



La Actividad Experimental como medio para la construcción de conocimiento en las clases de física. Análisis de una secuencia didáctica basada en las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias

Daniel Avendaño Londoño
Luisa Fernanda Taborda Laverde

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Matemáticas y Física

Asesor
Yaneth Liliana Giraldo Suárez, Magíster (MSc) en Educación

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación, Departamento de Ciencias y Artes
Licenciatura en Matemáticas y Física
Medellín, Antioquia, Colombia

2021

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios, por su presencia y guía incondicional, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo este proceso formativo.

A la profesora Yaneth Liliana Giraldo Suárez, quien fue nuestra asesora de tesis, por su comprensión, paciencia y dedicación, por orientarnos y brindarnos su conocimiento, y por nunca desfallecer ante las adversidades, permitiéndonos culminar el presente trabajo.

A mi pareja, amigo(a) y compañero(a) de tesis, por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado por momentos difíciles siempre ha estado ahí brindándome su comprensión, cariño y amor.

A los profesores Paula Andrea Amelines, Lisbeth Lorena Alvarado, Jaime Antonio Quinto y Carlos Mario Vanegas, por habernos permitido compartir espacios formativos, por sus recomendaciones, sugerencias y comentarios, que facilitaron la consolidación de la propuesta de investigación. A las profesoras cooperadoras Natalia Muñoz Candamil y Edilma Rentería Rodríguez, por permitirnos compartir a su lado espacios de reflexión, acercamientos a nuestra labor docente, su ejemplo, apoyo y consejos inspiraron la realización de aspectos importantes del presente trabajo.

A los estudiantes de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez, por su participación voluntaria y desinteresada en el desarrollo de nuestra secuencia didáctica, por su respeto y compromiso durante toda la implementación demostrando interés y motivación en el transcurso de cada una de las sesiones.

A nuestras familias, especialmente, a nuestras madres Miriam Margarita Laverde y María Elodia Londoño, por su comprensión, paciencia y apoyo incondicional, por su voz de aliento y palabras esperanzadoras que nos permitieron nunca desfallecer, por soportar nuestros cambios de ánimo, por su amor y cariño los cuales nos llenaron de fuerzas para continuar en el sendero de la docencia.

A la Universidad de Antioquía, nuestro hogar, por mostrarnos la diversidad, tanto intelectual como cultural y social, por brindarnos herramientas para nuestra formación personal y profesional, por permitir encontrarnos y construir este bello amor, que nos ha sostenido ante las adversidades y posibilitado la superación como personas.

¡MUCHAS GRACIAS!

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
1. Introducción	12
1.1. Ser maestro. Los inicios de una reflexión personal como punto de partida.....	13
1.2. Planteamiento y Justificación del Problema.....	15
1.3. Antecedentes de Investigación	23
1.3.1. Sobre los libros de texto en la educación	23
1.3.2. Sobre la Naturaleza de las Ciencias	24
1.4. Pregunta de Investigación	26
1.5. Objetivos de Investigación	26
1.5.1. General	26
1.5.2. Específicos	26
2. Referentes Teóricos	27
2.1. La evolución de la idea de trabajo científico y su importancia dentro de la educación .27	
2.1.1. El trabajo científico y su reconstrucción a través de la historia de la ciencia	27
2.1.2. La inherencia de la concepción de ciencia en su enseñanza	31
2.2. La actividad experimental como escenario de construcción de conocimiento. Visión necesaria para la enseñanza de la ciencia.....	36
2.2.1. La relación entre teoría y actividad experimental desde los aportes históricos y filosóficos de la ciencia.....	38
2.2.2. La actividad experimental exploratoria. Base para la constitución de conceptos científicos.....	41
2.3. Importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías....	42
2.4. Aportes de la noción de ciencia y actividad experimental al ámbito educativo.....	45
2.5. Implicaciones de la Naturaleza de las Ciencias a una alternativa de enseñanza de las ciencias	48

2.5.1.	El uso de fragmentos originales en la enseñanza de las Ciencias	52
2.5.2.	La NdC en la construcción de conocimiento	54
2.5.2.1.	Los procesos discursivos en la construcción de conocimiento	55
2.5.2.2.	La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias.....	56
2.5.2.3.	Papel de los instrumentos en la dinámica científica	57
3.	Diseño Metodológico de la Investigación.....	59
3.1.	Enfoque y Método.....	59
3.2.	Contexto de la Investigación	60
3.2.1.	Criterios de selección de los participantes	61
3.2.2.	Compromiso ético de investigación	61
3.3.	Estrategias para el registro de la Información.....	64
3.4.	Sobre la Secuencia Didáctica	65
3.4.1.	Consideraciones teóricas sobre la Secuencia Didáctica	65
3.4.2.	La magia de lo eléctrico: Un aprendizaje experiencial	67
3.5.	Plan de Análisis	72
3.6.	Sobre las categorías de Investigación.....	75
3.6.1.	Las reflexiones sobre la NdC como orientadora en el diseño de actividades experimentales	76
3.6.1.1.	Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento	76
3.6.1.2.	La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias.....	78
3.6.1.3.	Importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías en torno al concepto de la electrostática	80
4.	Hallazgos y Análisis	82
4.1.	Las reflexiones sobre la NdC como orientadora en el diseño de actividades experimentales.....	82
4.1.1.	Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento.....	82

4.1.2. La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias	100
4.1.3. Importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías en torno al concepto de la electrostática.	121
5. Implicaciones Didácticas y Consideraciones Finales	132
5.1. Reflexión como maestros de Matemáticas y Física	132
5.2. Reflexiones sobre la implementación de la secuencia didáctica	134
5.3. Conclusiones Derivadas de la Investigación	136
Referencias	140
Anexos.....	144

Lista de tablas

Tabla 1 Comparación entre las concepciones de ciencia	32
Tabla 2 Convenciones para las transcripciones de los participantes	73
Tabla 3 Relación de categorías y unidades de análisis.....	74
Tabla 4 Macrocategoría, subcategorías e indicios.....	75
Tabla 5 Transcripción: Primera sesión, Actividad de desarrollo, Situación 2, 19/Nov/20	84
Tabla 6 Transcripción: Primera sesión, Actividad de cierre, Tercera pregunta, 19/Nov/20	86
Tabla 7 Transcripción: Segunda sesión, Actividad de cierre, 24/Nov/20	87
Tabla 8 Transcripción: Tercera sesión, Actividad de cierre, Segunda pregunta, 26/Nov/20	88
Tabla 9 Transcripción: Tercera sesión, Actividad de cierre, Tercera pregunta, 26/Nov/20	89
Tabla 10 Transcripción: Sexta sesión, Actividad de apertura, 01/Dic/20	90
Tabla 11 Transcripción: Sexta sesión, Actividad de apertura, Sexta pregunta, 01/Dic/20	91
Tabla 12 Transcripción: Sexta sesión, Actividad de apertura, Octava pregunta, 01/Dic/20.....	92
Tabla 13 Transcripción: Cuarta sesión, Actividad de cierre, Primera pregunta, 27/Nov/20.....	93
Tabla 14 Transcripción: Cuarta sesión, Actividad de cierre, Tercera pregunta, 27/Nov/20	94
Tabla 15 Unidad de análisis: Quinta sesión, Actividad de apertura, Segunda pregunta, 30/Nov/20	96
Tabla 16 Unidad de análisis: Quinta sesión, Actividad de apertura, Tercera pregunta, 30/Nov/20	97
Tabla 17 Transcripción: Sexta sesión, Actividad de apertura, Quinta pregunta, 01/Dic/20	98
Tabla 18 Unidad de análisis: Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 1, Pregunta 2, 19/Nov/20.....	100
Tabla 19 Unidad de análisis: Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 1, Pregunta 1, 19/Nov/20.....	102
Tabla 20 Unidad de análisis: Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 2, Pregunta 1, 19/Nov/20.....	104
Tabla 21 Unidad de análisis: Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 2, Pregunta 2, 19/Nov/20.....	105

Tabla 22 Unidad de análisis: Segunda sesión, Actividad de desarrollo, Experiencias, 24/Nov/20	107
Tabla 23 Unidad de análisis: Tercera sesión, Actividad de desarrollo, Experiencias, 26/Nov/20	110
Tabla 24 Unidad de análisis: Segunda sesión, Actividad de apertura, Reto 2, 24/Nov/20	113
Tabla 25 Unidad de análisis: Tercera sesión, Actividad de apertura, Reto, 26/Nov/20.....	115
Tabla 26 Unidad de análisis: Quinta sesión, Actividad de apertura, pregunta 5, 30/Nov/20.....	117
Tabla 27 Transcripción: Cuarta sesión, Actividad de cierre, pregunta 4, 27/Nov/20	119
Tabla 28 Unidad de análisis: Sexta sesión, Actividad de desarrollo, Primera pregunta, 01/Dic/20	124
Tabla 29 Unidad de análisis: Sexta sesión, Actividad de desarrollo, Segunda pregunta, 01/Dic/20	126
Tabla 30 Unidad de análisis: Sexta sesión, Actividad de desarrollo, Tercera pregunta, 01/Dic/20	127
Tabla 31 Transcripción: Sexta sesión, Actividad de cierre, Primera pregunta, 01/Dic/20	129

Lista de figuras

Figura 1 Protocolo ético	62
Figura 2 Presentación, protocolo ético y consentimiento informado, 2020.....	64
Figura 3 Secuencia didáctica: Primera sesión, Actividad de Apertura, Situación 1	67
Figura 4 Secuencia didáctica: Primera sesión, Actividad de desarrollo, Situación 1	68
Figura 5 Secuencia didáctica: Quinta sesión, Actividad de apertura	69
Figura 6 Secuencia didáctica: Segunda sesión, Actividad de Cierre	70
Figura 7 Experiencia 1, Segunda sesión, Actividad de desarrollo	109
Figura 8 Experiencia 3, Tercera sesión, Actividad de desarrollo.....	111
Figura 9 Reto 2, Segunda sesión, Actividad de apertura	113
Figura 10 Indicadores electrostáticos de papel y Versorium	122
Figura 11 Construcción de indicadores electrostáticos	122
Figura 12 Construcción de péndulo eléctrico.....	124

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CEyD	Ciencia, Educación y Diversidad
CTS	Ciencia, Tecnología y Sociedad
MSc	Magister Scientiae
NdC	Naturaleza de las Ciencias
UdeA	Universidad de Antioquia

Resumen

Esta investigación hace parte de las observaciones hechas durante las prácticas pedagógicas y las reflexiones que se dan en las clases de física, que son acercamientos a la enseñanza media propiciados desde la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia).

Por medio de un estudio de casos se pretende dar a conocer los fundamentos teóricos de una propuesta para la enseñanza de la física, con el propósito principal de describir las posibles contribuciones que se pueden generar a partir de la implementación de una secuencia didáctica, en la que se resalte el uso de fragmentos de textos originales en la orientación de actividades experimentales, a partir de las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias, para la construcción de conocimiento en torno al concepto de la electrostática, en las clases de física.

Estas actividades se diseñaron con el fin de ofrecer una alternativa diferente a la de los libros de texto, donde no sean éstos los que guíen las clases de física sino el docente dependiendo de las necesidades de cada estudiante, resultado de un análisis histórico-crítico de algunos episodios históricos y textos de primera fuente.

Las actividades experimentales fueron especialmente diseñadas para favorecer el carácter *discursivo y argumentativo* del conocimiento científico, expresado a través de explicaciones que los estudiantes fueron construyendo producto de la *exploración* de su medio, de la disertación en torno a las posturas de sus compañeros y de las perspectivas presentadas en los fragmentos de textos originales, para finalmente identificar los aportes que pueden generarse a partir de la construcción de fenomenologías al diseñar y utilizar *instrumentos cualitativos*.

Todo esto, enmarcado en las reflexiones de la Naturaleza de las Ciencias, que, además, promueve la imagen sociocultural de la ciencia.

Palabras clave: naturaleza de las ciencias, actividad experimental, construcción de conocimiento, procesos discursivos, instrumentos cualitativos.

Abstract

This research is part of the observations made during the pedagogical practices and the reflections that are given in the physics classes, which are approaches to secondary education promoted by the Bachelor of Mathematics and Physics at the University of Antioquia (Medellín, Colombia).

Through a case study it is intended to present the theoretical foundations of a proposal for the teaching of physics, with the main purpose of describing the possible contributions that can be generated from the implementation of a didactic sequence, in that the use of original text fragments be highlighted in the orientation of experimental activities, based on reflections on the Nature of Sciences, for the construction of knowledge around the concept of electrostatics, in physics classes.

These activities were designed in order to offer a different alternative to textbooks, where these are not the ones that guide the physics classes but rather the teacher depending on the needs of each student, the result of a historical-critical analysis of some historical episodes and first source texts.

The experimental activities were specially designed to favor the discursive and argumentative character of scientific knowledge, expressed through explanations that the students were constructing as a result of the exploration of their environment, of the dissertation around the positions of their classmates and of the perspectives presented in the original text fragments, to finally identify the contributions that can be generated from the construction of phenomenologies when designing and using qualitative instruments.

All this, framed in the reflections of the Nature of Sciences, which, in addition, promotes the sociocultural image of science.

Keywords: nature of sciences, experimental activity, knowledge construction, discursive processes, qualitative instruments.

1. Introducción

La actividad experimental ha tenido diversas connotaciones, las cuales dependen de las concepciones y los objetivos que se tienen. Desde una perspectiva positivista, se considera la actividad experimental como el único elemento de validación o contrastación entre teorías, donde son usadas las mediciones y los datos precisos para su cuantificación (García y Estany, 2010). Por lo tanto, se pone de manifiesto que desde esta imagen de ciencia el saber teórico está por encima del práctico, implicando la subordinación de estas prácticas al ser la teoría quien predomina sobre la experiencia. En muchos casos este tipo de experimentación corresponde a la idea de guías tipo recetas donde se describen detalladamente los pasos a seguir para llegar a un resultado, generalmente conocido o esperado de antemano (Hodson, 1994).

Dentro de las prácticas pedagógicas que ofrece la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia se logra el acercamiento a las aulas de física, donde se observa las relaciones verticales en las cuales el libro de texto orienta las dinámicas educativas, al ser mostrado como el único poseedor del conocimiento, limitando la capacidad de construir conocimiento de docentes y alumnos al reducirlos a la transcripción de conceptos.

Por lo anterior, se propone una alternativa de enseñanza centrada en las reflexiones de la Naturaleza de las Ciencias a partir de una secuencia didáctica que se basa en la inclusión de fragmentos de textos de primera fuente para la orientación de actividades experimentales, donde los estudiantes tengan la posibilidad de establecer acercamientos a episodios histórico-epistemológicos que dan cuenta de cómo se desarrolla la dinámica científica. En este sentido, la secuencia se enfoca en propiciar espacios donde se privilegian los procesos discursivos, la actividad experimental exploratoria y los instrumentos cualitativos en la creación de fenomenologías, como fuentes principales para la construcción de conocimiento científico desde el aula de física.

Esta investigación está inscrita bajo un enfoque cualitativo, donde se interpretan todos aquellos escenarios para luego ser analizados por medio de un estudio de casos, para finalmente describir aquellas contribuciones que se pueden generar a partir de la implementación de esta secuencia privilegiando las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias a la construcción de conocimiento en torno al concepto de la electrostática.

Así, el trabajo está dividido en los siguientes apartados:

En el capítulo 1, se realiza el planteamiento del problema que además contiene justificación y antecedentes de la investigación, objetivos general y específicos.

En el capítulo 2, se tienen las consideraciones teóricas que ayudaron a encaminar el trabajo de investigación.

En el capítulo 3, se desarrolla el diseño metodológico, el cual tiene en cuenta los siguientes aspectos: tipo de investigación, método de estudio, descripción del contexto y de los estudiantes, criterios para la selección de los casos, categorías de análisis, instrumentos para la recolección de información y plan de análisis.

En el capítulo 4, hallazgos y análisis de hallazgos y un último capítulo que consta de las consideraciones finales, conclusiones y reflexiones derivadas del ejercicio de la investigación que hacen los investigadores en torno al tema tratado y a los resultados obtenidos.

1.1. Ser maestro. Los inicios de una reflexión personal como punto de partida.

La idea de una educación adecuada está basada en los criterios que tienen tanto los padres de familia como la sociedad misma, en nuestro caso la forma de enseñanza que tuvimos durante once años se ciñó a lo que hoy llamamos educación tradicional, donde el alumno simplemente escucha y se deja dirigir por su maestro, sin autonomía en la toma de decisiones; por ello, la dominación, la supremacía, y la subordinación, eran evidentes, íbamos a la escuela a que nos llenaran de información, cada área era un mundo, de tal modo que el cambio de clase significaba variaciones de contexto, temáticas y lenguaje, esto ocasionó que no entendiéramos cual era el verdadero fin de la educación, hasta el punto de pensar que las dinámicas escolares se enfocaban en un adiestramiento, donde enseñarnos a obedecer, era su principal objetivo.

Es oportuno agregar, que el ámbito educativo en el que se está desarrollando actualmente nuestra sociedad es un espacio con un alto grado de complejidad, ya que, se enmarca en él lo que puede ser considerado bueno o malo, y donde el sujeto se forma constantemente limitándose a lo que está establecido para no alterar el orden social. De ahí, que el comportamiento que adquirimos dentro de la escuela reincida en la educación que ésta nos ofrece, es decir, para nuestros padres todo lo malo que hacíamos recaía en ella, lo contrario sucedía cuando lo que hacíamos era correcto, pues eran ellos los que habían inculcado todo lo bueno en nosotros.

Por lo anterior, criticábamos el porqué de enseñar y de aprender lo que dictaminaban los libros de texto, ya que a eso iban muchos docentes, a transcribirlos, no se interpretaba solo se pasaba tal cual la información, de acontecimientos y conceptos, sin la posibilidad de problematizarlos, dejando de lado la investigación, el diálogo y el razonamiento. Debido a la forma en la que se orientaban las clases, nos cuestionábamos continuamente si era la única y si lo que enseñaban realmente iba a servir para la vida, obteniendo siempre respuestas negativas a estos interrogantes.

Adicional a ello, nunca entendimos las razones de fomentar el pensamiento competitivo, el por qué es necesario para la educación una metodología centrada en la búsqueda del primer lugar, de quién es el mejor, de describir a las personas cuantitativamente, reduciéndolas a meros resultados, nos enseñaban, entonces, a través de pruebas que nos dividían en ganadores y perdedores, sin trascender a nuestro contexto para saber qué conocimientos nos servirían realmente.

Estos pensamientos cambian con el acercamiento de nuevos maestros, dispuestos, más que a transcribir, a explicar, construir, experimentar e investigar, permitiendo que cambiáramos el paradigma que se había generado con experiencias anteriores, lo cual logramos abordando las temáticas mediante saberes cotidianos, tratando de vincular temáticas de todas las áreas. Maestros cuyo accionar se desligó del autoritarismo y de la dominación, para que construyéramos conocimiento a partir de lo vivenciado y así saber dónde podíamos aplicar dicho aprendizaje.

Nuestra mentalidad se fue transformando, ya no veíamos al profesor como un ser irreprochable, dominante, transcriptor, dictador, sino como, alguien con quien dialogar, capaz de recrear momentos en los cuales se propicie el diálogo, la búsqueda, que fomente la comunicación multidireccional, la convivencia, quien esté más pendiente del proceso, que de un mero resultado, quien sepa traer el mundo al aula de clase; logrando gracias a ellos, una educación desligada de lo abstracto, realista, innovadora, que se percate de todos los agentes inmersos en el acto educativo, teniendo presente sus necesidades, potenciadores del pensamiento crítico, que nos enseñen a ser flexibles, autocríticos y, sobre todo, a convivir con el otro; la descripción de un gran maestro, es cierto, alguien que tenga claro que no se las sabe todas, pero que puede aprender de y con sus alumnos, en una persona así, nos queríamos convertir.

Al momento de finalizar el bachillerato, la idea de seguir o no seguir estudiando trae consigo varias preocupaciones, una de éstas es la situación económica, pues por la falta de información y

comunicación teníamos vacíos a cerca del acceso a la educación superior, pensando que esta oportunidad era solo para aquellos con mejores recursos, además, en aquella época nuestras familias no les interesaba si íbamos a seguir estudiando o trabajando y mucho menos que queríamos hacer luego de salir del colegio; es ahí, cuando entra el rol del maestro a concientizar lo que cada uno quiere formar en un futuro, a causa de aquellos que nos marcaron con nuevas formas de enseñanza, nos proponemos a utilizarlas y transformarlas de acuerdo a los contextos de nuestros alumnos, y así, combatir la apatía que éstos tienen para el aprendizaje de las ciencias naturales.

Nos fuimos acercando más a lo que deseamos realizar como proyecto de vida, el querer generar ambientes que propicien la construcción de aprendizajes significativos, alumnos más motivados, participativos, investigadores, críticos, aquellos que se valgan de sus experiencias para relacionar lo nuevo que están aprendiendo. Ser diferentes a la mayoría de los profesores, percibidos no sólo en el colegio sino también en la universidad, es uno de nuestros objetivos, generar ambientes de confianza y diálogo con los educandos; una educación realista, es lo que anhelamos lograr, lo que nos sostiene ante las adversidades, es querer transformar vidas, y saber que éstas cambiarán el mundo.

1.2. Planteamiento y Justificación del Problema

Este trabajo de investigación hace parte de un proceso de formación como maestros de la Licenciatura de Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquía sede principal, en la cual se promueven, a través de las prácticas pedagógicas, acercamientos a una de las instituciones educativas del departamento, para que así, los futuros docentes tengan una interacción directa con su labor aproximándose a las dinámicas educativas, expresadas en aspectos como metodologías de enseñanza y formas de aprendizaje, inherentes al aula de clase.

Así pues, debido a que los investigadores del presente escrito estaban inscritos en la línea de investigación “La enseñanza y el aprendizaje de la Física y las Matemáticas: Rol de la Experimentación en la Enseñanza de la Física”, al acercarse a las instituciones, vivenciaron situaciones enmarcadas en la enseñanza de las ciencias, especialmente de la física, centradas en las relaciones con el conocimiento y su construcción por parte de los estudiantes, interacciones mediadas por el docente y el material que utiliza para propiciar estos encuentros.

En este sentido, los colegios que permitieron este encuentro con la labor docente fueron: la Institución Educativa San Luis Gonzaga de Copacabana, Valle de Aburrá, y la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del municipio de San Pedro de los Milagros, norte de Antioquía, espacios en los cuales se intervino, en primer lugar, mediante la observación a las clases de ciencias, específicamente a las de física, en las que se pudo detectar algunos elementos que discrepan de una imagen de ciencia sociocultural, defendida en esta investigación, que se acomoda realmente a la dinámica científica al evidenciar que la ciencia es una actividad humana que aúna factores tanto sociales, como históricos, filosóficos y epistemológicos. Por ende, a través de la observación se notaron diversos aspectos arraigados a posturas positivistas, en donde el sujeto y su contexto son externos a la construcción de conocimiento científico, mostradas por los docentes en la preparación de clases, las interacciones profesor-alumno-conocimiento, el uso de los textos y demás material bibliográfico en el que están apoyadas; lo cual, es producto de la imagen de ciencia que los profesores construyeron durante su formación, ya que según la forma en que éstos aprenden, posteriormente en su quehacer pedagógico, direccionan y planean sus clases (Ayala, 2006).

En este orden de ideas, se notaba que la preparación de la mayoría del material que se utiliza para física se extrae de los libros de texto, algunos universitarios y otros a nivel básica; además, gracias al auge tecnológico y su impacto dentro de la sociedad, los navegadores también ofrecen alternativas a la búsqueda de información, por lo que muchas de las indagaciones tanto de docentes como alumnos están enmarcadas en el ámbito virtual a través, por ejemplo, de las páginas web. Así pues, dentro de lo observado y con base a lo defendido en la línea de investigación en la que está inscrito este trabajo, recalando que lo realizado no fue una observación desprovista, sino permeada por las ideas de los estudiados frente a la enseñanza de las ciencias, que fue limitada a causa de la pandemia, surgieron dudas en estrecha relación con lo mencionado anteriormente, enfocadas en el por qué se utilizaban los libros de texto y como lo hacían; por lo cual, esto conllevó a consultar a otros docentes para analizar si lo percibido, mediante esa poca observación realizada, era un problema dentro la enseñanza de las ciencias, específicamente, de la física, interrogándolos sobre aspectos como:

- ¿Cuál es la visión de ciencia que tienen los docentes?

- ¿Cómo planeaban sus clases?
- ¿Cuáles eran los materiales bibliográficos más utilizados por ellos?
- ¿Qué relación existe entre el material utilizado y la imagen que tienen de ciencia?
- ¿Qué importancia le dan a la actividad experimental para la construcción de conocimiento en el aula?

Estas y otras preguntas fueron realizadas a través de una encuesta electrónica a varios docentes de física pertenecientes al área metropolitana de Medellín y al municipio de Guarne, centrada en su imagen de ciencia, de actividad experimental y del uso de material bibliográfico para la planeación de sus clases. (Ver anexo 1.)

Por consiguiente, los resultados obtenidos de esta indagación en su mayoría estuvieron ligados a una imagen de ciencia positivista, plasmada en expresiones como: “Ciencia es conocimiento sistemático que permite entender el universo. El trabajo científico es un procedimiento que involucra pasos del método científico para establecer postulados que luego constituyen un saber o ciencia”; “La ciencia y el trabajo científico son los hacedores de verdades sin lugar a especulaciones”, es así, como exhiben el ideal de un método único por el cual se construyen los conocimientos científicos, que son inalterables, generales y verdaderos, lo cual da cuenta de una ciencia inalterable y acabada (Ayala, 2006; Ferreirós y Ordóñez, 2002; Iglesias, 2004); además, esta concepción positivista no sólo es expresada por los docentes en el momento de mencionar la concepción que tenían sobre ciencia, sino también a la hora de la planeación de actividades experimentales, con respuestas como: “Primero se fija un objetivo de acuerdo con el estándar y temática, se escogen materiales y métodos, se diseña una guía de laboratorio y luego se explica el paso a paso”; “Realizó pocas actividades experimentales, pero las que he desarrollado son con materiales fáciles de conseguir donde se observa el fenómeno y el estudiante pueda realizar mediciones. A veces no se realiza porque no se cuenta con materiales o la preparación en el tema”; de estas nociones se percibe como los docentes subordinan las actividades experimentales a la teoría, ya que limitan su accionar a la corroboración de conceptos mediante el desarrollo de guías tipo receta y a la toma de datos a través de mediciones.

Por lo anterior, en ésta investigación se asume como problemática dentro de los procesos de enseñanza de la física, la visión que los docentes tengan de ciencia, puesto que esto permea la

manera como desarrollan sus clases, privilegiando la función corroboradora de la teoría que tienen las actividades experimentales, además de la elección del material bibliográfico que guía el accionar de alumnos y maestros en la construcción de conocimiento y que retroalimenta los conceptos vistos en el aula (Ayala, 2006; García y Estany, 2010).

Al preguntarles a los profesores por los criterios que tenían en cuenta para elegir dicho material, se obtuvieron respuestas como: “Fundamentación teórica, histórica, solución de ejercicios o problemas y laboratorios o actividades experimentales”; “Claridad, ejemplo y ejercicios planteados, aplicaciones de los conceptos”; expresiones que dan cuenta de la relevancia de la conceptualización por encima de las actividades experimentales, en algunas ocasiones, incluso, no son tenidas en cuenta sino que sólo basta con ejercicios problémicos de aplicación que se resuelvan a través de la teoría y que den cuenta de su validez y efectividad en la solución de problemas planteados similares a los ejemplos proporcionados en dichos documentos ya sean virtuales (páginas web) o escritos impresos (libros texto).

Por tal motivo, al preguntarles a los docentes explícitamente por las fuentes bibliográficas en las cuales apoyaban sus encuentros con los educandos, hubo varias respuestas, sin embargo, algunos convergieron en la *Plataforma Educativa Fisicalab* y en el libro de texto *Física Fundamental 2 de Michel Valero*; así pues, al analizar estos dos materiales a la hora de abordar el concepto de electrostática, en el cual está centrada la implementación de la investigación gracias a su riqueza de perspectivas y la importancia de la actividad experimental en su construcción y enseñanza, se evidencia que la plataforma aborda este concepto desde una estructura sesgada, dominante, nada propositiva, que deja de lado la actividad experimental, basándose en los aspectos conceptuales y en la matematización de éstos mediante ejercicios problémicos; de igual manera, la propuesta de este libro a pesar de desarrollar los contenidos mencionando y aludiendo a aspectos experienciales, no invita a la construcción de los mismos, sino que se reduce a la enunciación de experiencias para reforzar lo teórico que va desglosando con el fin de llegar a expresiones matemáticas en las cuales centran su atención, ya que las actividades propuestas están enmarcadas en el desarrollo de ejercicios problémicos a través de las ecuaciones; éste, además, menciona ciertos aspectos históricos al final, pero lo hace mostrando un desarrollo secuencial, que no evidencia controversias, contextos ni intereses, es decir, muestra el trabajo científico como algo acumulativo aislado de aspectos socioculturales.

Con esto se evidencia, entonces, que la concepción de ciencia del material bibliográfico por su estructura y la forma en cómo expone los conceptos es alejada del sujeto y de su entorno, lo cual reduce las interacciones entre los docentes y alumnos con el conocimiento, al limitar el uso de los libros y plataformas a la retroalimentación y realización de ejercicios problémicos de aplicación mecánicos; son, entonces, relaciones cuya función se circunscribe en las transcripciones de experiencias y conceptos; mostrándose, además, esas relaciones verticales, donde los textos son quienes poseen y dominan el conocimiento, los docentes comunican, y los estudiantes están pasivos, solo recibiendo información, aprendida memorísticamente y desarrollada a través de problemas que implican la utilización de procesos matemáticos elevados que trascienden los conceptos mismos, imposibilitando la comprensión de aquellos enunciados teóricos que el docente lleva al aula y forjándose la idea de que nunca entenderán la ciencia, por difícil y compleja (García y Alvarado, 2017).

Aunado a lo anterior, distintas investigaciones se enfocan en el estudio de los libros texto, ya que éstos son omnipresentes en el sistema educativo, al estar ubicados en el "... centro, en el corazón, de los recursos materiales disponibles tanto para alumnos y como para sus docentes" (Lenoir et al., 2012, p.12), por lo cual, deben ser analizados en cuanto a las nociones que defienden, de acuerdo a la manera en cómo presentan los conceptos y las actividades que proponen en pro del aprendizaje y comprensión por parte de los lectores (docentes y alumnos en este caso) de todos los contenidos (Barros y Losada, 2003; García y Estany, 2010), estos estudios al realizar sus indagaciones enfocadas en los anteriores aspectos, hallaron que los conceptos mostrados en un material bibliográfico como los libros texto, son desligados de la realidad, al ser reducidos a abstracciones, realización de ejercicios problémicos similares a los ejemplos que exponen, promulgan, además, esa concepción subsidiaria que tienen las actividades experimentales ante la teoría, al realizar y proponer experiencias con el único objetivo de corroborar los enunciados teóricos expuestos con anterioridad (Ferreirós y Ordóñez, 2002; Iglesias, 2004; Romero y Aguilar, 2011); más aún, en estos textos lo que se da es un paso a paso, se tiene en cuenta sólo una visión de una teoría, se le asigna mayor prioridad a la parte del desarrollo matemático y al tratamiento de fórmulas y números, pero no para darle la posibilidad a los estudiantes de construir el significado de éstos a través de actividades donde puedan establecer conexiones con la vida cotidiana, la cual es parte constitutiva de una matemática contextualizada y complementaria con un área como la

física en la construcción de los conceptos, sino por medio de números y expresiones (como ecuaciones) que de por sí no dicen nada para los estudiantes (Godino, 2013); además de esto, en los libros texto se muestra el desarrollo histórico, pero desde una mirada parcializada, mostrando solo una noción y perspectiva de las múltiples que convergen e intervienen en la construcción del conocimiento científico.

A causa de los anteriores motivos, los libros texto siguen defendiendo la concepción positivista de la ciencia, enmarcando su desarrollo en perspectivas teóricas, dejando de lado la concepción de actividad experimental como fundamental en la dinámica científica, con lo cual se está impidiendo que los estudiantes comprendan realmente los fenómenos y conceptos ligados a ellos, al reducirse al estudio conceptual y abstracto de la ciencia, desligado del entorno de los alumnos, y por tanto, a pesar de ver cursos de física fundamental, solo quedan con información que aplican en los ejercicios del libro, que nunca trascienden a su contexto (García y Estany, 2010).

Lo anterior afecta directamente su accionar en el aula, al convertirse en sujetos pasivos realizadores de acciones mecánicas, en las cuales se encuentran pocos ejercicios de indagación sobre un tema determinado, o conexiones con un tema presentado y sus experiencias previas y lo que van observando en las actividades experimentales que son expuestas en este material bibliográfico, cuyo objetivo con las experiencias es descontextualizado y meramente corroborador de los enunciados teóricos que expone (Barros y Losada, 2003).

No obstante, además de poseer un libro texto que tenga presente la visión de ciencia como actividad humana permeada por factores socioculturales, donde la actividad experimental y la teórica sean complementarias, también es indispensable reflexionar sobre el uso que le dan docentes y alumnos a éste, ya que, siguiendo a Lenoir, Lebrun y Hasni (2012), "... el mejor texto escolar puede utilizarse de la peor manera, al igual que un texto de calidad inferior puede ser explotado de manera inteligente, de tal modo que se extraigan todos los beneficios posibles" (p.25), es decir, que la transformación en la enseñanza de la ciencia no depende únicamente de la modificación de los planteamientos de los libros texto sino también del uso que promueven los docentes tanto dentro como fuera del aula por lo cual es indispensable apostar en su formación a la construcción de una imagen de ciencia sociocultural que de seguro repercute en sus elecciones por el material bibliográfico que utiliza y la forma de hacerlo (Barros y Losada, 2003).

Es por ello, que es necesario repensar la interacción entre docentes, alumnos y conocimiento, ya que se ha percibido que el maestro es quien determina el marco conceptual que van a desarrollarse en las clases sin tener presente la participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento, lo anterior impide que identifiquen las problemáticas, que elaboren sus predicciones y que construyan sus propias situaciones y diseños experimentales, además, limita la interpretación de los resultados que encuentran al preestablecer los puntos de llegada y los métodos que deben utilizar para obtenerlos y analizarlos (Hodson, 1994).

De ahí, que los alumnos tomen una actitud pasiva, limitada a procesos memorísticos y repetitivos que lo encaminan a una sensación y postura como sujeto ajeno a la construcción de su conocimiento; esto, es logrado por el profesor al utilizar metodologías basada en la imagen positivista de la ciencia, como la utilización de libros texto que limitan el papel de la actividad experimental a la corroboración de los enunciados teóricos presentes en ellos, por tanto presentan actividades tipo receta y ejercicios problémicos de aplicación, los cuales impiden que el estudiante trascienda y sólo pueda responder dichos enunciados (García y Estany, 2010).

Por lo tanto, el problema en sí no es el libro de texto, sino que una clase de física se aborde solo utilizando una única visión de ciencia, una sola imagen de la teoría a desarrollar con los estudiantes y que dentro de los libros de texto y páginas web, lo que se evidencia en torno a la actividad experimental, es que en ocasiones no se tienen en cuenta en el durante todo el proceso, y se encuentran al final, posterior al desarrollo conceptual, con el simple objetivo de comprobar, lo que limita al estudiante en acciones como argumentar, construir e innovar, actividades propias de la dinámica científica que nunca se realizan dentro del aula, dándole más prioridad, como tal, a la parte teórica que a la experimental.

Así pues, como solución a esta problemática se debe proponer una alternativa para darle una transformación a lo evidenciado en libros y páginas web, lo cual puede ser a través del uso del recurso histórico que se deriva de los análisis epistemológicos de la constitución de una teoría científica, ya que permite tener una concepción de ciencia como docentes y estudiantes, que refleja ideas en las cuales ésta se comprende como una construcción; por ello se busca que se evidencie que el conocimiento en torno a un concepto se elabora gracias a diferentes aspectos, intereses y contextos propios de los grupos humanos en los cuales se gesta, además, de la multiplicidad de

métodos que permiten tal producción científica, relacionando elementos de la historia, la epistemología, la filosofía y la sociología de la ciencia.

Con todo esto en mente, en esta investigación se hace una propuesta alejada de los textos guía, con la intención de trascenderlos y establecer que éstos sean modificables, transformables y que respondan a los contextos y necesidades de cada época, a partir de las reflexiones de la Naturaleza de las Ciencias, ya que ésta permite no solo el análisis histórico y epistemológico, sino también sociológico, psicológico y filosófico de la ciencia, involucrando, aspectos contextuales inherentes al conocimiento científico; es decir, que el análisis a ese material bibliográfico sea una reflexión que suscite la construcción de una alternativa diferente basada en la enseñanza de un fenómeno específico, tal análisis es un paso para llegar al producto final y es el hecho de lograr reflexiones en cuanto a los instrumentos, las actividades experimentales, en este caso exploratorias, y el uso de fragmentos originales en la ciencia y en su enseñanza.

Es entonces, una alternativa de enseñanza que pretende ir más allá de la concepción inmóvil de los libros texto, comprendidos como libros cerrados de los cuales no se puede salir, a una imagen en la cual el docente se sienta con la posibilidad de ir construyéndolos y de tomar distancia o no de los que ya hay listos, sea en entornos virtuales o físicos; esta postura que tomará el maestro puede ser producto de una concepción de ciencia como actividad humana propia de las reflexiones de la Naturaleza de las Ciencias, principalmente, mediante tres factores cruciales como: la actividad experimental, los procesos discursivos y la importancia de los instrumentos cualitativos en la enseñanza de la ciencia, que apoyan el enfoque sociocultural en la construcción del conocimiento científico.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, surge como pregunta orientadora para la presente investigación:

¿Cuáles son las posibles contribuciones que pueden generarse a la construcción de conocimiento en torno al concepto de la electrostática por parte de los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del municipio de San Pedro de los Milagros, con la implementación de una secuencia didáctica, que resalta el uso de fragmentos de textos originales en la orientación de actividades experimentales, a partir de las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias?

1.3. Antecedentes de Investigación

A continuación, se presentan las investigaciones que han servido como antecedentes, por sus aportes en torno a la Naturaleza de las Ciencias y al análisis de libros de texto en el ámbito educativo, temas centrales del presente trabajo. Las cuatro investigaciones han sido realizadas en un contexto Nacional, dos de ellas a nivel de maestría en la Universidad de Antioquia, una a nivel de Doctorado en la universidad del Valle y la otra fue realizada por docentes en educación, miembros del grupo de investigación CEyD de la Universidad del valle.

1.3.1. Sobre los libros de texto en la educación

En primera instancia se consideró la Tesis Doctoral de Edwin Germán García Arteaga, de la Universidad de Valle, titulada: *Las prácticas experimentales en los textos y su influencia en el aprendizaje aporte histórico y filosófico en la física de campos (2011)*.

El Autor, basa su tesis en cuestionar la formación inicial docente en las clases de física, particularmente en los libros de texto, usualmente usados para resolver ejercicios y procedimientos numéricos, lo que genera dificultades en la comprensión y explicación de situaciones relacionadas con los fenómenos estudiados, dificultades que se ponen en evidencia a consecuencia del desconocimiento del desarrollo histórico y problemático del objeto de estudio. De allí, el interés por identificar en los textos de física aspectos relacionados con las dificultades conceptuales que presentan los estudiantes, teniendo en cuenta las prácticas experimentales y la relación con sus explicaciones, para finalmente establecer una propuesta alternativa de organización de contenidos en la enseñanza de la física.

Dado que la propuesta inicial de la presente investigación se generó a partir de la observación que se les dio a los libros de texto, se hace pertinente esclarecer la idea tomando como base la fundamentación teórica que se le otorgan a ellos. En este sentido, este antecedente aporta elementos que permiten la orientación de espacios de disertación sobre un concepto físico a partir de episodios históricos y epistemológicos en la enseñanza de la ciencia como método para la construcción de conocimiento, es por esto que se considera como base de estudio de la presente

investigación, además de sostener una idea sobre el libro de texto que está desligada a la noción de actividad experimental que se defenderá más adelante.

En segunda instancia, se tiene en cuenta la investigación realizada por los miembros del grupo de investigación CEyD, titulada: *Prácticas experimentales en textos universitarios. Implicaciones en la enseñanza de las ciencias naturales de la Universidad del Valle* (2017) a cargo de Edwin Germán García y Lisbeth Lorena Alvarado Guzmán.

