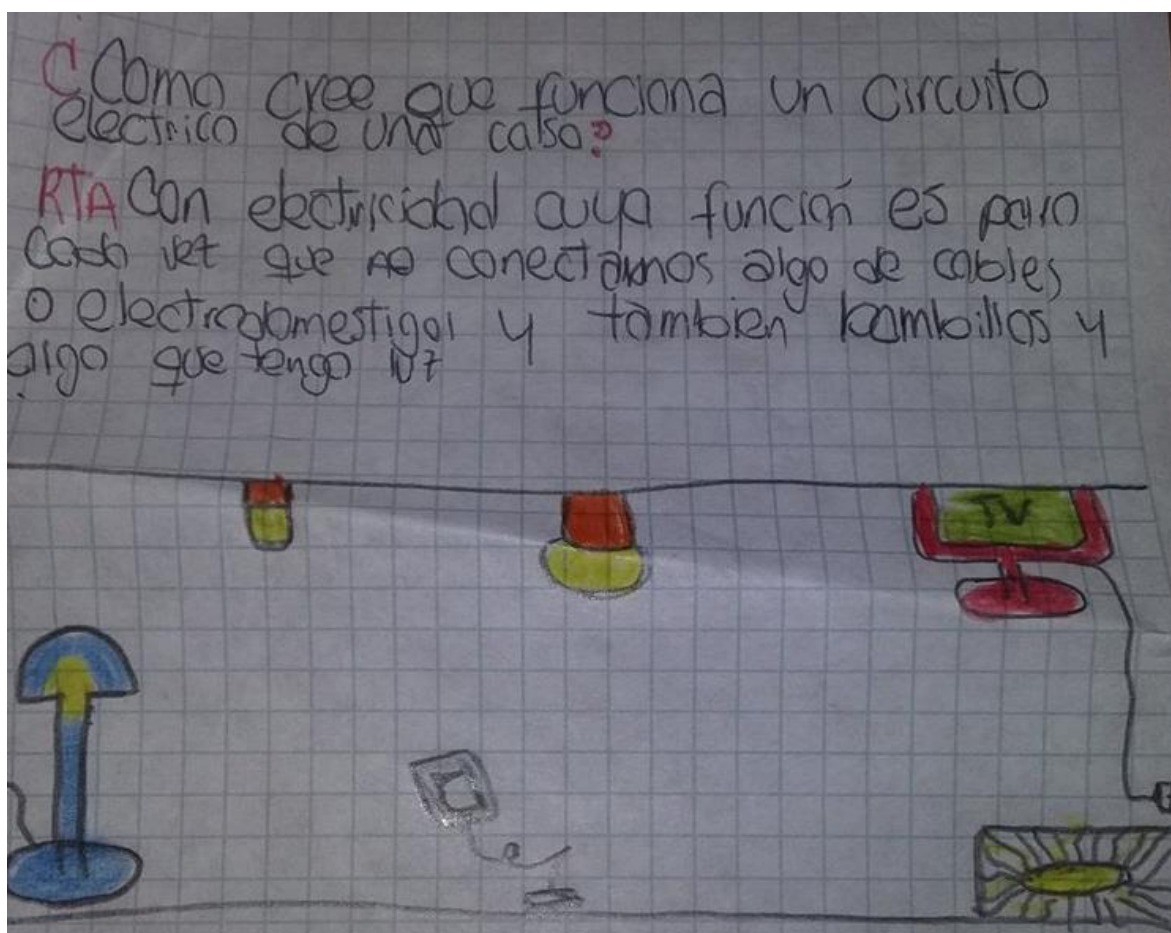


Imagen 20

Las ideas que presentan en el aula, evidenciaron la característica que poseen de estar formadas con el tiempo, debido al gran arraigo que muestran en un proceso de construcción de nuevas explicaciones, no se dejan de lado inmediatamente, lo cual no es el objetivo, pero tampoco se modifican con facilidad, lo que supone una lógica interna que satisface la necesidad de una explicación general del tema para el estudiante (ver imagen 21).