Este antecedente presenta aportes referentes a la retórica de algunos libros de texto, los cuales fueron analizados para identificar aspectos referentes a la intención del autor, la actividad experimental que se presenta, la dependencia de las demostraciones y afirmaciones teóricas sin una confrontación con las fenomenologías que la determinan y la ausencia de una mirada histórica que permita reconocer las tensiones y controversias generadas en la constitución del conocimiento científico, su finalidad es el análisis de la noción de prácticas experimentales que allí se dan.

De acuerdo con la investigación, en los libros de texto se defiende una mirada positivista de la ciencia, reduciendo la actividad experimental a ser subsidiaria de la teoría o, incluso, no ser tomada en cuenta en la exposición de los conceptos que presentan, lo cual da pie a repensar el material bibliográfico utilizado para la enseñanza de las ciencias y la manera de usarlo, no se trata de excluir los libros texto de las aulas de clase, sino que los que se lleven a ella tengan un alto contenido didáctico, con el cual se perciba que tanto la actividad experimental como la teoría son igual de importantes, complementarias y no secuenciales.

Por lo tanto, esto movilizó a los investigadores del presente estudio a ofrecer alternativas a la enseñanza diferentes al uso de los libros texto, que son entendidos como regidores de las dinámicas escolares y poseedores de la verdad.

1.3.2. Sobre la Naturaleza de las Ciencias

En este apartado sobre la Naturaleza de la Ciencias, se destacan dos investigaciones de maestría de la Universidad de Antioquia.

Reflexiones acerca de la Naturaleza de las Ciencias en la formación de profesores de ciencias naturales: análisis de una propuesta pedagógica sobre el papel de la experimentación en

la construcción de explicaciones en torno a algunos fenómenos físicos (2015). Realizada por la profesora Paula Andrea Amelines Rico.

Este antecedente, proporciona consideraciones teóricas y metodológicas que toman en cuenta reflexiones acerca de la Naturaleza de las Ciencias, a partir de la selección y del análisis de algunos episodios históricos y el diseño de actividades experimentales en torno a la construcción de conocimiento, reflexiones dadas a partir del significado que se le asigna a la actividad experimental y la forma en cómo es interpretada.

A través del análisis de fragmentos de fuentes originales se permite la comprensión de los procesos de la actividad científica, desde cómo se da la producción y validación de conocimientos, hasta las innumerables cosmovisiones e interpretaciones que causan controversias y consensos en el ámbito científico, toda esta diversidad de contextos, corrientes y estilos de pensamiento propician la generación de explicaciones sobre los fenómenos analizados y construyen ideas de ciencia.

El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como magnitud física. Elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física (2011) Realizada por Juan David Medina Tamayo y Milton Gonzalo Tarazona Palacio.

En este antecedente, se resalta la importancia que le dan los autores a la actividad experimental en la construcción de conocimiento científico, ya que consideran que ésta proporciona en gran medida la construcción de imágenes contemporáneas del desarrollo del conocimiento científico, es decir, se supera las perspectivas clásicas inductivas y se fortalece la deductiva.

En esta investigación se concibe la actividad experimental, como un recurso indispensable en el desarrollo de explicaciones sobre los fenómenos naturales, que puede guiarse a partir de la construcción de instrumentos e indicadores, al no considerarlos como corroboradores de teorías sino como medio para contribuir a la construcción de nuevas problemáticas en cuanto a su manipulación y carga teórica social en la creación de un fenómeno como medio para la construcción de conocimiento.

1.4. Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las posibles contribuciones que pueden generarse a la construcción de conocimiento en torno al concepto de la electrostática por parte de los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del municipio de San Pedro de los Milagros, con la implementación de una secuencia didáctica, que resalta el uso de fragmentos de textos originales en la orientación de actividades experimentales, a partir de las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias?

1.5. Objetivos de Investigación

1.5.1. General

Describir las posibles contribuciones que pueden generarse a la construcción de conocimiento en torno al concepto de la electrostática por parte de los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del municipio de San Pedro de los Milagros, con la implementación de una secuencia didáctica, que resalta el uso de fragmentos de textos originales en la orientación de actividades experimentales, a partir de las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias.

1.5.2. Específicos

- Identificar posibles contribuciones que puede tener el uso de fragmentos de textos originales para la generación de ambientes de construcción de conocimiento en la clase de física, a través de la recontextualización y reinterpretación de éstos.
- Deducir algunos aportes acerca de la actividad experimental exploratoria para la enseñanza de las ciencias, con base en la imagen sociocultural de la ciencia.
- Identificar los aportes que pueden generarse a la construcción de fenomenologías en torno al concepto de la electrostática por parte de los estudiantes al diseñar y utilizar instrumentos cualitativos.

2. Referentes Teóricos

2.1. La evolución de la idea de trabajo científico y su importancia dentro de la educación

A continuación, se desarrollan las ideas sobre la transformación de la concepción de trabajo científico a partir de los aportes derivados de los análisis y estudios contenidos en la historia y la epistemología de la ciencia, y posteriormente, se hace una reflexión sobre la incidencia de los anteriores aportes en la enseñanza de las ciencias.

2.1.1. *El trabajo científico y su reconstrucción a través de la historia de la ciencia*

A través de la historia el hombre ha ido evolucionando conforme la ciencia también lo hace; gracias al desarrollo científico y al avance tecnológico se han ido modificando y, a su vez, mejorando las descripciones en cuanto a lo que en la ciencia acontece. Pero al igual que estas explicaciones facilitaron tales transformaciones, también la noción de ciencia ha enfrentado una transición hasta la actualidad, la cual puede ser producto de que las predicciones de las teorías se encuentran con un hecho experimental que no pueden explicar y también de la diversidad de escenarios sociales en los que se da la producción de conocimiento, como a través de arduos procesos de ensayo y error, en otras ocasiones de eventos fortuitos, a veces, también largas esperas y discusiones por falta de consensos en aspectos tanto sociales como científicos alrededor de una idea nueva.

En este orden de ideas, concepciones como trabajo científico, actividad experimental y hasta la de ciencia misma, se han alterado con el paso del tiempo y lo continúan haciendo; así pues, en un principio se quiso llegar a una teoría unificada, la cual se expresara en un lenguaje formal y universal, separando de este modo, todo lo que era ciencia de lo que no lo fuera, ésta fue la intención de diversos científicos, tratando de generalizar un lenguaje y que los conocimientos pudieran ser verdaderos y únicos para todos. Se buscaba entonces, un método único que logrará expresar la evolución y el progreso científico a través de un lenguaje lógico, basado en las matemáticas y en la precisión de éstas, lo cual quiere decir que, si seguían unos pasos rigurosos, dentro del trabajo

científico, se lograría llegar a establecer una teoría sólida y firme que ayudará a explicar cualquier tipo de fenómeno.

En este sentido, se ha pensado y por mucho tiempo los científicos se han enfocado en encontrar verdades únicas, teorías y conocimientos que describan todo lo que en el mundo acontece y que, independientemente de las variables, siempre fueran ciertas y aplicables, las cuales eran fruto de teorías ya aceptadas, en las que podían basarse y seguir ciertas reglas y condiciones para construir nuevas y contrastarlas con las demás, logrando obtener una teoría objetiva y general, así lo afirma Popper (1996), en su texto *“La lógica de la investigación científica”*, cuando dice:

Quizá fue Kant el primero en darse cuenta de que la objetividad de los enunciados se encuentra en estrecha conexión con la construcción de teorías —es decir, con el empleo de hipótesis y de enunciados universales—. Sólo cuando se da la recurrencia de ciertos acontecimientos de acuerdo con reglas o regularidades —y así sucede con los experimentos repetibles— pueden ser contrastadas nuestras observaciones por cualquiera (en principio).
(p. 44)

Por otra parte, a partir de los estudios de la conformación de teorías, realizadas por los Historiadores y Epistemólogos de la ciencia, se establece que la idea de una ciencia objetiva, desligada completamente de los intereses y del ámbito social que envolvía a éstos ceñida meramente a las reglas, no es posible a cabalidad, ya que la construcción de las teorías y conceptos científicos dependen del contexto donde están inmersos los sujetos que las crean, supeditados, a las particularidades de cada comunidad de especialistas donde se desarrollan, al tener asociado a cada conocimiento un sin número de hechos, experiencias y vivencias relativas que comparten entre sí cada grupo (valores compartidos) y en los cuales se basan para apoyar sus argumentos, teniéndolos en cuenta a la hora de decidir sobre unos u otros razonamientos para la toma de decisiones; es por esto, que no es posible tener una regla o algoritmo general para tomar decisiones en las elaboraciones científicas y mucho menos existe un procedimiento que una persona pueda seguir para aplicarlo, tomar una decisión y construir conocimiento (Kuhn, 1969).

Además de esto, para comprender y entender más a fondo, cómo se han desarrollado los conceptos en la historia, se debe tener presente, que “... el conocimiento científico, como el idioma,

es, intrínsecamente, la propiedad común de un grupo, o no es nada en absoluto. Para comprender esto necesitaremos conocer las características especiales de los grupos que lo crean y que se valen de él” (Kuhn, 1969, p.319). Debido a esto, es que los conocimientos están permeados en gran medida por el contexto en el cual se desarrollan y, por ende, sus significados son relativos dependiendo de las comunidades donde se construyan y de las experiencias y hechos que cada una de ellas asocian a éstos.

En este sentido, a diferencia de Popper, Kuhn (1969) está mostrando como la creación de las teorías está permeada directamente por todos los factores que envuelven a una comunidad determinada, tanto científica como social y políticamente; conocimientos ligados a paradigmas que los define como: “... toda la constelación de creencias, valores, técnicas, etc., que comparten los miembros de una comunidad dada.” (Kuhn, 1969, p. 269); es por esto que, aunque diversas comunidades compartan generalidades, como símbolos y demás, cada una de ellas asocia hechos, vivencias y significados relativos a sus experiencias con los conceptos y conocimientos que éstas involucran. Así pues, no se fomenta la idea de un método unificador y global con el que cada grupo de científicos debía trabajar, ni mucho menos se desliga el trabajo científico, las nociones y conceptos formales, del contexto, y de todas las influencias en las cuales está inmersa la comunidad científica que lo crea, por lo cual, su estudio a través de la historia debe estar centrado no solo en la teoría sino en todo los ámbitos en que esta se desarrolló.

En este orden de ideas, otro pensador que aportó a la concepción de ciencia que se ha transformado hasta el momento, es Imre Lakatos (1983), quien, de igual forma que Karl Popper, le apostaba por la objetividad, la racionalidad, y la precisión de la ciencia, enfocada, de este modo, en un lenguaje matemático, apuntando a la búsqueda de un método único. Sin embargo, toma distancia de Popper (1972) en el asunto de la refutación de las teorías, diciendo que:

En el seno de un programa de investigación, una teoría sólo puede ser desplazada por otra teoría mejor; esto es, por una que tenga un exceso de contenido empírico con relación a sus predecesoras, parte del cual resulta posteriormente confirmado. Y para que se produzca la sustitución de una teoría por otra, ni siquiera es necesario que la primera haya sido «refutada». (Lakatos, 1983, p. 147)

De este modo, Lakatos (1983) defiende que no se trata de que una teoría necesariamente tenga que comprobarse como falsa, o que realmente no cumple, existen casos en los que debido a que la teoría que se quiere establecer describe mejor lo que acontece y sus predicciones teóricas están más acordes a la realidad, son acogidas y utilizadas para el análisis de lo que en el mundo acontece, inclusive en algunas oportunidades siguen ambas vigentes, y ya dependiendo de la necesidad y el contexto se opta por utilizar una u otra; en unos casos, inclusive, se apoya una en los trabajos de otra para su surgimiento.

Un ejemplo de lo anterior, puede ser el caso del concepto de Gravedad, desde las dos perspectivas conocidas de Newton y Einstein, ya que esta última basa sus trabajos realizados en la primera, es decir, ambas teorías no son totalmente excluyentes como lo hacen ver los libros de texto, de acuerdo con lo que se puede evidenciar con los trabajos de Einstein, sus ideas están apoyadas en gran medida en los avances realizados por Newton; con este análisis, se da cuenta que el progreso de la ciencia a medida que transcurre el tiempo, ha estado marcado por una evolución del conocimiento no lineal, y en unas ocasiones las teorías han quedado en sustitución de sus antecesoras, puesto ocupado debido a que describen mejor y más fenómenos que los científicos observan, y en otras coexisten y se utilizan dependiendo de los aspectos que se deseen estudiar.

En suma, las ideas vistas hasta ahora dentro de este capítulo forman parte del progreso del trabajo científico, el cual fue percibido desde dos perspectivas, en una de ellas se creía que la construcción de conocimiento y el avance en la ciencia están enfocados en la búsqueda de la verdad y la universalidad de los conceptos científicos, logrados a través de una lógica similar a las matemáticas, la cual diera las condiciones y reglas necesarias, para la elaboración de un método único que permitiera desarrollar nuevas teorías; por otro lado, desde los aportes que se tienen desde la historia y la epistemología de la ciencia, se evidencia que el conocimiento científico es una construcción permeada por el contexto en el cual se desenvolvía, y movido por intereses y necesidades del entorno con el cual se convivía en el momento; es por ello, como “Todo pensamiento en general y el conocimiento científico en particular está causado en aspectos centrales por su origen social” (Solís, 1994, p. 68). Surgen entonces, además, estudios y reflexiones desde la sociología y la antropología de la ciencia, cuyos aportes permiten considerar y hablar de un trabajo científico que se encuentra inmerso y permeado de todos los acontecimientos sociales

de la época de la cual hace parte, y cómo estos aportes amplían el panorama en cuanto al análisis de la constitución de una teoría.

Aportes que se han logrado evidenciar gracias a un análisis mucho más minucioso de la historia de la ciencia, la búsqueda y rastreo de obras y escritos originales, que dieron comienzo a una teoría científica, estudios históricos que no se centraron únicamente en la teoría ya terminada, sino en todo el proceso, lo que demostró la influencia que ha ejercido en el trabajo científico, todos los demás aspectos sociales de cada época que se veían afectados por los cambios de mirada o cambio de paradigma que suponía el establecimiento de nuevas teorías científicas.

Con todos estos aportes a la construcción continua de la ciencia y demás aspectos propios de ella, como la filosofía, la sociología y la antropología de la ciencia, en esta investigación se defiende ésta como: Una construcción social, una actividad humana, en la cual los conocimientos (teorías, leyes, métodos y demás), son producto de múltiples perspectivas, modelos y contextos diversos que los han permeado y, por tanto, son inherentes a ellos, esto implica que el conocimiento en torno a un concepto se va construyendo gracias a diversos aspectos, intereses y contextos propios de los grupos humanos en los cuales se gesta; donde la multiplicidad de métodos fortalece la relación complementaria entre la actividad experimental y la teoría, y muestra su relevancia en la construcción de conocimiento científico.

2.1.2. La inherencia de la concepción de ciencia en su enseñanza

Es relevante hablar del ámbito educativo, a causa de que la presente investigación está enmarcada en la enseñanza de las ciencias, y más aún, que la concepción de trabajo científico y lo que se considera como ciencia, permea también los procesos que se llevan a cabo en la educación, al supeditar la orientación de la labor pedagógica de los maestros a la imagen que éstos tienen sobre ella; así pues, el problema es que los docentes desde su formación básica escolar, hasta la formación profesional en las facultades de educación, han adquirido una concepción heredada de la ciencia que lleva a pensar en ésta como algo perfecto y exacto sin cabida a dudas, por lo cual se le da demasiada importancia en el aula a la matematización¹, reduciéndola a simples conceptos y

¹ Matematizar, no en el buen sentido que defiende Ayala (2006), sino de mala manera como ella misma lo menciona se trata de superponer un aparato matemático (ej: Ecuación) al fenómeno físico.

expresiones abstractas que nada tienen que ver con el estudio de sus fenómenos ni con la real construcción de conocimiento científico (Ayala, 2006), si los significados de estos números y fórmulas no son construidos a partir del contexto ni de la relación complementaria entre física y matemáticas en la elaboración de los conceptos mismos (Godino, 2013).

Sucede entonces, que cuando se cambia de una perspectiva positivista de la ciencia a una concepción que tenga en cuenta todos los aportes desde la historia, la epistemología y la sociología, se amplía la visión acerca del trabajo científico, despojándose así de una concepción que se limita a considerarlo como un asunto acabado, desprendido de subjetividad, donde no hay cabida al equívoco, a la disertación ni al diálogo, y donde la experimentación es un medio de comprobación teórica, y no parte de un proceso de construcción. Este cambio de perspectiva en los docentes, permitirá que se consideren los anteriores aspectos como parte constitutiva de sus procesos de enseñanza, de tal forma que promuevan ambientes en los que los procesos de construcción de conocimiento estén permeados por la historia de la ciencia, logrando transformar la enseñanza de la ciencia basada en una comunicación unidireccional, por espacios en el aula enfocados en actividades experimentales que permitan explorar el medio y relacionarlo con los conceptos que se van trabajando en clase; y además, lograr promover una enseñanza de la ciencia donde los procesos discursivos sean suscitados a partir de aspectos tanto históricos como epistemológicos, permitiendo el debate, los consensos y disensos en torno a las temáticas, potenciando así, la capacidad argumentativa de los estudiantes para la elaboración de sus explicaciones y la participación activa en la construcción de su conocimiento.

Tabla 1

Comparación entre las concepciones de ciencia

CAMBIO DE LA CONCEPCIÓN DE TRABAJO CIENTÍFICO	
MIRADA POSITIVISTA	MIRADA SOCIOCULTURAL DE LA CIENCIA
Uso anecdótico de la historia de la ciencia, encontrado usualmente en los libros de texto	Uso de la Historia de la ciencia que amplíe perspectivas y diferentes concepciones conformadas en torno a un concepto físico
Ambientes de aula donde se hace una transmisión de conocimiento unidireccional	Ambientes de aprendizaje que privilegien procesos de construcción de conocimiento
La experimentación como objeto de comprobación teórica	La Actividad Experimental como parte constitutiva en la construcción de conocimiento.

Nota. En la tabla se destacan los aspectos más importantes de las dos concepciones de ciencias a las que hace alusión esta investigación, y que permean los procesos de enseñanza de la física.

Los historiadores de la ciencia razonan sobre la manera como los científicos proceden y las historias en torno a la constitución de una teoría o la creación de artefactos, lo que ha permitido las distintas posturas y reflexiones sobre el trabajo científico, de las cuales es posible valerse para justificar, porque es necesario desligarse de una idea de ciencia acabada y rígida, teniendo en cuenta que dicha historia ofrece elementos para pensar en cómo direccionar la enseñanza de la física, de tal forma que se puede pensar que de la misma manera como han surgido ideas que dan inicio a grandes teorías, también es como se puede dar más sentido al proceso de aprendizaje de los estudiantes. Por estas razones, los aspectos de la Naturaleza de las Ciencias que se utilizarán en esta investigación son: la actividad experimental, los procesos discursivos y la importancia de los instrumentos cualitativos en la enseñanza de la ciencia.

Así pues, el abordaje de los anteriores será mediado por el uso de la historia de la ciencia, que permite tener en cuenta aspectos tanto científicos como sociales y culturales, sin desligarse en su estudio, de costumbres, creencias, influencias políticas, ni mucho menos, de los instrumentos/objetos (cosas), ya que éstas también son permeadas por particularidades de tiempo y espacio, y por tanto, tiene en su esencia un factor socio-histórico que no puede ser eludido; ocasionando de este modo, que los historiadores y epistemólogos en su oficio de reconstrucción del pasado a través de miradas retrospectivas, trascienda a cuestionamientos que reflexionen sobre la división de lo que tiene y no tiene historia, como disputas y saberes de aquellos que no han triunfado, los cuales han intervenido en la creación del conocimiento, por lo que también deben hacer parte de esa construcción rigurosa de la ciencia (Ayala, 2006; Latour, 1991).

Es por esto, que los docentes de ciencias, apoyados en el estudio y análisis de la historia y epistemología de la ciencia, están llamados a presentar diferentes perspectivas sobre un mismo aspecto, teoría, hecho y concepto, para favorecer el pensamiento crítico en sus estudiantes, proponiendo ambientes compuestos de discusiones, debates y argumentos que promuevan la construcción de conocimiento; es, entonces, un uso de la historia de la ciencia que permite hacerse una idea amplia de lo que implica el establecimiento de una teoría científica, y lo que debe ser llevado a las aulas.

De acuerdo con lo anterior, surge la necesidad de trascender, en muchas ocasiones, los libros de texto, que presentan teorías inmóviles y abstractas, defendiendo una mirada positivista de la ciencia donde la actividad experimental cumple un papel subsidiario de la teoría (García, 2011a; García y Estany, 2010). Así pues, la ciencia, teoría, conocimientos y demás, se deben enseñar a través de una imagen de ciencia, como la defendida en esta investigación, que privilegie la capacidad de razonamiento, de creatividad y de exploración de los estudiantes, ya que con éstas se promueve la interacción de los alumnos con el mundo físico.

Adicional a ello, la educación igual que la sociedad, debe ir evolucionando, por ende, la enseñanza necesita transformarse y desligarse de la formación tradicional, dejando de lado la comunicación unidireccional y el dominio autoritario por parte de los maestros, logrando que los salones de clase sean espacios donde confluyan múltiples puntos de vista no sólo de los asistentes a ellos, sino también de diferentes pensadores y científicos que han intervenido en la construcción de conocimiento, teniendo en cuenta tanto vencedores como vencidos, para que con esta diversidad de perspectivas se incite al debate, generando así, un ambiente de participación activa y de intercambio constante de experiencias y pensamientos.

La enseñanza de las ciencias no sólo debe llevar diversos puntos de vista al aula, sino pensar cómo hacerlo; por tanto, los docentes necesitan utilizar múltiples metodologías, para abordar teorías que se han elaborado a lo largo de la historia, generando ambientes de aprendizaje donde se privilegie los procesos de construcción de conocimiento por parte del estudiante a través de la participación, innovación, búsqueda, argumentación y exploración de su contexto, en situaciones problemáticas que lo ayuden a apreciar las amplias aplicaciones que dichas teorías tienen en su entorno, actividades experimentales que les permita explorar, crear y proponer de manera argumentada procedimientos y enunciados, adheridos a sus observaciones y permeadas por su experiencia con el mundo real (Ayala, 2006; Romero y Aguilar, 2011), las cuales despierte en ellos la curiosidad y el deseo de ir más allá, características que poseen los científicos; erradicando, de este modo, la apatía de muchos alumnos por las ciencias, potenciando su motivación y su capacidad de asombro (Hodson, 1994).

Teniendo en cuenta las afirmaciones de Feyerabend (1992) sobre el trabajo científico, el docente

... que desee maximizar el contenido empírico de los puntos de vista que sustenta y que quiera comprenderlos tan claramente como sea posible, tiene que introducir, según lo dicho, otros puntos de vista. Es decir, tiene que adoptar una metodología pluralista. [...] debe intentar mejorar, en lugar de excluir, los puntos de vista que hayan sucumbido en esta competición. (p. 14)

lo cual promueve unas aulas de clase más interactivas y creadoras, con educandos más críticos, curiosos y afines a la enseñanza de la ciencia.

Dicho esto, los maestros no deben fomentar una educación que desligue la teoría de las actividades experimentales, en muchas ocasiones éstas son utilizadas como instrumentos de comprobación, y por ende, son diseñadas como receta de cocina, para seguir un paso a paso y llegar a un resultado previamente establecido por dicho conocimiento científico, ideal de secuencia entre la teoría y la actividad experimental que realmente no es propio de la construcción de trabajos y avances científicos logrados hasta ahora, ya que son, más que todo, procesos y actividades simultáneas, que, de una manera u otra, son dependientes y complementarias (Ferreirós y Ordóñez, 2002; Romero y Aguilar, 2011).

Así pues, según Hodson (1994), este enfoque de receta que se lleva a cabo en la enseñanza de las ciencias está compuesto por un conjunto de características que se convierten en interferencias para el aprendizaje, en las cuales los problemas y procedimientos presentados son externos a los alumnos, donde sólo deben dar cuenta de la teoría que se está estudiando a través de la comparación con los resultados, que se debían obtener según ella, y lo que se logró empíricamente tras la consecución de las instrucciones entregadas con las actividades experimentales, además, los deben interpretar e informar a través de un escrito impersonal, mediante un lenguaje claro y formal; es, entonces, un proceso compuesto por obstáculos y barreras innecesarias que ocasionan dificultades en el aprendizaje, y por ello, se debe apostar por enfoques alternativos en los que los educandos tengan la posibilidad de explorar en momentos de comprensión y evaluación de la diversidad de modelos, nociones, perspectivas y teorías a medida que va construyendo sus ideas, y elaborando actividades para observarlas, modificarlas y reforzarlas, potenciando así, habilidades como la predicción, la observación y la explicación que son inherentes a las construcciones científicas y

que a través de esta manipulación continua de las ideas y el trabajo experiencial conjunto, construyen conocimiento.

En resumidas cuentas, a través del acercamiento a una historia de la ciencia reconstruida a partir de fuentes originales, se puede vislumbrar que realmente no hay un método único, y que muchas de las teorías han surgido de eventos fortuitos o de arduos procesos de ensayo y error, de situaciones adversas y de procesos sumamente largos al no lograrse consensos a nivel social y científico acerca de una idea; es así, como en el desarrollo de nuevos conocimientos intervienen múltiples perspectivas, las cuales un educador de ciencia debería llevar al aula de clase a través de diversas metodologías y actividades experimentales, partiendo de la idea de que "... la experiencia no consiste en la acumulación mecánica de observaciones. La experiencia es creadora. Es el resultado de interpretaciones libres, audaces y creadoras" (Popper, 1972, p. 239), por tanto, incentiva el pensamiento crítico, la curiosidad, la búsqueda y la innovación por parte de los educandos, para que así, construyan conocimiento acerca de los conceptos y teorías que han evolucionado y ayudado en demasía al progreso de la humanidad.

2.2. La actividad experimental como escenario de construcción de conocimiento. Visión necesaria para la enseñanza de la ciencia

Gracias a los aportes mencionados anteriormente, desde la filosofía, la sociología, la antropología y la historia de la ciencia que permitieron el estudio acerca del trabajo científico y la construcción de la perspectiva de ciencia que se defiende en esta investigación, se percibe la necesidad de ahondar en un escenario relevante para la actividad científica y para la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes, se trata de la actividad experimental, a la cual se hará alusión a través de reflexiones enfocadas en su relación con la teoría, desde perspectivas epistemológicas, históricas y filosóficas de la ciencia; y, además, se menciona su relevancia en la constitución de teorías, leyes, nociones y concepciones científicas, en ámbitos como el de la ciencia y la educación.

De acuerdo con Romero y Aguilar (2011), la actividad experimental no puede ser entendida y utilizada como un mero proceso verificador, ni única fuente de conocimiento, sino como un escenario mediante el cual se puede aportar a la ampliación del conjunto de los hechos de

observación, favoreciendo, además, a los cuestionamientos sobre problemas conceptuales y a la orientación y dinamización de cada uno de los procesos en torno a la formalización de las experiencias y de las construcciones a partir de ellas; es por esto, que esta actividad se encuentra en una relación estrecha, con la construcción conceptual, a partir de la generación y organización de explicaciones, que conllevan a comprender y reconstruir los fenómenos físicos.

Es por esto, que la actividad experimental es intrínseca al proceso de construcción de conocimiento científico, y por tanto, un escenario relevante para la actividad científica como tal, al no excluir el aspecto teórico ni mucho menos los sujetos, los cuales intervienen en sus comunidades basados en lo que perciben y las concepciones que han construido de acuerdo a sus particularidades, donde evidencian frecuentemente situaciones en las que enfrentan controversias mediante sus argumentos (Kuhn, 1969); con estas actividades, entonces, se fomenta la capacidad discursiva al ser la ciencia producto de diversidad de perspectivas, observaciones e intereses particulares que guían este trabajo en común en el análisis de fenómenos físicos; es pues, una perspectiva sociocultural de la ciencia que se debe implementar en el ámbito educativo, ya que defiende que la construcción de conocimiento es producto de discusiones, desacuerdos, consensos y justificaciones, a través de los cuales los estudiantes comprenden con más facilidad los conceptos y potencian su capacidad crítica y reflexiva (Romero y Aguilar, 2011).

Por ello, desde este trabajo de investigación, la actividad experimental no será subordinada a la teoría, sino entendida como aquella plataforma de conocimiento a partir de la cual se puede dar una imagen diferente a la ciencia, donde se trasciende los enunciados teóricos expuestos por los textos y transcritos a los cuadernos por parte de los estudiantes, a la exploración y cuestionamientos continuos, que de por sí, también están permeados por contenidos conceptuales; de tal manera, que desde esta perspectiva se incentiva la comunicación latente entre personas, entre sujetos e instrumentos (objetos), y también, entre los materiales y las experiencias; es decir, que es una noción de ciencia en la cual la actividad experimental tiene vida propia (García y Estany, 2010).

De acuerdo con lo expresado anteriormente, se hace necesario hablar de diferentes aspectos como: la relación entre teoría y actividad experimental, el tipo de actividad experimental en el cual está centrada la investigación, la importancia de los instrumentos para la constitución de fenomenologías, la construcción de conocimiento científico; y, del mismo modo, hacer una

reflexión sobre la relevancia de esta actividad dentro de la enseñanza de las ciencias. Aspectos que se irán desglosando a continuación.

2.2.1. La relación entre teoría y actividad experimental desde los aportes históricos y filosóficos de la ciencia

Como se mencionó anteriormente, la idea es trascender las concepciones de la relación entre actividad experimental y teoría, en las cuales una está supeditada a la otra; por un lado la actividad experimental es entendida como la única fuente de construcción de conocimiento científico y así a través de la inducción se crea la teoría, o por el otro, la teoría es en sí la base de todo los conocimientos y la actividad experimental tiene el papel de corroborarla o refutarla; por lo cual, es necesario apostar a una perspectiva, donde estas dos sean entendidas como complementarias y simultáneas en el estudio de los fenómenos y en los saberes generados a partir de ellos.

Es por esto, que la separación entre la actividad experimental y la teoría enmarcada en los dos extremos anteriores debe ser analizada; por un lado, la actividad experimental se entiende como única fuente de conocimiento y a partir de ella resultan los enunciados teóricos a través de procesos inductivos, es en sí una visión empírica en la cual la actividad científica y las teorías construidas en ella se centra en experimentar más que en observar, dado que esta última es un proceso más complejo, el cual está permeado por aspectos filosóficos, no obstante en el discurso de la filosofía de la ciencia no se distinguen a tal punto de afirmar que el científico es un gran observador y que la teoría está supeditada a la observación que éste o éstos realizan (Ferreirós y Ordóñez, 2002). Con esta perspectiva, entonces, desde la experiencia empírica se inducen las teorías; y además, mediante ella se pretende defender el ideal de verdad, certeza y racionalidad, en la que a pesar de reconocerse la presencia del científico experimentador-observador, las actividades experimentales y hechos que vivencia son externos a él, por lo que los datos y resultados que de éstos se desprenden son universales, y así, independiente de donde se realicen las experiencias se debe llegar a lo mismo (Carnap citado en Iglesias, 2004).

Por otro lado, la actividad experimental se reduce a la corroboración o refutación de la teoría, ya que esta última es la base de todo conocimiento científico, esta perspectiva de la ciencia es entendida como la concepción heredada en donde el aumento de conocimiento es producto de

las teorías (Iglesias, 2004); y más aún, las teorías principalmente son nociones creadas por la mente de los científicos y evaluadas continuamente en el encuentro con la naturaleza, con el objeto de falsarlas y de encontrar un hecho u observación que la refute, mediante test empíricos, principalmente actividades experimentales con el objetivo de llegar a contradicciones que alguna de las afirmaciones sobre las que está estructurada dicha teoría, y en la medida que no se logre tal cometido, mediante este estudio constante, ésta es asumida como verdadera y válida (Popper, 1972).

En este sentido, la actividad experimental es relegada y reducida a ser un escenario secundario, por lo que toda la actividad científica se interpreta a través del aspecto teórico, hasta tal punto de ser éste la imagen de la realidad, al ser la teorización una visión general y unificadora, por lo cual la construcción de las teorías era la actividad más importante para los científicos, subordinando a las demás actividades, inclusive, la experimental (Ferreirós y Ordóñez, 2002). Es entonces, una imagen de ciencia donde la dinámica científica está fundamentada en la actividad teórica, sin importar, las interacciones, particularidades y vivencias de las comunidades mediante sus observaciones con los hechos y los fenómenos.

A causa de esta dependencia mencionada anteriormente por diferentes autores, es necesario mencionar otra perspectiva de la relación entre la actividad experimental y la teoría en la cual no se separan ni se reduce la importancia de una u otra; por lo cual, se hará alusión a la relación de complementariedad y constitución entre la actividad teórica y experimental, ya que por un lado la actividad científica no está centrada únicamente en la observación y la actividad experimental, ni por el otro la base y la fundamentación de la dinámica en ciencias es la teoría, sino que la investigación en ciencia y los avances en ella, están permeados por contextos, controversias y particularidades de cada comunidad científica (Kuhn, 1969), cuyos miembros, siguiendo a Hodson (1994), gracias al bagaje de conocimientos, refinan poco a poco la forma de abordar los problemas, comprendiéndolos cada vez más y creando procedimientos mejores y apropiados, lo cual realizan de manera simultánea; por ello, cuando tienen una idea y predicción tratan de observarla, experimentarla y compararla con otras teorías y aspectos históricos, con lo que, inclusive, generan nuevas ideas, modifican o refutan la original, resultando así, más actividades experimentales y hechos relacionados con la idea inicial. De tal manera que, la ciencia no se basa en un seguimiento

de pasos enmarcados en etapas específicas, sino, más bien, es una actividad dinámica e interactiva, donde el pensamiento y la acción se interrelacionan continuamente (Hodson, 1994).

Es por esto, que desde este trabajo de investigación se defiende una perspectiva en donde la actividad experimental y la teórica son igual de importantes e interdependientes, un enfoque sociocultural de la ciencia, donde se evidencie una interacción constante y complementaria entre aspectos teóricos y experimentales. Así pues, basados en Romero y Amelines (2017), desde esta relación el conocimiento científico comprende dos dimensiones dicotómicas igual de importantes, la del pensamiento y de la naturaleza, y al hacer ciencia, esta relación constante entre ambas dimensiones permite que se comprenda o conozca algo sobre la realidad.

Otro aspecto, igual de relevante y que sustenta la complementariedad entre estas dos actividades (teórica y experimental), es que al estar ubicadas en un mismo plano (Ferreirós y Ordóñez, 2002), los cambios que experimente una incentivan las transformaciones en la otra, es decir, si hay desarrollos y evoluciones, ejemplo, en la teoría, este incentiva transformaciones y nuevos cambios en la actividad experimental, y viceversa, son desarrollos que se retroalimentan continuamente (Romero y Amelines, 2017).

En la comprensión de esta relación, es necesario también remitirse a aspectos sociológicos, históricos y filosóficos que intervienen en la actividad científica, donde a través del análisis de éstos se percibe como tanto la teoría como la actividad experimental se inscriben en una dinámica dialógica en la cual existen múltiples formas en que se construye conocimiento, dejando de lado esa perspectiva lineal y secuencial que se defiende de la perspectiva positivista, donde la actividad experimental es reducida a la refutación o corroboración de las teorías en la que no existen diferentes fuentes a través de las cuales se construya conocimiento.

Así pues, gracias al análisis de esta diversidad de aspectos inherentes a la relación complementaria entre actividad experimental y teorización, se comprende con mayor facilidad la diversidad de procesos experimentales y de elaboraciones teóricas, que están en relación continua involucrando aspectos y particularidades dependientes del contexto y de los intereses de los científicos, lo cual permite entender la dinámica científica desde la enseñanza de las ciencias, relación que es defendida en la presente investigación.

2.2.2. La actividad experimental exploratoria. Base para la constitución de conceptos científicos

Con base en la importancia de la actividad experimental en la construcción del conocimiento científico expuesta anteriormente, se encuentra necesario tener en cuenta la clasificación que se hace de ésta; siguiendo a Romero y Aguilar (2011), la primera de ellas es la existente entre la actividad experimental cuantitativa y cualitativa, la forma de asumir la primera se desprende de la visión positivista expuesta en la problemática, de donde surge la necesidad de un método científico, en el que se cree que todas las construcciones de conocimiento parten inicialmente de procesos de medición y recogida de datos cuantitativos; lo cual es denegado por las actividades experimentales cualitativas, ya que éstas son partes esenciales de los procesos de formación de conceptos, son entonces, vitales para la posterior construcción de los datos que recoge la cuantitativa; la segunda distinción, se da entre la actividad experimental guiada y la exploratoria, la primera enfocada en que las actividades experimentales que se desarrollan están enmarcadas en teorías preestablecidas, es decir, observaciones cargadas de teoría; mientras que la segunda se encarga de identificar y estabilizar aspectos recurrentes de la experiencias con fenómenos en específico, por lo cual, está presente en los primeros períodos de los desarrollos de la ciencia. A pesar de ser diferentes, se pueden unir y estar presentes en la constitución, de nuevas teorías, por lo cual pueden ser entendidas como escenarios o periodos interactivos propios de la investigación y de la construcción del conocimiento en la ciencia (Ferreirós y Ordóñez, 2002).

No obstante, estas distinciones no son llevadas al aula y la mayoría de las clases en ciencia, específicamente en física, se enmarcan en la recolección, análisis de datos y medidas (tipo cuantitativo) y también en la realización de experiencias enmarcadas en teorías ya establecidas y dadas a conocer previamente a los estudiantes (tipo guiada); por ello, mediante esta investigación, se apuesta a una alternativa centrada en la actividad exploratoria, que por lo mencionado anteriormente, y apoyados en Steinle (como se citó en Romero y Aguilar, 2011), ésta, “... en el marco de formación de nuevos conceptos y perspectivas, [...] alcanza su mayor poder e importancia únicos; allí, la acción y la conceptualización se estabilizan y desestabilizan mutuamente” (Romero & Aguilar, 2011, p. 72). Por lo cual, para una enseñanza de las ciencias, en donde se dé la

posibilidad del reencuentro con el medio, la construcción de nuevas nociones y constitución de conceptos científicos, la actividad experimental exploratoria es fundamental.

En definitiva, la actividad experimental exploratoria es importante para la enseñanza de las ciencias, ya que permite que los estudiantes construyan sus propios conocimientos alrededor de los conceptos trabajados en el aula, producto de la posibilidad que brinda este tipo de actividad experimental a los estudiantes de explorar y familiarizarse con el medio igual que los científicos lo hacen, mediante situaciones donde experimentan e interaccionan con objetos/materiales por sí mismos, logrando un bagaje de experiencia personal al enfrentarse a situaciones que los invite a reflexionar, a recontextualizar perspectivas pasadas y al estar en comunicación continua con la actividad experimental, los materiales, los demás compañeros e, incluso, con los propios conocimientos (Hodson, 1994).

2.3. Importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías

Es importante recalcar que el papel que reciben los instrumentos en la construcción de conocimiento científico depende de la concepción que se tenga sobre ciencia y de la relación entre actividad experimental y teoría; por lo cual, desde una concepción positivista los instrumentos son reducidos a la toma y registro de datos cuantitativos, gracias a la noción de una actividad experimental cuantitativa donde las teorías surgen o son refutadas o verificadas a partir de los datos cuantitativos tomados de estos instrumentos (Amelines, 2015).

Desde esta perspectiva, los instrumentos tienen solo una función utilitarista y por tanto son externos a la creación misma de los fenómenos, se reducen a aspectos cuantitativos, limitando su interacción y la construcción de conocimiento a partir de ellos, en la cual son parte fundamental. Es por esto, que autores como Latour y Woolgar (1995) reflexionan sobre lo que sucede en un laboratorio, donde los instrumentos juegan un papel esencial en las construcciones científicas, por lo que éstos deben ser entendidos, en palabras de estos autores, como *instrumentos de inscripción*, es decir, como instrumentos que transforman las sustancias materiales en gráficas o figuras que son utilizables directamente por los científicos en el laboratorio, teniendo además, una estrecha relación con la sustancia u objeto original, hasta tal punto de ser partícipes esenciales de las construcciones de explicaciones e información; es así, como en el funcionamiento de los instrumentos y, por ende,

de las explicaciones referentes a hechos o fenómenos, intervienen directamente los sujetos y su contexto; siendo entonces, instrumentos propios de un enfoque sociocultural de la ciencia donde la construcción de conocimiento está en estrecha correlación con ellos, al encerrar en su desarrollo procesos discursivos alrededor de las propiedades que significa y representa en los diagramas y figuras finales, sobre los cuales disertan a través de procesos de lenguaje y significado.

No obstante, a pesar de que los instrumentos son importantes en la construcción de conocimiento científico, la atención no se centra en éstos, sino que se queda en los resultados que de ellos se obtienen, de tal forma que las producciones científicas como artículos y publicaciones se enfocan en los productos finales, dejando de lado todas las transformaciones realizadas para la obtención de resultados, los cuales se convierten en la evidencia y base de los documentos elaborados, que son, a su vez, cruciales para las construcciones científicas, teorías, leyes y demás; es, entonces, una conducta de los científicos que se puede definir como “absurda y errática” (Latour y Woolgar, 1995, p. 60).

Debido a esta visión positivista de los instrumentos, es necesario apostar por una perspectiva diferente de ciencia y de mundo (Iglesias, 2004), en la cual tanto la ciencia como la relación entre actividad experimental y teoría sean entendidas desde un enfoque sociocultural, en el que intervienen factores históricos, culturales, sociales y políticos que también son inherentes a los instrumentos; es necesario, entonces, dotarlos de historicidad, de que sean permeados por aspectos y particularidades de las zonas y contextos donde se construyen y utilizan por los científicos (Latour, 1991).

Adicional a ello, en ciencias los instrumentos son determinantes en el análisis de las representaciones que se hacen sobre el mundo a través de las actividades experimentales, ya que la valoración y estudio de dichas representaciones está enmarcado en la correspondencia que tengan tales resultados con lo vivenciado por la experiencia, lo cual sucede mediante los instrumentos; esto implica, también, que la actividad experimental esté compuesta por la tríada indisoluble, jerárquicamente hablando, de: conceptualización, instrumentos y procesos; los cuales se corresponden y complementan mutuamente, ya que las transformaciones y modificaciones en cualquiera de ellos, repercute en avances o cambios en los otros (Medina y Tarazona, 2011).

En este sentido, los instrumentos son indispensables, ya que, siguiendo a Iglesias (2004), según la historia de la física éstos son una condición de posibilidad del descubrimiento científico,

por lo que están inmersos en la construcción de explicaciones y procesos discursivos, hasta tal punto, de que a través de una reflexión de éstos, es posible analizar cómo se da la relación entre la actividad experimental y la teorización, e incluso, entre los pensamientos y el mundo. Es por esto, que el conocimiento científico está constituido y fundamentado, no sólo en la dicotomía entre actividad teórica y experimental, sino también en los instrumentos, los cuales, además, fundamentan la relación interdependiente y complementaria defendida en esta investigación.

En este orden de ideas, siguiendo a Ferreirós y Ordóñez (2002), se pasa de la idea en donde se asociaba a los instrumentos (lo “tecnológico”) a las primeras fases, con una visión utilitarista, en la cual eran elementos inmediatos que estaban presentes en la explicación de fenómenos, a una noción en la que los instrumentos eran construcciones sofisticadas, mediante los cuales se elaboraban las explicaciones y donde se hallaba la relación dicotómica entre teoría y actividad experimental en un intercambio con lo natural enmarcada en la intervención de estos materiales.

Es por esto, que se puede afirmar que los aparatos son inherentes a la construcción de fenomenologías, al permitir que los científicos, por un lado, a partir de las experiencias mediadas con ellos en el encuentro con el mundo, organicen y elaboren sus explicaciones; y por el otro, que construyan la experiencia sensible basados en la relación interdependiente entre actividad experimental y teórica, esto último ocurre por ejemplo, con fenómenos magnéticos y electrostáticos (Ferreirós y Ordóñez, 2002; Malagón et al., 2013).

Por tal motivo, los instrumentos son tan inseparables de la construcción de fenomenologías que en ocasiones se entrecruzan, hasta tal punto, que se confunden y no es posible diferenciarlos en el proceso de construcción de conocimiento científico, en el cual adquieren sentido mediante su funcionalidad y las intenciones de los científicos para la constitución y organización de los fenómenos, mediada por la complementariedad de la teorización y la actividad experimental (Romero y Amelines, 2017).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, en esta investigación se asume que los instrumentos son parte constitutiva en la construcción de fenomenologías, y por ende, del conocimiento científico mismo, éstos además dan cuenta del enfoque sociocultural de la ciencia al involucrar en su construcción y funcionamiento a los sujetos, su contexto y las experiencias y conocimientos que éstos poseen, para que así, a través de sus construcciones se incentiva a las discusiones sobre las

acciones realizadas y productos obtenidos cargados de procesos de significado y lenguaje propios de la actividad científica.

Es por esto, que en la enseñanza de las ciencias una alternativa como la presentada por este trabajo investigativo, logra que a través de la diversidad de materiales del entorno e instrumentos construidos se entienda con más facilidad cómo es la dinámica científica y su estrecha relación con el ámbito sociocultural, incentivando la comprensión y la elaboración de las explicaciones por parte de los estudiantes, en las cuales se percaten de la imposibilidad de una relación secuencial entre los instrumentos, los procesos que realizan con éstos y las conceptualizaciones en las actividades experimentales que desarrollan, dando cuenta de su relevancia para el surgimiento de nuevas perspectivas como se ha percibido a lo largo de la historia de la ciencia.

2.4. Aportes de la noción de ciencia y actividad experimental al ámbito educativo.

Las reflexiones en torno a la visión de ciencia y actividad experimental que se defienden en este trabajo de investigación son presentadas como una alternativa para la enseñanza de las ciencias, orientando las dinámicas escolares hacia la búsqueda de una relación del contexto cotidiano con las temáticas que se desarrollan en el aula.

Es por esto, que se defiende una perspectiva de la experimentación para la enseñanza de las ciencias que promueva espacios donde intervengan factores históricos, filosóficos, sociales y contextuales de la ciencia, a partir de los cuales se dé cuenta de la dinámica científica, como aquella actividad propositiva, dialógica, creativa, argumentativa e innovadora en todos los procesos de construcción de conocimiento que no desliga a sujetos, ni mucho menos a sus particularidades e intereses, evidenciando, además, la provisionalidad de las construcciones y la relatividad de los procesos en la constitución de conceptos y teorías, que en ocasiones, son creadas a través de disputas entre diversas comunidades científicas, e inclusive, entre miembros de una particular, cuando se presentan disensos alrededor de ideas y posturas particulares alrededor de explicaciones que surgen de hechos o fenómenos científicos (Kuhn, 1969; Romero y Aguilar, 2011).

Es por esto, que se apuesta por una perspectiva de enseñanza de las ciencias, que privilegie los procesos discursivos a partir de aspectos tanto históricos como epistemológicos, los cuales permiten reflexionar sobre el "... quehacer y el conocimiento científico" (Ayala, 2006, p. 20). Es

más, a través de la relación entre la actividad experimental y los procesos discursivos y argumentativos "... se favorecen debates, consensos, disensos y justificaciones que, en conjunto, permiten una mejor comprensión de los conceptos científicos y la formación de un pensamiento crítico y reflexivo" (Romero, 2013, p. 52).

Por tal motivo, es necesario resaltar cómo algunas de las prácticas discursivas anteriormente mencionadas se convierten en alternativas de enseñanza para las ciencias posibilitando la interacción entre alumnos y la construcción de conocimiento, abocando a éstos a tener actitudes más activas y participativas. Uno de ellos, sería el debate, el cual, siguiendo a Leitão y Cano (2016), es un género que le permite activar a los estudiantes diversas competencias, por lo cual, defienden el debate crítico como uno de los caminos que potencia la argumentación y demás competencias asociadas a ella, sobre todo, permite la construcción de conocimientos de forma crítica y reflexiva; por esto, se debe utilizar en la formación de maestros para que éstos aprendan de los diferentes roles a través de su vivencia; y posteriormente, al momento del ejercicio de su profesión lo lleven al aula para facilitar la comprensión de las temáticas trabajadas en ella. De ahí, que en esta investigación se promueva que a través de las actividades planteadas en el aula incentiven el diálogo, la puesta en común de diversos punto de vista, acompañados de sus respectivas argumentaciones, y debates que posibiliten la comprensión de los conceptos y la construcción de conocimientos significativos por parte de ellos.

En este orden de ideas, estos procesos discursivos empiezan con la necesidad de explicar la realidad o lo que se observa, por ello, lo que es llevado al aula de clase, debe generar en los estudiantes la necesidad de expresar y hacer entender sus explicaciones en torno a una actividad experimental o cuestionamiento puesto en común, de tal manera, que las argumentaciones que realizan deben ser promovidas por diversidad de factores que los invite a transformarlas, reformularlas y retroalimentarlas continuamente; de este modo, los modelos explicativos, siguiendo a García (2011b), están relacionados con "las formas de caracterizar y organizar los hechos y fenómenos" (p. 94) presentes en las actividades experimentales, de las cuales emergen pensamientos e ideas expresadas en un lenguaje propio que simultáneamente se va relacionando con conceptos y teorías conocidas y establecidas con anterioridad.

Así pues, estas maneras de accionar en el encuentro con la realidad son relativas, y se pueden construir y agrupar de acuerdo a las maneras en que se interacciona con ésta, y por eso los

modelos son respuesta a una forma de observar la realidad, generando así modos de cuestionarla, preguntas que se contesten a través de la relación con ella; lo cual permite que desde la enseñanza de la ciencia, se posibilite una comprensión de los fenómenos y hechos científicos; darle más significado a las construcciones tanto experimentales como conceptuales, a través de la creación de aparatos y el estudio de su funcionamiento, comprendiendo más los conceptos gracias al conocimiento práctico adquirido por la interacción con estos instrumentos; y, además, en la contextualización histórica y epistemológica de las actividades experimentales, de lo cual puede inferirse que los procesos en el aula, también pueden estar permeados por intereses sociales, controversias y necesidades de cada uno de los estudiantes participantes (García, 2011b). Es por esto, que desde la investigación se promueven actividades que permitan la construcción de modelos explicativos por parte de los estudiantes.

Pensar en una enseñanza de las ciencias que privilegie la construcción de explicaciones y ejercicios de argumentación entre los estudiantes, no puede basarse en una replicación de contenidos de textos escolares, sino que para hacerlo deben tener buenos fines didácticos y defender actividades que relacionen el contexto, que inviten a la interrogación tanto de sus conocimientos como de lo expresado en los escritos y demás informaciones que llegan a las aulas, con material como: *artículos científicos*, narraciones, escritos o relatos de conceptos, entre otros, que facilitan el aprendizaje al ser elegidos cuidadosamente y exponen conocimientos que pueden ser analizados mediante “diagramas V” o “mapas conceptuales” (Moreira, 2005, pp. 7-8), herramientas que ayudan a la comprensión y al análisis de los saberes que llegan al aula por múltiples medios favoreciendo el aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, se apuesta a una enseñanza de las ciencias que defienda, la relación de complementariedad existente entre la actividad experimental y la teorización, y que promueva los procesos discursivos aunados a la construcción de conocimiento (Romero et al., 2016); estos últimos enfocados en actividades que les permitan debatir, proponer, persuadir, explicar, argumentar, construir significados, para que así los profesores y estudiantes comprendan la diversidad de preguntas, metodologías, criterios y concepciones epistemológicas presentes en la dinámica científica (Romero et al., 2017).

Así pues, desde una investigación como ésta se pretende aportar elementos para que los docentes puedan elaborar sus materiales y orientar sus actividades, de tal manera que se resalten

los aspectos de una imagen de ciencia sociocultural, que tenga en cuenta todas las influencias que a través de la historia se han podido evidenciar y cómo se da uso a los recursos históricos para que dentro del aula sea posible hacer un diseño de actividades experimentales más completo, unido a un proceso reflexivo, que inviten a la discusión, argumentando y construyendo explicaciones, que enriquezcan un ambiente y espacio tan importante como son las aulas y clases de ciencia.

Por lo tanto, se apuesta por una enseñanza de las ciencias en la cual la construcción de conocimiento científico se centra en una perspectiva sociocultural integrada por actividades experimentales que relacionan factores contextuales, históricos y filosóficos que promuevan la reflexión sobre la dinámica científica, al enfocarse en la interdependencia de éstas con la teorización y además, desde metodologías que promuevan los procesos discursivos de los estudiantes; permitiendo de este modo, dejar de lado la imagen positivista de la ciencia (Romero et al., 2016), y centrarse en una enseñanza de una imagen de ciencia encaminada en la utilización de estrategias que permitan el encuentro con la realidad relacionado a las particulares de los estudiantes, con actividades que posibiliten la exploración del medio y la elaboración de modelos explicativos a través de la construcción de instrumentos que permitan la constitución de las fenomenologías y por tanto, la facilitación de su comprensión y sentido.

2.5. Implicaciones de la Naturaleza de las Ciencias a una alternativa de enseñanza de las ciencias

Los aportes mencionados anteriormente, se enmarcan en lo que se denomina Naturaleza de las Ciencias (NdC, de aquí en adelante), concepto que engloba múltiples aspectos de áreas como la epistemología, la sociología, la filosofía y la historia de la ciencia, lo cual ocasiona controversias para darle un significado concreto y definir su campo de estudio (Acevedo Díaz, 2008). No obstante, como sus reflexiones hacen parte de tantas disciplinas, tiene en cuenta procesos de validación, cuestionando el qué y el cómo, integrando, además, “los valores implicados de hecho y valores sociales dentro del quehacer científico en la sociedad” (Muñoz, 2014, p. 7). Por tanto, la NdC reflexiona sobre el concepto mismo de la ciencia y la dinámica científica en factores tanto internos como externos a ella, repensando las metodologías que utiliza en la validación y

construcción de conocimiento y sus aportaciones a la cultura y al progreso social (Acevedo Díaz, 2008; Adúriz-Bravo et al., 2010).

A pesar de que existan tantas dificultades para decidir cuáles son los fundamentos que deben formar la NdC, a causa de la multiplicidad de áreas presentes en ella (Acevedo Díaz, 2008), siguiendo a Adúriz-Bravo, Ariza y Cardoso (2010), los especialistas de estas disciplinas posiblemente convergen a la hora de analizar qué consideraciones teóricas deben hacer parte de la NdC, desde una reflexión más arraigada a lo educativo, gracias a la búsqueda de una meta común, se trata de una educación de calidad para todos y todas; es esa, una de las razones por las cuales se desea utilizar en los currículos de ciencias, y otra es que fomenta cualidades como la responsabilidad y la consciencia social, cultural y ética-moral (Amelines, 2015).

Continuando con los aportes de Adúriz-Bravo, Ariza y Cardoso (2010), se considera además el campo investigativo de las CTS (ciencia, tecnología y sociedad), el cual permite que se ponga en una misma tela de juicio los aspectos tanto científicos como tecnológicos, ya que la tecnociencia se convirtió en una realidad global a la que se adhieren las personas debido a las continuas transformaciones entre las relaciones de ciencia y tecnología y las repercusiones que éstas tienen para el progreso socioeconómico de la sociedad en general; es así, como mediante este enfoque de CTS, se permite romper con nociones inadecuadas de la dinámica científica, evitando construcciones de nociones erradas de científico y de ciencia misma. De este modo, desde la NdC se reflexiona sobre los vínculos de la ciencia con la tecnología, y de las asociaciones preexistentes entre el sistema tecnocientífico y la sociedad, enmarcadas por aportes y evolución continúa (Adúriz-Bravo et al., 2010).

Además de lo anterior, la NdC también considera las reflexiones en torno al ámbito democrático, permitiendo abordar cuestiones y discusiones públicas desde una postura personal y social sobre la participación ciudadana en temas tecnocientíficos, lo cual ocasiona que la comprensión de la NdC sea un componente que la didáctica de las ciencias debe tener en cuenta para incluirlo en su currículo, al permitir muchos beneficios para los estudiantes, como: la posibilidad de darle sentido y relación a los productos de ciencia y tecnología, además de que tomen y participen en decisiones en estos ámbitos, reconociendo que la ciencia es resultado de la cultura, y que, por tanto, la dinámica científica está permeada por el contexto y apoya sus aprendizajes en la enseñanza de las ciencias (Acevedo Díaz, 2008; Muñoz, 2014; Tamayo et al., 2010).

Siguiendo a Muñoz (2014), dado que la NdC integra aspectos tanto sociales como políticos de la ciencia, esta última debe ser mirada desde perspectivas situadas y pluralistas, donde la construcción de conocimiento sea dependiente de las particularidades del contexto sociocultural en el cual surge, dando cuenta, de que no hay una vía única para tal construcción y encuentro con el mundo, que es logrado mediante múltiples formas posibles; estas posturas, entonces, a la luz de la perspectiva del autor, permiten a los sujetos la toma de conciencia sobre las problemáticas del entorno, tomando responsabilidad ciudadana al ser potenciadas sus competencias sociales y actitudinales para asumir retos y dejar de ser seres pasivos en la dinámica tanto escolar como social, resaltando su participación en una sociedad que se transforma continuamente.

Todos estos aspectos fortalecen la necesidad de la inclusión dentro de los planes de estudio de las reflexiones en torno a la NdC, al ser las comprensiones de ésta y de la actividad científica por parte de los estudiantes, fruto de interacciones posibilitadas por el currículo escolar entre aspectos formales contemplados en éste e informales expuestos en televisión, libros, publicidad, entre otros (Hodson, 1994). Es así como la NdC es tan fundamental para la educación, lo cual afirman García y Estany (2010), cuando dicen: “Los procesos de enseñanza son vacíos si no se considerará importante la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia”(pp. 7-8); por lo tanto, se considera importante analizar cómo es llevada al aula por parte de los docentes. Siguiendo a Hodson (1994), la NdC es mostrada desde dos enfoques uno explícito y otro implícito, el primero de ellos es evidenciado por los libros texto utilizados que en ocasiones exponen directamente aspectos de la NdC al ofrecer, por ejemplo, una idea general de qué es ciencia; o en otras oportunidades, los docentes enfatizan en características del método científico en las actividades experimentales o en las disertaciones en el aula.

Por otra parte, el enfoque implícito, más frecuente en la enseñanza de las ciencias, donde se transmiten mensajes de la NdC, mediante el “... lenguaje de la instrucción, el material biográfico y el diseño de experiencias de aprendizaje (sobre todo el trabajo de laboratorio y las tareas escritas)” (Hodson, 1994, p. 307), factores que no deben quedar ocultos sino hacerse explícitos a los estudiantes para que puedan comprender más sobre aspectos de la NdC (Hodson, 1994).

En este sentido, el material bibliográfico como libros texto de ciencia que apoyan las dinámicas escolares intervienen en las comprensiones que se tienen sobre la NdC, por lo cual al analizar cómo están diseñados, estructurados y presentados sus contenidos, se percibe que tanto

los conceptos como actividades experimentales y de apoyo que conforman la estructura de los libros de texto en ciencias utilizados en la básica y en los primeros semestres de educación universitaria, no promueven la comprensión de los estudiantes de la NdC, sino que incrementan las dificultades para lograr tal objetivo (García y Estany, 2010).

En este orden de ideas, dado que la imagen de ciencia que los docentes construyen a lo largo de su formación rige posteriormente su accionar en el aula, se debe apostar por educar a los futuros docentes en distintas metodologías, ya que las clases en ciencias son propuestas y planeadas por ellos, a partir de un material bibliográfico que eligen para apoyar su práctica pedagógica y desarrollo de las clases, siendo indispensable, además, que se apueste en su educación a alternativas de apoyo a las propuestas académicas que tienen (Ayala, 2006); por ello, diferentes investigaciones han enfocado sus estudios en la educación superior, principalmente en las carreras de licenciatura, con el fin de mostrar perspectivas enfocadas en las reflexiones de la NdC que permitan a los docentes de ciencia repensar sobre la dinámica científica y cómo son los procesos de construcción de conocimiento científico, a través de consideraciones teóricas y metodológicas que promuevan la generación de ambientes que posibiliten reconstruir la historia constantemente acercándose más a la dinámica científica y, por ende, a la comprensión de la ciencia (Amelines, 2015; Romero et al., 2016; Romero & Amelines, 2017).

Es por esto, que los profesores de ciencias en el ejercicio de su labor, siguiendo a Hodson (1994), pueden facilitar la comprensión de la NdC a través de experiencias activas de aprendizaje como la realización de investigaciones propias, reflexionando sobre el progreso de lo aprendido a partir de ellas, también a través de actividades experimentales que evoquen a la reflexión y, además, el estudio de casos históricos, para recontextualizarlos e incentivar los debates a partir de las diversas perspectivas que éstos exponen.

Con todo esto en mente, la NdC, siguiendo a Muñoz (2014), es entendida como “... un área poliédrica, compleja, dinámica y cambiante, metacognitiva que surge a través de la reflexión interdisciplinar y dialéctica de las áreas sociales y algunos científicos de campo formal” (p. 8), por lo cual es necesaria su comprensión y adaptación en las aulas de clase debido a diversos factores como que:

- Permite que docentes y alumnos se relacionen y den sentido a los resultados de la ciencia y la tecnología.
- Incentiva la participación dentro de la sociedad mediante la toma de decisiones.
- Ayuda a reconocer que la ciencia es una construcción producto de la cultura contemporánea.
- Facilita el entendimiento de cómo es la dinámica científica, teniendo en cuenta aspectos como que las normas son cambiantes, variando respecto a los conceptos y significados propios de las comunidades particulares; y, sobre todo, apoya los aprendizajes en el aula.

Es por todo lo anterior, que desde esta investigación se considera la NdC, como un área dinámica y cambiante, compuesta por reflexiones de múltiples campos como la sociología, la filosofía, la psicología, la epistemología y la historia de la ciencia, la cual favorece una educación científica de calidad para todos y todas, ya que posibilita una enseñanza de la ciencia desde una perspectiva pluralista y sociocultural, donde el conocimiento sea producto de múltiples posturas y metodologías; además, permite reflexionar sobre la tecnociencia, al ser inherente a la toma de decisiones y al desarrollo socioeconómico de la sociedad. Por tal motivo, en los próximos apartados se resalta un factor fundamental de la NdC como el análisis de la historia y sus beneficios para la enseñanza de las ciencias, reflexionando, además, sobre las ventajas que tiene la NdC en los procesos discursivos, la actividad experimental y los instrumentos en torno a la construcción de conocimiento científico.

2.5.1. El uso de fragmentos originales en la enseñanza de las Ciencias

La NdC a través de sus reflexiones ofrece a la enseñanza de las ciencias posibilidades para transformarla, gracias a la multiplicidad de áreas que incentivan sus fundamentos, es por esto, que en el presente apartado se menciona una de vital importancia, la historia de la ciencia, ya que observar la historia, siguiendo a Ayala (2006), es interrogar al pasado por el presente, lo cual implica que la historia deba ser reconstruida constantemente, al depender las lecturas del pasado de las perspectivas, intereses y contextos del presente donde están inmersos quienes pretenden

hacer dicha reconstrucción. Es por esto, que la historia de las ciencias en la enseñanza permite conocer y entender el comportamiento del mundo, además, evidencia que “... la actividad científica es una actividad humana” (García y Morcillo, 2017, p. 96); donde los investigadores están inmersos en las problemáticas que surgen en su contexto a las que busca posibilidades de solución para encontrar la indicada; siendo así, la historia de la ciencia fundamental para la educación en ciencias al favorecer tanto a docentes como a estudiantes acercamientos con los procesos de construcción del conocimiento científico (García y Morcillo, 2017).

Debido a que a través de la historia se percibe la ciencia como actividad humana, es necesario repensar los beneficios del uso de fragmentos originales para la enseñanza de las ciencias, ya que, según diferentes autores e investigadores, estos posibilitan el establecimiento de diálogos con los autores mediante la lectura y análisis de sus escritos, evidenciando cómo se dio la construcción de conocimiento en torno a un fenómeno específico percibiendo viejas problemáticas desde nuevas perspectivas.

Mediante éstos, entonces, se problematiza y contextualiza aportes no solo de la historia sino de la filosofía y la sociología de la ciencia al conocimiento científico, que posibilitan comprender y humanizar la dinámica científica al dotarla de momentos, pensamientos, posturas explicativas, motivos, intereses e intenciones propias de las personas que son el motor de la actividad científica; es por ello, que la lectura de estos fragmentos permite una reconstrucción del pasado en el presente permeada no solo por el conocimiento científico, sino también por el común, que es propio y perteneciente al entorno sociocultural de las personas; por ende, son un medio de información directa, al brindar un conocimiento amplio, que no deja de lado aspectos que permean el quehacer científico, que los libros de texto utilizados en la enseñanza de las ciencias hacen recurrentemente (Amelines, 2015; Ayala, 2006; García y Morcillo, 2017; Romero et al., 2016; Romero y Amelines, 2017).

En este sentido, vale la pena mencionar los beneficios que trae el uso de originales desde Gránes y Caicedo (como se citaron Ayala, 2006) los cuales afirman que éstos permiten:

- Entender que los conceptos que finalmente fueron decantados en un paradigma, y que son presentados de manera acabada y precisa en los libros de texto, tuvieron

una génesis y un proceso de desarrollo; esto permite enriquecer el concepto, flexibilizándolo y sugiriendo nuevos significados y relaciones.

- Identificar las problemáticas que originalmente motivaron la elaboración de un conocimiento particular y, en muchas ocasiones, las contradicciones y los debates entre posiciones contrapuestas; problemáticas y debates que, en general, no aparecen en los libros de texto.
- Responder adecuadamente a preguntas que se suelen hacer los estudiantes sobre el origen y fundamentación de los principios básicos de la física.
- Entender, por comparación, los procesos de recontextualización que se operan en los libros de texto. Es decir, resulta posible tomar conciencia de los cambios en el significado de los conceptos y en su articulación respectiva, de las transformaciones en la formulación de los problemas, en el lenguaje, en las formas de argumentación y en los criterios de coherencia y de rigor. (pp. 29-30)

Es por esto, que en esta investigación se defiende una enseñanza mediada por fragmentos originales, ya que permite analizar y recontextualizar la o las perspectivas expuestas en ellos valorando y caracterizando los aportes que dieron en el contexto donde fueron creados e intentar repensarlos en el contexto inmediato; además, posibilitan la orientación de los procesos de conocimiento en el aula, al favorecer la construcción de nuevos significados y relaciones, constituyendo así, nuevas alternativas para la enseñanza y el aprendizaje, en las cuales se piense no solo en el contexto científico sino también en el sociocultural, que permea la dinámica científica.

2.5.2. La NdC en la construcción de conocimiento

Por lo planteado hasta el momento, las reflexiones de la NdC están enfocadas en mostrar la ciencia como una actividad humana, y por tanto la construcción de conocimiento científico está permeada por el contexto sociocultural, perspectiva en la que está enfocada la presente investigación, es así como lo mencionado previo a este subcapítulo hace también parte de los aspectos de la NdC. De tal manera, que a continuación se recalcan brevemente algunos de los aportes que esta área dinámica y poliédrica tiene dentro de la enseñanza de las ciencias, en tres

aspectos centrales: los procesos discursivos, la actividad experimental y los instrumentos en la construcción de conocimiento.

2.5.2.1. Los procesos discursivos en la construcción de conocimiento

Debido a que la NdC defiende una concepción de ciencia inherente al entorno sociocultural, es de vital importancia que las actividades llevadas al aula para la enseñanza de las ciencias involucren ambientes en los cuales los alumnos construyan sus explicaciones a través de debates, controversias, persuasiones, consensos y disensos en torno a los conceptos que se vayan a trabajar en el aula, es decir, son procesos discursivos que posibilitan la comprensión de los conceptos científicos y ayudando a transformar pensamientos, a partir del entendimiento de la dinámica científica como actividad facilitadora para la construcción de marcos explicativos, los cuales están aunados a la organización de los fenómenos, y que, además, permiten que esta actividad se reinterprete y recontextualice no solo del pasado al presente sino de unas comunidades a otras (Romero, 2013; Romero y Amelines, 2017).

Es así que, siguiendo a Amelines (2015), al enfocar la investigación en la perspectiva sociocultural se debe enfatizar en los procesos discursivos y argumentativos a través de los cuales en el ámbito científico se persuade, convence y discrepa en el desarrollo de los conocimientos que posteriormente son aceptados; además, gracias a las disertaciones en torno a los hechos en ciencia, se percibe la facticidad de los acontecimientos, que mediante las recurrentes modificaciones a los enunciados y observaciones experimentales que lo explican, se va convirtiendo en un conocimiento generalizado y aceptado. Más aún, los propios estudiantes al construir sus modelos de ciencia que son mostrados a través de lenguajes verbales o escritos fomentan los diálogos y toma de posturas en el aula, variedad de formas de comunicar la ciencia que está orientada por visiones propias de la NdC (Tamayo et al., 2010).

Adicional a ello, desde el uso de fragmentos de fuentes originales en el aula de clase que muestran cómo se da la dinámica científica, evidenciando los diferentes factores socioculturales presentes en ella, posibilita a través de la recontextualización de saberes², la cual tiene en cuenta

² Según Ayala (2006) es "... una actividad constructiva y dialógica en busca de elementos para la elaboración o solución de un problema o la construcción de una imagen de una clase de fenómenos, que depende inevitablemente de los intereses, conocimiento y experiencia de quienes la realizan" (pp. 28 – 29).

tanto el entorno sociocultural en relación con la escuela, como los conocimientos propios y al área de ciencias en la que se base el estudio y, también, la visión y posterior construcción de concepciones de mundo que dan cuenta de la dinámica discursiva presente en la construcción de explicaciones y, por ende, del conocimiento científico mismo; asumiendo así, tanto docentes como estudiantes, que las interpretaciones son variadas y se pueden hacer en diferentes contextos y circunstancias, dándose cuenta de que la perspectiva expuesta por los libros texto es una posible entre varias, y que en su proceso intervinieron factores socioculturales que la movilizaron (Ayala, 2006; Medina & Tarazona, 2011; Romero y Amelines, 2017).

2.5.2.2. La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias

Con base en el enfoque sociocultural de la ciencia que se defiende en este estudio investigativo a partir de las reflexiones sobre la NdC, se percibe que la actividad experimental tiene un papel importante en la dinámica científica; de acuerdo con García y Morcillo (2017) el rol que tiene esta actividad dentro de la enseñanza de las ciencias es analizar cuán relevante es para la construcción de conocimiento; al hacerlo, entonces, desde perspectivas históricas y epistemológicas, se evidencia que la actividad experimental permite un acercamiento a los procesos de organización de los fenómenos en la enseñanza de las ciencias, resaltando, además, aspectos sociales y culturales que deben ser tenidos en cuenta para que sea posible comprender y participar en las modificaciones de la ciencia (Amelines, 2015).

Así pues, desde aportes de la NdC, específicamente desde la historia y epistemología de la ciencia, como los fragmentos originales, se permite repensar la actividad experimental y su relación con la teorización, lo cual se ha hecho en varias investigaciones, encontrando que la actividad experimental es un posible camino para analizar los fenómenos, ya que éstos son fabricados igual que los hechos científicos, facilitando la llegada a conclusiones y, por tanto, guiando la dinámica al participar activamente en la construcción de conocimiento científico; lo cual implica, que se deje de lado, la visión positivista, en la cual la teoría subordina a la actividad experimental y se entienda que estas dos actividades son complementarias (interdependientes), encontrándose en el mismo nivel en producción científica (Romero, 2013; Romero et al., 2016; Romero y Amelines, 2017).

Cabe mencionar, que la actividad experimental y los procesos discursivos se complementan y coadyuvan en la dinámica científica, transformaciones y participaciones en uno implican cambios en el otro; por lo cual, si se lleva al aula de clases la relación entre estos dos, basados en el enfoque sociocultural para la construcción de conocimiento científico, se posibilita que los estudiantes participen en el análisis del fenómeno directamente y que construyan sus nociones y explicaciones, centrando su atención no sólo en el enfoque práctico-sensitivo sino también en el comunicativo que facilita la elaboración para las disertaciones que puedan salir del conjunto, favoreciendo que sus pensamientos en torno a la dinámica científica sean más críticos, percibiendo la importancia de ésta para su aprendizaje de la ciencia (Romero, 2013; Romero & Amelines, 2017).

2.5.2.3. Papel de los instrumentos en la dinámica científica

Gracias a la importancia que concede las reflexiones de la NdC a la imagen de ciencia, para transformarla en una actividad humana enmarcada en un enfoque sociocultural, se logra no solo repercutir en la relación entre actividad experimental y teórica, sino también en la función que cumplen los instrumentos, considerándose fundamentales para la fabricación de efectos, hechos y fenómenos (Romero et al., 2016). Así pues, según Romero y Amelines (2017), la planeación y elaboración de los instrumentos está en estrecha relación con el fenómeno, ya que no son aspectos secuenciales ni paralelos, más bien, ambos se interrelacionan en un solo proceso de construcción en el que algunas veces no es posible separarlos, inclusive, diferenciarlos.

En este sentido, en un análisis de la dinámica científica no se puede centrar la mirada solamente en los resultados obtenidos de la actividad experimental o teórica, se debe trascender hacia el proceso y todos los factores que influyeron en la construcción de ellos, resaltándose así, que detrás de esos datos finales hay un cúmulo de factores relacionados con el material, los instrumentos y las personas, sin los cuales no sería posible construir el fenómeno del cual se extrajo tal información (García y Morcillo, 2017). Aspectos de los que se ha reflexionado gracias al acercamiento a los trabajos originales, donde se percibe como del progreso de la actividad científica surgen invenciones y perfeccionamientos de instrumentos, procesos que se convierten de vital importancia para la construcción de conocimiento científico (Amelines, 2015).

En este orden de ideas, desde la NdC se considera que la relación entre la actividad experimental, los instrumentos y las construcciones teóricas son inherentes a la ciencia, por lo cual están presentes en la construcción de conocimiento científico sin estar enmarcados ni poseer “... algún orden jerárquico, pues uno gira en torno a los otros dos, en consecuencia, son dimensiones que deben integrarse en la misma construcción conceptual y no pueden verse separadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias” (Medina y Tarazona, 2011, p. 102). De este modo, entonces, se muestra una dinámica científica que no se desliga de todos los elementos tanto científicos como socioculturales que intervienen en la constitución de los conceptos en ciencia.

3. Diseño Metodológico de la Investigación

En este capítulo se describen los aspectos metodológicos de la propuesta de investigación. Se expone el enfoque y el método de investigación que se ha adoptado, el contexto en el que se realizó y el instrumento de indagación que se utilizó.

3.1. Enfoque y Método

Teniendo en cuenta las consideraciones teóricas anteriormente descritas, este trabajo idea algunas estrategias, con base en las reflexiones sobre la NdC, para contribuir a la construcción de conocimiento en la orientación de actividades experimentales en torno a los conceptos básicos de la electrostática; es así, como se privilegia el objetivo de esta investigación para dar pie a la idealización de una secuencia didáctica donde se potencie el interés de los estudiantes por la construcción de interpretaciones que movilicen a la transformación de significados a partir de sus propias experiencias. En este sentido, la presente investigación se enmarca en el paradigma cualitativo, dado que se enfoca en la interpretación, no se realizan generalizaciones, es una información que está en constante cambio y sus conclusiones no son deterministas, ni estáticas en el tiempo, sino que de ellas pueden surgir cambios (Stake, 2010).

Es así, como desde este enfoque cualitativo, se permite el trabajo tanto individual como colectivo, donde se perciben algunos de las experiencias, concepciones y reacciones que se tienen sobre la temática en cuestión; además, tal enfoque proporciona una descripción detallada por parte de los estudiantes, frente a algún concepto de interés que propicie a discusiones e interpretaciones acerca de él, ya que al centrar la atención en las vivencias de cada estudiante se logra propiciar diálogos, donde se establezcan consensos, enriqueciendo sustancialmente el proceso formativo.

En este sentido, el enfoque cualitativo se caracteriza por ser un tipo de investigación que se orienta al análisis de la información interpretativo y no de tipo numérico, donde la interpretación que se le da a dicha información no involucra procedimientos matemáticos o estadísticos (Hernández et al., 2003). Por tanto, esta propuesta está fundamentada en las experiencias, saberes y concepciones previas, además de las diferentes alternativas que los estudiantes tienen sobre el

fenómeno de la electrostática, en el cual no son necesarias operaciones matemáticas que se lleven a cabo para cuantificarla.

Adicional a ello, esta investigación se realizó por medio de un estudio de casos con el fin de analizar la constitución de significados en estudiantes a partir de la relación de éstos con elementos cotidianos, es de mencionar que, si bien se pretenden comprender casos particulares, esto no podrán prestarse para la generalización, pues se consideran las concepciones de cada sujeto como independientes y propios a cada cultura. Para Stake (2010), el estudio de caso es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias concretas.

Dado que la intención de la investigación fue el análisis de todas aquellas interpretaciones dadas por los sujetos en torno a la NdC, que a su vez fueron mediadas a través de tres factores cruciales: la actividad experimental, los procesos discursivos y la importancia de los instrumentos cualitativos en la enseñanza de la ciencia, de allí las reflexiones se basan más que en el sujeto en la teoría, así pues, el caso de interés particular cobra un papel secundario. En este sentido, siguiendo a Stake (2010) el caso se convierte en un medio o instrumento en el que se pueden construir significados generales por medio de estudios detallados del caso, su contexto, permite avanzar en el conocimiento teórico. De allí la terminología utilizada por Stake (2010) derivado como *estudio instrumental de casos*.

En este orden de ideas, los propósitos de la investigación de este estudio instrumental de casos se enfocaron en analizar, discutir y proponer consideraciones teóricas entorno a la NdC, con una fundamentación conceptual y a partir de una secuencia didáctica donde las actividades experimentales estuvieron centradas en discusiones en pro de la constitución de nociones por parte de los estudiantes sobre el fenómeno de la electrostática y, que además, resaltaba algunos fragmentos de textos originales en la orientación de dichas actividades.

3.2. Contexto de la Investigación

El caso consistió en la participación de un grupo de ocho estudiantes del grado undécimo pertenecientes a la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez, ubicada en el municipio de San Pedro de los Milagros (Antioquia); entre ellos se encontraban siete mujeres y un hombre

entre las edades de 15 a 17 años de edad, con quienes se trabajó en un contexto extraescolar, por lo cual quienes fueron consolidados como sujetos de investigación fueron asignados de acuerdo a su disponibilidad horaria.

La secuencia didáctica se llevó a cabo dentro en un entorno virtual, por medio de la plataforma Meet, acompañada de la plataforma educativa Nearpod, donde los estudiantes experimentaron un acercamiento más interactivo y fueron protagonistas de las actividades que allí se plantearon, esta secuencia tuvo lugar entre los meses de noviembre y diciembre del año 2020.

3.2.1. Criterios de selección de los participantes


La selección del grupo de estudiantes, se da a partir de participación voluntaria, donde cada uno de ellos, estuviese interesado en la intervención de actividades alternativas a la educación tradicionalmente brindada; de allí, se tuvieron en cuenta todos los encuentros virtuales que se dieron durante el año escolar, la asistencia de cada estudiante y su responsabilidad durante la orientación del curso de física dirigido en la institución, ya que es de notar que para fines de la investigación es de vital importancia debido a que permite que las sesiones se lleven a cabo en su totalidad, al tratarse de una asistencia voluntaria y en horas contrarias a su jornada académica.

Finalmente, otro de los criterios que se tuvieron en cuenta para la participación de los estudiantes en la secuencia didáctica, fue la conexión a internet en los horarios estipulados, como ya se indicó, la socialización de esta secuencia se llevó a cabo en un entorno virtual por tanto fue primordial el uso de internet y de al menos un aparato electrónico (celular, tablet o computador).


3.2.2. Compromiso ético de investigación

El principal paso en el desarrollo de la secuencia didáctica fue la aplicación de un protocolo ético (ver figura 1), con la finalidad de obtener del consentimiento informado por parte de los sujetos involucrados, en este caso tanto padres de familias como estudiantes (ver anexo 2.). Por tanto, se realizó un encuentro vía Meet (ver figura 2), con padres de familia y estudiantes, donde se presentó el objetivo de la investigación y el rol de los involucrados en ella.

Figura 1
Protocolo ético



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMINARIO DE PRÁCTICA II
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN



La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física

Protocolo de compromiso ético y Consentimiento informado para participantes de investigación [i]

Estimado padre de familia y estudiante:

Usted ha sido invitado a participar en el Proyecto de Investigación titulado "*La actividad experimental como medio para la construcción de conocimiento en las clases de física. Análisis de una secuencia didáctica basada en las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias*", cuyos investigadores son los estudiantes **Daniel Avendaño Londoño** y **Luisa Fernanda Taborda Laverde** de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia, bajo el acompañamiento de la profesora **Yaneth Liliana Giraldo Suárez** Profesora de Cátedra, en calidad de asesora.

El objetivo del estudio es Describir las posibles contribuciones que pueden generarse a la construcción de conocimiento en torno al concepto de la electrostática con la implementación de una secuencia didáctica, que resalta el uso de fragmentos de textos originales en la orientación de actividades experimentales, a partir de las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias. Dicho trabajo de investigación se realizará con la participación de los estudiantes de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del municipio de San Pedro de los Milagros, nos interesa propiciar la construcción de explicaciones por parte de los estudiantes, donde integren sus conocimientos previos, el uso de los fragmentos originales, las observaciones y explicaciones que realizan durante las actividades experimentales.