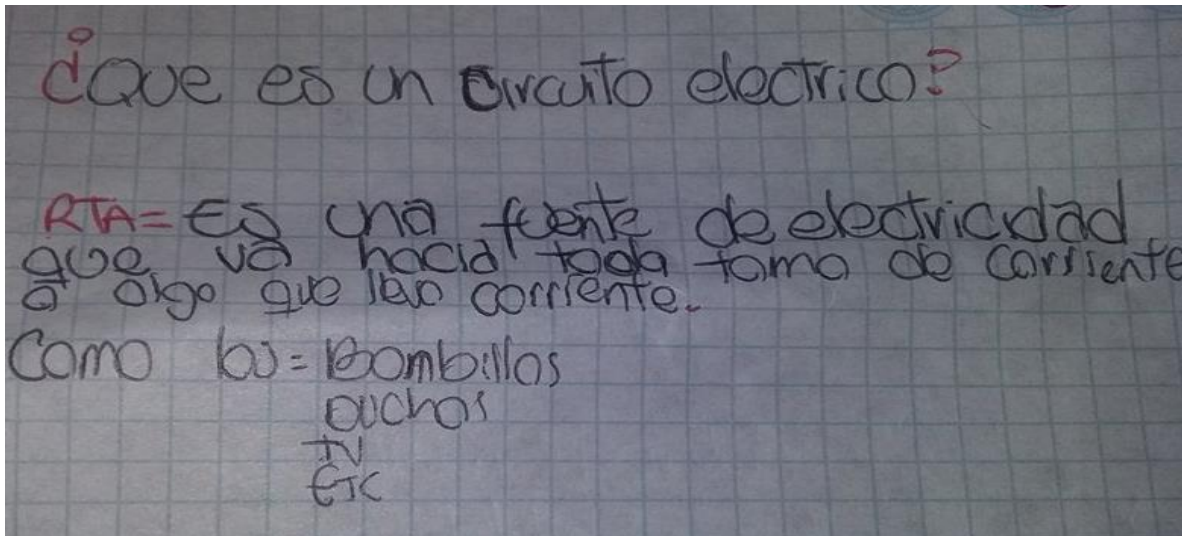


Imagen 21

Además, presentan otra característica fundamental, y es la aprobación que se da por parte de sus compañeros de clase, en la mayoría de los casos no se genera debate en el aula, ya que al parecer existe un consenso general en las explicaciones básicas que se dan en un principio, esto representa un gran problema, sustentado porque no se genera la necesidad de realizar un cambio en el conocimiento que se tiene, además de no generar la discusión que requiere la clase para enfrentar opiniones.

Por otro lado, las ideas que presentaron los estudiantes, dieron opciones ilimitadas para abordar los temas, ya que las diferentes explicaciones, usan un sinnúmero de términos que se pueden discutir en el aula, con el objetivo de abrir la discusión y empezar a reencausar conceptos técnicos de la teoría.

En la investigación se logró inferir la estrecha relación de las representaciones que los alumnos construyen y expresan acerca de enseñar y aprender física con el papel del docente en el aula, usando como herramienta el diario de campo, se observa en cada uno de los grupos el conflicto que conlleva el enfrentamiento de diferentes puntos de vista y las construcciones de explicaciones realizadas a partir de la experiencia, se observó en el proceso que paulatinamente construye un consenso grupal.

En la intervención de aula se mantuvo como guía en todo momento el hecho de no dejar de lado ninguna idea, representación y explicación que se tuviera del tema por parte del estudiante, sino que, por el contrario, los esquemas de conocimiento que se aprecian, se toman como punto de partida para la posterior explicación, dejando atrás la posibilidad de generar un nuevo conocimiento que suponga un conflicto en la explicación que socialmente se han construido.

7.2. Diseños experimentales

En este apartado se corrobora la validez que adquieren los diseños experimentales en la construcción de un nuevo conocimiento, ya que fueron los momentos de la clase en los cuales se percibió mayor gusto por parte de los estudiantes con respecto a las actividades. Se cumplieron con los tiempos y los materiales que estas requerían, además de ver cierto entusiasmo para ingresar al aula de clase. A continuación, en la imagen se muestra uno de los circuitos diseñados por los estudiantes.