Procedimiento: En caso de aceptar la participación en esta investigación, los estudiantes harán parte de la implementación de una secuencia didáctica que consta de 6 sesiones que se van a llevar a cabo de manera virtual, con un lapso de tiempo aproximado entre 1 hora y media o 2 horas, a través de la plataforma Meet, con el acompañamiento, en la orientación de las actividades, de la plataforma educativa Nearpod; en éstas clases se realizan diferentes actividades experimentales con materiales de fácil acceso, que, si llegado el caso deban comprar, por no tener algunos de ellos, no cueste mucho dinero, además, éstos serán reutilizados durante todos los encuentros.

Si usted está de acuerdo, se realizarán registros de las grabaciones de los encuentros virtuales en la plataforma Meet, en las que ellos prenderán sus cámaras para dar explicaciones y mostrar las diversas actividades experimentales que realizaremos durante la implementación de la secuencia didáctica, además, colocarán sus puntos de vista, explicaciones construidas a lo largo del proceso y evidencias fotográficas, en la Plataforma Educativa Nearpod, la cual orientará los encuentros, con la única finalidad de tener registrada toda la información y poder analizarla.

Beneficios: En caso de participar de manera completa de las actividades propuestas, consideramos que como beneficios de dicho proceso está el desarrollo de una idea más completa del trabajo científico; la construcción de conocimiento mediante actividades experimentales que incentiven: la exploración del entorno, comprendiendo la relación constante entre el contexto, los conceptos, teorías y fenómenos llevadas al aula de clase; el uso de fuentes originales para recontextualizar y reinterpretar visiones y ambientes donde se han elaborado los conocimientos científicos; además, les permite construir una imagen de la actividad experimental que no esté sesgada al espacio de laboratorios bien equipados, sino a mostrar la relevancia del contexto inmediato en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Más aún, debemos recalcar que este proceso promoverá el carácter investigativo de los alumnos, mostrando que existen alternativas para la educación en ciencias, donde éstos exploren, indaguen y problematicen el contenido que es llevado al aula, relacionando a los educandos con

[i] Adaptación realizada con base en el informe del proceso de investigación de la Magister en Educación en Ciencias Naturales Natalia Muñoz Candamil. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMINARIO DE PRÁCTICA II
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN



La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física

la Educación Superior a la cual van a pertenecer cuando ingresen a las Universidades, ya que las capacidades potenciadas mediante actividades como las propuestas permiten mejor desenvolvimiento en carreras universitarias, gracias al deseo de aprender y conocer que anhelamos promover desde la enseñanza de las ciencias. Además de esto, lo realizado en esta implementación será tenido en cuenta en el área de Física como el trabajo final de este año lectivo y, por tanto, será la última nota de la materia.

Finalmente, la institución educativa de la cual usted hace parte se beneficia en cuanto a un aporte metodológico que supone el desarrollo de este tipo de actividades, dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, que pueden seguir siendo aplicados y en dónde usted puede convertirse en un replicador de esta experiencia.

Confidencialidad / Devolución de la información: La información obtenida en el estudio será de carácter confidencial, y se guardará el anonimato. Esta información será utilizada únicamente por los estudiantes integrantes de la investigación, para el posterior desarrollo de informes y publicaciones en textos de divulgación y en revistas científicas. Para asegurar la confidencialidad de sus datos, Usted quedará identificado(a) con un número, o con un seudónimo, y no con su nombre, lo que garantizará el compromiso de los investigadores de no identificar las respuestas y opiniones de los participantes de modo personal.

Todos los análisis y resultados del estudio le serán dados a conocer en primera instancia a Usted, para su conocimiento y validación. Igualmente, una vez terminado el estudio, se hará un encuentro con todos los participantes para presentar los hallazgos y conclusiones; esto con la intención de recibir sus observaciones y sugerencias, las cuales serán tenidas en cuenta en el informe final.

Riesgos Potenciales/Compensación: Su participación en este estudio no involucra ningún riesgo o peligro para su salud física o mental. Los encuentros se realizarán de manera virtual por la plataforma Meet y Nearpod lo cual evitará que Usted tenga que desplazarse a otros lugares, evitando así riesgos de contagio por COVID-19. Es importante precisar que Usted no recibirá pago alguno por participar en el estudio, y tampoco tendrá costo alguno para Usted, sin embargo, al hacer parte de su proceso de aprendizaje dentro del área de física, se tendrá en cuenta en la evaluación y valoración final que su profesor titular pueda otorgarle al finalizar el periodo escolar.

Participación Voluntaria/Retiro: Su participación en este estudio es voluntaria. Su decisión de participar o no, no afectará sus derechos como estudiantes de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez. Si usted decide participar en este estudio, es libre de cambiar de opinión y retirarse en el momento que usted así lo quiera, sin recibir ningún tipo de sanción; en tal caso, la información que se haya recogido hasta la fecha será descartada y eliminada del estudio.

Datos de contacto:

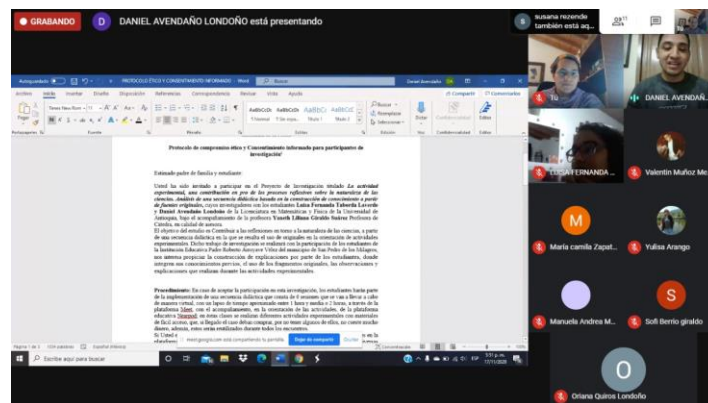
Cualquier pregunta que usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar a los estudiantes: Daniel Avendaño Londoño, teléfono: 3107322346, e-mail: daniel.avendanol@udea.edu.co; Luisa Fernanda Taborda Laverde, teléfono: 3023651226, e-mail: luisa.taborda@udea.edu.co, y a la profesora Yaneth Liliana Giraldo Suárez, profesora asesora de la investigación, teléfono: 3235254346, e-mail: yaneth.giraldo@udea.edu.co

Agradecemos desde ya su colaboración, cordialmente:

Daniel Avendaño Londoño
Luisa Fernanda Taborda Laverde
Yaneth Liliana Giraldo Suárez

Figura 2

Presentación, protocolo ético y consentimiento informado, 2020.



Nota. La figura muestra la presentación del protocolo ético y consentimiento informado a estudiantes y padres de familia, vía Meet. Fecha. 17/Nov/20.

3.3. Estrategias para el registro de la Información

Este proyecto de investigación obtiene información por medio del análisis de un instrumento, el cual se interpreta teniendo en cuenta las categorías de investigación necesarias para el diagnóstico y estudio de la problemática.

Luego, los procesos que se tuvieron en cuenta para el registro de la información derivada de la secuencia didáctica fueron grabaciones y videos de las discusiones e intervenciones obtenidos mediante un entorno virtual y que hicieron posible la revisión de fotografías, registros escritos y procedimientos realizados por los sujetos participantes, en los que se plasman todas aquellas experiencias, observaciones e intervenciones vividas durante el desarrollo de la secuencia, para luego proceder a la transcripción la cual se convierte en un insumo importante que sirvió para realizar el análisis cualitativo del trabajo de investigación.

Para este registro, es importante resaltar que se utilizó la plataforma educativa Nearpod, la cual permitió tener un informe escrito de las respuestas que daban los estudiantes a los cuestionamientos que allí se planteaban, en este caso no fue necesario hacer transcripciones de los aportes escritos presentados por los participantes, solo de aquellas intervenciones e ideas expresadas verbalmente, esta plataforma fue utilizada en todas las sesiones y de allí se clasificaron aquellos aspectos relevantes para investigación; además, al estar realizando la implementación en

un espacio virtual se da la posibilidad de las grabaciones vía Meet, que permitieron rescatar ideas de los estudiantes de forma verbal y por medio de preguntas, reflexiones y conversatorios en conjunto.

Otro de los procesos para el registro, fueron las observaciones realizadas en cada sesión, que para Stake (2010) “Durante la observación el investigador cualitativo en estudio de casos registra bien los acontecimientos para ofrecer una descripción relativamente incuestionable para el informe final” (p. 61), observación que se tornó compleja al no disponer de la presencialidad, ya que las interferencias en este entorno se manifiestan con el uso de cámara encendida de los participantes; sin embargo, se pudo observar cuando los estudiantes socializan las actividades experimentales propuestas, lo que dio pie al registro.

Estas observaciones más las intervenciones que se dieron en los encuentros, facilitaron la toma de apuntes en un diario de campo donde se registró todo lo relacionado con las palabra, experiencia, discusiones, además de los datos específicos como calendario, hora, fechas y sesiones en las que se dieron tales sucesos (Stake, 2010).

3.4. Sobre la Secuencia Didáctica

3.4.1. Consideraciones teóricas sobre la Secuencia Didáctica

La secuencia didáctica se centró en una mirada socio-cultural de la ciencia, basada en el uso de fragmentos de textos originales, los cuales permitieron conocer un recorrido histórico de la dinámica científica en torno a un concepto, lo que generó la posibilidad de comprender con más facilidad los conceptos físicos llevados al aula, mediante sus diversas situaciones problémicas, múltiples contextos, intereses, modos de razonar e intenciones que hacen parte del trabajo científico y conforman la historia de la ciencia (Romero et al., 2016).

Por otra parte, mediante la secuencia se presentó una visión diferente a la actividad experimental, dejando de lado la noción común enfocada en la separación de lo teórico y lo experimental, que ocasiona que ésta última se convierta en subsidiaria de la teoría, una mirada derivada de un enfoque positivista que reduce la concepción del trabajo científico a la constatación de teorías, menospreciando otras actividades que también permean los resultados científicos

(Ferreirós y Ordóñez, 2002); por lo cual, lo que se defendió mediante esta implementación fue una relación de complementariedad entre ambas, gracias al diálogo y comunicación constante, debido a que las modificaciones y cambios en una conllevaron a transformaciones en la otra (Romero y Amelines, 2017), es por esto, que son actividades simultáneas, no una después de la otra.

Además de lo anterior, la secuencia se enfoca en reflexionar acerca del papel de los instrumentos para la actividad científica, ya que éstos posibilitan: la construcción de fenomenologías, hablar de sus características, generar interpretaciones, permitiendo a los estudiantes elaborar y modificar sus nociones y lenguaje que las significan y diferencian (Romero y Amelines, 2017); es por esto, que facilitan esa comunicación entre los pensamientos y la naturaleza, consolidándose como dependientes los unos de los otros, hasta el punto de no pensarlos como separados sino como uno sólo.

Así pues, con las actividades expuestas en esta secuencia se promovió el desarrollo de procesos discursivos, que permitieron potenciar el pensamiento crítico y reflexivo de los estudiantes, acerca de la actividad científica y su influencia en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Romero y Amelines, 2017); dichos procesos fueron fruto del cruce continuo entre los saberes previos, el uso de fragmentos de textos originales y actividades experimentales, enfocados en los conceptos básicos de la electrostática, temática que fue elegida, debido a varios factores como: su riqueza en variedad de perspectivas científicas, que a pesar de estar en el DBA es poco usual que se aborde en las aulas de clase y a las actividades experimentales relacionadas con ella.

Para la construcción de la secuencia, se tuvo en cuenta la propuesta de Díaz Barriga (2013), en la cual ésta es considerada como una estrategia importante en la que se conduce a la elaboración de contextos de aprendizaje donde el estudiante tenga la posibilidad de volverse partícipe activo de su propio entorno de enseñanza y de la construcción de su proceso cognitivo; más aún, de los planteamientos de este autor se rescató una estructura importante para direccionar las actividades, centrada en un orden particular donde se disponen diferentes componentes que integran fases de enseñanza-aprendizaje como método para lograr los objetivos que previamente se habían establecido. Así pues, una secuencia didáctica puede ser planificada como una secuencia de clases, o en este caso, de sesiones.

Debido a esto, se hace necesario que dichas sesiones integren, propósitos, objetivos competencias o habilidades a desarrollarse, contenidos plenamente organizados, metodologías o

estilos de enseñanza, además, de actividades dispuestas para alcanzar los objetivos previstos y, por último, una evaluación que atraviesa todo el proceso.

En este orden de ideas, la secuencia didáctica se construyó a partir de un interés particular arraigado a saberes provenientes de una temática específica, en este caso la electrostática, la cual fue desarrollada a través de diferentes sesiones, que a su vez se subdividieron en tres tipos de actividades, éstas fueron: actividades de apertura, de desarrollo y de cierre. Las actividades de apertura tienen como propósito permitir abrir el clima de aprendizaje, las actividades de desarrollo tienen como finalidad que el estudiante se relacione con una nueva información; y, por último, las actividades de cierre se realizan con la finalidad de lograr una integración del conjunto de tareas realizadas, permiten realizar una síntesis del proceso y del aprendizaje desarrollado (Díaz-Barriga, 2013).

3.4.2. La magia de lo eléctrico: Un aprendizaje experiencial

La secuencia está conformada por seis sesiones, orientadas al desarrollo de actividades experimentales, diseñadas con el propósito de posibilitar a los estudiantes constituyentes del estudio de caso (instrumental), el acercamiento a los procesos de construcción de conocimiento, por medio de actividades que privilegiaron el uso de fragmentos de fuentes originales, espacios de disertación y la puesta en común de ideas por medio de diálogos.

Las actividades para el desarrollo de la secuencia didáctica se encuentran organizadas de la siguiente manera:

- Actividades de apertura o de contextualización, donde se involucra a los estudiantes a partir de experiencias cotidianas y vivencias con el fin de ofrecer un panorama general de cada sesión.

Figura 3

Secuencia didáctica: Primera sesión, Actividad de Apertura, Situación 1

A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS ALGUNAS SITUACIONES DE LA COTIDIANIDAD, DONDE DEBERÁS AYUDAR A LOS PERSONAJES A RESPONDER A LAS PREGUNTAS QUE HAY EN CADA UNA DE ELLAS.



EXPLORA Y DIVIÉRTETE

Ayuda a Teresa...

Teresa decide limpiar la alfombra que le regaló su esposo en su aniversario número 4, comienza por quitarle el polvo en la comodidad de su balcón frotándola suavemente con sus manos, cuando estaba a punto de terminar toca accidentalmente la baranda de metal que se encontraba en su balcón, de inmediato recibe una pequeña descarga. Teresa se queda estupefacta y no encuentra explicación alguna a lo sucedido.

- Actividades de desarrollo o experimentales, como medio para la constitución de conceptos, exploración de materiales y manipulación de variables.

Figura 4

Secuencia didáctica: Primera sesión, Actividad de desarrollo, Situación 1

Ahora escoge tus materiales:

Con los materiales que desees, explora, crea e innova una o varias actividades experimentales donde evidencies el fenómeno expuesto en las experiencias anteriores.



DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO EXPLICANDO LO ACONTECIDO Y POR QUÉ SUCEDE TAL INTERACCIÓN; ADEMÁS, DEBES ANEXAR EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS O DIBUJOS QUE ILUSTREN TU PROCESO.




- Actividades que conlleven al acercamiento a contextos históricos, mediante lecturas y análisis de fragmentos de primera fuente.

Figura 5

Secuencia didáctica: Quinta sesión, Actividad de apertura

A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS ALGUNOS FRAGMENTOS DE LOS PRIMEROS DOCUMENTOS DONDE LOS CIENTÍFICOS EMPIEZAN A CONSTRUIR SUS TEORÍAS. LÉELOS Y RESPONDE A LAS PREGUNTAS.

Leonard Euler



“... Empezaré por explicar a Vuestra Alteza el verdadero principio de la naturaleza en el que todos los fenómenos por variados que parezcan, están fundados, y del que todos se deducen muy fácilmente, sin la menor dificultad. Para ello, será suficiente el observar cómo, en general, se excita la electricidad frotando un tubo de vidrio; por este procedimiento el tubo se electrifica; entonces atraerá y rechazará alternativamente cuerpos ligeros que se le presenten; y cuando se le aproximan otros cuerpos, se ve saltar entre ellos centellitas, que, si se hace más fuerte, encienden el espíritu del vino y otras materias combustibles. Cuando se toca con el dedo el tubo, salta otra centellita, sintiéndose una picadura que, en algunas circunstancias, puede hacerse tan grande como para ocasionar una conmoción en todo el cuerpo. En lugar de un tubo de vidrio, se puede utilizar también un globo de vidrio, al que se hace girar alrededor de un eje, como en el torno. Durante el movimiento se le frota con la mano, o por medio de un cojín; de esta forma también el globo se electrifica, y produce los mismos fenómenos que el tubo. Además del vidrio, los cuerpos resinosos como la cera de España y el azufre, tienen también la propiedad de electrificarse por el frotamiento. Pero sólo algunas clases de cuerpos son capaces de electrificarse con el frotamiento, entre ellas el vidrio, la cera de España y el azufre son las principales. Los otros cuerpos, por más que se les frote cuanto se quiera, no manifiestan el menor signo de electricidad. Pero cuando se les aproximan los primeros, después de haberlos electrificado, adquirirán inmediatamente la misma propiedad. Luego estos cuerpos se electrifican por comunicación, pues el solo contacto y frecuentemente la simple proximidad de los cuerpos eléctricos, los hace tales. En consecuencia, los cuerpos se dividen en dos clases: la primera, comprende los cuerpos que por frotamiento se electrifican; y la otra, los cuerpos que lo hacen por comunicación, y en los que el frotamiento no produce ningún efecto. [...] Todos los metales pertenecen a ésta última clase; y la comunicación va tan lejos, que si se presenta el extremo de un alambre a un cuerpo eléctrico, el otro extremo se electrifica por largo que sea el hilo; y aplicando todavía otro hilo al extremo del primero, la electricidad se expande también a todo lo largo de este otro hilo; de manera que por este medio se está en condiciones de transmitir la electricidad a las mayores distancias”

- Actividades de cierre o que involucren la producción oral y escrita, por los participantes, mediante cuestionarios, socializaciones y grupos de discusión orientadas por preguntas y situaciones específicas.

Figura 6

Secuencia didáctica: Segunda sesión, Actividad de Cierre



Conversatorio.

Preguntas orientadoras:

A partir de las soluciones y explicaciones dadas a las diferentes actividades:

- Reflexionar sobre los puntos de vista expuestos a lo largo de la sesión, complementar las soluciones que le dieron en los retos iniciales y exponerlos.
- Dar a conocer las ideas y nociones centrales de la sesión, mediante una breve explicación de los conceptos trabajados en ella.
- ¿Qué características comunes observas en cada una de las experiencias?
- A partir de las experiencias realizadas anteriormente, que modificaciones le harías a las soluciones que le diste al reto inicial.
- Conclusiones grupales de la sesión.

The infographic includes an illustration of three people in a meeting. A man in a pink shirt and blue pants is speaking, a woman in a white shirt is listening, and another woman in a blue shirt is sitting at a desk with a computer monitor and keyboard.

En la primera sesión, titulada *¿Que produce la frotación?*, se hizo énfasis en los saberes previos que traen los estudiantes sobre la temática, en primer lugar se establece una actividad de apertura basada en situaciones experienciales, que cuentan sucesos cotidianos para luego relacionarlos con el fenómeno que se da a partir de la frotación, cómo se da este fenómeno y cuáles son sus causas, son algunas de las problemáticas integradas para el desarrollo de esta actividad, además cuenta con la necesidad de interpretar, transformar y proponer nuevas experiencias donde el montaje experimental sea más eficaz.

Para la actividad de desarrollo, se propuso recrear situaciones en las que se observen algunas de las consecuencias producidas a partir de la acción de frotamiento, en este caso se optó por la intervención de algunos materiales conforme a la situación, en esta instancia se pretende que el estudiante realice ciertas actividades de carácter exploratorio, hasta tal punto de establecer la relación que se encuentra entre la frotación y los fenómenos que de allí surgen.

Finalmente, se cierra la sesión, en la que se destacan los procesos discursivos como fuente de construcción de conocimiento, al entablar diálogos entre los participantes, donde exponen puntos de vista e ideas referentes a la sesión, es también un espacio de reflexión y retroalimentación que se da por medio de los investigadores y que es orientada por preguntas problematizadoras para

el entable de las explicaciones construidas, esta actividad de cierre es recurrente en todas las sesiones, ya que es uno de los elementos más importantes para el análisis de la información.

Siguiendo con la estructura de Díaz Barriga (2013), se presentan las actividades pertenecientes a las sesiones dos y tres, tituladas “*hagamos magia con la frotación*” y “*haciendo magia con la frotación*” respectivamente, el principal propósito de estas actividades es el de comprender el comportamiento atractivo y repulsivo de los fenómenos electrostáticos, a partir de actividades experimentales; en primera instancia (actividad de apertura) se propone la solución de una serie de retos donde se privilegie la experimentación exploratoria en cuanto a la constitución de conceptos precedentes de dicha actividad. Para la actividad de desarrollo, se emplean experiencias llamativas enmarcadas en los fenómenos tanto repulsivos como atractivos producidos por la frotación, allí se establecen parámetros con el fin de que los participantes establezcan diferencias y relaciones entre ambos fenómenos y a su vez propongan nuevas experiencias encaminadas en la eficiencia tanto de los materiales como de las acciones que producen dichos fenómenos, en esta actividad al igual que la anterior se sigue privilegiando aspectos sobre la actividad exploratoria, además de incentivar los procesos discursivos que se dan entre los estudiantes al proponer actividades grupales sujetas a la construcción de nuevas experiencias. Finalmente se cierra la sesión con un conversatorio.

En la sesión número cuatro titulada “*¿Por qué sucede?*”, se pretende contextualizar el escenario partiendo de preguntas enfocadas en la electrostática y cómo está involucrada en los experiencias cotidianas, además de establecer las relaciones existentes entre los conocimientos previos y las actividades propuestas, aquí se privilegian los procesos discursivos en la interacción que se da por medio de diálogos donde se exponen las posturas de cada estudiante referente a la temática. Es importante resaltar que dentro de esta cuarta sesión se empiezan a potenciar el uso de fragmentos originales en la planeación de la actividad de desarrollo, es así como se toma uno de los fragmentos escogidos acerca de “*la atracción y repulsión de los cuerpos eléctricos*” para esclarecer el recorrido que se tuvo durante las tres primeras sesiones, además de mostrar las variaciones producto de eventos históricos que se construyeron frente a los fenómenos físicos, con el fin de desarrollar en los participantes nuevas interpretaciones, posturas y conclusiones referentes al fenómeno en cuestión. Finalmente (actividad de cierre), se entablan reflexiones a partir de

preguntas relacionadas con todas las sesiones hasta aquí descritas, por medio de un conversatorio guiado por los investigadores.

Por último, se describen las sesiones cinco y seis tituladas “*científicos por un día*” y “*constructores electrostáticos*” respectivamente, allí se resaltan aquellos fragmentos de primera mano, donde los participantes sitúan los escenarios que vivenciaron durante todas las sesiones, para dar un análisis profundo de ellos, además de compartir explicaciones tanto orales como escritas de las experiencias que tuvieron en cuenta, durante la secuencia didáctica, para la realización de instrumentos cualitativos pertinentes en la exploración de materiales. Finalmente, se culmina la secuencia por medio de diálogos mediados por los investigadores con el fin de responder preguntas, idear nuevas estrategias y visualizar la pertinencia del instrumento para la socialización de la temática, donde esté reflejada la idea que se defiende dentro de la investigación acerca de los libros de texto, que en este caso no es el texto el que guíe, sino que es el docente el que oriente de acuerdo a la relación que se puede encontrar con los fragmentos originales, es decir, este instrumento no está diseñado para seguir un paso a paso, si no que está propenso a cambios, según la necesidad de los estudiantes y los contextos donde están inmersos.

3.5. Plan de Análisis

Para el análisis se clasificaron todos aquellos aportes significativos obtenidos a partir de lecturas, cuestionarios y experiencias grupales e individuales realizadas por los estudiantes, ya que como afirma Piñuel (2002) “la técnica del análisis de contenido no producirá interpretaciones relevantes de los datos si éstos mismos no son relevantes para conocer condiciones de comunicación; y estas condiciones son de naturaleza sociocognitiva” (p. 3).

Es así, como en el trabajo investigativo la construcción de conocimiento es entendida como un “proceso subjetivo e intersubjetivo” (Cisterna, 2005, p. 62), dado que es la persona la que estructura la investigación y reúne la información, para lograr los retos y desafíos que se plantea desde la misma, no sólo a partir de sus conocimientos previos, sino también de las bases teóricas e indagaciones que la sustentan y los resultados obtenidos en ella, que luego son socializados y disertados en la comunidad a la que el investigador pertenece (Cisterna, 2005).

De allí, la información fue revisada y organizada de tal forma que permaneciera la postura que es desarrollada en este trabajo de investigación en cuanto a la actividad experimental, como lo son la propuesta de actividades que involucran el acercamiento a la experimentación exploratoria, el diálogo permanente entre estudiantes, la elaboración de argumentos referente a la observación de los fenómenos y la elaboración de explicaciones asociadas a las experiencias, procedimientos y resultados obtenidos.

Para la transcripción de la información se utilizaron las siguientes convenciones:

Tabla 2

Convenciones para las transcripciones de los participantes

PARTICIPANTES	CONVENCIONES
Participante 1	SR
Participante 2	SB
Participante 3	YA
Participante 4	MC
Participante 5	OQ
Participante 6	VM
Participante 7	MA
Participantes 8	IA

Posteriormente se seleccionó y estudió la información teniendo en cuenta un análisis de contenido que, según Piñuel (2002), se le da:

Al conjunto de procedimientos interpretativos de productos comunicativos (mensajes, textos o discursos) que proceden de procesos singulares de comunicación previamente registrados, y que, basados en técnicas de medida, a veces cuantitativas (estadísticas basadas en el recuento de unidades), a veces cualitativas (lógicas basadas en la combinación de categorías) tienen por objeto elaborar y procesar datos relevantes sobre las condiciones mismas en que se han producido aquellos textos, o sobre las condiciones que puedan darse para su empleo posterior. (p.7)

Este análisis se da desde el mismo momento en que se comienza a seleccionar la literatura y la fundamentación teórica de esta investigación, con el fin de hacer un empalme con las

actividades planteadas para la implementación de la secuencia. Luego se da la selección de unidades de análisis por medio de categorías, subcategorías e indicios, con base a Cisterna (2005).

A modo de ejemplo, se presentan algunas transcripciones (ver tabla 3), donde se da la relación con las categorías, subcategorías e indicios necesarios para la clasificación de la información.

Tabla 3
Relación de categorías y unidades de análisis

MACROCATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	INDICIOS	UNIDADES DE ANÁLISIS
Las reflexiones sobre la NdC como orientadora en el diseño de actividades experimentales.	La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias	Establece posibles causas por las que se produce el fenómeno.	(Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 2, Pregunta 1, 19/Nov/20)
			¿Por qué crees que la cucharilla atrae los dos ingredientes?
			MC: Cuando se frota con fuerza la cuchara con la tela, esta se carga de electricidad.
			OQ: Porque al ser un objeto cargado (lo frotó en su ropa), es un objeto capaz de atraer hacia sí objetos más ligeros.
			SR: Cuando frota la cuchara con su ropa, la cuchara de plástico queda cargada y es capaz de atraer los dos ingredientes por su densidad.
			YA: Porque al ella frotar la cuchara con su ropa la carga con una carga (positiva o negativa) y la pimienta tiene carga positiva o negativa.

Nota. Las transcripciones de las respuestas de los estudiantes se van seleccionando y anexando a las tablas de acuerdo con la relación que se indica en los indicios.

Siguiendo a Piñuel (2002), en el diseño de triangulación se registran y comparan las diferentes perspectivas expuestas por los estudiantes, a la hora de comunicarse en situaciones y actividades específicas de la implementación, con los planteamientos de los autores que sustentan la investigación encaminadas en el logro de los objetivos de la misma. Mediante este diseño, además, se pueden confrontar las explicaciones y descripciones que se realizan en la investigación con las de otras similares o entre diferentes técnicas que se desarrollan en ésta, como es el análisis de contenido, donde es posible dar validez a los resultados obtenidos en la secuencia didáctica.

3.6. Sobre las categorías de Investigación

Haciendo énfasis en los objetivos específicos planteados en la investigación, y de acuerdo con lo construido en el referente teórico, se propone la selección de unidades de análisis por medio de categorías, subcategorías e indicios, con base a Cisterna (2005) donde las “categorías, [...] denotan un tópico en sí mismo, y las subcategorías, [...] detallan dicho tópico en micro aspectos” (p.64), es decir, se toman las subcategorías para explicar las categorías de forma sintetizada. Estos tópicos se dan a partir de la formulación de los objetivos generales y específicos, donde los primeros son inversiones de la pregunta de investigación en términos de finalidades y los segundos son aquellos que dividen y operacionalizan los generales; éstas, además, pueden ser *apriorísticas*, elaboradas previo a la recopilación de la información, o *emergentes*, surgidas durante la propia investigación, sobre todo, en la construcción y análisis de los datos (Cisterna, 2005). (Ver tabla 4)

Tabla 4
Macro categoría, subcategorías e indicios

MACRO CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS	INDICIOS	
Las reflexiones sobre la NdC como orientadora en el diseño de actividades experimentales.	Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento.	Al trabajar en grupos ofrecen soluciones a retos y situaciones propuestas, a través de estrategias discursivas.	
		Toma postura a través de argumentos ante preguntas formuladas durante la secuencia.	
		Construye explicaciones referente al fenómeno de electrificación.	
		Reflexiona y recontextualiza las diferentes perspectivas expuestas por los autores.	
	La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias.		Relaciona las experiencias previas encaminadas a la constitución de conceptos.
			Establece posibles causas por las que se produce el fenómeno.
			Propone alternativas experimentales donde se opte por la utilización de nuevos materiales.
			Resuelve los retos planteados mediante la exploración de materiales.
			Recontextualiza las perspectivas de los autores a través de aspectos teóricos y experienciales para el desarrollo de actividades experimentales.
			Reconoce la relación complementaria entre teoría y actividad experimental para la elaboración y reformulación de explicaciones.

	Importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías en torno al concepto de la electrostática.	Elabora diferentes instrumentos y mejora su capacidad de eficiencia. Identifica la utilidad de diferentes instrumentos en las actividades propuestas.
--	--	--

Nota. Los colores que se muestran en la tabla hacen referencia a los indicios que serán analizados a través de unidades de análisis en el capítulo 4. Aquel al que no se le asigna ningún color, es un indicio emergente del proceso de construcción de datos y análisis de fragmentos.

Dado que la secuencia didáctica fue planteada haciendo alusión a la macrocategoría relacionada con las reflexiones en torno a la NdC como orientadora en el diseño de actividades experimentales, en el desarrollo de la mayoría de las actividades expuestas durante toda la socialización se encontraron indicios y correlaciones entre la macrocategoría, lo que facilitó el proceso de organización de la información de tal modo que se establezcan criterios de prioridad en los enunciados a escoger.

3.6.1. Las reflexiones sobre la NdC como orientadora en el diseño de actividades experimentales

En el presente apartado se pretende dar a conocer las consideraciones en torno a la macrocategoría que hace referencia a la NdC, relacionadas con tres subcategorías: los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento, la experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias y la importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías en torno al concepto de la electrostática.

3.6.1.1. Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento

Debido a las reflexiones que han orientado este trabajo de investigación, se considera a los procesos discursivos como fuente fundamental para la construcción de conocimiento, dado que son éstos los que permiten el acercamiento a problemáticas frecuentes en torno al conocimiento científico; en este sentido, las actividades que se exponen en las clases de ciencias son actividades colectivas, donde los participantes comparten los mismos propósitos y sentido de la actividad,

exponiendo todas aquellas ideas que predominan durante los encuentros, mediante interpretaciones que llevan a la argumentación de diferentes supuestos en búsqueda de consensos, donde el rol del maestro forma parte de conciliador entre conversaciones, debates y posturas.

De allí la importancia del debate como proceso formativo en la disertación de nociones acerca de una temática en específico, donde se susciten todas aquellas posturas establecidas por cada uno de los participantes, en el cual se deje de lado las verdades absolutas y se desarrolle el pensamiento crítico-reflexivo como finalidad de construcción de conocimiento; así pues, el debate permite además de la comunicación entre sujetos, potenciar el proceso argumentativo y demás competencias asociadas a ella. Es por esto, que “a través de este movimiento (discursivo), que la argumentación tiene la posibilidad de involucrar al individuo en el proceso reflexivo” (Leitão & Cano, 2016, p.28).

Si bien, los procesos discursivos están permeados de todos aquellos aspectos y factores socioculturales que son evidentes en las personas, el análisis de la interacción verbal, como las experiencias personales de los sujetos, son fuente de conocimiento que entra, se cruza, se conecta y posibilita la construcción de conocimiento científico. En otras palabras, se puede decir que tanto estudiantes como maestros establecen una cadena entre el tema de la clase y sus experiencias vivenciadas, para así posibilitar la construcción de conocimiento con elementos asociados a la vida cotidiana, lo cual afirma Moreira (2005) cuando dice “el conocimiento previo es, de forma aislada, la variable que más influye en el aprendizaje. En última instancia, sólo podemos aprender a partir de aquello que ya conocemos” (p. 86). Así pues, la forma en la que los sujetos argumentan situaciones está permeada por todas aquellas experiencias que hacen parte de su contexto, cultura y sociedad en la que están inmersos.

Es por esto, que para este trabajo de investigación, dicha práctica está estrechamente relacionada con la perspectiva de ciencia que se propone, donde se considera el conocimiento científico como una actividad explicada a través del mundo, en la cual los sujetos construyen, defienden y reformulan sus perspectivas o puntos de vista mediante su interacción con el medio en el que están inmersos, donde están expuestos a todas aquellas tradiciones dependientes de factores socio-culturales propios de las comunidades y enmarcados de acuerdo a dinámicas históricas como controversias, disensos, consensos y problemáticas presentes en la génesis de los conceptos y teorías que en estos grupos sociales y científicos se construyen (Ayala, 2006).

Dicho lo anterior, para el análisis y construcción de los datos correspondientes a esta subcategoría, se centró la atención en la estructuración de actividades enfocadas en suscitar debates entre participantes, a través de puntos de vista y de argumentaciones necesarias en la elaboración de posturas. Por lo cual, se pretende que los estudiantes construyan conocimiento en ambientes que posibiliten su participación y su accionar al trascender el aula reflexionando sobre el contexto mismo, donde los fragmentos de primera fuente permitan construir concepciones sobre el mundo, abordar de forma analítica experiencias referentes a los fenómenos analizados e interpretar y problematizar situaciones, con el fin de enfatizar en teorías acordes a planteamientos teóricos, propiciar tanto a la integración de organizaciones que respondan a procesos cognitivos de los alumnos como al desarrollo disciplinar y, además, permitir hacer vinculaciones con esquemas de conocimiento común (Ayala, 2006).

Para establecer los aportes de los estudiantes que van en consonancia con esta subcategoría, se han construido los siguientes indicios, que se buscarán en los registros de información obtenidos de las sesiones de trabajo con los estudiantes:

- Al trabajar en grupos ofrecen soluciones a retos y situaciones propuestas, a través de estrategias discursivas.
- Toma postura a través de argumentos ante preguntas formuladas durante la secuencia.
- Construye explicaciones referente al fenómeno de electrificación.
- Reflexiona y recontextualiza las diferentes perspectivas expuestas por los autores.

3.6.1.2. La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias

Según Ferreirós y Ordóñez (2002), la experimentación se puede clasificar en dos grupos, el primero da cuenta de cómo se estudian las variables de un fenómeno. Esto se puede realizar de dos formas; si se da un valor numérico por medio de un instrumento o una ecuación se considera cuantitativa, mientras que cuando se analizan las propiedades de un fenómeno para encontrar relaciones entre sus variables, se dice que es cualitativa; las actividades experimentales de este

último tipo, además, son parte fundamental de los procesos de formación de conceptos. El segundo conjunto, se refiere a la forma de realizar la experimentación, la cual puede ser guiada, si se elaboran diseños experimentales y reflexiones sobre una teoría totalmente constituida. También se considera exploratoria si se permite construir explicaciones sobre un fenómeno o instrumento nuevo, a partir de la modificación intencionada de las variables que allí intervengan, dando lugar a que se pueda usar en cualquier momento.

Así pues, cuando se habla de experimentación exploratoria se conlleva a la realización de actividades de manera autónoma, con el propósito de hacer una exploración a partir de una idea o propuesta de la persona que realice la actividad, para analizar el fenómeno a través de la modificación de variables sin necesidad de llegar a resultados cuantitativos (Ferreirós y Ordóñez, 2002).

De allí, la experimentación que se debe llevar al aula debe estar integrada por diversos experimentos, ya que la construcción de conocimiento no es algo instantáneo y se logra mediante una serie de actividades experimentales, no una sola, que deben tener criterios como la convergencia entre los resultados obtenidos y la coherencia entre las intervenciones y lo que se obtiene con éstas (Ferreirós y Ordóñez, 2002).

Por todo lo anterior, para esta investigación se considera que la experimentación debe ser portadora de todos aquellos hallazgos que de ella surgen donde tanto la teoría como la práctica mantengan una relación unívoca, en la que no se permita que una sea subsidiaria de la otra sino complementarias entre sí (García y Estany, 2010). En este sentido, se plantea la experimentación exploratoria como partícipe fundamental en las primeras fases del desarrollo del conocimiento científico, ya que contribuye a la configuración de conceptos y al desarrollo de nuevas perspectivas explicativas (García, 2011b; Romero y Aguilar, 2011); por lo cual, a través de ellas se incentiva a la construcción de explicaciones y que a través de ellas se dan las constituciones de los conceptos en las clases de física.

Por tanto desde la noción de actividad experimental, que se asume desde las perspectivas defendidas en éste trabajo de investigación, se propusieron una serie de actividades experimentales, en este caso exploratorias de manera que se propicien espacios de debates y conversatorios, teniendo en cuenta que estas actividades no son descriptivas ni narrativas con la idea de reforzar teorías, si no que poseen una estructura donde se privilegien problemáticas con una riqueza

conceptual y modificaciones de variables con el fin de desafiar a los participantes (García y Estany, 2010).

Por tanto, dentro de esta subcategoría se resaltaron aspectos que tienen que ver con:

- Relaciona las experiencias previas encaminadas a la constitución de conceptos.
- Establece posibles causas por las que se produce el fenómeno.
- Propone alternativas experimentales donde se opte por la utilización de nuevos materiales.
- Resuelve los retos planteados mediante la exploración de materiales.
- Recontextualiza las perspectivas de los autores a través de aspectos teóricos y experienciales para el desarrollo de actividades experimentales.
- Reconoce la relación complementaria entre teoría y actividad experimental para la elaboración y reformulación de explicaciones.

3.6.1.3. Importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías en torno al concepto de la electrostática

En esta subcategoría se alude a la consideración del instrumento como facilitador en el proceso de la construcción de fenomenologías, al considerarlo como un medio para establecer nuevas problemáticas, ideas y concepciones en cuanto a su manipulación, construcción, carga teórica, y social en la creación de un fenómeno. En el ámbito educativo, se consideran los instrumentos o aparatos utilizados en la actividad experimental, como una herramienta capaz de corroborar teorías, reproducir fenómenos, construir mediciones y analizar datos cuantitativos. De allí la intención puesta en ellos dentro de esta investigación.

En contraposición a lo anterior, el instrumento está fundamentado para “Detenerse en esta actividad y realizar una exploración más profunda, permite reflexionar sobre las bondades en el desarrollo del pensamiento físico que se pueden potencializar desde esta exploración” (Medina y Tarazona, 2011, p. 72). En este sentido, su función no se limita a la reproducción de un fenómeno o a la toma de datos, sino que desarrolla un papel más fundamental, gracias a que guía la construcción y exploración de un fenómeno.

Lo que conlleva a reconocer el papel que desempeña el instrumento en el desarrollo de la actividad experimental, ya que no se limita simplemente a la verificación de teorías y datos, si no que permite mediar entre la carga teórica de la que se reviste el instrumento y el fenómeno mismo, llevándolo a confrontar los resultados obtenidos de la exploración hecha, con las concepciones empíricas o estudios formales que tenga en el momento, vía a la construcción o estructuración de nuevos conceptos (Medina y Tarazona, 2011).

Dadas las anteriores consideraciones, se espera que la actividad experimental que se le proponga a los estudiantes, esté permeada por la noción de instrumento que aquí se defiende, el cual permita la construcción de fenomenologías por medio de su exploración, interpretación y acciones que conduzcan a la manipulación y reconstrucción de dichos aparatos, es allí , cuando la actividad experimental cobra sentido para la enseñanza de las ciencias al incluir en ella los aportes de los instrumentos en la construcción e interpretación del mundo como parte fundamental para la construcción de conocimientos.

Teniendo esto claro, para la presente subcategoría se considera necesario el análisis de los indicios que tienen que ver con:

- Elabora diferentes instrumentos y mejora su capacidad de eficiencia.
- Identifica la utilidad de diversos instrumentos en las actividades propuestas.

4. Hallazgos y Análisis

A continuación, se presentan los análisis derivados de los resultados obtenidos durante la aplicación de la secuencia didáctica. El análisis se hará con base en una macrocategoría y subcategorías planteadas desde el inicio.

4.1. Las reflexiones sobre la NdC como orientadora en el diseño de actividades experimentales

4.1.1. Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento

En esta subcategoría, se enfatizó en todos aquellos aportes que dieron los estudiantes por medio de discusiones, disertaciones de ideas, construcción y enunciación de explicaciones tanto grupales como individuales, debates, resolución de preguntas y análisis de situaciones que se fueron dando en la secuencia.

La implementación de ésta permitió que los participantes expresaran de forma verbal todas aquellas ideas construidas durante cada intervención, además, posibilitó que éstos tomarán y analizarán posturas de forma argumentativa expuestas como medio de consenso entre ideas. Vislumbrando así, una alternativa de enseñanza de las ciencias para la construcción de conocimiento, que da cuenta de cómo es la dinámica científica, al relacionar el contexto y los sujetos con los conceptos que son trabajados en el aula.

Cabe mencionar, que si bien la macrocategoría es la NdC, la cual es muy amplia, la pretensión no era desarrollar todos los aspectos que confluyen en ella, sino centrarse en algunos, de ahí la orientación de la visión que se está defendiendo en esta investigación acerca de la actividad experimental y la organización de cada una de las demás actividades presentadas en la implementación; por esto, de las reflexiones que se hicieron como investigadores acerca de la NdC, se desprende el hecho de apostar por unos de sus aspectos, en primer lugar, se trata del uso de la historia, específicamente, de los fragmentos de textos originales de acuerdo a los conceptos que se trabajaron en la secuencia; en segundo lugar, la planeación de actividades cuya intención era suscitar en los estudiantes la necesidad de llegar a consensos y de disertar acerca de las situaciones

presentadas. Por ello, las actividades experimentales incentivaban a la exploración del entorno a través de los materiales y la realización de conjeturas que luego compartían, para que, en esa comunicación continua, ellos pudieran expresar sus ideas frente a lo que estaban observando; eran entonces, actividades que conllevaban a que los estudiantes sintieran la necesidad de tener ciertas disertaciones frente algún procedimiento y momento de la implementación.

En este sentido, la NdC permitió centrarse en algunos aspectos relevantes para la enseñanza de las ciencias, principalmente en la historia, la cual permeó la construcción de la secuencia didáctica que se hizo con base en la actividad experimental, enfocada esta última en la exploración y generación de discusiones por parte de los estudiantes, los cuales potenciaron su competencia narrativa, habilidad de expresión que los llevó a procesos discursivos en marcos de disertación y consenso para poder llegar al establecimiento de lo que significa un concepto como tal, en este caso el de la electrificación.

Es necesario resaltar también, que en los primeros encuentros los estudiantes dudaban para exponer sus puntos de vista, lo cual fue expresado en silencios y en ideas traídas a colación no en tono afirmativo sino interrogativo, esperando respuestas certeras que acabarían con sus dudas y que no los invitará a seguir cuestionando, tomando, entonces, una actitud pasiva e indiferente mostrada además a lo largo de las clases de física, con la poca participación en los encuentros virtuales. Sin embargo, el trabajo en grupo dio pie para que en confianza con sus compañeros dialogarán en torno a las situaciones que la secuencia iba trayendo, que los movía a explorar y a preguntar continuamente a sus propios conocimientos, los de sus compañeros y al medio mismo en el cual estaban inmersos.

Un ejemplo de esto, ocurrió en la primera sesión cuando se les dio a los participantes la posibilidad de dividir el grupo en dos, para realizar una nueva actividad experimental, donde pudieran mostrar la atracción entre dos cuerpos posterior a la electrificación por contacto, específicamente por rozamiento, después de haberla identificado en dos retos expuestos con anterioridad; además, dado que ésta fue una actividad donde se privilegió la toma de posturas y los aportes de cada uno al trabajo grupal, es un apartado extenso, donde se evidencian los aspectos que resaltan los participantes y el apoyo de unos a otros con las dudas e inquietudes de lo que iban observando y de las concepciones que tenían, de ahí la necesidad de expresar sus explicaciones en tono interrogativo en algunas ocasiones.

Las indicaciones para la realización de dicha actividad y las perspectivas encontradas en ella fueron:

Tabla 5

Transcripción: Primera sesión, Actividad de desarrollo, Situación 2, 19/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	Aprendiendo con mis compañeros: Reúnete con tus compañeros y realiza una experiencia nueva. Describan brevemente el procedimiento realizado y expliquen por qué sucede lo que observaron mediante su actividad experimental.
Unidad de Análisis	
Grupo 1:	
MC:	<u>Yo acabé de experimentar y encontré</u> que si froto el vaso de vidrio con un pañuelo de algodón que tengo y lo pongo con el globo, el globo se atrae al vaso.
IA:	<u>Podemos intentar hacer eso.</u>
MA:	<u>Estoy de acuerdo.</u>
IA:	Pongamos que el algodón y la bomba tienen energía o algo así, no sé cómo ponerlo.
MC:	<u>Por lo que yo entiendo</u> , es como si el algodón, pues el pañuelo, tuviera como que un tipo de electrones que se cargan al globo, a no no no no perdón es al vidrio.
SB:	Sí porque como el vidrio y el plástico y todos esos no son conductores si no que se quedan con la carga.
MC:	<u>Exactamente.</u>
SB:	Ahí es donde se genera eso.
MA:	Entonces pondríamos que esto sucede ya que la tela le pasa como energía al vaso <u>¿no?</u>
IA:	La tela le transmite energía al vaso <u>¿no?</u>
MC:	<u>Es mejor escribir que carga al vaso.</u>
MA:	<u>Aaa sí.</u>
IA:	Y el vaso atrae al globo <u>¿no?</u>
MA:	<u>Eeeee sí.</u>
MC:	<u>Yo tengo una explicación mejor</u> , entonces que el pañuelo de algodón y el vaso serían como elementos neutros, entonces en el momento en el que ambos se frotan los electrones negativos, pasan al vidrio y ya cuando los ponemos en contacto con el globo, ya ellos como que, tratan, ¡ay! nose como explicar pero creo que si los electrones pasan al globo.
IA:	Permite cargas base <u>¿no?</u>
MC:	No porque vea que eee ambos son neutros, osea lo que pasa es cuando se frotan, si me hago entender.
MA:	<u>Entonces quedaría ¿cómo?</u> , tomamos un trapo de algodón y lo frotamos en un vaso de vidrio y al éste tener contacto con el globo, hay fricción, esto sucede cuando...
MA:	<u>Ya que si la tela le transmite energía al vaso y éste extrae al globo.</u>
SB:	<u>Es extrae o atrae.</u>
IA:	<u>Atrae.</u>
MA:	<u>Listo dejémoslo así.</u>
MC:	<u>Si ya está muy completo.</u>
Grupo 2:	
YA:	<u>Yo hice un segundo experimento con los lapiceros</u> , yo froté un lapicero con la bolsa plástica y luego lo acerque a los diferentes papeles que tenía, y al de globo seeee como se dice, el lapicero atrae los del papel globo, pero el papel normal no lo atrae.
VM:	<u>Bueno, la otra experiencia que yo hice</u> fue con un lapicero, entonces lo hago igual que ahorita frotándomelo en el pelo, no sé si de pronto me da igual si me lo froto en la ropa y atrae los papelitos, los trae mucho más. No sé si de pronto en la ropa, voy a intentarlo por el otro lado del lapicerito,...., no no se atrae, en la camiseta tampoco, con el pelo si se puede lograr. Si lo hago también con el tubito de

	PVC y con el pelo los papelitos se atraen y con la camisa también funciona.
SR:	¿El papel fue papel globo o normal?
VM:	Con el papel de cuaderno, porque ahora lo hice con papel higiénico y duró muy poco.

Nota. Los colores que se muestran en las tablas presentadas en este capítulo pertenecen a los indicios mencionados en el anterior.

De esto se evidencia, que los estudiantes se muestran más activos tratando de apoyar sus concepciones y de aprender de las de los demás, lo cual permitió la construcción de una nueva experiencia y de una explicación elaborada en conjunto de la misma, donde fue necesario llegar a consensos para los materiales que se iban a elegir y las posibles justificaciones que se iban dando a la experiencia tanto orales como escritas, logradas a través de puntos de vista individuales, que en unos casos fueron mencionados con seguridad y en otros incentivando a la ayuda de los demás compañeros gracias a expresiones mencionadas en tono interrogativo, todas éstas subrayadas en el apartado anterior. De ello, se nota, por demás, cuán importante es un ambiente de confianza y de respeto de la opinión, para que los estudiantes puedan expresar sus perspectivas y construir nuevas con el trabajo conjunto. Denotando, entonces, como esta puesta en común de los puntos de vista de cada uno en las disertaciones, en cuanto a lo observado y lo expuesto por los demás, potenciaban sus procesos reflexivos y enriquecían sus argumentos en el continuo movimiento discursivo (Leitão y Cano, 2016), suscitado durante esta actividad y las demás expuestas a lo largo de la secuencia.

Además, se perciben diferencias entre los dos grupos y es en cuanto al desarrollo de experiencias, ya que a pesar de tener el grupo para ser propositivos de nuevas experiencias se enfocaron los miembros del grupo 2 a realizarlas individualmente (evidenciado en las expresiones subrayadas en el registro anterior de este equipo de trabajo), mencionando solo los resultados, faltó más cuestionamiento por parte de éstos acerca de las causas de lo que percibían, utilizaron el espacio para escuchar las perspectivas de los otros, sin preguntarles el por qué sucedía o intervenir diciendo cuáles fueron las razones. No obstante, el diálogo incentivó la exploración con los materiales y las diferentes perspectivas de los participantes producto de las actividades experimentales que iban desarrollando tanto en conjunto como individualmente; por lo cual, estas continuas disertaciones enmarcadas en momentos de controversia, potenció la capacidad de argumentación de los estudiantes para el apoyo de sus explicaciones, permitiéndoles la construcción de sus conocimientos de forma crítica y reflexiva (Leitão y Cano, 2016).

Adicional a ello, la actividad anterior también suscitó a que éstos dieran sus reflexiones y tomarán postura respecto a las preguntas siguientes a ella, defendiendo sus aportes y valorando los de los demás, mediante la puesta en común de las explicaciones que iban construyendo respecto a lo que fueron analizando en ese primer encuentro y que se fueron enriqueciendo con las demás sesiones de la implementación de la secuencia didáctica.

Lo anterior se evidenció, en primer lugar, en el conversatorio final previo al cierre de la primera sesión, donde se realizaron preguntas que recogieron los temas principales en ese primer encuentro, y los estudiantes asumían su postura argumentándola con razones que hasta el momento consideraban acordes y que estaban en relación con lo aprendido en el aula y sus experiencias previas. Una de las preguntas y respuestas dadas por parte de ellos fue:

Tabla 6

Transcripción: Primera sesión, Actividad de cierre, Tercera pregunta, 19/Nov/20

Indicaciones	Conversatorio 1
Pregunta	¿Qué produce la frotación?
Unidad de Análisis	
YA1:	Yo creo que produce energía porque, si uno siente como un pequeño corrientazo, por ejemplo, basándonos en el primer, en la primera situación que ustedes nos pusieron, que ella sintió cómo algo cuando toco otra superficie, yo diría que produce energía.
VM:	Voy a decir que esto lo podemos ver en nuestra vida cotidiana en muchas situaciones, lo de por ejemplo eso descarga energía por decirlo así, cuando muchas veces uno toca a otra persona o cuando uno coge el celular, cuando coge cualquier cosita que uno siente como ese jaloncito cierto, y lo de atraer se ve mucho con las mujeres en el pelo que se les atrae por ejemplo la bomba, y también yo lo veía muy chiquitico cuando iba donde mis abuelos, cuando estaba el televisor apagado o cuando estaba muy recién apagado o antes de prenderlo no sé, que uno le ponía la mano y uno sentía como si se le pegaban los pelitos de la mano ahí en el tele, se le pegaban como en la pantallita, entonces son como cositas cotidianas que nosotros vemos.
YA2:	El mismo ejemplo que pone VM cuando le acercaba la mano al televisor, eso mismo pasa cuando uno deja, mmmmm un material de plástico en el sol, entonces se calienta y uno le pasa la mano y uno siente como se le erizan los pelitos de las manos o el pelo se pega directamente al material.
MC:	Lo que yo pude observar, era que los elementos sin frotarlos ambos son neutros y en el momento en el que se están frotando, por ejemplo, nosotros hicimos el del pañuelo de algodón con el recipiente de vidrio y el globo, entonces el pañuelo le paso los electrones negativos al recipiente de vidrio de manera que este ya quedaba cargado y al acercarlo al globo había fricción por que el recipiente de vidrio se estaba descargando en el globo por así decirlo.

Se percibe, entonces, como las perspectivas que menciona un estudiante repercuten en las de otro, más aún, a la hora de sustentar sus nociones en casos de la cotidianidad (aquí se destaca lo resaltado en VM y YA2). Es cierto, que hay diferentes posturas, unas más aterrizadas que otras (el

caso de lo subrayado de la estudiante MC) que dependen de la comprensión que se haya tenido sobre conceptos como energía y sus propiedades desde el aula de clase y también de lo interpretado a partir de los retos y experiencias vivenciadas hasta el momento, por lo cual al sustentar lo que dicen hacen alusión a experiencias vivenciadas previamente (ejemplo en YA1). Sin embargo, las posturas y explicaciones se transforman continuamente en las demás sesiones a través de conversatorios aunados a actividades experimentales, que según Romero (2013), posibilitan a los estudiantes la comprensión de los conceptos científicos y a fortalecer su pensamiento crítico y reflexivo.

Es por esto, que en conversatorios de sesiones posteriores se evidencian modificaciones en las explicaciones y puntos de vista contruidos por los participantes, fruto de las disertaciones continuas movidas por las actividades experimentales y por la necesidad de recurrentes explicaciones de las acciones que realizaban cada uno de los estudiantes. De este modo, los alumnos reforzaron sus argumentaciones y fueron respondiendo a preguntas orientadoras de las discusiones, sucedido, por ejemplo, en la segunda sesión en la actividad de cierre del conversatorio, al contestar a interrogantes de la siguiente manera:

Tabla 7

Transcripción: Segunda sesión, Actividad de cierre, 24/Nov/20

Indicaciones	Conversatorio 2
Unidad de Análisis	
-Tercera pregunta	
¿Que produce la Frotación?	
MC:	Que hace que los objetos, se puedan estar en contacto y entonces ya de ahí como generar una fuerza que hacen que se unan o que se muevan.
-Cuarta pregunta	
¿Qué pasa con los materiales después de que se frotan, si al principio estaban neutros?	
SB:	Al estar los dos cuerpos neutros y al frotarlos ambos se cargan de energía, yo pienso que uno se carga de energía positiva y otro de negativa y ahí es donde se juntan.
-Séptima pregunta	
¿Qué tan importante es la distancia y el tiempo de frotación para el fenómeno?	
YA:	Yo creo que ambos elementos influyeron mucho, porque en lo de la distancia es, entre más distancia hay entre los objetos, menos efectos de va a ver, y cuando están un poquito más junticos ahí si se puede notar lo que va a pasar, en el caso del azúcar en los experimentos anteriores, el azúcar que se echaba dentro del vaso y se le acercaba la bomba como el vaso es un poquito alto no pasaba nada cuando uno le acercaba la bomba y al estar fuera del vaso, uno le acercaba la bomba, pues muchísimo más cerca, creo que a un milímetro o un centímetro ahí sí se veía que el azúcar si se pegaba de la bomba. Y con el tiempo es eeee entre más rápido uno le acerque el objeto más se va a notar el efecto que va a hacer

porque en el caso del tubo de PVC osea, usted lo frota y al frotarlo él se calienta, si él se enfría cuando usted lo arrime ya no va a pasar nada y si está caliente si se va a notar lo que ocurre.

De lo anterior se percibe como el intercambio de ideas y vivencia de actividades experimentales exploratorias, ha permitido que los estudiantes se acerquen a más características del fenómeno electrostático; comprendiendo, además, a través de la construcción de sus argumentos y explicaciones, que la dinámica científica está integrada por diferentes preguntas, metodologías, criterios y concepciones que posibilitan la construcción de conocimiento científico (Romero et al., 2017).

Así pues, cada una de las actividades expuestas en el trasegar de las sesiones dieron pie a que los estudiantes construyeran sus explicaciones, reformulándolas continuamente en pro de que con ellas dieran cuenta tanto de las experiencias pasadas, de las sesiones anteriores y las ya vivenciadas en la cotidianidad, como de las que iban afrontando a lo largo de cada encuentro. Lo cual, se puede evidenciar en el conversatorio de la sesión tres, en la actividad de cierre, cuando los estudiantes dieron respuesta a algunas preguntas, producto de actividades experimentales enfocadas en la repulsión de los cuerpos como la de los dos platos de icopor frotados en su parte posterior con un mismo paño y tratados de colocar en contacto por dicho sitio (ver anexo 3.), que orientaron las discusiones en torno a lo aprendido hasta el momento. Estos interrogantes y sus respectivas respuestas fueron:

Tabla 8

Transcripción: Tercera sesión, Actividad de cierre, Segunda pregunta, 26/Nov/20

Indicaciones	Conversatorio 3
Pregunta	¿Qué características comunes observaste en cada una de las experiencias?
Unidad de Análisis	
YA:	Ahí va mucho lo de los polos, que los polos opuestos se atraen y los polos iguales se alejan.
VM:	... cuando se hacía la experiencia con la bomba y la bolsa, la bolsa trataba de alejarse del globo, el globo yo lo tenía y no se podía mover, [...], el globo estaba quieto y la bolsa trataba de ponerla en el globo antes se iba con mis dedos o trataba de caerse al piso, no quedarse en el lugar donde había sido el globo también frotado con el mismo material, con la misma tela que fue frotada la bolsa, en este caso se alejaron.
SR:	Las características es el tema de la frotación, de la atracción y en algunos casos lo que decía VM, cuando ellos se alejan o se repelen entre ellos, puede haber muchos factores que pudieron influir, las telas, el tiempo de frotación y demás.
SB:	Primero había que frotar para ver todo y ya a partir de esa frotación uno veía si había una atracción o una repulsión.

De estas respuestas se percibe, como las explicaciones que realizan los participantes están aunadas a sus experiencias y conocimientos tanto de su cotidianidad como de lo aprendido durante la secuencia, y así, gracias a las argumentaciones que realizan constantemente tratan de organizar los hechos y fenómenos presentes en las actividades, de maneras relativas debido a la particularidad de sus maneras de interaccionar con la realidad en las actividades experimentales expuestas en la implementación, de las cuales emergen pensamientos e ideas expresadas en un lenguaje propio e inherente a la experimentación que simultáneamente se va relacionando con conceptos y teorías conocidas y establecidas con anterioridad, constituyendo así, modelos de explicaciones, que son respuesta a formas de observar el medio, creando así modos de cuestionarlo e hipótesis que se contesten a través de la relación con él (García, 2011b).

Estos modelos, además, son fruto de los procesos discursivos que se incentivaron en el aula, donde en algunos casos las perspectivas de unos participantes apoyaron las construcciones de los demás, aportes que marcaban a la hora de dar sus argumentaciones en las respuestas a las preguntas que se realizaban asiduamente, y en otros, aunque eran implícitos se muestra el apoyo en perspectivas propias pasadas que se fueron transformando acorde a las contribuciones de las nuevas experiencias vivenciadas en cada uno de los encuentros. Es el caso, de lo acontecido en este mismo conversatorio de la sesión tres cuando se preguntó a los estudiantes por los conceptos principales trabajados hasta el momento; el interrogante y las contestaciones a la misma, fueron:

Tabla 9

Transcripción: Tercera sesión, Actividad de cierre, Tercera pregunta, 26/Nov/20

Indicaciones	Conversatorio 3
Pregunta	¿Qué es Frotación, repulsión y atracción?
Unidad de Análisis	
MC:	Yo diría que la frotación es cuando frotábamos dos cuerpos, éstos se cargaban eléctricamente y éstos se atraían, los experimentos de hoy pasaban lo contrario que acá veíamos que lo que mencionaba YA anteriormente que era que los polos opuestos se atraen y los iguales se repelen
SB:	El primer paso para que haya repulsión o atracción es la frotación, que son dos cuerpos neutros que se van a traspasar una carga, entonces cuando se genera esa carga y una es positiva y otra negativa pues se atraen en cambio cuando hay repulsión es cuando hay dos cargas iguales.
YA:	Estos tres conceptos se complementan entre sí, porque cómo va a haber repulsión si no hay frotación.

De estas respuestas, se evidencia que los estudiantes van retroalimentando sus explicaciones en torno a los conceptos básicos del fenómeno electrostático, dando cuenta de los

beneficios de las discusiones y de las actividades experimentales que propiciaban las mismas, al cuestionar el contexto, las perspectivas de los demás y, hasta, los conocimientos previos que ellos poseían; incentivándolos a generar modos de relacionarse con su medio forjando puntos de vista sobre la realidad, haciendo hincapié en que no es la realidad misma, sino interpretaciones particulares de ella, que a través de estos modelos la vuelven más comprensible y transformable, ya que aprenden en la interacción con ésta, ligándola a los saberes que llegan al aula (García, 2011b).

En este sentido, las actividades de la secuencia permitieron construir explicaciones más acordes en torno a la electrificación, lo cual se puede notar en la última sesión, la seis, esta vez no en la actividad de cierre, sino en la de apertura, ya que se inició dicho encuentro con un conversatorio orientado a cuestionar todo lo aprendido hasta el momento acerca del concepto; es por esto, que a continuación se enuncian las preguntas y respuestas más interesantes que estructuraron y movilizaron las disertaciones en esa ocasión. Éstas fueron:

Tabla 10

Transcripción: Sexta sesión, Actividad de apertura, 01/Dic/20

Indicaciones	Conversatorio 5
Unidad de Análisis	
-Segunda pregunta	
¿Hay cuerpos que no tienen carga?	
OQ:	Un cuerpo neutro si tiene carga, es el que tiene la misma cantidad de electrones y de protones.
-Tercera pregunta	
¿Por qué unos cuerpos se atraen y otros se repelen?	
SB:	eeeeee pues porque al unos cuerpos tener diferente carga se van a atraer y si tienen la misma se van a repeler.
-Cuarta pregunta	
¿Qué pasa cuando se frotran dos cuerpos, cuáles son las cargas que pasan o de qué depende?	
SR:	Bueno yo creería que unos pierden electrones mientras otros ganan, cuando dos cuerpos se frotran se da la electrificación y ya después para que se atraigan o se alejen ya depende del caso y de los materiales que se estén usando, pues se gana y se pierde.

Se nota pues, como las respuestas de los participantes sobre las características del fenómeno electrostático son más comprendidas y hacen parte de las explicaciones que los estudiantes realizan, al ser producto de este intercambio e interacción con los materiales y con los demás participantes en todas y cada una de las actividades que vivenciaron en la secuencia didáctica, más que todo en

aquellas en donde se plasmó una relación bidireccional entre los procesos discursivos y las actividades experimentales, ya que esta asociación permite reflexionar sobre la construcción de conocimiento dando cuenta del enfoque sociocultural inherente a tal elaboración, al permitir a los estudiantes la construcción de experiencias en el estudio de fenómenos y hechos científicos, aunada a procesos dialógicos y argumentativos centrados en consensos y controversias en la elaboración del fenómeno (Romero et al., 2017).

Del mismo modo, los estudiantes en otra de las preguntas de este conversatorio dieron cuenta de ello, al cuestionarles por factores necesarios para la construcción del fenómeno, a lo cual respondieron enmarcando sus puntos de vista en todas las actividades y lecturas tanto del entorno como desde la historia de la electrostática, donde se privilegió el proceso de frotamiento de los cuerpos para la constitución de todas las actividades experimentales enfocadas en ella. La pregunta y las respuestas más relevantes obtenidas en este caso fueron:

Tabla 11

Transcripción: Sexta sesión, Actividad de apertura, Sexta pregunta, 01/Dic/20

Indicaciones	Conversatorio 5
Pregunta	¿Qué es necesario para que se perciba la electrificación en los materiales?
Unidad de Análisis	
MA:	Yo digo que sería la frotación.
MC:	La frotación, porque es necesario frotar los dos cuerpos para que alguno se cargue de electricidad.
OQ:	Al igual que las demás compañeras yo opino que es por la frotación, pues esto causa, que uno de los elementos o ambos elementos queden electrificados.
SR:	Yo comparto la misma idea de la frotación, eso fue lo primero que se me vino a la cabeza por que es básicamente lo que hemos hecho con los materiales en las sesiones, el movimiento de frotar y que uno quede cargado y el otro pues de alguna u otra forma no tenga los mismo electrones para que se dé, creo que es lo mismo.

Es claro cómo los estudiantes convergen en sus respuestas acerca del origen de este fenómeno, resaltando la necesidad de la frotación para su construcción. No obstante, también se puede evidenciar, la idea de que con la frotación se da el paso de electrones y solo un cuerpo queda cargado en este proceso (lo subrayado en el fragmento anterior, da cuenta de ello), y esto se da a causa de que posterior a la acción de frotamiento, las actividades experimentales invitaban a la interacción de uno de los materiales frotados con otro, dejando de lado el segundo material presente en aquel procedimiento inicial, por ejemplo, la cabeza, el trapo de paño, la camisa de seda, los cuales estaban al inicio y luego no se utilizaba ni se reflexionaba sobre ellos. Es por esto, que se

debe mencionar que faltó invitar en la implementación a la reflexión sobre aspectos como éste, para lograr más claridad en cuanto a este concepto.

Sin embargo, con las diferentes actividades expuestas en la secuencia enmarcadas en la visión de ciencia defendida en esta investigación, la cual promulga la dinámica científica como una actividad humana, en la cual los conocimientos (teorías, leyes, métodos y demás), son producto de perspectivas, modelos y contextos diversos, los cuales los han permeado y por tanto son adjuntos a ellos, esto implica que la ciencia sea movible e inacabada; entonces, se va construyendo gracias a diversos aspectos, métodos, intereses y contextos propios de los científicos (Feyerabend, 1992; Kuhn, 1969; Latour y Woolgar, 1995; Shapin, 1995; Solís, 1994), se logró que las explicaciones y nociones elaboradas sobre este fenómeno fueran acordes con lo que sucede en él, expresadas en enunciados que no se reducían a aspectos teóricos como sucede con los libros texto (García, 2011a; García y Estany, 2010), sino en argumentaciones cargados de aspectos tanto experimentales como históricos y contextuales.

Esto se puede percibir en el mismo conversatorio del que se ha estado hablando cuando se le pregunta a los estudiantes por la noción construida acerca del concepto de electrificación y como es la última sesión las respuestas están apoyadas en todo lo trabajado hasta el momento, de ahí que sean un poco extensas, y además, como es necesario ver semejanzas en las explicaciones, es necesario que el siguiente fragmento sea un poco extenso, para traer a colación las respuestas más relevantes de los asistentes a dicha sesión; el interrogante y las respuestas obtenidas a él, fueron:

Tabla 12

Transcripción: Sexta sesión, Actividad de apertura, Octava pregunta, 01/Dic/20

Indicaciones	Conversatorio 5
Pregunta	¿Qué explicación han construido acerca del concepto de electrificación?
Unidad de Análisis	
YA:	Para mí la electrificación es cuando tenemos un material neutro y lo cargamos x o y carga y ahí lo volvemos eléctrico.
VM:	Yo diría que siempre lo de la electrificación debe tener algo antes, no es como que ese cuerpo ya está electrificado por naturaleza, pues solito ahí electrificado, sino que se tiene que cargar primero, con lo que hemos visto hasta el momento podría dar la explicación de que siempre hay que cargarlo para electrificarlo, hay que frotarlo, hay que generarle movimiento para que se dé la electrificación como tal y poder ver cómo reaccionan los cuerpos.
SR:	Con lo del tema de electrificación lo asocio mucho con lo de hacer el movimiento de frotar los elementos, por lo que cuando usted tiene los elementos sin hacer nada y los junta no va a pasar nada, usted no va a ver repulsión o atracción, pero cuando usted hace el ejercicio de frotar sea con otro

	material o entre ellos mismos, ahí podemos ver la electrificación y depende también de los materiales y del tiempo de frotación.
SB:	Yo aprendí de la electrificación en este proceso 3 conceptos, que fueron, la frotación, la inducción y conducción. Básicamente se relacionaba con ganar y perder cargas eléctricas de dos cuerpos neutros que eran frotados.
OQ:	Bueno el concepto que yo he construido de electrificación, es que la electrificación se da cuando un cuerpo gana propiedades eléctricas, aquí encontramos según lo trabajado en las anteriores sesiones que se puede dar por frotación, que es cuando frotamos uno o varios elementos y ahí pues o se atraen o se repelen.

De estas respuestas se puede percibir, cómo cada una de las perspectivas que fueron construidas y continuamente replanteadas, recontextualizadas y retroalimentadas son producto de todas las actividades expuestas en la secuencia y por tanto están apoyadas en todos los momentos vivenciados por los estudiantes en ella, evidenciando cuán importante es entender la ciencia como una actividad humana permeada por contextos y particularidades de los científicos, promulgando así, una enseñanza de las ciencias ligada a aspectos socioculturales del entorno de los estudiantes. Es por esto, que los estudiantes siguieron apoyando sus puntos de vista en la exploración de los materiales y en la frotación, que fueron ejes centrales del trabajo y la construcción de este concepto por parte ellos a lo largo de la implementación.

Adicional a ello, los participantes modificaron y retroalimentaron mucho más sus perspectivas y argumentaciones gracias al uso de aspectos históricos y epistemológicos de la ciencia, los cuales suscitaron la necesidad de que recontextualizarán y reflexionarán sobre factores propios del entorno de los autores que a través de sus aportes apoyaron una ciencia permeada por el contexto, no secuencial y encaminada por las particularidades de las comunidades científicas en las cuales se desarrollan y construyen las teorías y conceptos científicos (Ayala, 2006).

Esto se puede percibir en la cuarta sesión cuando los estudiantes en el conversatorio final reflexionaron sobre las perspectivas que tenían, producto de encuentros con videos de YouTube donde varios autores muestran la presencia de la electrostática en la naturaleza y también con los aportes de Dufay sobre experiencias y creencias que tenía sobre el fenómeno electrostático, respondiendo a los interrogantes que orientaron la discusión de la siguiente manera:

Tabla 13

Transcripción: Cuarta sesión, Actividad de cierre, Primera pregunta, 27/Nov/20

Indicaciones	Conversatorio 4
Pregunta	¿Qué conceptos e ideas nuevas surgen a partir de las actividades? ¿Qué relación tienen con lo trabajado hasta el momento?
Unidad de Análisis	
VM:	De todas las actividades surgen nuevas ideas, en estas más que todo se resalta que algunos científicos tenían la misma noción que expresé en la sesión pasada, y es del pensamiento en que no había repulsión, sino que los cuerpos se atraen por un material u otro.
SR:	Variedad de preguntas en las experiencias que hemos hecho nos da cuenta de que todos en ocasiones no llegamos a lo mismo, y esto no está mal, depende de las características de los materiales que utilizamos, y por eso a veces observamos que se repelían o se atraían para unos u otros.

De estas respuestas destacadas de los participantes, se evidencia que a través de las actividades expuestas en la secuencia ellos van comprendiendo más a cabalidad la dinámica científica, aprendiendo que la ciencia está compuesta por múltiples perspectivas, creencias, intereses y particularidades socioculturales que van orientando el quehacer de los científicos, actuando de maneras subjetivas y no regidas por aspectos secuenciales o un método único (Romero et al., 2017) (lo resaltado en YA, da cuenta de ello), evidenciando, por demás, que las personas que hacen ciencia, se enfrentan a diferentes problemáticas e interrogantes que orientan la elaboración y estructuración de los conceptos (por esto, lo subrayado en VM). Además, al igual que en la construcción de conocimiento, experimentan las múltiples situaciones y actividades que les dan la posibilidad de transformar sus argumentos tratando de mejorarlos y de reforzar sus explicaciones en torno al fenómeno.

Lo mismo, se pudo percibir en otra pregunta de este mismo conversatorio cuando se les preguntó a los estudiantes por las transformaciones en las nociones que tenían previo a la sesión, a lo cual respondieron:

Tabla 14

Transcripción: Cuarta sesión, Actividad de cierre, Tercera pregunta, 27/Nov/20

Indicaciones	Conversatorio 4
Pregunta	A partir de la lectura, ¿qué modificaciones y transformaciones realizaste en cuanto a las nociones que tenías sobre los conceptos que se venían trabajando en las anteriores sesiones y que se retoman en ésta?
Unidad de Análisis	
MC:	Yo comprendí mejor lo de la repulsión, que las cargas de igual signo se repelen, porque con lo que estábamos viendo con lo de la atracción estas se juntaban mientras que estas no, estas mantienen una distancia como lo mencionaba la lectura que en el lugar donde usted lo colocara iba a tener siempre la misma distancia, digamos que esto existe cuando los dos elementos tienen el mismo signo o la misma

polaridad por decirlo así, entonces digamos que dos cargas negativas se repelen e igualmente las dos cargas positivas.

SR: Antes de empezar con las sesiones y demás, yo veía los conceptos de atracción y en el caso de repulsión y demás con los imanes, solamente lo veía con esos, de que cuando usted siempre, bueno no se si a los demás les ha pasado, que siempre está intentando juntar dos imanes como en el mismo lado, pero sabemos que se juntan solo cuando hay uno positivo y uno negativo, entonces ese básicamente era mi concepto, pero después de emplear todas las prácticas y todos los ejercicios y bueno, los experimentos durante estas sesiones yo me he dado cuenta que no solamente se trata de imanes que es lo que normalmente conocemos, ¿cierto?, si no que va más allá, de que alguien como decía, me puede decir a bueno entonces que otro ejemplo me puede dar de atracción y todo ese tipo de cosas, bueno yo tengo más porque ya los he trabajado y demás ¿cierto?, entonces no es nada más como quedarnos como yo que estaba antes ¿cierto?, en los imanes, si no intentar y ver que otras explicaciones le puedo buscar a todo ¿cierto?, entonces yo lo veía también de esa forma, muy curioso, porque sí, yo no sé si a todos les pasa de que nada más conoce la de los imanes y se quedan con esa, pero bueno ya tenemos más ¿cierto?, más como argumentos y más experiencia.

Estas respuestas dan cuenta de cómo las explicaciones y argumentos han sido apoyados no solo en los conocimientos previos, sino que todas y cada una de las actividades vivenciadas hasta el momento intervienen en su construcción. Así pues, los estudiantes relacionan experiencias pasadas con los nuevos aportes que les dan las situaciones y elementos que las enriquecen a lo largo de las sesiones, como es el caso de los videos y el fragmento de un texto original sobre la electrificación, expuestos en esta sesión; además, se percibe como al tener contextos similares incentivan a los demás participantes a repensarse aquellos acontecimientos que han experimentado con anterioridad relacionados con el fenómeno en cuestión, lo cual despierta interés, dejando de lado el ideal de que los conceptos científicos se reducen a abstracciones y enunciados teóricos desligados completamente del entorno donde se están enseñando.

En este sentido, los procesos discursivos, enmarcados en discusiones basadas en las explicaciones que cada uno de los participantes pudo desarrollar, posibilitaron recontextualizar los aportes que enriquecieron la construcción del concepto en esta sesión, sin abandonar los saberes previos y el contexto en dicho proceso; además, los estudiantes pudieron percibir la relevancia del entorno sociocultural, lo cual fue logrado gracias al uso de fragmentos de fuentes originales, ya que estos aspectos históricos y epistemológicos de la ciencia permiten que tanto docentes como estudiantes comprendan cómo se da la dinámica científica, reflexionando sobre el quehacer en ciencia, principalmente, sobre la construcción de conocimiento científico (Ayala, 2006; Medina y Tarazona, 2011; Romero y Amelines, 2017).

Esto se logró percibir no solo en la cuarta sesión sino también en la quinta, cuando los estudiantes tuvieron acercamientos a los fragmentos originales de Charles François Dufay (1747) y Leonard Euler (1760) sobre la electrificación de los cuerpos, dando respuesta a interrogantes a través de las justificaciones que habían construido hasta el momento y que fueron apoyadas por estos autores. Las indicaciones, algunas preguntas relevantes y respuestas de dicho momento de este encuentro, fueron:

Tabla 15

Unidad de análisis: Quinta sesión, Actividad de apertura, Segunda pregunta, 30/Nov/20

Indicaciones de la actividad	A continuación, encontrarás algunos fragmentos de los primeros documentos en donde los científicos empiezan a construir sus teorías. Léelos y responde las preguntas.
Pregunta	A partir de lo trabajado hasta el momento, describe: ¿Cómo se da ese proceso de electrificación de un cuerpo?
Unidad de Análisis	
MC:	Mediante la frotación, al frotar dos cuerpos que en su estado natural son neutros, al frotarlos ambos se cargan, uno se carga de electricidad positiva y el otro de negativa, generando así el proceso de electrificación.
OQ:	Primero se debe frotar el cuerpo o elemento para que este quede electrificado y luego se lleva a tener contacto "comunicación" con otro cuerpo que no esté electrificado, para que de esta manera se dé la atracción o la repulsión entre ambos.
VM:	Bueno, a partir de lo trabajado hasta el momento podríamos decir que un cuerpo se electrifica cuando lo frotamos, cuando lo calentamos al frotarlo, ahí es donde lo cargamos y podemos observar si atrae o repela otros cuerpos, pero como tal es cuando lo frotamos.
YA:	Por medio de la Frotación, que consiste en frotar dos cuerpos neutros, uno se va a cargar con carga positiva y el otro con carga negativa.

En estas respuestas se nota las transformaciones en las explicaciones al proceso de electrificación por parte de los alumnos, ya no se enfocan en una generación de energía sino en el paso de cargas de un cuerpo a otro a través de la frotación, el cual remarcan todos dándole un papel importante en la generación de este fenómeno; son, entonces, respuestas enriquecidas por las perspectivas de los autores y de los demás participantes gracias a las disertaciones en torno a los conceptos, y relacionadas también, con todas las experiencias que los participantes han vivenciado hasta el momento en la secuencia, ya no se quedan en enunciados teóricos abstractos, al ser construcciones propias de parte de éstos, generadas por los continuos replanteamientos que hacían, gracias a las preguntas que orientaban las discusiones posterior a la lectura de los fragmentos originales (Romero y Amelines, 2017).

Lo mismo se notó cuando los estudiantes dieron respuesta a otra pregunta durante la misma sesión, producto de la lectura de los fragmentos mencionados anteriormente. Ésta fue:

Tabla 16

Unidad de análisis: Quinta sesión, Actividad de apertura, Tercera pregunta, 30/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	A continuación, encontrarás algunos fragmentos de los primeros documentos donde los científicos empiezan a construir sus teorías. Léelos y responde a las preguntas.
Pregunta	Según los autores y los puntos de vista construidos durante las anteriores sesiones ¿Cómo explicas la atracción y la repulsión eléctrica?
Unidad de Análisis	
SB:	El primer autor nos dice que con tan solo observar podemos presenciar cómo, en general se excita la electricidad que frotando un tubo de vidrio el tubo se electrifica y entonces se atraerá y se rechazara alternativamente se comprenden por 2 procesos la primera por frotamiento mientras que la segunda por comunicación el tubo de vidrio atraerá, pero al cargarse con la electricidad se repelaran; el segundo autor nos dice que se repelan los que son los de la misma electricidad vítrea y por el contrario atrae a todos los de la electricidad resinosa.
MC:	Uno mediante la frotación de elementos con diferentes tipos de cuerpos ejemplo el azufre y la cera española con un tubo de vidrio y un globo de vidrio, se observa una atracción casi instantánea, dado a conocer como los elementos se electrificaban con mayor facilidad si eran distintos y la otra mediante los dos tipos de electricidad entre sí, la vítrea (los vidrios) y la resinosa (ámbar, copal, etc.), donde cuerpos de iguales tipos se repelen.
YA:	Según el primero los cuerpos eléctricos atraen a los que no son eléctricos y repelen a los que se convierten en eléctricos. El segundo dice que los de la electricidad vítrea repelen todos los que son de la misma electricidad y atrae a todos los que son de la electricidad resinosa. La electricidad resinosa atrae a los que son de electricidad vítrea y repele a los de su misma electricidad.