Imagen 22

Por otro lado, la actividad experimental represento para el trabajo de aula otro de los ámbitos posibles para mostrar los circuitos eléctricos, los estudiantes notaban lo que acontecía y al mismo tiempo explicaban algunas de las inquietudes que le llamaban la atención no solo del funcionamiento del circuito sino también de la parte técnica.



Imagen 23

Los estudiantes interactúan constantemente con los circuitos eléctricos, imagen 23, se estaba montando un circuito eléctrico en serie.

En cuanto a las situaciones, se habla del trabajo en grupo y las diferentes discusiones y preguntas que se generaron, se hizo uso de estas discusiones para generar debate grupal y por lo tanto generar la aceptación social que busca una teoría en el aula, quiere decir esto que el conocimiento que se infirió en los grupos de trabajo cuenta con un sustento a partir de la construcción colectiva y revisada en cada uno de los integrantes, por otra parte, las preguntas que se realizaron, parecían tener la intención de corroborar el conocimiento propio, lo que generó aún más discusión y corroboró el papel del docente como mediador y facilitador en la vivencia del nuevo conocimiento.

En la intervención final se ve el contraste que existe en la explicación de los estudiantes con respecto a las primeras, claramente se evidencia una evolución en el lenguaje usado, al final de la propuesta se ven términos usados comúnmente en el estudio de circuitos eléctricos, este lenguaje como ya se mencionó, nace de las discusiones y fundamentos teóricos del tópico previamente construidos.

Como se observa en las imágenes 9, 10, 18, 19, 20 y 21, las explicaciones dan cuenta de una experiencia que el estudiante ha realizado, con la cual ha interactuado, y no se tienen ningún reparo a la hora de utilizar los términos técnicos con los cuales cuentan, reparo que en un principio tampoco existía, con la diferencia de que ahora sí tienen sentido y fundamento.

La intención que en un principio se trazó la investigación, culmina en buenos términos respecto a este ítem, ya que se logran usar los factores que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de ciencias naturales como herramienta para enriquecer ciertas las ideas de los estudiantes y consiguiente a esto generar explicaciones con sentido y de utilidad para las vivencias cotidianas.

Finalmente, en el presente trabajo de grado, se muestra la posibilidad y necesidad de trabajar la física en estos contextos, son prometedores debido al compromiso que tienen los estudiantes con su proceso académico, por lo que se sugiere continuar posteriormente con la investigación, quizá con más tiempo en aula como base para generar otras vivencias de conocimiento en el ámbito de las ciencias naturales, particularmente de la física.

Por otro lado, el trabajo fue exitoso en un nivel muy particular de la enseñanza y aprendizaje en física, se corroboraron teorías muy importantes acerca del papel del docente en el aula, y las técnicas y situaciones que merecen análisis detallado en busca de generar conocimiento en los estudiantes.

Por último, se espera que el trabajo cause impacto en la comunidad educativa en general y sirva como base para futuras investigaciones de intervención docente en las clases de ciencias naturales.

8. COMENTARIOS FINALES A MANERA DE CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se tiene en cuenta para realizar los comentarios a manera de conclusión la pregunta problema de investigación de partida *¿Qué factores de la enseñanza y el aprendizaje sobre circuitos eléctricos, posibilitan la formulación de una propuesta de aula que responda a las ideas e intereses de los cursos de validación en la localidad de Usme?*, los objetivos formulados y la vivencia tenida en la propuesta de aula.

Se encontró que los factores de la enseñanza aprendizaje sobre los circuitos eléctricos están relacionados con ***el ámbito de la propuesta, el formato de la clase y la vivencia de conocimiento***, los cuales emergieron en el diseño de la propuesta de aula y la vivencia que se tuvo con los estudiantes de los cursos de validación. En cada uno de estos factores se distinguen ejes que están imbricados y se enriquecen mutuamente. Además, para el caso particular del estudio de los circuitos eléctricos se tiene unos alcances de la propuesta los cuales son leídos una vez culminada la intervención en el aula. En las siguientes tablas se muestra lo expuesto.