De las respuestas se exhibe cómo los estudiantes se enfocaron en las perspectivas de lo expuesto por los autores de los fragmentos utilizados (es el caso de lo resaltado en SB y YA), mostrando las características principales de las posturas que habían construido en las cuales el contexto de cada uno, tanto de autores como participantes, salió a flote, defendiendo la inherencia de los aspectos socioculturales en la dinámica científica, ya que gracias a los procesos discursivos y argumentativos en ciencias se persuade, convence y discrepa en el desarrollo de los conocimientos que son aceptados con posteridad, los cuales son productos de constantes disertaciones en torno a hechos científicos permitiendo recurrentes modificaciones a los enunciados y observaciones experimentales que los explican (Amelines, 2015), facilitando en la enseñanza de las ciencias que los estudiantes construyan sus propias imágenes de ciencia que evidencian a través de lenguajes verbales y escritos incentivados por el desarrollo de diálogos y de

posturas en el aula, variedad de formas de comunicar la ciencia que está orientada por visiones propias de la NdC (Tamayo et al., 2010).

Cabe mencionar que estos fragmentos también movilizaron a reflexiones en torno a los conceptos que utilizaban los autores en esos tiempos, por lo cual se les cuestionó sobre las comprensiones que tenían de éstos y su inherencia en el estudio del fenómeno electrostático, es el caso de lo sucedido en el conversatorio inicial de la sexta sesión al preguntarles a los estudiantes por las nociones de vítreo y resinoso. El interrogante y las respuestas dadas a él fueron:

Tabla 17

Transcripción: Sexta sesión, Actividad de apertura, Quinta pregunta, 01/Dic/20

Indicaciones	Conversatorio 5
Pregunta	¿Que pueden decir de Vítreo y resinoso?
Unidad de Análisis	
VM:	Lo que entiendo de vítreo y resinoso, son como las dos clases de electricidad.
SR:	Se puede asociar con el tema de las cargas positivas y negativas, ya que en el documento mencionan que eso depende en cómo se comportan unos materiales, porque el vidrio después de electrificarse se comporta como él y aleja lo demás y de ahí es lo resinoso, entonces por eso sucede eso.
YA:	En este caso lo que dice SR, es que después de hacer la frotación o por decirlo así. después de electrificar varios cuerpos estos se van a alejar si pertenecen a un mismo grupo y estos se van a atraer si pertenecen a grupos contrarios y es ahí donde surge lo de vítreo y resinoso.
OQ:	Yo considero que los vítreos son los que se comportan como el vidrio lo que dice SR es como si todos los elementos que fueron electrificados se repelen con el vidrio, es decir, vítreo positivamente y resinoso negativamente.

De estas respuestas se percibe como los puntos de vista de unos apoyan los planteamientos de otros, aclarándolos y ejemplificando mediante ellos, lo cual da cuenta de la relevancia de incentivar los procesos discursivos en la enseñanza, al permitir la construcción de conocimiento fruto de las disertaciones continuas en la toma de posturas alrededor de los conceptos que convergen en el aula. Además, se nota cómo a través de los fragmentos originales se invita a los estudiantes a recontextualizar y analizar los aspectos principales que resaltan los autores en su época y contexto, los cuales permean todas sus construcciones; con éste recurso de la historia de las ciencias, entonces, se logra que los participantes tomarán conciencia de cómo eran entendidos los conceptos y que significados tenían, percatándose de transformaciones en los problemas, en el lenguaje y en las formas de argumentarlos, estableciendo relaciones entre los planteamientos de los autores y las modificaciones que tienen en el momento actual (Ayala, 2006); esto sucedió con

los conceptos de vítreo y resinoso, ya que los participantes los asociaron con las cargas positivas y negativas presentes en el fenómeno electrostático como se evidencio en el fragmento mencionado anteriormente.

En suma, el uso de los fragmentos originales fomentó los procesos discursivos entre los estudiantes en el desarrollo de la secuencia, evidenciado en que dieron cuenta de las diferentes perspectivas presentes en la construcción de un concepto científico; mostraron todas las problemáticas propias del origen y desarrollo de un conocimiento en específico, manifestadas a través de contradicciones, debates, disensos y consensos que dan pie a la evolución y surgimiento de alternativas en la actividad científica; fortalecieron las explicaciones de los estudiantes, al impulsarlos a recontextualizar y reflexionar sobre su contexto y las experiencias vivenciadas en la secuencia; sustentaron argumentos en los conversatorios enfocados en los nuevos conceptos y en torno a los que se venían trabajando a lo largo de todas las sesiones (Ayala, 2006). Estos fragmentos, entonces, fueron relevantes para que los estudiantes a través de los procesos discursivos, presentes en todas las sesiones, construyeran su conocimiento alrededor del fenómeno de la electrificación, comprendiendo, además, como se da la dinámica científica.

Cabe mencionar, que los procesos discursivos generados a lo largo de la implementación de la secuencia permitieron a los estudiantes construir sus explicaciones y defenderlas, ya que las actividades que iban vivenciando a lo largo de ella incentivaron las disertaciones alrededor de los conceptos básicos de la electrostática, en especial, aquellas en las que estaba presente el uso de los fragmentos de textos originales los cuales se convirtieron en generadores de ambientes de construcción de conocimiento, a través de la recontextualización y reinterpretación de éstos por parte de los participantes, y también, en las actividades experimentales que estaban permeadas por ejercicios argumentativos de consensos y disensos en la interacción de los alumnos con los demás compañeros y con los materiales.

Por tanto, lo anterior puede ir dando respuesta a la pregunta planteada en esta investigación dado que los procesos discursivos ayudaron a que los estudiantes en la continua comunicación, no solo con el presente sino también con el pasado, se acercarán más a la comprensión del concepto, y sobre todo, a la dinámica científica, evidenciando que la ciencia es una construcción social en la cual están presentes tanto los contextos como las demás particularidades de los científicos, y que

por tanto, el aprendizaje en ciencias debe estar basado en un enfoque sociocultural; aspectos, todos éstos, que defiende y hacen parte de las reflexiones de la NdC.

4.1.2. La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias

En esta subcategoría, se enfatizó en todos aquellos aportes que dieron los estudiantes en las respuestas a las preguntas expuestas, en los puntos de vista defendidos y en los comentarios que iban dando a partir del desarrollo de las actividades experimentales que fueron propuestas a lo largo de la secuencia, en las cuales se proponía el encuentro con el medio a través de la exploración de los materiales que tenían a su alcance para la construcción del fenómeno electrostático.

Así pues, la implementación de la secuencia didáctica enfocada en las reflexiones de la NdC, principalmente, en el uso de los fragmentos de textos originales y en las actividades experimentales, estas últimas son el centro del análisis del presente apartado, posibilitó la comprensión de los estudiantes del fenómeno en cuestión y además, permitió que los participantes fueran construyendo poco a poco sus explicaciones, aquellas que reformularon continuamente en el trasegar de cada una de las sesiones. Dando cuenta, de una enseñanza de las ciencias en la cual no se desliga el contexto ni los sujetos de la construcción de conocimiento, logrando que los estudiantes en la constante interacción con su medio elaboren sus propias explicaciones y comprendan mejor los conceptos que son trabajados en el aula.

En este sentido, desde los primeros encuentros se invitó a los estudiantes a que repensarán sobre su medio, a través de situaciones donde reflexionaron acerca de sus conocimientos y experiencias previas en torno al fenómeno electrostático, a pesar de que éstos anteriormente no sabían que en ellas estaba presente. De ahí que una de las actividades que logró tal cometido, fue la expuesta en la primera sesión, donde se les preguntó a los participantes por experiencias similares a la de uno de los personajes de situaciones cotidianas enunciadas previamente a lo que respondieron producto de haber razonado sobre sus vivencias. Las indicaciones, pregunta y respuestas a ella, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 18

Unidad de análisis: Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 1, Pregunta 2, 19/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	A continuación, encontrarás algunas situaciones de la cotidianidad, donde debes ayudar a los personajes a responder a las preguntas que hay en cada una de ellas
Pregunta	¿Qué experiencias similares a la de Teresa has experimentado? Explícalas detalladamente comentando, además, cuáles crees que sean las razones físicas de lo sucedido
Unidad de Análisis	
MC:	De pequeña en el parque de juegos al deslizarme por una de las partes de los juegos (el lisadero) al momento en el que bajaba y tocaba una persona pasaba una pequeña carga de electricidad. Al frotarme y restregarme en la atracción generaba fricción, estaba ocasionando una oposición al desplazamiento de una superficie sobre la otra.
SB:	Una vez empecé a rozarme la piel ya que tenía frío, y al pasar al lado de la puerta y tocarla sentí que me encalambre yo creo que esto se dio debido que había fricción en mi piel y al tocar el metal se creó una pequeña carga eléctrica y yo fui la que lo recibió.
SR:	Cuando se frota un globo en la cabeza y después se pone cerca de la cabeza de otra persona, el cabello se eleva hacia la bomba.
YA:	Como tal, no me acuerdo de tener una experiencia, pero si me ha pasado que a veces cuando toco a alguien o alguien me toca siento una pequeña descarga, o cuando toco una superficie. Esto ocurre porque uno de los dos sujetos que entraron en contacto tiene carga positiva y el otro negativa.
VM:	Realmente no recuerdo mucho, pero una vez en el colegio tenía el buzo de gala en la mano y fui a abrir una puerta de metal y sentí un pequeño jalón. No sé qué he tocado antes de que pase, pero a veces cuando le voy a dar la mano a una persona, ambos sentimos esa pequeña descarga de energía. Por último, me pasa también cuando toco algunos electrodomésticos. En la primera creería que es por las diferentes cargas (positiva y negativa) que he tocado seguidamente. En la segunda diría que es porque al tocarnos traemos diferentes energías o hemos tocado algo anteriormente y al tocarnos presentamos un choque. En los electrodomésticos pienso que es porque en ese instante tienen mucha energía o como en los anteriores casos he tocado algo antes de tocar éste.

En la tabla 18 se identifica que los participantes relacionan sus experiencias previas con lo realizado durante la sesión, en este caso con lo expuesto en tal situación, de allí se logra extraer aquellos fragmentos que le dan importancia a los saberes previos que traen los estudiantes a la hora de comprender un fenómeno físico como el de la electrostática, trabajado, en primer lugar, a través de la frotación y lo que surge de ella, además de las situaciones cotidianas donde ellos fueron partícipes activos en la construcción de este fenómeno. Asimismo, se evidenciaron respuestas donde se percibía que la descarga que se recibe en ocasiones depende de la frotación o del rozamiento que se da entre diferentes materiales, estas respuestas fueron las de: MC, SB y SR, estudiantes que sustentaron que dentro de sus experiencias el hecho de rozar una superficie con otro material genera cierta “fricción”. Por esto último, es importante resaltar, que en esta instancia aún se presentaban algunas falencias respecto al término utilizado para referirse a electrificación.

Por otro lado, también se logra rescatar de lo expuesto en la Tabla 18, que algunos participantes hacían alusión al concepto de electricidad, a pesar de no haber sido mencionado explícitamente con anterioridad, unos lo enuncian directamente como MC, y otros, a través de

conceptos claves de ella, como carga eléctrica, cargas positivas y negativas y pequeñas descargas, éstos fueron: SB, YA y VM; denotando así, como a partir de la reflexión en torno a los aprendizajes y experiencias pasadas, se pueden identificar conceptos básicos en los cuales se puede apoyar la constitución de un fenómeno como es el caso de la electrostática.

Es por esto, que se da cuenta como la alusión al contexto en la actividad propuesta en la secuencia, responde al ideal de que las experiencias y situaciones cotidianas que hacen parte del bagaje experiencial que los estudiantes han construido, no deben ser rechazadas de entrada, sino que pueden ser puestas a prueba a través de las explicaciones que éstos dan y de situaciones que afrontan, mostrándoles cómo las construcciones científicas son procesos que se elaboran continuamente, compuestos por múltiples perspectivas que se elaboran y transforman constantemente, producto de las predicciones que se crean y evalúan en encuentros con el entorno a través de las actividades experimentales (Hodson, 1994). Por lo cual, estas perspectivas que los estudiantes han expresado con anterioridad, ligadas a su contexto inmediato, serán reformuladas con el paso de las sesiones en cada una de las actividades propuestas en la implementación, hasta tal punto, de construir su propia explicación que ayudará a la constitución del concepto trabajado, en este caso el de la electrostática.

Otro ejemplo que evidencia cómo los conocimientos previos, ya sea construidos en el aula o en el entorno sociocultural, están presentes a la hora de dar respuesta a otra pregunta expuesta en esta primera sesión, esta vez, en la actividad de apertura donde se les expone a los estudiantes un caso que se basa más que todo en que Teresa, personaje central, está frotando una alfombra con su mano y con ésta de inmediato toca algo de metal, sintiendo una pequeña descarga; el porqué de lo sucedido es cuestionado a los participantes, al cual le pueden dar respuesta repensando sus conocimientos y explorando con sus materiales. El interrogante y respuestas a él son los presentados en la siguiente tabla:

Tabla 19

Unidad de análisis: Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 1, Pregunta 1, 19/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	A continuación, encontrarás algunas situaciones de la cotidianidad, donde debes ayudar a los personajes a responder a las preguntas que hay en cada una de ellas
Pregunta	¿Por qué le sucede esto a Teresa?
Unidad de Análisis	

IA:	La alfombra de Teresa tiene energía, al estar en contacto con ella y al estarla frotando, después de tener un contacto con un metal, se unen la energía acumulada de la alfombra, del metal y de Teresa.
SB:	Al Teresa estar frotando la alfombra generó fricción que al tocar el metal una pequeña carga eléctrica viajó por allí y llegó al cuerpo de Teresa.
SR:	Cuando Teresa hace la acción de frotar significa que produce cierto calor, por lo tanto, cuando toca la barra de metal, ella sufre una electrización. Quizás los dos elementos tenían la misma carga y entre ellos se repelaron.
VM:	Lo primero que hizo teresa fue frotar la alfombra lo cual contiene una carga diferente a la del metal, entonces hubo un choque entre sí y provocó una descarga.
YA:	Porque al frotar o golpear la alfombra con la mano, uno de los dos se cargó con carga positiva y el otro con carga negativa, de esta manera al tener contacto con la otra superficie ella sintió una pequeña descarga.

En la tabla 19, se pudo notar como los participantes fueron estableciendo posibles causas, unas que se relacionan bastante con la electrostática, principalmente la de YA, en la cual se nota un dominio sobre el tema que fue aprendido con antelación a la implementación y que se retroalimenta a lo largo de ella; y otras que explícitamente no tanto, como las de IA, SB, SR y VM, pero que si se analizan, cada una tiene aspectos relacionados con éste, a través de conceptos como los de cargas eléctricas, frotación y repulsión. Evidenciando, entonces, que los conocimientos previos y la exploración de los materiales permitió la construcción de explicaciones a modo de predicciones que pudieron transformar en su aprendizaje continuo y que incentivo la elaboración de nuevas ideas.

Con esto, se da cuenta de que las perspectivas pasadas son recontextualizadas y reinterpretadas gracias a actividades como éstas, en las cuales se incentivó la comunicación entre los participantes, sus saberes previos y los materiales que exploraron, permitiéndose la construcción de sus explicaciones. Vislumbrando así, la importancia de que primen en el aula actividades donde se dé la posibilidad a los estudiantes de explorar y familiarizarse con el medio igual que los científicos lo hacen, mediante situaciones donde experimentan e interaccionan con objetos/materiales por sí mismos, logrando un bagaje de experiencia personal al enfrentarse a situaciones que los invite a reflexionar, a reformular perspectivas pasadas y a estar en comunicación continua con la actividad, los materiales, los demás compañeros e, incluso, con los propios conocimientos, lo cual es logrado mediante las actividades experimentales (Hodson, 1994).

Igual que lo anterior, en esta misma sesión se puede encontrar otro caso ilustrativo, posterior al de Teresa, que hace alusión a estos mismos aspectos, y se trata de una situación de la cotidianidad presentada a los estudiantes también en la actividad de apertura, donde una cucharilla de plástico

frotada previamente en la ropa de una anciana, se acercó a dos ingredientes: azúcar y pimienta, los cuales se adhirieron a ésta, permaneciendo por más tiempo la pimienta; después, de que los participantes escucharán la situación se les interroga por el porqué de lo sucedido, al cual le pueden dar respuesta repensando sus conocimientos y explorando con sus materiales. La pregunta y respuestas a él son las presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 20

Unidad de análisis: Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 2, Pregunta 1, 19/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	A continuación, encontrarás algunas situaciones de la cotidianidad, donde debes ayudar a los personajes a responder a las preguntas que hay en cada una de ellas
Pregunta	¿Por qué crees que la cucharilla atrae los dos ingredientes?
Unidad de Análisis	
MC:	Cuando se frota con fuerza la cuchara con la tela, esta se carga de electricidad.
OQ:	Porque al ser un objeto cargado (lo frotó en su ropa), es un objeto capaz de atraer hacia sí objetos más ligeros.
SR:	Cuando frota la cuchara con su ropa, la cuchara de plástico queda cargada y es capaz de atraer los dos ingredientes.
YA:	Porque al ella frotar la cuchara con su ropa la carga con una carga (positiva o negativa) y la pimienta tiene carga positiva o negativa.

En la tabla 20, se percibió como las concepciones de los estudiantes, producto de las situaciones que les eran expuestas y que podían explorar a partir de los materiales, se van reformulando, hasta tal punto, que a pesar de estar en la primera sesión, las causas posibles que mencionaban se relacionaban en gran medida con el fenómeno; por tanto, se resalta de estas contestaciones al interrogante, aspectos como que: de la frotación se cargaba la cucharilla de plástico, la atracción de los ingredientes posterior a cargar la cucharilla (OQ y SR, dan cuenta de ello), y otros, inclusive, más acordes al fenómeno, como el de cargas positivas y negativas expuesto por YA. Además, como este caso es posterior al de Teresa, posibilitó a que las explicaciones construidas al principio las retroalimentarán para esta situación, gracias a la exploración de los materiales y la reflexión de lo aprendido con anterioridad.

Es por ello, que esta actividad que es abordada desde varios aspectos tanto reflexivos como exploratorios, da cuenta de que la construcción de conocimiento científico no se desliga del contexto sociocultural, sino que es inherente a él, evidenciando que no hay una vía única para tal construcción y encuentro con el mundo, los cuales son logrados a través de múltiples formas posibles, además, les posibilita a los estudiantes la comprensión de que la ciencia es resultado de

la cultura, y que, por tanto, la dinámica científica está permeada por el contexto y apoya sus aprendizajes en la enseñanza de las ciencias, perspectivas, todas éstas, que hacen parte de la NdC (Acevedo Díaz, 2008; Muñoz, 2014; Tamayo et al., 2010).

En este orden de ideas, las actividades experimentales son intrínsecas al proceso de construcción de conocimiento científico, y por tanto, un escenario relevante para la actividad científica como tal, al no excluir el aspecto teórico ni mucho menos los sujetos, los cuales intervienen en sus comunidades basados en lo que perciben y las concepciones que han construido de acuerdo a sus particularidades (Kuhn, 1969); de ahí que las respuestas de los estudiantes, a pesar de no tener completamente certeza de ellas, estuvieran permeadas por sus vivencias cotidianas y por las actividades de exploración que incentivó una situación como la pasada, la cual despertó las respuestas consignadas en la tabla 20.

Del mismo modo, otra de las preguntas a la misma situación planteada con anterioridad (la de los ingredientes y la cucharilla), incentivó a que los estudiantes explorarán con sus materiales para apoyar sus puntos de vista y dar respuesta a las inquietudes. El interrogante y las contestaciones dadas a él son las que se perciben en la siguiente tabla:

Tabla 21

Unidad de análisis: Primera sesión, Actividad de apertura, Situación 2, Pregunta 2, 19/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	A continuación, encontrarás algunas situaciones de la cotidianidad, donde debes ayudar a los personajes a responder a las preguntas que hay en cada una de ellas
Pregunta	¿Pasará lo mismo con una cucharilla de metal o de otro material? ¿Por qué?
Unidad de Análisis	
MA:	Yo creería que no, ya que <u>la energía solo pasa por algo de plástico o de vidrio caucho</u> , porque son aislantes y pueden mantener una carga, pero la de metal no porque actúa como conductor de electricidad.
SB:	Esto solo se da en el vidrio caucho y el plástico ya que estos materiales son como aislantes y estos pueden mantener una carga en cambio por ejemplo el metal actúa como conductor de electricidad.
OQ:	No, pues para que esto suceda el material de la cuchara o el elemento que va a atraer los otros objetos deben ser plástico, es decir, ser de material más ligero y que así pueda ser cargado.
YA:	Yo creería que, si pasa lo mismo, porque si no estoy mal, todos los materiales son neutros.

En la tabla 21, se notó que el solo hecho de preguntar a los estudiantes por un material nuevo, en este caso el metal, permitió que se trajeran a colación conceptos relacionados con este fenómeno como los de conductores y aislantes, principalmente, en lo expuesto por MA y SB, en la primer perspectiva se encuentra un aspecto que no es acorde con lo que sucede realmente

(subrayado en MA), con lo cual la participante da a entender que los materiales aislantes son los únicos por los que pasa energía eléctrica, sin embargo, la misma estudiante menciona posteriormente, dos aspectos relevantes, éstos se centran más que todo en que: *los aislantes pueden mantener la carga y los metales como son conductores no lo logran hacer*, enunciados que pueden ser comprendidos en un contexto específico, por ejemplo, al hacer alusión a la situación expuesta de los ingredientes, si se electrifica una cucharilla de metal por frotación, algo que es poco probable, al estar sujeta por la mano, como el cuerpo humano es un conductor, se pierde la carga inmediatamente, lo cual no sucede con los aislantes si no son tomados por la zona electrificada. La segunda perspectiva (la de SB), está en estrecha relación con estos aspectos importantes, es más precisa en los materiales aislantes más comunes que permiten la construcción de este fenómeno.

A diferencia de los puntos de vista mencionados, OQ y YA resaltan aspectos diferentes, pero que igualmente, dan cuenta de la relevancia de las reflexiones sobre los conocimientos pasados y el entorno a través de actividades que invitan a la exploración, como, por ejemplo: la necesidad de la interacción de materiales ligeros para la construcción del fenómeno (expuesto por OQ) y el hecho de que todos los materiales previo a la electrificación son neutros (enunciado por YA). No obstante, el estudio de la electrostática ha mostrado que la electrificación por frotamiento para los metales es casi imposible, y que si lo logran, es en pequeña medida, difícil de observar, por ende, la respuesta que da YA, no está muy acorde con lo percibido en este fenómeno, lo cual es fruto, de haber dejado esta respuesta solo en predicción y no trascenderla a la exploración, pero que, sin embargo, se irá, reformulando en el trasegar de las actividades propuestas en las sesiones posteriores, que ayudarán a transformar las explicaciones que los estudiantes construyeron.

De estos aspectos mencionados hasta ahora se rescata como las actividades propuestas han incentivando no sólo el encuentro con conocimientos y experiencias pasadas, sino también con el mismo medio, en pro de la construcción de las explicaciones a lo que sucedía, mediante el establecimiento de posibles causas, perspectivas que estaban ligadas a aspectos experimentales encontrados a partir de la exploración de los materiales, constituyéndose así ambientes de aprendizaje donde se privilegió los procesos de construcción de conocimiento por parte de los estudiantes a través de la participación, búsqueda, argumentación y exploración de su contexto, en situaciones problemáticas que les permitía explorar y argumentar enunciados adheridos a sus observaciones y permeados por su experiencia con el mundo real, alternativas de metodologías

para la enseñanza de las ciencias que el docente puede utilizar en el aula (Ayala, 2006; Romero y Aguilar, 2011).

Es por esto, que los encuentros con el medio fueron logrados, más que todo, a partir de actividades experimentales que se propusieron en sesiones posteriores a la primera, logrando que los estudiantes transformarán sus concepciones respecto a este fenómeno y además propusieran alternativas experimentales donde se optará por la utilización de nuevos materiales.

Uno de los casos, fue de lo acontecido en el segundo encuentro, el cual se centró en la atracción eléctrica y por ello las experiencias propuestas dan cuenta de este tipo de interacción entre los materiales; específicamente, en la actividad de desarrollo de esta sesión, se presentaron diferentes actividades experimentales a los estudiantes, para que éstos las desarrollarán a través de la exploración, la primera de ellas se trataba de que posterior a haber introducido trozos de papel globo en una botella plástica, la frotarán con el cabello o con cualquier tela; en la segunda debían vaciar azúcar en un recipiente plano de vidrio, frotar un globo con un paño y luego acercarlo; después de la realización de las anteriores debían mencionar el porqué de lo sucedido, proponer nuevas alternativas experimentales para lograr construir el mismo fenómeno y luego enunciar sus observaciones, que son en sí reflexiones del proceso en cada una de ellas. Las indicaciones de la actividad, las preguntas propuestas, las respuestas a los interrogantes y las observaciones, son las que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 22

Unidad de análisis: Segunda sesión, Actividad de desarrollo, Experiencias, 24/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	Explora con tus materiales: Describe las interacciones observadas en las experiencias, explicando por qué suceden y realiza nuevas experiencias donde sea evidente el cambio de variables utilizadas.
Unidad de Análisis	
- Experiencia 1:	
IA:	¿Qué sucede? ¿Por qué?: Los papelitos se adhieren a la botella, creo yo que es por la energía que causa frotar la camisa y la botella. Modificaciones: Tomé un tubo PVC y lo froté con el paño de lana, lo puse el lado de la botella y los papelitos de una se adhieren. Observaciones: Observe, que entre más calor le da a la botella, más tiempo los papelitos se van a quedar pegados.
SR:	¿Qué sucede? ¿Por qué?: No sucede nada a pesar de que lo froto con mi ropa, con una bomba y con papel aluminio. No sucede nada quizás por la ropa, de hecho, cuando se frota con ella no hace calor para que suceda algo.

Modificaciones: Cuando froto el tubo de PVC con mi cabello los papelitos se mueven junto con la botella de plástico y se atraen hacia el tubo.

Observaciones: Cuando se emplean otros materiales se nota más acción.

-Experiencia 2:

MC: **¿Qué sucede? ¿Por qué?:** Al azúcar estar en una superficie de vidrio plana, al ponerlo en contacto con el globo este se adhiere al globo inmediatamente por ser un material ligero.

Modificaciones: Empleé tres elementos: sal, azúcar, sal y pimienta, a lo que pude observar que la sal y el azúcar se adhieren con mucha más facilidad por ser elementos más ligeros mientras que la pimienta tardó más.

Observaciones: En un recipiente de vidrio como lo es el vaso no funciona, ya que este por su profundidad no permite observar nada además de funcionar como aislante.

VM: **¿Qué sucede? ¿Por qué?:** En un recipiente de vidrio vacié azúcar, y al acercar un globo que fue frotado con un paño se puede observar como el azúcar se siente atraído.

Modificaciones: En esta experiencia hice una modificación y fue frotar el tubo PVC con el cabello y con la ropa.

Observaciones: Y el azúcar también se sintió atraída.

En la tabla 22, se pudo evidenciar cómo algunos estudiantes relacionan el fenómeno electrostático con el calor percibido en los materiales que frotan (especialmente, IA y SR dan cuenta de ello), y por esto, dicen que para que se dé más atracción en la experiencia 1, en cuyas respuestas se encuentra plasmado este concepto, se debe generar más calor; es cierto que la fricción entre dos materiales genera un incremento en la temperatura de las superficies en contacto, pero en relación a la electrostática, las miradas no se centran en este aspecto, sino que se enfoca en las interacciones que tienen con los demás materiales los cuerpos que han sido inicialmente frotados; es de anotar, que los estudiantes lo mencionan a causa de que para la construcción del fenómeno se debe frotar bien los cuerpos por un tiempo determinado, generando que los materiales elevan su temperatura; por ello a lo largo de las sesiones, éstos resaltan el aumento en las interacciones de los materiales producto del tiempo de frotación de dos cuerpos en lugar de calor, transformaciones en las explicaciones que se evidenciaron en sesiones posteriores.

Además de lo anterior, en esta misma experiencia se notó como el accionar de los estudiantes con los materiales que tenían también particulariza los resultados de las experiencias, por ejemplo: IA logró construir el fenómeno con los materiales expuestos en la experiencia 1, así como se observa en la Figura 7, por el contrario, SR no pudo obtener los mismos resultados, por lo cual propuso una modificación a la actividad experimental, que se trataba de utilizar el tubo de PVC en ella (éste se percibe en la Figura 7, detrás del recipiente de plástico), mejora que también enunció IA, para la elaboración de una nueva experiencia.

Figura 7

Experiencia 1, Segunda sesión, Actividad de desarrollo



Nota. La figura muestra la experiencia realizada por uno de los participantes durante el encuentro de la sesión 2.

Adicional a ello, se evidenció en las respuestas de la experiencia 2 enunciadas en la tabla 22, como los participantes a pesar de estar realizando una misma actividad experimental en la cual obtuvieron un comportamiento similar, que fue la adhesión del azúcar al globo al aproximarlo a ella, propusieron alternativas muy diferentes a la experiencia, dando cuenta de las múltiples perspectivas que están presentes en la construcción de conocimiento científico, de ahí que la ciencia deba ser mirada a partir de perspectivas situadas y pluralistas, donde la dinámica científica sea dependiente de las particularidades del contexto sociocultural en el cual surge, mostrando que no hay una vía única para tal construcción y encuentro con el mundo (Muñoz, 2014); y es por esto, que en la enseñanza de las ciencias como en esta investigación, se debe apostar por la utilización de diferentes metodologías, donde primen las actividades experimentales, ya que como se ha notado hasta el momento, la experiencia incentiva la creatividad y es producto de interpretaciones e interacciones libres y audaces de los sujetos con sus medios (Popper, 1972).

Otro de los casos, en los que las actividades experimentales posibilitaron el encuentro con el medio de los participantes, que aportó a las reformulaciones de las concepciones que se iban construyendo y, que además, les permitió conocer más sobre los conceptos básicos de la electrostática, fue la actividad de desarrollo de la tercera sesión, en la cual, al igual que en el segundo encuentro se les presentó a los estudiantes diferentes experiencias enfocadas esta vez no en la atracción sino en la repulsión eléctrica, de ellas se resaltarán dos a continuación: la primera

(experiencia 1) constaba de colocar en una superficie plana un plato grande de icopor boca abajo previamente frotado (parte plana) con un paño, luego colocar un plato pequeño de icopor encima de éste en su posición común y finalmente acércale la mano por la parte contraria; en otra actividad experimental (experiencia 3), los estudiantes recortaron una sección de bolsa plástica pequeña e inflaron un globo, ambos cuerpos posteriormente, fueron frotados por separados con un paño de lana, y ubicados el globo debajo de la bolso y los intentaron acercar; después de la realización de estas dos experiencias debían mencionar el porqué de lo sucedido, proponer nuevas alternativas experimentales para lograr construir el mismo fenómeno y luego enunciar sus observaciones; todas éstas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 23

Unidad de análisis: Tercera sesión, Actividad de desarrollo, Experiencias, 26/Nov/20

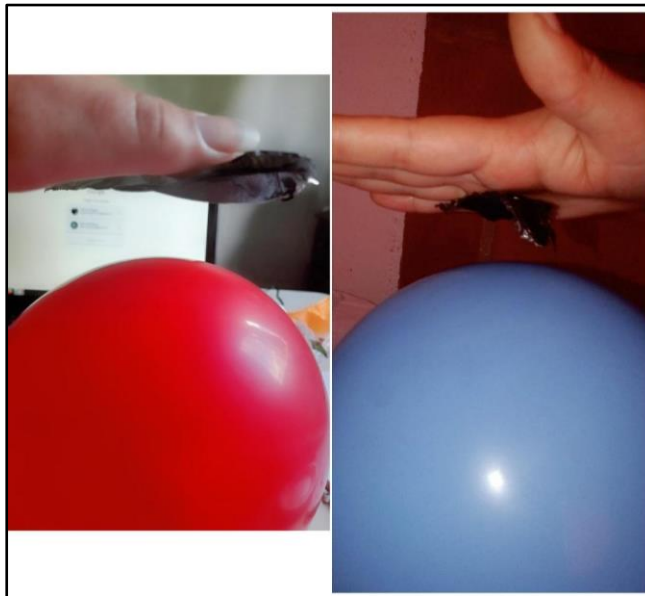
Indicaciones de la Actividad	Explora con tus materiales: Describe las interacciones observadas en las experiencias, explicando por qué suceden y realiza nuevas experiencias donde sea evidente el cambio de variables utilizadas.
Unidad de Análisis	
-Experiencia 1:	
YA:	¿Qué sucede? ¿Por qué?: Al intentar poner el plato pequeño en el centro noto que este se desplaza hacia los lados, porque acá influyen las cargas positivas y negativas. Modificaciones: Frote ambos platos con diferentes tipos de tela. No utilice la mano. Observaciones: Note que cuando voy a poner el plato pequeño en el centro, esté se desplaza a un lado. Cuando le pongo la mano no pasa nada.
OQ:	¿Qué sucede? ¿Por qué?: Al ubicar el plato pequeño sobre el plato grande debidamente frotado, este ejerce como una pequeña presión, lo que hace que se traslade un poco hacia el lado. Creo que esto se debe a las cargas ya que son de los mismos materiales. Modificaciones: Lo intenté sin poner la mano sobre el plato. Observaciones: Pude notar que debido a que ambos platos son del mismo material, el pequeño que está por encima, se desplaza un poco hacia un lado debido a la carga y la presión que el plato grande ejerce.
-Experiencia 3:	
MC:	¿Qué sucede? ¿Por qué?: Frote el globo en el pañuelo, al igual que el anillo de la bolsa plástica, y pude observar que el anillo de bolsa repelaba con el globo. Modificaciones: Utilizaría papel globo en vez del anillo de la bolsa plástica. Observaciones: Dependiendo del material que se utilice podemos observar la reacción donde se repelan los elementos, o también se pueden acercar.
YA:	¿Qué sucede? ¿Por qué?: El pedacito de bolsa se aleja de la bomba, porque ambos elementos se cargaron con las mismas cargas. Modificaciones: Cambie la tela por el cabello. No utilice el anillo sino un pedacito de bolsa. Observaciones: Al intentar poner o dejar caer la bolsa sobre la bomba luego de frotarlas noté que el pedacito de bolsa se alejaba, no se acercaba.

En la tabla 23, se notó que las explicaciones de los estudiantes se fueron reformulando y apoyando en los conceptos básicos de la electrostática, que comprendieron y utilizaron a partir de su propia interacción con el medio; esto se percibió, en primer lugar, en la experiencia 1 cuando las participantes YA y OQ dan su explicación de por qué el plato pequeño no se puede quedar sobre el grande y se desplaza hacia los lados, a lo cual responden convergiendo en la idea de que se alejan debido a que las cargas producidas en ambos son las mismas ya sean positivas o negativas, y que por tanto, los platos al poseer igual tipo de carga se van a repeler. No obstante, las perspectivas de estas dos estudiantes, del mismo modo, que las analizadas de la tabla 22, difirieron a la hora de proponer alternativas a la experiencia, YA optó por la utilización de diferentes telas y con ellas frotar ambos platos por las superficies que se iban a poner en contacto, en cambio OQ propuso la realización de la actividad experimental sin poner la mano encima del plato, a pesar de estas diferencias ambas llegaron a la misma interacción entre los dos recipientes.

En segundo lugar, en las respuestas de la experiencia 3 expuestas en la tabla 23 también se percibió la utilización de conceptos relacionados con el fenómeno, que, sin lugar a dudas, están en estrecha relación con las actividades que han desarrollado hasta el momento, y más aún, con las experimentales, desligándose así, de la reducción de sus enunciados a aspectos meramente teóricos y abstractos, esto ocurrió en el momento en que las estudiantes MC y YA, dan respuesta de qué observan y por qué lo acontecido, en la cual ambas coinciden en la repulsión del globo con la bolsa producto de que ambas poseen las mismas cargas, lo cual se puede evidenciar en la Figura 8, donde posterior a la realización de la frotación de los dos cuerpos con la tela, se obtuvo lo que se percibe allí.

Figura 8

Experiencia 3, Tercera sesión, Actividad de desarrollo



Nota. La figura muestra la experiencia realizada por dos de los participantes durante el encuentro en la sesión 3.

Es por esto, que al igual que en la experiencia anterior, las participantes retroalimentaron sus explicaciones y comprendieron más los conceptos básicos del fenómeno electrostático, basando sus respuestas en las interacciones que iban vivenciando con su medio a través de la exploración de los materiales, aspecto que posibilitó la creación de nuevas alternativas experimentales para esta experiencia que son particulares y relativas a cada una de ellas, por ejemplo: MC propuso papel globo en vez de bolsa y YA planteó la frotación con el cabello en lugar de la tela.

Asimismo, estas actividades dan cuenta de la estrecha relación entre la teoría y la actividad experimental, al percibirse cómo las explicaciones que construyen los estudiantes están en comunicación continua con las situaciones de exploración del medio a través de los materiales que tienen a su alcance, hasta tal punto, que las modificaciones en un aspecto involucran cambios en el otro, es decir, que si hay variaciones en las actividades experimentales, se presentan reformulaciones de las explicaciones en torno al fenómeno y viceversa, por tanto, los desarrollos en ellas se retroalimentan continuamente, gracias a esa relación de complementariedad existente en la construcción de conocimiento científico (Ferreirós y Ordóñez, 2002; Romero y Amelines, 2017).

En concordancia con esto, en la implementación de la secuencia se encuentra otra actividad en la cual se percibe la relevancia de presentar situaciones estructuradas por la relación

interdependiente entre los aspectos teóricos y experimentales, ésta es la actividad de apertura de la segunda sesión, que constaba de la realización de dos retos enfocados en la atracción eléctrica, en esta ocasión se analiza el segundo debido a la relación que posee con el orden de ideas que se han expuesto hasta el momento en el presente análisis, en éste los estudiantes debían lograr que una lata vacía, de gaseosa o cerveza, se moviera por una superficie plana sin ser tocada ni soplada; por ello, en esta actividad, se les pidió a los estudiantes que enunciarán como resolvieron el reto, qué modificaciones propusieron y además que mencionarán las condiciones que tuvieron en cuenta para el logro de éste, fundamentando todo lo que afirmaban a partir de lo aprendido hasta el momento. Así pues, las indicaciones de la actividad y los resultados obtenidos en ella son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 24

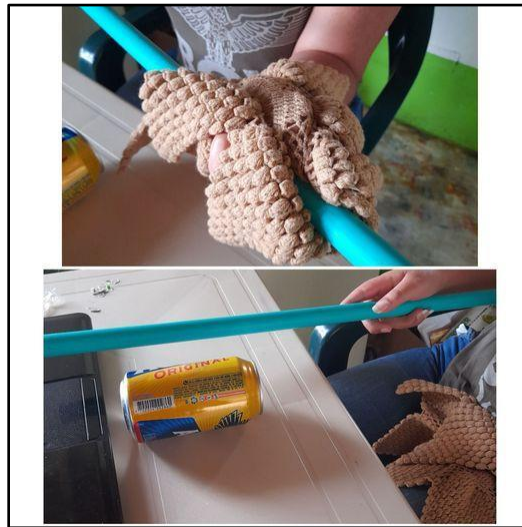
Unidad de análisis: Segunda sesión, Actividad de apertura, Reto 2, 24/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	Describe el procedimiento realizado, poniendo en evidencia lo trabajado hasta el momento. Acompañándolo, además, de imágenes que den cuenta de lo realizado.
Unidad de Análisis	
OQ:	En el <u>reto dos</u> , lo que hice fue frotar con un trozo de lana el tubo PVC, lo que ocasionó que la lata vacía si se desplazara un poco. <u>Y las condiciones necesarias para que esto suceda, es que ambos elementos estén en contacto cercano, luego de que uno de ellos esté debidamente cargado después de ser frotado.</u>
SB:	Para el <u>reto 2</u> , utilicé mi pañuelo de lana y lo froté con el tubo de PVC y al acercarse a la lata se movía.

En la tabla 24, se percibió como los participantes afrontaron este reto a partir de los puntos de vista que habían construido en el manejo y exploración de los materiales que tenían a su alcance, por ende, son relativas y dependientes del entorno y de los elementos a través de los cuales lo exploraron, de ahí que la realización del reto por parte de OQ y SB, sean similares, ya que se había explorado previamente las interacciones con el tubo de PVC notando que éste se podía electrificar por frotación con más facilidad con la lana, al ser el tubo un material con pocas asperezas y en cambio la lana más rugoso, permitiendo que a través de la fricción de éstos se dé la electrificación por frotamiento, y así el tubo pueda atraer la lata posteriormente, la Figura 9 hace alusión a lo dicho con anterioridad.

Figura 9

Reto 2, Segunda sesión, Actividad de apertura



Nota. La figura muestra la solución al reto 2, realizada por uno de los participantes durante la sesión 2.

Otro tanto podría decirse de la respuesta dada por OQ, ya que esta estudiante en lo subrayado de su explicación resalta un aspecto fundamental del fenómeno, se trata de la distancia a la que deben estar los cuerpos para observar las interacciones, destacando además, que previo a este suceso uno de ellos debió haber sido electrificado por frotación, respuesta que es producto de haber trabajado dos tipos de electrificación en la implementación de la secuencia didáctica, una es la obtenida por frotamiento y la otra por inducción, que se daba cuando acercaban un cuerpo electrificado a otro sin tocarlo, y este último se repelía o atraía con él; evidenciando, de este modo, cuán importante son las actividades experimentales propuestas en cada una de las sesiones, al estar unidos a aspectos teóricos, centrados principalmente, en las construcciones de los participantes transformadas a causa de lo nuevo que iban aprendiendo con cada actividad, ya que fueron planeadas bajo la noción sociocultural de la ciencia donde la teoría y la actividad experimental son, más que todo, procesos y actividades simultáneas, que, de una manera u otra, son dependientes y complementarias (Romero et al., 2016; Romero y Aguilar, 2011).

Adicional a ello, otro reto que posibilitó la constatación de los beneficios de las actividades de la implementación para la construcción de conocimiento de parte de los estudiantes a partir de las continuas reformulaciones de las perspectivas que elaboren gracias a los encuentros con su medio mediante la exploración de sus materiales, fue el presentado en la actividad de apertura de la tercera sesión, en él los estudiantes debían lograr que posterior a la construcción de un barco no muy pesado con cualquier material, lograr que este se desplace al colocarlo sobre una cubeta con

agua sin recibir ningún tipo de contacto ni ser soplado; por ello, en esta actividad, se les pidió a los estudiantes que enunciarán como resolvieron el reto, qué materiales utilizaron y el porqué de lo sucedido en las interacciones con estos materiales, fundamentando todo lo que afirmaban a partir de lo aprendido hasta el momento. Así pues, las indicaciones de la actividad y los resultados obtenidos en ella son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 25

Unidad de análisis: Tercera sesión, Actividad de apertura, Reto, 26/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	Describe el procedimiento realizado, poniendo en evidencia lo trabajado hasta el momento. Acompañándolo, además, de imágenes que den cuenta de lo realizado.
Unidad de Análisis	
MC:	Al ser frotados el tubo de PVC con el globo como <u>cuerpos neutros</u> , se cargan eléctricamente, generando así que el barco se mueva a razón de <u>la electrización por frotamiento</u> . Es muy importante que el barco sea pequeño para que se vea más movimiento. Realice el mismo procedimiento, pero esta vez con un barco de aluminio, un globo y un pañuelo de lana, al frotar el globo en el pañuelo de lana, este <u>se cargaba de electrones</u> y permitía que el barco se desplazará, teniendo en cuenta que este era de un tamaño mucho más reducido para que se pudiera observar más la acción.
OQ:	En un recipiente no muy hondo y con un poco de agua, puse un pequeño barco de papel aluminio y por último para que este se moviera sin ser tocado, froté el tubo PVC con un trozo de tela poliéster. Lo que pude evidenciar mediante este experimento, es que, al frotar algún elemento con este tipo de tela, <u>aislaba el objeto al cual se le acercaba</u> ; esto se debe a que este material de <u>la tela es un aislante de energía y mantiene una energía estática</u> .

En la tabla 25, se percibió como las explicaciones y perspectivas de los participantes, cada vez más, mostraban un mayor dominio tanto teórico como experimental, al enfocar sus puntos de vista en los conceptos básicos del fenómeno electrostático y relacionarlos con los materiales trabajados en los encuentros que les permitieron explorar su medio, por esto, la necesidad de mencionar a MC, quien a través de su respuesta pudo evidenciar la comprensión de varios conceptos básicos de la electrostática (subrayados en su fragmento), producto de las actividades experimentales que había desarrollado y que asoció con ellos directamente, por eso, la elección de los materiales y reflexiones para incrementar el movimiento del barquito; no obstante, se notó también en su respuesta que no tenía mucha comprensión por la causa directa que produjo que el pequeño barco interaccionara con el cuerpo acercado, al decir: que es fruto de la electrización (electrificación) por frotamiento, la cual si es una de las causas indirectas, ya que el cuerpo acercado obtuvo esta virtud eléctrica gracias a ella, pero lo que sucede posteriormente es la electrificación por inducción, en la cual el cuerpo pasivo y neutro, inicialmente, redistribuye sus cargas para

aproximarse al cuerpo electrificado; los demás puntos expuestos por esta estudiante son relevantes y muestran la evolución en torno a la comprensión del tema.

Por otro lado, en esta misma actividad, la participante OQ propone una solución diferente a la de MC, aunque convergen en el barco de aluminio, no lo hacen en los materiales ni en la explicación que dan, ya que obtuvieron resultados diferentes, en este caso OQ en vez de atracción logro repulsión, que se mencionó cuando ésta dice que se aislaba el barco, refiriéndose a que se alejaba cuando se acercaba el tubo de PVC, además, se notó que falló en la explicación del por qué al decir que se daba la repulsión a causa de que los materiales utilizados aíslan la energía y conservan la carga estática, algo que es cierto por lo completo y son aspectos fundamentales de los aislantes para el estudio del fenómeno en cuestión, pero en este caso la causa de dicha interacción de los materiales como se ha mencionado anteriormente en los fragmentos de los estudiantes expuestos en una de las tablas anteriores, la 23, se da debido a que los cuerpos poseen cargas iguales ya sean ambas positivas o negativas.

Por lo anterior, se da cuenta cómo los estudiantes afrontan los retos experimentales de maneras relativas, fruto de las particularidades en sus puntos de vista, actuando de manera igual que los científicos lo hacen refinando poco a poco la forma de abordar los problemas, comprendiéndolos cada vez más y creando procedimientos mejores y apropiados, lo cual realizan de manera simultánea, gracias al bagaje que van adquiriendo y conocimientos que van construyendo (Hodson, 1994), dando cuenta así, de la relevancia tanto para la dinámica científica como para la enseñanza de las ciencias de la relación complementaria entre la actividad experimental y la teórica, defendida por la visión sociocultural de la ciencia que hace parte de la NdC (Muñoz, 2014; Romero y Amelines, 2017).

Además de lo anterior, otro aspecto que permitió evidenciar la importancia de la actividad experimental para la construcción de conocimiento fue la historia y la epistemología de la ciencia, algunos de los campos que fundamentan la NdC, a través del uso de los fragmentos de textos originales enfocados, en este caso en la electrostática, los cuales posibilitaron que los estudiantes reformularan sus perspectivas y las asociaran con las actividades experimentales que habían vivenciado. Esto se puede percibir, con un ejemplo específico, se trata de la actividad de apertura de la quinta sesión, donde los estudiantes posterior a la lectura y análisis de dos fragmentos originales, uno de Leonard Euler y el otro de Charles François Dufay, debían responder unas

preguntas expuestas en ella, para efectos de lo que se está exponiendo y en concordancia con que en este apartado compete reflexionar se hará alusión, a aquel interrogante donde los estudiantes además de contestar debían defender sus posturas experimentalmente. Las indicaciones de esta actividad, la pregunta presentada y algunas respuestas obtenidas se presentan a continuación:

Tabla 26

Unidad de análisis: Quinta sesión, Actividad de apertura, pregunta 5, 30/Nov/20

Indicaciones de la Actividad	A continuación, encontrarás algunos fragmentos de los primeros documentos donde los científicos empiezan a construir las teorías. Léelos y responde.
Pregunta	Según los fragmentos ¿En qué radica el comportamiento de unos materiales, después de ser frotados? Además de la explicación, muestre sus perspectivas experimentalmente.
Unidad de Análisis	
VM:	Al ser frotados los materiales <u>se cargan, por eso tienen algunos comportamientos que en su normalidad no presentan, como lo es estar cargados y por lo tanto atraer y repeler otros cuerpos.</u> En las anteriores experiencias observamos como con el pelo o con diferentes tipos de tela podemos <u>electrificar</u> diversos cuerpos como lo es, la coca de un lapicero, un tubo PVC, una bomba.... y estos <u>atraen</u> cuerpos no muy pesados. En una experiencia nos encontrábamos con 2 cuerpos cargados como lo era la bomba y la bolsa y podíamos ver que al juntar estos 2 materiales se sentían totalmente repelados y claro está porque ambos cuerpos fueron cargados con lo mismo (el cabello) con anterioridad. Al ser frotados el tubo de PVC con el globo como <u>cuerpos neutros, se cargan eléctricamente.</u>
SR:	Cuando ellos se frotan, tienen a atraer otro material diferente a él, claramente no todos los materiales son atraídos, <u>los cuerpos pierden o ganan electrones</u> para ser aceptado por el otro. La experiencia que yo propongo es frotar la bolsa con el paño y la bomba con el paño, y trato de acercar la bolsa al globo inflado colocado sobre una superficie plana, este último <u>se aleja</u> , no permite que la bolsa alcance a tocarlo, pasaba porque tenían <u>la misma carga.</u> Ahora, si froto papel globo con el paño y la bolsa con el paño, y trato de acercar la bolsa al papel globo si se atraen, a pesar de estar frotados con el mismo paño, lo cual es producto, a diferencia de la experiencia anterior, que como tenían <u>cargas diferentes</u> se podía ver <u>la atracción.</u>

En la tabla 26, se nota como los estudiantes recontextualizan lo expuesto por los fragmentos y lo relacionan con las construcciones tanto a nivel teórico, con sus explicaciones, como experiencial, mediante el conocimiento de las interacciones de los materiales que tienen a su alcance y que les posibilita la oportunidad de elaborar el fenómeno electrostático. Es por esto, que sus perspectivas cada vez más, están estructuradas por las características y conceptos básicos relacionados con este fenómeno (lo subrayado en cada respuesta da cuenta de ello); además, se percibe que las respuestas de VM y SR, aunque se centran en los mismos aspectos, atracción y repulsión, lo hacen desde maneras diferentes, por un lado VM, al principio se basa solo en la frotación para dar cuenta del cambio de los cuerpos que experimentan este proceso al cargarse adquiriendo la posibilidad de atraer o repeler a otros más próximos a él, luego este participante

trasciende a hablar de electrificación y de la neutralidad de todos los cuerpos previo a este proceso, aspectos que fue clarificando a través de actividades experimentales que propuso, a partir de las ya desarrolladas en las sesiones anteriores a ésta.

Por otro lado, SR desde el comienzo mencionó un aspecto relevante para la comprensión de este fenómeno, la pérdida o ganancia de electrones, lo cual ocasiona que un cuerpo quede cargado positiva o negativamente posterior a la electrificación por contacto, las experiencias que esta participante propuso son indispensables para mostrarle a VM, que su justificación de lo logrado en la experiencia del paño, el globo y bolsa que ambos propusieron, no es tan acorde con lo que realmente sucede, ya que SR en su segunda experiencia solo cambia el globo por el papel globo, y en vez de repulsión obtiene una atracción entre la bolsa y éste tipo de papel, resultado que la estudiante justifica bien, al decir que estas dos interacciones dependen en gran medida, más que de la frotación con un mismo material, de la ganancia o pérdida de electrones en la frotación, lo que implica que unos cuerpos queden cargados positiva (con más protones) o negativamente (mayor cantidad de electrones).

Es por esto, que tanto el uso de la historia y epistemología de la ciencia como el de las actividades experimentales, facilitaron la comprensión de los participantes de más conceptos relacionados con el fenómeno, permitiendo la construcción de sus explicaciones permeadas por el contexto, que fue explorado gracias a la utilización de los materiales a su alcance; del mismo modo, los fragmentos originales ayudaron a evidenciar a los estudiantes que la actividad experimental es un posible camino para analizar los fenómenos, ya que éstos son fabricados igual que los hechos científicos, posibilitándolos a llegar a conclusiones y, por tanto, participando activamente en la construcción de conocimiento científico; lo cual implica, que se deje de lado, la visión positivista, en la cual la teoría subordina a la actividad experimental y se entienda que estas dos actividades son complementarias (interdependientes), encontrándose en el mismo nivel en producción científica (Romero, 2013; Romero et al., 2016; Romero y Amelines, 2017).

Así pues, es tan relevante esta alternativa de enseñanza de las ciencias centrada en un enfoque sociocultural, donde la actividad experimental es igual de importante y complementaria con la teoría, que los estudiantes se percataron de ella, y una estudiante en una pregunta diferente a la metodología de implementación quiso añadir su perspectiva en torno a los desarrollado en la secuencia didáctica. Esto ocurrió, en la actividad de cierre de la cuarta sesión, donde posterior a

haber visto unos videos enfocados en la electrostática presente en los fenómenos naturales como el rayo y acercarse a un fragmento de Charles François Dufay, en las actividades de apertura y desarrollo respectivamente, se realizó un conversatorio con preguntas orientadoras enfocadas en la reflexión de lo aprendido hasta el momento, una de ellas fue en torno a la frotación y el comportamiento de los materiales posterior a ella, interrogante en el cual la participante mencionó su punto de vista sobre la metodología. El interrogante y la respuesta a él, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 27

Transcripción: Cuarta sesión, Actividad de cierre, pregunta 4, 27/Nov/20

Indicaciones	Conversatorio 4
Pregunta	Teniendo presente los aportes de esta sesión a las explicaciones que has construido, mediante las actividades trabajadas hasta ahora. Explica ¿qué produce la frotación? y ¿de qué factores depende el comportamiento de los materiales posterior a dicho proceso?
Unidad de Análisis	
SB:	Bueno, primeramente, yo notaba pues que estas clases no son como uno normalmente las ve, que uno primero ve la teoría y después como se hace, si no que a partir de los experimentos, cada uno hemos tenido preguntas, que en estas sesiones se han resuelto muchas; yo digo de la frotación como decíamos en la sesión pasada son dos cuerpos que están neutros y <u>que ambos al frotarlos se cargan y queda uno con una carga positiva y otro con una carga negativa y al acercarla pues con otra cosita hay una atracción o hay una repulsión, eeee yo digo que cuando hablamos de algo neutro es cuando el cuerpo tiene igual número de electrones y de protones.</u>

En la tabla 27, se notan dos aspectos a los cuales se puede hacer alusión; por un lado, está la reflexión que la estudiante SB hace sobre la metodología utilizada, y por el otro, la respuesta a la pregunta presentada; en cuanto al primero, se capta como la participante percibió que con la implementación de la secuencia didáctica se quería mostrar una alternativa para la enseñanza de las ciencias diferente a aquella que vivencian los alumnos en el contexto analizado a través de las prácticas pedagógicas, donde la teoría tenía un alto peso, siendo expuesta en primer lugar, y a partir de ella se proponían otras actividades de corroboración, ya sean ejercicios problémicos o actividades experimentales para verificar la teoría; sino que como la estudiante lo menciona se está defendiendo y dando peso a actividades experimentales en relación complementaria con la teoría, al reformular sus explicaciones y orientar su accionar producto de los interrogantes e ideas que surgen de las actividades de exploración propuestas; denotándose así, y de acuerdo con Romero y Aguilar (2011), que la actividad experimental debe ser entendida y utilizada como un escenario

mediante el cual se puede aportar a la ampliación del conjunto de los hechos de observación, favoreciendo, además, a los cuestionamientos sobre problemas conceptuales y a la orientación y dinamización de cada uno de los procesos en torno a la formalización de las experiencias y de las construcciones a partir de ellas.

En cuanto al segundo aspecto de la respuesta, se evidencia que la participante comprende mucho más los conceptos básicos de la electrostática, lo subrayado en su respuesta da cuenta de ello, exponiendo con claridad las consecuencias de la frotación al enunciar que los cuerpos frotados se cargan uno positiva y el otro negativamente, resultando así, que posterior a este proceso, se dé la atracción o repulsión con otros cuerpos debido a si tienen diferentes o iguales cargas; estos avances en los puntos de vista fueron logrados a través de las actividades propuestas en donde a través de la exploración del medio con los materiales que cada uno tenía construyeron el fenómeno y fueron reformulando y retroalimentando sus explicaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior y también todo lo expuesto hasta el momento, se evidenció cómo las actividades experimentales que privilegiaron el encuentro de los estudiantes con su medio a través de los materiales, facilitaron la transformación de sus puntos de vista al igual que la comprensión de los conceptos básicos de la electrostática, que fue el tema central de la implementación; lo cual, dio cuenta de que desde el enfoque sociocultural para la construcción de conocimiento científico, los procesos discursivos y la actividad experimental mediante la relación complementaria expuesta entre estos dos, posibilita que los estudiantes participen en el análisis del fenómeno directamente y que construyan sus nociones y explicaciones, centrando su atención no sólo en el enfoque práctico-sensitivo sino también en el comunicativo que facilita la elaboración para las disertaciones que puedan salir del conjunto, favoreciendo que sus pensamientos en torno a la dinámica científica sean más críticos, percibiendo la importancia de ésta para su aprendizaje de la ciencia (Romero, 2013; Romero y Amelines, 2017).

Por todo esto, es que se evidencia como las actividades experimentales propuestas incentivaron la construcción de las explicaciones en torno al fenómeno electrostático, hasta el punto de conceptualizarlo, gracias a la exploración de los materiales y el contexto por parte de los estudiantes; lo que fue logrado, debido a que, siguiendo a Romero y Aguilar (2011), la actividad experimental exploratoria es fundamental en la construcción de nuevos conceptos y perspectivas,

ya que en ella interaccionan constantemente los procesos de conceptualización y de acción, aportándose e implicando transformaciones continuas de un aspecto a otro.

Por tanto, lo anterior puede ir dando respuesta a la pregunta planteada en esta investigación dado que las actividades experimentales exploratorias ayudaron a que los estudiantes en la exploración de su contexto, mediada por los materiales y en reflexión de los aportes de la historia y epistemología de la ciencia, se acercaran a la comprensión del concepto, y sobre todo, a la dinámica científica, ya que cada uno construyó su conocimiento a partir de contextos y explicaciones conjuntas e individuales, evidenciando que la ciencia es una construcción social en la cual están presentes tanto los contextos como las demás particularidades de los científicos, y que por tanto, el aprendizaje en ciencias debe estar basado en un enfoque sociocultural; aspectos, todos éstos, que defiende y hacen parte de las reflexiones de la NdC.

4.1.3. Importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías en torno al concepto de la electrostática.

En esta subcategoría, se enfatizó en todos aquellos aportes que dieron los estudiantes en explicaciones y perspectivas que defendían a la hora de responder las preguntas expuestas en la secuencia didáctica en torno a la construcción de los indicadores electrostáticos, los cuales fueron producto de los conocimientos construidos a lo largo de la misma, gracias a todas las actividades planteadas enfocadas, principalmente, en la exploración del medio a través de los materiales y de los procesos discursivos incentivados por el uso de los fragmentos de textos originales.

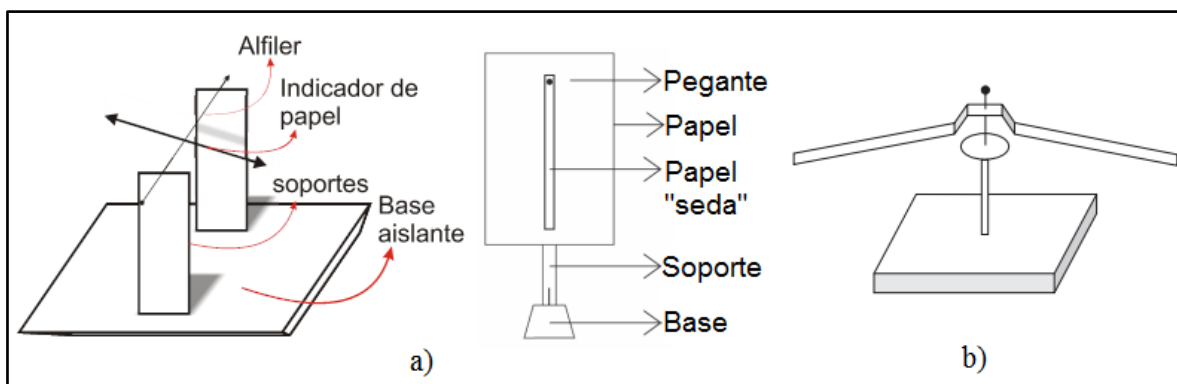
Así pues, cada una de las sesiones de la implementación previas a la última, que fue aquella en la que se construyeron estos instrumentos, permitieron que los estudiantes fueran retroalimentando sus concepciones sobre este fenómeno a través del estudio de los materiales y los procedimientos que realizaban con ellos, procesos que también estaban permeados por las visiones, tanto propias como de los autores de los fragmentos utilizados en la secuencia, expresadas en el transcurso de cada una de las actividades planteadas en ella mediante un lenguaje escrito y verbal, acercándose más aún, a la comprensión de la dinámica científica.

Por todo esto, los fragmentos e imágenes que se van a analizar a continuación hacen parte de la última sesión de la implementación de la secuencia didáctica, implicando así, que a diferencia

de las categorías anteriores, no serán tantos apartados sobre los cuales se vaya a hacer reflexión; sin embargo, los utilizados darán cuenta de cómo la concepción que se tenga sobre los instrumentos también está permeada por la imagen de ciencia que se haya construido, e invitarán a reflexionar sobre la importancia de éstos para la construcción de fenomenologías en torno a un concepto específico, en este caso el de la electrostática.

En primer lugar, para el inicio de la construcción de los instrumentos se les mostró a los participantes algunos indicadores electrostáticos con el fin de que ellos construyeran uno propio para el estudio de este fenómeno a través de la innovación de los que percibían o creando montajes nuevos; los indicadores mostrados en esta ocasión fueron:

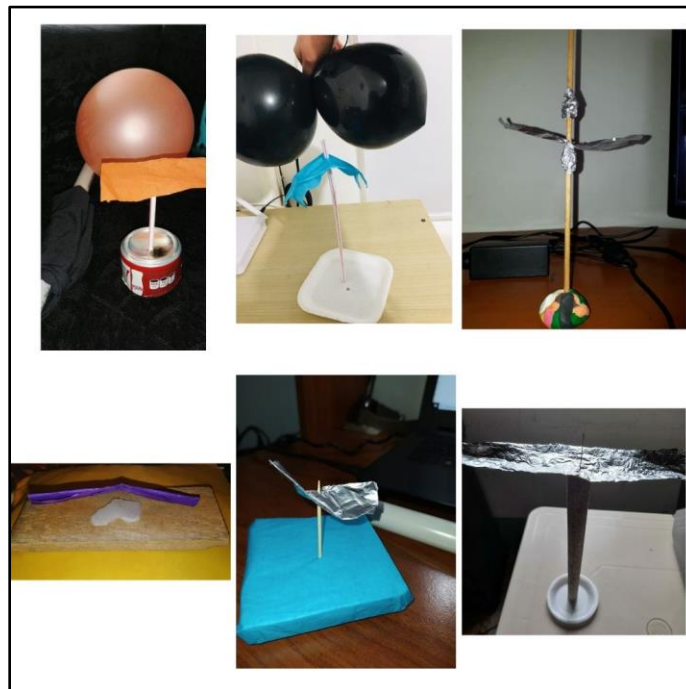
Figura 10
Indicadores electrostáticos de papel y Versorium



Nota. a) Imágenes tomadas de la tesis de maestría: El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como una magnitud física. Elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física, 2011, U de A, Facultad de Educación. Julián D. Medina, Milton Tarazona. b) Imagen tomada del texto: The experimental and historical foundations of electricity Torres-Assis (2010) Montreal, C. Roy Keys Inc.

Así pues, los estudiantes crearon sus indicadores, los cuales se pueden categorizar en dos tipos, los similares al versorium y el péndulo electrostático, los pertenecientes al primer tipo son los que se presentan a continuación:

Figura 11
Construcción de indicadores electrostáticos



De estas construcciones se evidencia una marcada inclinación por las elaboraciones similares a la del versorium; no obstante, todas particulares, ya que son realizadas con los materiales que los estudiantes consideraban más adecuados, los cuales organizaban y disponían para lograr los fines que cada uno se trazaba, por ello se observaban ubicaciones de los indicadores de papel tanto de iris como de globo o aluminio, en el medio o en la parte superior de los objetos verticales (pitillos, alfileres, palos de chuzo o de escoba) que son fundamentales en la creación de estos instrumentos, debido a que es necesaria su estabilidad y quietud, y a que deben permitir el movimiento de los indicadores en ellos, claro está, sin dejarlos caer.

Este primer tipo de indicadores, igual que el versorium, reaccionaban con un movimiento circular de los extremos, que haciendo una analogía con el helicóptero se podrían llamar hélices, cuando se le acercaban materiales previamente electrificados, en estos casos, por frotación, girando a una velocidad que dependía de tres factores, principalmente, los materiales utilizados, la fricción entre los indicadores y los verticales en los que estaban apoyados o incrustados, y también de que tan electrificado estaba o no el cuerpo electrificado que se aproxima al instrumento.

Así pues, del segundo tipo solo hubo una construcción realizada por la participante MC, ésta fue:

Figura 12

Construcción de péndulo eléctrico



Del mismo modo que los indicadores anteriores, esta estudiante, constructora del péndulo electrostático, a través de su elaboración diferente a lo realizado por los demás, da cuenta de las múltiples perspectivas que convergen en la dinámica científica para la construcción de instrumentos que permitan la elaboración y el estudio de los fenómenos, como la electrostática. Divergiendo pues, en la estructura de su montaje, pero teniendo en cuenta, al igual que sus compañeros, qué materiales interaccionaban con más facilidad.

Es por esto, que se puede decir que los estudiantes basaron sus construcciones no solo en los instrumentos que estaban percibiendo, sino también teniendo en cuenta los conocimientos construidos durante las sesiones previas, lo cual no se evidencia meramente en la observación de los indicadores sino también en las respuestas que ellos dan a preguntas posteriores a la elaboración de éstos. Los interrogantes y contestaciones a ellos fueron:

Tabla 28

Unidad de análisis: Sexta sesión, Actividad de desarrollo, Primera pregunta, 01/Dic/20

Indicaciones de la Actividad	Construye tu indicador: Construye tu propio indicador electrostático utilizando los materiales que tengas a tu alcance.
Pregunta	¿Qué criterios tuvieron en cuenta en la construcción del indicador?
Unidad de Análisis	

VM:	... todo lo realizado en las clases anteriores y utilizar materiales que sabemos que se atraen o repelen al juntarlos con algún cuerpo.
OQ:	... el uso tanto de materiales como de conceptos trabajados durante las anteriores sesiones.
SR:	... los materiales que se han venido utilizando en las clases anteriores, cuáles de ellos se atraen cuando son frotados.
MA:	Para la realización del indicador observé diferentes materiales, y vi como los que tienden a reaccionar con más facilidad al realizar la frotación.
MC:	Se debe tener en cuenta considerar todo lo antes visto en las anteriores sesiones, principalmente, qué elementos al ser frotados se atraen.

De estas respuestas se puede evidenciar que los conocimientos construidos a lo largo de las sesiones, previas a la última, fueron indispensables para la elaboración de los instrumentos por los estudiantes, sobre todo, en la exploración de los materiales y del comportamiento de éstos a la hora de analizar las interacciones, por ello, utilizaban los elementos que por experiencias previas interactuaban al instante, teniendo presente, además, los tamaños acordes y la distancia a la cual poner unos de otros. Es así, como se percibe la relación entre las explicaciones que los participantes elaboraron a lo largo de las sesiones y la construcción de los instrumentos, evidenciando cómo estos últimos son inherentes a la perspectiva sociocultural de la ciencia, donde los instrumentos, siguiendo a Latour y Woolgar (1995), juegan un papel fundamental en las construcciones científicas, ya que tienen una estrecha relación con la sustancia u objeto original, hasta tal punto de ser partícipes esenciales de las construcciones de explicaciones e información.

De tal modo, que en el funcionamiento de los instrumentos y, por ende, en las explicaciones referentes a hechos o fenómenos como el de la electrostática, trabajado en esta implementación, intervienen directamente los sujetos y su contexto, participación que es evidenciada gracias al uso de los fragmentos de textos originales, con los que se mostró cómo del progreso de la actividad científica surgen invenciones y perfeccionamientos de instrumentos, que son procesos de vital importancia para la construcción de conocimiento científico (Amelines, 2015), son entonces, un cúmulo de factores relacionados con el material, los instrumentos y las personas, que influyen en la construcción de los resultados finales (teorías, conceptos), sin los cuales no sería posible construir el fenómeno del cual se extrajo tales logros (García y Morcillo, 2017).

Además de lo anterior, la creación de los instrumentos invitó a los estudiantes a repensar sobre su utilidad para el estudio de este fenómeno, evidenciando como los puntos de vista, aunque diferentes, daban cuenta de la inherencia de éstos para la construcción del mismo, lo cual fue percibido en las preguntas realizadas en torno al funcionamiento del indicador, y en los

interrogantes del conversatorio final acerca de la necesidad de este instrumento para el estudio de la electrostática.

En este sentido, en primer lugar, al hacer hincapié en las expresiones de los participantes sobre la realización y funcionalidad del indicador respondidas a un interrogante de la actividad de desarrollo de esta sesión, se percibió la relación entre el trasegar experiencial que se había elaborado a lo largo de las sesiones anteriores y los conocimientos construidos. El interrogante y respuestas a él fueron:

Tabla 29

Unidad de análisis: Sexta sesión, Actividad de desarrollo, Segunda pregunta, 01/Dic/20

Indicaciones de la Actividad	Construye tu indicador: Construye tu propio indicador electrostático utilizando los materiales que tengas a tu alcance.
Pregunta	¿Cómo funciona el Indicador?
Unidad de Análisis	
YA:	Al acercarle un cuerpo el indicador nos va a mostrar si se encuentra o no cargado, si al acercarle un objeto el indicador comienza a moverse, esto quiere decir que está electrificado y si no hace nada, no está electrificado.
OQ:	Este indicador busca reconocer aquellos elementos que ya están electrificados o no lo están; esto lo hace mediante un giro del papel globo que se encuentra encima; este es el que se acerca o se aleja del material previamente frotado o neutro.
VM:	Se le acercan diversos cuerpos y nos daremos cuenta si están electrificados o no.
MA:	Cuando frotamos diferentes materiales como, por ejemplo: una bomba con un paño de licra está tiene una reacción.
SB:	Al colocar el tubo de PVC [...] electrificado con el papel globo lo acerqué al indicador y las aspas se empiezan a mover ahí me doy cuenta de que tan electrificado está el tubo de PVC.
MC:	Froté un globo en una superficie de lana y lo acerqué a la bolita de papel aluminio que colgaba del hilo, donde se observa instantáneamente la atracción de ambos cuerpos. Al igual que el globo decidí frotar un tubo de PVC con un pañuelo de lana, pero este no tuvo una reacción tan rápida como la del globo.

De estas respuestas se puede percibir, cómo los puntos de vista están asociados a aspectos experimentales, permitiéndose así, que a través de la construcción de los instrumentos se dé cuenta de la estrecha relación que existe entre la actividad experimental y la teoría, ya que las explicaciones elaboradas por los estudiantes dieron evidencia de que los puntos de vista, que fueron retroalimentando y reformulando, son complementarios con todas las actividades experimentales que desarrollaron a lo largo de la secuencia, denotando el enfoque sociocultural de la ciencia en el que intervienen factores históricos, culturales, sociales y políticos que también son inseparables de los instrumentos (Iglesias, 2004).

A pesar de que algunos participantes, como SB Y MC, enfocarán en ciertos aspectos, la utilización de sus instrumentos a procesos de medida como qué tan electrificado está un cuerpo al acercarlo al indicador, dando cuenta de que son perspectivas inherentes a la concepción positivista de la ciencia, en la cual la función de los instrumentos es, meramente, ayudar a la obtención y registro de datos cuantitativos como cifras y gráficas, que son producto de un arduo proceso con instrumentos que se modifican y transforman para constituir las fenomenologías, aspectos matemáticos en los que se centra las producciones científicas dejando de lado el proceso de transformación continua para construir tales resultados finales (Amelines, 2015; Ferreirós y Ordóñez, 2002; Latour y Woolgar, 1995); los demás evidenciaron que el indicador daba la posibilidad de constituir el fenómeno, al estar elaborado con el fin de mostrar las interacciones con los materiales que ya habían estudiado previamente, y de los cuales habían elaborado y reformulado sus explicaciones a lo largo de las sesiones anteriores.

En este sentido, el hecho de que los estudiantes evidencien que mediante los instrumentos se puede construir el mismo fenómeno, posibilita la visión de que los aparatos son partícipes activos de la construcción de fenomenologías, al permitir que los hacedores de ciencia, por un lado, a partir de las experiencias mediadas con ellos en el encuentro con el mundo, organicen y elaboren sus explicaciones; y por el otro, que construyan la experiencia sensible basados en la relación interdependiente entre actividad experimental y teórica, esto último ocurre por ejemplo, con fenómenos electrostáticos, como es el caso de lo presentado en la implementación de la presente investigación (Ferreirós y Ordóñez, 2002; Malagón et al., 2013).

Además de esto, los estudiantes gracias al bagaje experiencial que habían adquirido y los conocimientos construidos lograron repensar sus elaboraciones y mencionar cómo mejorarían las mismas, para percibir con mayor facilidad las interacciones entre el instrumento y los materiales acercados a él, consiguiendo también, que éste sea más sensible a la proximidad y al grado de electrificación del cuerpo que se desee estudiar con los indicadores electrostáticos que construyeron. Esto se notó al preguntarles a los estudiantes qué le mejorarían al instrumento para optimizar su funcionamiento, a lo cual respondieron:

Tabla 30

Unidad de análisis: Sexta sesión, Actividad de desarrollo, Tercera pregunta, 01/Dic/20

Indicaciones de la Actividad	Construye tu indicador: Construye tu propio indicador electrostático utilizando los materiales que tengas a tu alcance.
Pregunta	¿Qué modificaciones le harían a su indicador para mejorar su funcionamiento?
Unidad de Análisis	
VM:	Para hacerlo más eficiente, que no esté tan clavada para que tenga más facilidad de moverse, porque muchas veces los movimientos son mínimos, entonces si está muy pegada no lo vamos a observar.
OQ:	Para que funcione mejor, tal vez que estuviera con una aguja o un alfiler más largo, ya que el papel tiende a ladearse, sin embargo, funciona.
SR:	Yo creería que le mejoraría la base, porque incluso el pitillo también se atraía a las bombas y la idea es que solo el papel se atraiga a ellas y también tener en cuenta la superficie de contacto entre el papelito que forma la hélice y el pitillo que impide el movimiento de ella.
MA:	Para mejorarlo lo haría más grande y en la parte de arriba donde está el papel lo pegaría bien o utilizar otro tipo de papel como el papel icopor a ver cómo reacciona con diferentes elementos.
MC:	Para mejorarlo se debe tener en cuenta el no hacer la basecita con pitillos, ya que era muy complicado para que se quedará firme, buscar un material más sólido que le dé estabilidad al péndulo.

De estas respuestas se puede percibir cómo los estudiantes basaron sus reflexiones en el conocimiento de los materiales que habían trabajado en las demás sesiones de la secuencia y también en las explicaciones que habían construido sobre este fenómeno, por ello, sus posturas tenían implícito la atracción y repulsión de los cuerpos y cuáles eran los elementos que permitieron observar con más facilidad estas interacciones. Se nota, además, que los puntos de vista construidos están en estrecha correlación con las actividades experimentales construidas, de ahí, la construcción del instrumento y, por ende, del fenómeno mismo. Denotando, entonces, que los instrumentos, los procesos y la conceptualización sean componentes indisolubles de las actividades experimentales, los cuales se corresponden y complementan mutuamente, ya que las transformaciones y modificaciones en cualquiera de ellos, repercute en avances o cambios en los otros (Medina y Tarazona, 2011).

De tal modo, que los estudiantes en el desarrollo de cada una de las actividades propuestas, enfocadas en la construcción de explicaciones y procesos discursivos y en la relación complementaria entre la actividad experimental y la teorización, e incluso, entre los pensamientos y el mundo (Iglesias, 2004), lograrán construir sus conocimientos y tratar de retroalimentarlos a través de las reflexiones sobre cada uno de los procesos y situaciones que vivenciaban, como lo sucedido con los instrumentos en esta ocasión.

Sumado a esto, los participantes en el conversatorio final de la última sesión respondieron negativamente a una pregunta enfocada en la necesidad de este instrumento para el estudio del fenómeno, no obstante, de ella se puede rescatar un aspecto importante estrechamente relacionado

con lo anterior, por ello, vale la pena retomarlo, se trata de la estrecha correlación entre la construcción del fenómeno y del instrumento para estudiarlo, en este caso el indicador. El interrogante y las respuestas a él, en este caso fueron:

Tabla 31

Transcripción: Sexta sesión, Actividad de cierre, Primera pregunta, 01/Dic/20

Indicaciones	Conversatorio 6
Pregunta	<i>¿Consideras que es necesario construir indicadores para estudiar este fenómeno? ¿Si o no? ¿Por qué?</i>
Unidad de Análisis	
MA:	No, porque con los instrumentos se percibe lo mismo que con los otros materiales, es decir, que posterior a electrificarlos y acercarlos a ellos, estos se atraen o se repelen como lo hacían los otros materiales.
MC:	Antes veníamos percibiendo este fenómeno sin necesidad de construir el indicador.
OQ:	No, como lo dicen mis compañeras en las anteriores sesiones también vimos la misma función del indicador sin necesidad de tener el indicador, simplemente con los materiales por decirlo así al aire.
SR:	No es necesario, porque de alguna u otra manera se está cayendo en el mismo concepto, de una manera tal vez más estética y organizada, pero se vuelve a lo mismo.
VM:	Igual que las compañeras, en las anteriores experiencias no los utilizamos, porque tal vez no sabíamos de la existencia de estos, de pronto si es muy útil pero no como tan necesario como lo pudimos observar en la construcción de este.
YA:	Yo estoy completamente de acuerdo con mis compañeros, no es necesario, porque las demás experiencias, o en las clases pasadas no los utilizamos y vimos completamente lo mismo.

De estas respuestas dadas por los estudiantes, se encuentran dos aspectos relevantes sobre los cuales vale la pena reflexionar, el primero de ellos, es que todos convergen en decir que los instrumentos no son necesarios para el estudio de la electrostática, dado que se estaba construyendo anteriormente este fenómeno sin la necesidad de elaborar ningún instrumento, solamente mediante otras experiencias con las cuales se podía construir y evidenciar el fenómeno electrostático, mediante la exploración de los materiales y la observación de cómo éstos interaccionaban entre sí; no obstante, también se debe tener presente que debido a la visión positivista que se tiene sobre los instrumentos para la mera obtención de datos cuantitativos, se limita la utilización de éstos a procesos de medida (Amelines, 2015; Latour y Woolgar, 1995), y por ende, a centrar la actividad con éstos a la toma de datos numéricos. De todos modos, a través de la reflexión se enunció y mostró a los estudiantes que a través del perfeccionamiento de los instrumentos, se perciben interacciones que son diminutas, que tal vez, no se observan a simple vista por los materiales que se utilizaron, ya que al hacerlo lo más detallado posible, y al tener presentes todos esos aspectos

tanto de masa, de movimiento y de fricción, se puede observar más fácil mediante los indicadores que durante la experiencia en sí misma y porque a través de estos instrumentos se puede construir el mismo fenómeno, ya que se percibe esas interacciones directamente, sea de atracción o de repulsión.

En esto último es que está enfocado el segundo aspecto relevante percibido en las respuestas de los estudiantes mencionadas con anterioridad, se trata del hecho de que todos dieran cuenta que en la construcción de los instrumentos y su funcionamiento se podía percibir el fenómeno mismo al igual que se lograba en las actividades experimentales desarrolladas a lo largo de las cinco sesiones iniciales de la secuencia didáctica, lo cual permitió notar, que los instrumentos como éstos, desligados de la mera noción de toma de medidas, posibilitan la construcción misma de los fenómenos, apoyando la idea de que no son externos a la elaboración de conocimiento ni limitados a arrojar datos numéricos, sino que son una condición de posibilidad del descubrimiento científico, al ser inherentes a la construcción de fenomenologías que en ocasiones se entrecruzan, hasta tal punto, que se confunden y no es posible diferenciarlos en el proceso de construcción de conocimiento científico, en el cual adquieren sentido mediante su funcionalidad y las intenciones que los hacedores de ciencia tienen para la constitución y organización de los fenómenos (Iglesias, 2004; Romero y Amelines, 2017).