- **Ámbitos de la propuesta**

Se presenta un análisis de lo observado desde diferentes ejes que privilegian la investigación, para desglosar cada una de las posibilidades que presentan las situaciones observadas en la practica

ÁMBITO	RELACIONADO CON	ALCANCES DE LA PROPUESTA DE AULA
Disciplinar (Física)	Circuitos Eléctricos	Son cercanos al mundo de los estudiantes, tienen experiencias, ideas y representaciones que permiten avanzar en la elaboración de explicaciones.
Pedagógico - Didáctico	Ambiente aprendizaje en el aula	Generado el interés y deseo de saber, se realiza la incursión en el aula con éxito.
Epistemológico	Proceso de conocer y construcción de conocimiento	Las fuentes primordiales en el proceso de conocer fueron la experiencia, las informaciones y conocimientos escolares, lo vivenciado en la clase y lo que emerge en la actividad experimental.

Tabla 4. El formato de la clase

- **Formato de la clase**

ASPECTOS TENIDOS EN CUENTA	RELACIONADO CON	ALCANCE EN LA PROPUESTA
Ideas, intereses e inquietudes de los estudiantes	Punto de partida de la actividad	Posibilitan el deseo de aprender y la voluntad de saber.
Generalización del interés	Construcción colectiva en el aula	Con lleva a la búsqueda de explicaciones y consciencia de lo que se aprende.
El trabajo en torno a la pregunta	Estrategia metodológica	Permite el explicitación de ideas, representaciones y elaboración de explicaciones.
Diseño experimental	Reconocimiento y significación del papel del experimento.	Se constituye en una actividad, la cual responde a la búsqueda en el aula, la realización del montaje y la incursión de conocimiento.
Trabajo en grupo	Validación de la construcción de conocimiento	Conformación de comunidades académicas en el aula

- **Vivencia de conocimiento**

ACCIÓN	RELACIONADO CON	ALCANCE EN LA POPUESTA
Comprender	La significación y la relación de lo que el estudiante ya sabe	Enriquecimiento del saber del estudiante, diferenciación y distinción de eventos en los circuitos eléctricos.
Explicar	La elaboración de explicaciones de lo conocido, desconocido y la generación de la curiosidad.	Posibilita el cambio de mirada frente a los eventos de su entorno, particularmente lo relacionado con lo que acontece en los circuitos eléctricos.
Conceptualizar	Las construcciones, representaciones y teorías que se formulan en el aula	Significar los conceptos involucrados en el estudio de los circuitos eléctrico. Diferenciar tipos de circuitos. Ampliar su bagaje de conocimiento.

Otros comentarios relacionados con la propuesta son:

- El estudio de los circuitos eléctricos es una necesidad de la educación actual, pues estamos inmersos en un mundo de artefactos y aparatos que requieren la búsqueda de la comprensión y explicación de cómo funciona y así no ser solamente consumidores. Además, porque en la clase se pueden realizar actividades con las cuales se puede propiciar una interacción real del estudiante con los eventos que se puedan abordar en este ámbito de conocimiento.
- Se ratifica en este trabajo, las posibilidades de éxito que tiene el uso de la experiencia del estudiante para generar nuevos conocimientos, a partir de la modificación de relación que tiene esta con el contexto, es decir, el lenguaje y el conocimiento llevados al aula, esta relación genera un amplio campo de análisis de trabajos de los estudiantes.
- Se hizo evidente la importancia que representan propuestas en el aula que utilicen herramientas como el laboratorio y la actividad experimental en general, así como la importancia que tiene usar las ideas con las cuales cuentan los estudiantes antes de entrar a la institución como tal, ya que estas ideas, al parecer, se pueden enriquecer y así ampliar el mundo de los estudiantes, particularmente lo relacionado con los circuitos eléctricos.
- Algunos de los estudiantes no alcanzaron el objetivo de la propuesta, ya que en sus escritos aún se hacen presentes definiciones muy parecidas a las que se daban en un principio.
- El desarrollo de la propuesta demuestra que se puede ahondar más en el tema considerando tiempos más amplios en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albarracín R.H. & Fajardo F. (2002). *Propuesta metodológica para la enseñanza de fenómenos electromagnéticos apoyada en experimentos en clase*, revista colombiana de la física, vol. 34, pág. 281 a 283
- Bautista G. & Rodríguez L.D. (1996). *La ciencia como una actividad de construcción de explicaciones*, física y cultura N°2, pág. 65 a 69
- Becerra D.F. (2014). *Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos*. Revista innovación educativa, vol. 14 N° 64 pág. 73 a 100
- Bravo M. (2012). *Introducción al magnetismo; una propuesta con enfoque fenomenológico* (tesis de pregrado) Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Cubero R. (1989). *Como trabajar con las ideas de los alumnos*, Sevilla, España, DIADA EDITORAS.
- Feynmann (1971) *lecturas de física vol. 2*, México D.F, imp. Y maq, de libros MIG S.A.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía*. Editorial paz e terra. Siglo XXI editores. México DF. España. Traducido por Guillermo Palacios.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*, Ed. Tierra Nueva y Siglo XXI Argentina Editores, Buenos Aires, 1972.
- Gómez A. (2006). *construcción de explicaciones científicas escolares*, revista educación y pedagogía vol. 18 N°45 pág. 73 a 83
- Guidoni, Arca & Mazolli (1990) *Enseñar ciencia: reflexiones para una educación científica de base*, Barcelona, España. Editorial Paidós.
- Halliday, D. & Resnick, R. y (1984). *Física parte II*. México. Compañía editorial continental, S.A de C. V.
- Hewitt, P. (2007) *Física conceptual*. México: Pearson Addison-Wesley. Recuperado <http://unam.libri.mx/libro.php?libroId=156>

- Mazzitelli, C., Aguilar, S., Guirado, A. & Olivera, A. (2009). *Representaciones sociales de los profesores sobre la docencia: contenido y estructura*. Revista Educación, Lectura y Sociedad, vol. 6 pág. 265 a 290.
- Oliveros. L. (2011). Aproximación al concepto de calor; una estrategia didáctica con orientación andrológica en la reclusión. (Trabajo de grado de posgrado no publicado), Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia
- Parra H. & González M.H. 2003 *el método experimental como ambiente generador de discurso* revista colombiana de física, vol. 35, pág. 103 a 105
- Pozo, I. & Ángel, M. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata S.L.
- Psillos D. (1991) *Enseñar electricidad elemental*, Salónica, Grecia recuperado http://icar.univ-lyon2.fr/equipe2/coast/ressources/ICPE/espagnol/PartE/E4_ICPE_Psillos%20_espagnol.pdf
- Ricoeur, P. (1995). *Teoría de la interpretación: discurso y excedente de sentido*. México: Universidad Iberoamericana, Siglo XXI Editores.
- Ricoeur, Paul (2001). *Del texto a la acción*. Ensayos de hermenéutica II. México: Fondo de Cultura Económica.
- Rodrigo M.J.; Rodríguez A.; Marrero J., (1993) Las teorías implícitas. *Primera edición*. Madrid: Visor.
- Ruiz, R & Oliva, M. (1991). Investigación de las ideas de los alumnos de enseñanza secundaria sobre la corriente eléctrica. Innovaciones didácticas. Recuperado <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51376/93127>.
- Segura, D., Molina, A., Pedreros, R., Arcos, F., Velasco, A., Leuro, R., Hernández, G., (1995). *Vivencias y cambio cultural*. Corporación Escuela Pedagógica Experimental CEPE - Colciencias. Santafé de Bogotá.
- Sirur & Benegas (2008). *Aprendizaje de circuitos eléctricos en el nivel polimodal: resultados de distintas aproximaciones didácticas*. Investigación didáctica. En <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/118097/297685%20rel=%27no%27follow%27>. (abril 2012)

- Tipler, P. (1977). Física Vol. II. Barcelona: Propiedad de editorial revertre, S.A. encarnación 86.
- UNESCO. (2006). Habilidades para la vida: contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la educación para el desarrollo sostenible. En <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162181s.pdf> (consultado: abril 2012)