En definitiva, la construcción de los indicadores electrostáticos permitió que los estudiantes reflexionaran sobre los conocimientos que habían construido en las sesiones pasadas a través de la relación complementaria entre las actividades experimentales y la teorización, e igualmente que de los procesos discursivos y del uso de fragmentos de textos originales, nociones que hacen parte del enfoque sociocultural de la ciencia promovido por las reflexiones de la NdC, área en la cual se fundamentaron las perspectivas y concepciones defendidas en esta investigación. Con ella, entonces, se mostró que en el funcionamiento de los instrumentos y, por ende, en las explicaciones referentes a hechos o fenómenos, intervienen directamente los sujetos y su contexto, participación que es evidenciada gracias al uso de los fragmentos de textos originales, con los que se percibió cómo del progreso de la actividad científica surgen invenciones y perfeccionamientos de instrumentos, que son procesos de vital importancia para la construcción de conocimiento científico.

Adicional a ello, estos instrumentos posibilitaron la construcción misma del fenómeno, lo cual fue evidenciado por los estudiantes a la hora de dar respuesta a los interrogantes expuestos en este último encuentro de la secuencia didáctica, notando la estrecha relación de éstos con la elaboración de las fenomenologías y, por ende, del conocimiento científico mismo; éstos además, dieron cuenta del enfoque sociocultural de la ciencia al involucrar en su construcción y funcionamiento a los sujetos, su contexto, las experiencias y conocimientos que éstos poseían, para que así, a través de sus construcciones se incentivará a las discusiones sobre las acciones realizadas y productos obtenidos, cargados de procesos de significado y lenguaje propios de la actividad científica.

No obstante, hubo un aspecto que invita a reflexionar y es el hecho de que los estudiantes hayan respondido negativamente al interrogante por la necesidad de este instrumento para el estudio del fenómeno en cuestión, lo cual fue producto de haber construido el fenómeno electrostático en actividades experimentales previas a la elaboración del indicador, sin embargo, se considera que esto se puede deber a la visión positivista que se tiene donde la utilidad de todo instrumento, solamente, es la toma de un dato cuantitativo.

5. Implicaciones Didácticas y Consideraciones Finales

5.1. Reflexión como maestros de Matemáticas y Física

El acercamiento que se dio durante el proceso de investigación a los centros de prácticas, logró movilizar reflexiones en torno a la imagen que se tenía sobre la enseñanza de las ciencias, y como en ella se concentra el papel del maestro, dado que se concebía como una disciplina aislada del contexto, objetiva, universal e independiente de las particularidades de los científicos, es decir, era una perspectiva propia de la concepción positivista defendida por Lakatos (1983) y Popper (1972 y 1996), de ahí que los docentes de ciencias fueran vistos como sujetos estáticos en el tiempo, repetitivos, autoritarios y transcriptores de conceptos e ideas externas al contexto de los estudiantes.

En este sentido, la noción que se tenía pensada acerca de la ciencia y de su enseñanza se transformó en una basada en que ésta es una construcción social, una actividad humana, en la cual los conocimientos, son producto de múltiples perspectivas, modelos, métodos y variedad de contextos que los han permeado y, por tanto, son inherentes a ellos, esto implica que el conocimiento en torno a un concepto se va construyendo gracias a diversos aspectos e intereses propios; donde la pluralidad de métodos fortalece la relación complementaria entre la actividad experimental y la teoría, y muestra su relevancia en la construcción de conocimiento científico; a partir de ésta, se considera el docente como un sujeto innovador, flexible, inmerso en un tiempo y contexto determinado, más aún, como un ser en formación continua, investigador, propiciador de ambientes de construcción de conocimiento e incentivador de disertaciones continuas sobre las temáticas y perspectivas que convergen en el aula.

Si bien esta investigación parte de un paradigma cualitativo donde lo que se pretende más que opinar es interpretar, además de transformar tanto aquellas interpretaciones como la visión que tiene el propio investigador, es grato aquí mencionar todos los aportes que ésta deja:

- en primer lugar, permitió reflexionar sobre la labor docente en ciencias, evidenciando la relevancia del contexto, la actividad experimental y los procesos discursivos para el aprendizaje de los alumnos, descentralizando la enseñanza del uso exclusivo de los libros texto, los cuales orientan tradicionalmente las dinámicas

del aula al promulgar relaciones verticales donde profesores y estudiantes se limitan a la transcripción de conceptos y experiencias expuestas en ellos;

- en segundo lugar, se notó la importancia de la capacidad investigativa y la formación continua para profesores de un mundo cambiante, cuyas necesidades, problemáticas y contextos se transforman constantemente;
- finalmente, se logró entender que el uso de la historia de la ciencia a través de su recontextualización e interpretación da cuenta de que la dinámica científica está permeada por las particularidades e intereses de los científicos y, por ende, involucra el entorno sociocultural en cada una de sus construcciones, implicando que desde la enseñanza se privilegie la comunicación continua no sólo con el medio, sino también con los demás ámbitos presentes en él, como la política, la cultura, la economía, etc.

Es por esto, que “la investigación cualitativa implica para el investigador la responsabilidad académica de construir, [...], una memoria metodológica” (Galeano, 2018, p. 28), dicha memoria se centra en el reconocimiento del proceso, de la experiencia, en el recuerdo, en el ejercicio humano que se logra a partir del sentimiento y de la transformación del ser, y que deja que el investigador exprese todo lo aprendido a través del mundo en el camino al conocimiento.

Por otro lado, se encuentra el cambio que se afrontó durante la realización de esta investigación, como lo fue el paso de la educación de un entorno presencial a uno virtual, donde el espacio del aula de clases quedó desdibujado al pasar a una enseñanza mediada por un ordenador, tableta y/o celular, reduciéndose las relaciones interpersonales y acercamiento al entorno tanto social como natural, que para el aprendizaje de las ciencias es fundamental. En este tiempo, el papel del maestro se torna mucho más complejo, ya que las relaciones pedagógicas trascienden a los hogares en pro del aprendizaje de los alumnos, objetivo último que se ve afectado, debido a la falta de conectividad, quedando la enseñanza en ciencias reducida a consultas de temáticas, envío de talleres aplicativos y exámenes en plataformas digitales.

Es por esto, que a partir de investigaciones como ésta se espera que la enseñanza de las ciencias tanto en entornos virtuales como presenciales no enfoque sus metodologías en la transcripción ni memorización de contenidos, sino que promuevan alternativas para lograr una

educación que a partir de la relación complementaria entre actividad experimental y teoría apoyada en el uso de la historia y epistemología de la ciencia logren generar ambientes donde los alumnos construyan sus propios conocimientos.

Finalmente, al terminar esta investigación se considera que aún no se cierra el ciclo, ya que a partir de ésta surgen nuevas preguntas y situaciones que dependen del contexto en el que se esté ejerciendo la labor docente, donde sin dudas se van a vivenciar diferentes situaciones que invitarán al cuestionamiento e investigación continuas, para transformar las dinámicas escolares, de modo que éstas respondan a los contextos y necesidades de los alumnos, que día tras día convergen en el aula.

5.2. Reflexiones sobre la implementación de la secuencia didáctica

Una de las contribuciones que deja esta investigación al contexto educativo, es la secuencia didáctica: *“La magia de lo eléctrico: un aprendizaje experiencial”*, si bien esta secuencia en un principio se quiso implementar en un entorno presencial, donde los estudiantes tuvieran la oportunidad de salir de una zona de confort, interactuar y experimentar con el medio, se torna compleja, debido a la situación actual, la cual lleva a toda una sociedad a recurrir a un confinamiento obligatorio, elemento crucial para pensar en una educación a distancia, situación que docentes, estudiantes y padres de familia han tenido que afrontar, implicando, además, uno de los mayores desafíos para esta investigación, que fue la implementación de la secuencia didáctica en un entorno virtual.

En el proceso de adaptación, lo primero que se cuestiona es la conectividad de los estudiantes, puesto que algunos de ellos carecen de recursos o se encuentra ubicados en zonas alejadas, rurales, entre otras; pero este no es el único obstáculo, ya que al no estar preparados para este tipo de situaciones, la falta de información, dificulta que todo un gremio docente desarrolle de forma inmediata estrategias para continuar con el proceso formativo, y es allí, donde se reformula la secuencia para adaptarla a lo que hoy se vive.

Dicho lo anterior, la propuesta que surge de la investigación es limitada a aquellos que tienen la posibilidad de conectarse a la red y que poseen la voluntad de reunirse fuera del horario

de clase vía Meet, de modo que las sesiones de implementación no afecten el desarrollo de las actividades escolares.

Después, de tener los participantes, se enfocan las actividades en ofrecer experiencias donde puedan explorar con diferentes materiales, tomar posturas en y a partir de debates, y así lograr una construcción de conocimiento mucho más colaborativa e interactiva, que si bien, no se da en las primeras sesiones, el cambio de estrategias promulgadas por conversatorios bien diseñados y preguntas precisas proporcionaron la posibilidad de proponer, discutir y resolver retos encaminados a la constitución de fenomenologías. Además de esto, un elemento que le jugó en contra a la virtualidad fue el hecho de no poder dar cuenta de que realmente eran construcciones propias de los estudiantes y no respuestas tomadas de la red, ni por medio de miembros externos a las clases, esto fue fundamental, ya que, en este caso, lo que beneficia la educación a distancia también puede interrumpir el proceso (internet), por lo que se le apostó a la oralidad.

Por tanto, se tuvieron en cuenta aspectos primordiales de la enseñanza en física como la actividad experimental y los procesos discursivos, propios de la dinámica científica, que posibilitaron la construcción de conocimiento a pesar de la virtualidad, ya que permitieron la comunicación continua entre estudiantes y el medio en el que estaban inmersos, lo cual fue logrado a través del uso y apoyo de plataformas digitales como Nearpod, en la que se privilegiaron los encuentros y se mostró un uso diferente de las TIC, al integrarlas en las dinámicas escolares como herramientas que favorecen el aprendizaje y facilitan la interacción, posibilitando así, estudiantes más activos en la elaboración de su propio conocimiento.

Finalmente, hay que destacar que lo que se espera de esta secuencia, es que no se trate como una guía donde el docente se restrinja a ella, como lo hacen con los libros texto que los convierten en dominadores del conocimiento y, por ende, irreprochables, reduciendo las acciones tanto de ellos como de sus alumnos a la transcripción de teorías y experiencias que éstos exponen. Por el contrario, se deja la secuencia a consideración de éstos, de modo que puedan hacer modificaciones, correcciones, dar nuevas propuestas, formular preguntas, que ayuden a su mejoramiento en pro de responder a las necesidades y particularidades del contexto de sus alumnos, por lo cual, dentro de ella se presenta un apartado dedicado a ello. (Ver anexo 3.)

5.3. Conclusiones Derivadas de la Investigación

A continuación, se presentan las conclusiones derivadas del análisis realizado en esta investigación, las cuales dan pie y sugerencias a posteriores investigaciones y que, además, gracias a ella, se deja la secuencia didáctica a disposición de los docentes, de modo que éstos la transformen de acuerdo con el contexto donde están inmersos y de las particularidades de sus alumnos.

En primer lugar, se observó que los procesos discursivos generados a lo largo de la implementación permitieron a los estudiantes construir explicaciones y puntos de vista apoyados en argumentaciones, puesto que las actividades que iban vivenciando incentivaron las disertaciones alrededor de los conceptos básicos de la electrostática, en especial, aquellas en las que estaba presente el uso de fragmentos de textos originales, los cuales se convirtieron en generadores de ambientes de construcción de conocimiento a través de la recontextualización y reinterpretación de éstos, y también, en las actividades experimentales que estaban permeadas por ejercicios argumentativos de consensos y disensos en la interacción entre estudiantes y con diferentes materiales. Lo cual favoreció a la comprensión del tema tratado y de la dinámica científica, al entender que la ciencia es una construcción social permeada por contextos y particularidades de los científicos y por ello, su aprendizaje debe estar basado en un enfoque sociocultural; aspectos, todos éstos, que defiende y hacen parte de las reflexiones de la NdC.

No obstante, algunos aspectos de la implementación se deben repensar para posteriores investigaciones, ya que hubo casos donde no se volvía sobre las respuestas de los estudiantes para analizar las visiones y posturas que defendían en sus escritos, lo que ocasionó que quedarán con ciertas ideas sobre la electrostática que tal vez no están muy acordes con el fenómeno, por ejemplo, algunos participantes mencionaron que durante el proceso de frotación se electrificaba sólo un cuerpo; además, otro aspecto al que se le debe apostar, es a que los estudiantes opinen sobre las perspectivas de los demás, para que así se creen más ambientes de argumentación. Por todo esto, es necesario privilegiar mucho más los procesos discursivos tanto en próximas investigaciones como en la enseñanza de las ciencias consiguiendo convertir el aula en un espacio de disertación que permita una construcción crítica y reflexiva del conocimiento

En segundo lugar, se percibió que las actividades experimentales exploratorias propuestas y desarrolladas en la implementación de la secuencia didáctica, posibilitaron que los estudiantes

elaborarán sus explicaciones, a partir de las cuales fueron constituyendo el concepto mismo de la electrostática, ya que las actividades que iban experimentando incentivaban la exploración de su medio a través de los materiales que tenían a su alcance, lo que les permitió crear y reformular continuamente explicaciones alrededor del fenómeno trabajado, dando cuenta de la relación complementaria entre la teoría y la actividad experimental, que en su constante comunicación involucra aspectos y particularidades dependientes del contexto y de los intereses de los científicos, permitiendo entender la dinámica científica desde la enseñanza de las ciencias; logrando el acercamiento a la comprensión del concepto, ya que cada uno construyó su conocimiento a partir de contextos y explicaciones conjuntas e individuales; aspectos defendidos por la NdC.

Más aún, este tipo de actividad experimental se convirtió en un escenario donde los estudiantes exploraron y se familiarizaron con el medio igual que los científicos lo hacen, mediante situaciones donde experimentaron con materiales por sí mismos, logrando un bagaje de experiencia personal al enfrentarse a situaciones que los invito a reflexionar, a interpretar y recontextualizar perspectivas pasadas, a través del uso de los fragmentos originales, y a estar en comunicación continua con la actividad experimental, los materiales, los demás compañeros e, incluso, con los propios conocimientos.

Sin embargo, hubo momentos de la implementación donde los estudiantes se ausentaban a causa de la poca conexión y dejaban de hacer las actividades experimentales, factor de la educación a distancia que impide la comunicación sincrónica y la interacción con el medio, que se pueden dar en espacios como el aula de clases, favoreciendo la construcción de conocimiento a través de alternativas de enseñanza que privilegien la relación complementaria entre la actividad experimental y la teoría, unida a los procesos discursivos los cuales posibilitan la elaboración de explicaciones. De ahí, que para investigaciones posteriores se privilegie la comunicación simultánea de los participantes para el desarrollo de las propuestas de enseñanza, que es necesaria y fundamental para un enfoque sociocultural de la ciencia como el que defendió y orientó esta investigación.

En tercer lugar, la construcción de los indicadores electrostáticos permitió que los estudiantes notarán que la elaboración de estos instrumentos favorece la construcción misma del fenómeno y que, además, reflexionarán sobre los conocimientos que habían elaborado a partir de la relación complementaria entre las actividades experimentales y la teorización, al igual que de

los procesos discursivos y del uso de fragmentos de textos originales, nociones que hacen parte del enfoque sociocultural de la ciencia promovido por las reflexiones de la NdC, con las cuales se mostró que en el funcionamiento de los instrumentos y, por ende, en las explicaciones referentes a hechos o fenómenos, intervienen directamente los sujetos y su contexto, participación que es evidenciada gracias al uso de los fragmentos de primera mano, con los que se observó cómo del progreso de la actividad científica surgen invenciones y perfeccionamientos de instrumentos, que son procesos importantes para la construcción de conocimiento científico.

A pesar de lo anterior, se presentó un aspecto que invita a reflexionar y es el hecho de que los estudiantes hayan respondido negativamente al interrogante por la necesidad de este instrumento para el estudio del fenómeno en cuestión. Por ello, para próximas investigaciones se debe repensar el apostarle a la construcción de instrumentos cualitativos, y más aún, a los desarrollos posteriores a tal elaboración; de modo, que se vuelva sobre las perspectivas de los participantes y se cuestione más los puntos de vista que defienden, logrando así, mayores transformaciones en sus concepciones, dejando de lado, las clases rígidas que se percibieron en las aulas observadas, donde es primero la teoría, luego la actividad experimental y en ella la utilización de instrumentos que toman datos numéricos, producto final de un proceso y en lo que estaba centrado el análisis de cada trabajo propuesto en la enseñanza de las ciencias en estos espacios estudiados.

En suma, a pesar de las dificultades enfrentadas y de las actividades que no surtieron efecto, se evidenció que una alternativa de enseñanza centrada en las reflexiones de la NdC, principalmente, en la actividad experimental, los procesos discursivos y los instrumentos cualitativos, contribuyó a la construcción de conocimiento en torno al concepto de la electrostática por parte de los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del municipio de San Pedro de los Milagros, con la implementación de la secuencia didáctica que resaltó el uso de fragmentos de textos originales en la orientación de las actividades planteadas. Por ello, en próximas investigaciones se debe apostar por propuestas similares en pro de la creación de alternativas para la enseñanza de la ciencia desligadas de prácticas autoritarias y dogmáticas que son apoyadas por el material bibliográfico que utiliza el docente, las cuales, al tener presente las contribuciones que se encontraron en la presente investigación para la construcción de conocimiento científico, pueden centrarse en dar respuesta a interrogantes como:

¿Cómo puede contribuir una propuesta pedagógica basada en las reflexiones sobre la NdC, donde se privilegie el uso de fragmentos de textos originales, a la construcción de currículos pertinentes para la enseñanza de las ciencias? ¿Cuáles son los aportes que deja una propuesta guiada por aspectos de la NdC, en un entorno presencial mediado por las TIC, para la enseñanza de la física?

Referencias

- Acevedo Díaz, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 5(2), 134–169. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i2.02
- Adúriz-Bravo, A., Ariza, Y., & Cardoso, N. (2010). Naturaleza de la ciencia: ¿Cuál es la “epistemología de referencia”? *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/329916013>
- Amelines, P. (2015). *Reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias en la formación de profesores de ciencias naturales: análisis de una propuesta pedagógica sobre el papel de la experimentación en la construcción de explicaciones en torno a algunos fenómenos físicos*.
- Ayala, M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Pre Impresos*, 20, 1–17.
- Barros, S., & Losada, C. (2003). Análisis del trabajo práctico en textos escolares de primaria y secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas.*, 5–16.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61–71.
- Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. *UNAM, México, Consultada El*, 10(04), 1–15.
- Dufay, C.-F. (1747). *Quatrième Mémoire sur l'électricité . De l'Attraction & Répulsion des Corps Electriques (Cuarta Memoria sobre la electricidad. De la atracción y repulsión de los cuerposelectricos)*. Traducido Por Ángel Romero. <http://www.ampere.cnrs.fr>.
- Euler, L. (1760). *Cartas a una princesa de Alemania sobre diversos temas de física y filosofía. Carta (138) a carta (154)*. (Edición preparada por Carlos Mínguez Pérez. (ed.)).
- Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación (Towards a Philosophy of Experiment). *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), 47–86.
- Feyerabend, P. (1992). *Tratado contra el método, Introducción y capítulos de I - III* (pp. 1–30).
- Galeano, M. E. (2018). *Estrategias de investigación social cualitativa. El giro en la mirada* (Fondo Editorial FCSH (ed.); Segunda).
- García, E., & Morcillo, C. (2017). Actividad histórico-experimental en microbiología para la

- enseñanza de las ciencias. In editor académico Ángel Enrique Romero Chacón (Ed.), *La experimentación en la clase de ciencias Aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas* (pp. 79–98). Editorial Universidad de Antioquía.
- García, Edwin. (2011a). Las prácticas experimentales en los textos y su influencia en el aprendizaje: aporte histórico y filosófico en la física de campos. In *Doctoral dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona*.
- García, Edwin. (2011b). Modelos de explicación, basados en prácticas experimentales. Aportes de la filosofía historicista. *Revista Científica*, 14, 89–96.
- García, Edwin, & Alvarado, L. (2017). Retórica de las prácticas experimentales en los libros de texto de física universitaria: El caso de la electrostática. In *Prácticas experimentales en textos universitarios. Implicaciones en la enseñanza de las Ciencias Naturales*.
- García, Edwin, & Estany, A. (2010). Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias. *Praxis Filosófica*, 31, 7–24.
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, 111–132.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). El proceso de investigación y los enfoques cuantitativo y cualitativo hacia un modelo integral. In *Metodología de la Investigación* (Tercera, pp. 1–25). McGraw-Hill Interamericana.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 3, 299–313.
- Iglesias, M. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: Una nueva perspectiva de la actividad experimental A Practical Turn in Philosophy of Science: A New Perspective on Experimental Activity. *Opción*, 20(44), 98–119.
- Kuhn, T. (1969). Posdata. In Breviarios. Fondo de la Cultura Económica (Ed.), *La estructura de las revoluciones científicas* (pp. 268–319). www.alcape.jimdo.com
- Lakatos, I. (1983). La metodología de los Programas de investigación científica. In Alianza Editorial (Ed.), *Alianza Editorial*.
- Latour, B. (1991). Pasteur y Pouchet heterogenesis de la historia de la ciencia. In *Historia de Las*

Ciencias. Cátedra, 477–502.

- Latour, B., & Woolgar, S. (1995). Un antropólogo visita el laboratorio. In Versión española de: Eulalia Pérez Sedeño (Ed.), *La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos* (pp. 53–104). Alianza Universidad.
- Leitão, S., & Cano, M. (2016). El debate crítico. Un recurso de construcción del conocimiento en el aula. *Textos Didáctica de La Lengua y La Literatura*, num 73, 26–33. <https://www.researchgate.net/publication/314998950>
- Lenoir, Y., Lebrun, J., & Hasni, A. (2012). Análisis de textos escolares: Algunos fundamentos y desafíos a tener en cuenta. *RIEE. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*. <http://www.rinace.net/riee/numeros/vol5-num3/art01.pdf>
- Malagón, J., Ayala, M., & Sandoval, S. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: un sentido para la enseñanza de las ciencias*. (Primera).
- Medina, J., & Tarazona, M. (2011). *El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como magnitud física. Elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física*.
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, 6, 83–102.
- Muñoz, G. (2014). El concepto sobre la naturaleza de la ciencia desde una perspectiva situada y pluralista. In *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*.
- Piñuel, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Sociolinguistic studies. Sociolinguistic Studies*, 3(1), 1–42.
- Popper, K. (1972). Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico. In Ed Paidós Ibérica S. A. (Ed.), *En K. Popper, Sobre el carácter de la Ciencia y la metafísica - Kant y la lógica de la experiencia* (pp. 229–239).
- Popper, K. R. (Karl R. (1996). Panorama de algunos problemas fundamentales. In *La lógica de la investigación científica* (pp. 27–47). Iberoamericana de México.
- Romero, Á. (2013). La experimentación como potenciadora de reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias. In *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: un sentido para la enseñanza de las ciencias*. (Primera). Maritza Ramírez Ramos.
- Romero, Á., & Aguilar, Y. (2011). La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico: un

- análisis histórico y epistemológico con fines didácticos. *Editorial Universidad de Antioquia*.
- Romero, Á., Aguilar, Y., & Mejía, L. S. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. *CPU-e. Revista de Investigación Educativa*, 23, 75–98.
- Romero, Á., & Amelines, P. (2017). Ángel Enrique Romero-Chacón, editor académico. In editor académico Ángel Enrique Romero Chacón (Ed.), *La experimentación en la clase de ciencias Aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas* (pp. 15–31). Editorial Universidad de Antioquia.
- Romero, Á., Amelines, P., García, E., Giraldo, Y., Mejía, L. S., Morcillo, C., Quinto, J., & Tobón, É. (2017). *La experimentación en la clase de ciencias: aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas* (editor académico. Ángel Enrique Romero-Chacón (ed.)). Editorial Universidad de Antioquia.
- Shapin, S. (1995). Una bomba circunstancial. La tecnología literaria de Boyle. In G. Pineda (Ed.), *Callon, Michel y Latour, Bruno, La science telle qu'elle se fait, La découverte, París, 1991*.
- Solís, C. (1994). El giro sociologista. In *Razones e intereses : la historia de la ciencia después de Kuhn* (Primera, pp. 65–93). Ediciones Paidós, Ibérica S.A.
- Stake, R. (2010). *Investigación con estudio de casos* (Tercera).
- Tamayo, Ó., Sánchez, C., & Buriticá, O. (2010). Concepciones de Naturaleza de la Ciencia en profesores de Educación Básica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 6(1), 133–169. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134124444008>
- Torres-Assis, A. K. (2010). *The experimental and historical foundations of electricity*. Apeiron.

Anexos

Anexo 1. Encuesta electrónica a varios docentes de física de Medellín y del municipio de Guarne

De acuerdo con su formación y conocimientos sobre la física, describa la concepción que tiene sobre la ciencia y sobre el trabajo científico.

5 respuestas

La ciencia es una rama del saber humano que estudia, investiga e interpreta los fenómenos naturales permite al hombre de ciencia abordar problemas, explicar fenómenos, realizar descubrimientos y llegar a conclusiones de carácter general.

La ciencia y el trabajo científico son los hacedores de verdades sin lugar a especulaciones, donde se mezcla lo maravilloso con lo real para crear conceptos irrefutables hasta que algo más maravilloso y real lo diga.

Ciencia es conocimiento sistemático que permite entender el universo. El trabajo científico es un procedimiento que involucra pasos del método científico para establecer postulados que luego constituyen un saber o ciencia.

La ciencia es una construcción social e institucional orientada por los procesos de descubrimiento y justificación del conocimiento en relación al mundo y a las realidades.

Para hablar de ciencia hay que tener presente varias disciplinas y como a partir de éstas se van construyendo y reformulando saberes. En mi experiencia como docente, he visto muchas definiciones o concepciones de ciencia, si fuera para escoger, me quedaría con la de Richard Feynman.

Describa brevemente la distribución y herramientas que tiene en cuenta para la planeación y desarrollo de una clase de física.

5 respuestas

Conocimientos previos, experimentación, conceptualización y aplicación. Entre las herramientas a tener en cuenta están: el material audiovisual y de texto que permite el acercamiento y conceptualización. Y los elementos físicos propios de la experimentación

En la planeación, primero lo que dicta la ley colombiana, es decir, comenzar desde los estándares y los dba, luego el contexto y las líneas o enfoques pedagógicos que haya tomado la Institución Educativa. En el desarrollo de las clases, depende mucho de los grupos, modalidades y estudiantes, para esto es importante ir conociendo los grupos, no solo con una "prueba" diagnóstica, más bien tratar de identificar sus fortalezas y falencias como personas

Primero, realizo una actividad de tipo diagnóstico para recolectar las concepciones previas de los estudiantes y a continuación pueden darse (una o varias) actividades de diferentes tipos:

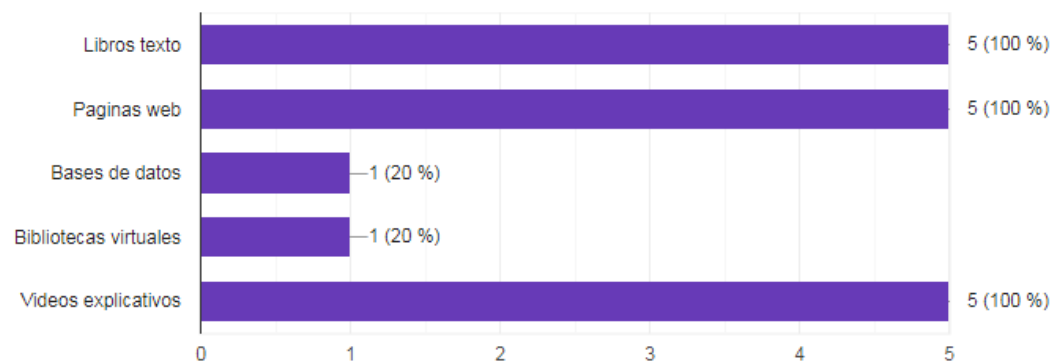
- I. Experimentales para inducir teorías;
- II. Históricas para centrar las concepciones originales sobre dicho conocimiento;
- III. Teórica para fundamentarlo;
- IV. Matemática para modelarlo;
- V. Tecnológica para simularlo;
- VI. Experimental para comprobar teorías;
- VII. Didácticas para que el estudiante se ponga en el papel del profesor y comprenda cómo se aprende el

Utilizo libros, páginas web, lo aprendido en la universidad en las clases de Física.

Macrocurrículo+actualidad+intereses de los estudiantes+aplicaciones

Desde su experiencia como docente de física señale el material bibliográfico al que más recurre, a la hora de planear y desarrollar sus clases

5 respuestas



¿Considera pertinente utilizar textos universitarios para la enseñanza de la física en educación media? Argumente su respuesta

5 respuestas

En algunos casos si cuando se necesita conceptualizar muy bien (ejemplo: fisica conceptual de Paul Hewitt)

Depende de las modalidades y la forma de trabajo de la institución y el docente, nosotros tenemos media técnica en Electrónica, a la hora de abordar con ellos algunas temáticas que nos exigen, los libros de secundaria quedan muy cortos. Pero en las otras modalidades o grupos de la básica, me gusta trabajar más desde la construcción del concepto, y aquí la mayoría de los libros universitarios no son los apropiados.

Sí es pertinente utilizar textos universitario en el contexto de la Educación básica, pero se debe entender su funcionalidad y las condiciones de los grupos en los que se aplique esta estrategia. Los libros Universitarios son menos explicativos desde el punto de vista fenomenológico pero son más formales desde el punto de vista matemático. Así, se debe comprender cuál es la intención de la enseñanza de la física en el nivel escolar y qué herramientas matemáticas comprenden los estudiantes en este contexto.

Si, permite tener un acercamiento a la construcción de los conceptos físicos.

Sí, para ir preparando a los estudiantes, se parte del hecho que todos quieren ingresar a una universidad.

Describe los criterios en los que se basa para elegir un libro texto o fuente bibliográfica en la planeación de sus clases.

5 respuestas

Que no contenga información ambigua sino muy clara y precisa.
Que haga énfasis en el significado físico de los conceptos
Que haga uso de recursos interactivos.
Que haga mucha ejemplificación

libros o fuentes, que muestren aplicaciones y desarrollo experimental. Las definiciones y procesos matemáticos ya están en la mayoría de los libros.

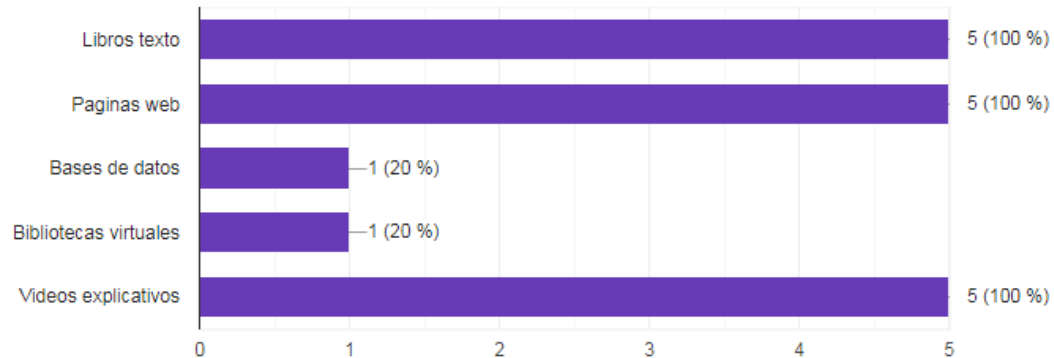
Yo selecciono un libro con base en el tipo de actividades que quiera hacer en la clase (una de las 8 actividades citadas en la segunda pregunta: experimental, histórica, teórica, matemática....). Hago mucho uso de revistas académicas científicas, educativas y filosóficas para ubicar contextualmente el conocimiento

Fundamentación teórica, histórica, solución de ejercicios o problemas y laboratorios o actividades experimentales

Claridad, ejemplo y ejercicios planteados, aplicaciones de los conceptos

¿Cuál es el material bibliográfico en el cual se basa para la enseñanza presencial y virtual de los conceptos básicos de la electrostática?

5 respuestas



Si tuviera que planear una clase para desarrollar el tema de la electrostática, de tal manera que resulte comprensivo y claro para los estudiantes, ¿Qué material bibliográfico utilizaría? Y ¿Por qué? Nombrar el o los libro-textos, páginas web, bases de datos y/o bibliotecas virtuales.

5 respuestas

Página virtual: fisicalab.com
Libro: física 2 edt. Norma
Libro: física Michel Valero

Colombia aprende tiene un buen material para abordarlo desde la experimentación, videos y desarrollo de guía. Creo que siempre es bueno tener un libro te corte conceptual y matemático, donde puedas releer la temática. Uno tradicional es Física conceptual de Hewitt, pero ya puedes encontrar libros de docentes universitarios como los de Pineda y Sepúlveda. El mejor medio virtual es youtube, ahí se pueden encontrar mucho material. Uno medio virtual que he utilizado para complementar el trabajo en la básica, ha sido discovery en la escuela.

Yo he utilizado los textos de HIPERTEXTO FÍSICA 2 e INVESTIGUEMOS FÍSICA 1 porque creo que son explicativamente adecuados. Además, ha sido en contextos educativos donde los estudiantes tiene un nivel matemático muy bajo y se precisa de cuestiones y claridades cortas y concisas sobre estos conceptos. Al respecto, he preferido el uso de revistas académicas como ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS y ENSEÑANZA DE LA FÍSICA y de simuladores de Phet de la Universidad de Colorado.

Libros de física sea universitarios o de colegio

Fisicalab, es una página ilustrada y con ejemplos prácticos.

Anexo 2. Acta de consentimiento informado



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMINARIO DE PRÁCTICA II
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN



La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo Nirella Uribe Londoño, identificado(a) con C.C. 43365812 como acudiente y adulto responsable, y

Yo María Camila Zapata Uribe, identificado(a) con T.I. 1001666544 acepto participar voluntariamente en la investigación: ***La actividad experimental como medio para la construcción de conocimiento en las clases de física. análisis de una secuencia didáctica basada en las reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias*** desarrollada por **Luisa Fernanda Taborda Laverde** y **Daniel Avendaño Londoño**, estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

Declaro haber sido informado/a de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de participación. En relación con ello, acepto participar en las actividades, y consiento que se realicen registros fotográficos y las grabaciones de los seis encuentros de la implementación de la secuencia didáctica.

Declaro haber sido informado que las fuentes de información como escritos, intervenciones en el grupo de discusión, registros fotográficos, contenidos en las grabaciones de las clases por la plataforma Meet y en la plataforma educativa Nearpod, se constituyen en bases de datos para los propósitos señalados, y que estos datos que se recojan serán de carácter confidencial y no se usarán para ningún otro propósito fuera de los de este estudio.

Declaro haber sido informado/a que mi participación no involucra ningún daño o peligro para mi salud física o mental, que es voluntaria, que puedo hacer preguntas en cualquier momento del estudio y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mí. De igual forma declaro haber sido informado/a que por mi participación no tendré ninguna compensación económica.

Declaro saber que la información entregada será confidencial y anónima. Entiendo que la información será analizada por los investigadores en forma grupal y que no se podrán identificar las respuestas y opiniones de cada participante de modo personal. Declaro saber que la información que se obtenga será guardada por el investigador responsable en dependencias de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y será utilizada sólo para este estudio.

María Camila Zapata Uribe Nirella Uribe L.
Firma del Estudiante participante Firma del Acudiente y adulto responsable
T.I. 1001666544 C.C. 43365812

Este documento se firma en dos ejemplares, quedando uno en poder de cada una de las partes¹.

¹ Adaptación realizada con base en el informe del proceso de investigación de la Magister en Educación en Ciencias Naturales Natalia Muñoz Candamil. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.

Anexo 3. Secuencia Didáctica



“LA MAGIA DE LO ELÉCTRICO: UN APRENDIZAJE EXPERIENCIAL”

Por
Daniel Avendaño Londoño Y Luisa Fernanda Taborda



Línea de investigación:

La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la física.

Autores de la secuencia:

Daniel Avendaño Londoño.
Luisa Fernanda Taborda Laverde.

Asesora:

Yaneth Liliana Giraldo Suárez.

Licenciatura en Matemáticas y Física
Facultad de Educación
Universidad de Antioquia
Medellín - 2020



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



PRESENTACIÓN

2020 Proyecto de investigación
Universidad de Antioquia

La presente secuencia didáctica hace parte de los desarrollos del trabajo de Investigación titulado "La Actividad Experimental como medio para la construcción de conocimiento en las clases de física. Análisis de una secuencia didáctica basada en las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias", que a su vez se enmarca en la línea de investigación "La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la física", desarrolla por estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia.

En esta investigación se resalta la importancia de los procesos discursivos, la experimentación exploratoria y la importancia de los instrumentos cualitativos como base para la construcción de conocimiento, elementos principales para entender aspectos relacionados con la Naturaleza de las Ciencias en los procesos de formación escolar. Este proyecto de investigación parte del análisis que se le dan a los libros de texto y la contribución de ellos en los procesos educativos, proporcionando nuevas alternativas de enseñanza a partir del uso de una perspectiva histórica-epistemológica de la ciencia, con el fin de dar respuesta a la pregunta: ¿Cuáles son las posibles contribuciones que pueden generarse a la construcción de conocimiento en torno al concepto de la electrostática por parte de los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del municipio de San Pedro de los Milagros, con la implementación de una secuencia didáctica, que resalta el uso de fragmentos de textos originales en la orientación de actividades experimentales, a partir de las reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias?.

"EQUIPADO CON SUS CINCO SENTIDOS, EL HOMBRE EXPLORA EL UNIVERSO QUE LO RODEA Y A SUS AVENTURAS LAS LLAMA CIENCIA"
EDWIN POWELL HUBBLE

Daniel Avendaño Londoño
Luisa Fernanda Tabora





C O N T E N I D O S

- 01. ¿QUÉ PRODUCE LA FROTACIÓN?**
- 02. HAGAMOS MAGIA CON LA FROTACIÓN**
- 03. HACIENDO MAGIA CON LA FROTACIÓN**
- 04. ¿POR QUÉ SUCEDE?**
- 05. CIENTÍFICOS POR UN DÍA**
- 06. CONSTRUCTORES ELECTROSTÁTICOS**

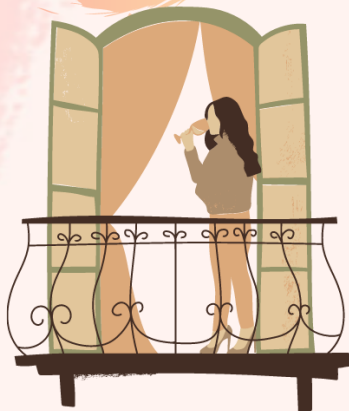
01 ¿QUÉ PRODUCE LA FROTACIÓN?

Propósito de la sesión: Identificar las consecuencias que trae la acción de frotamiento sobre los materiales utilizados, mediante la exploración de éstos en diferentes actividades.

Conexión con la investigación:

- La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias.
- Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento.

A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS ALGUNAS SITUACIONES DE LA COTIDIANIDAD, DONDE DEBERÁS AYUDAR A LOS PERSONAJES A RESPONDER A LAS PREGUNTAS QUE HAY EN CADA UNA DE ELLAS.



Ayuda a Teresa...

Teresa decide limpiar la alfombra que le regaló su esposo en su aniversario número 4, comienza por quitarle el polvo en la comodidad de su balcón frotándola suavemente con sus manos, cuando estaba a punto de terminar toca accidentalmente la baranda de metal que se encontraba en su balcón, de inmediato recibe una pequeña descarga. Teresa se queda estupefacta y no encuentra explicación alguna a lo sucedido.



1 ¿Por qué le sucede esto a Teresa?

2 ¿Qué experiencias similares a la de Teresa has experimentado? Explícalas detalladamente comentando, además, ¿cuáles crees que sean las razones físicas de lo sucedido?

Ayuda a Juanito...



La abuela de Juanito partió al supermercado en busca de sal y de pimienta para su cena especial de halloween, al llegar a casa las puso sobre la mesa en dos recipientes por separado, en ese instante llega Juanito y sin saber que los recipientes estaban destapados los derrama al pasar junto a ellos. Los dos ingredientes se mezclan y para separarlos su abuela coge una cucharilla de plástico, la frota en su ropa y de repente tanto la sal como la pimienta se ven atraídas por la cucharilla, pero solo la pimienta se queda pegada. Juanito se queda sorprendido e intrigado al no encontrar explicación alguna a lo sucedido.

1 ¿Por qué crees que la cucharilla atrae los dos ingredientes?

2 ¿Pasará lo mismo con una cucharilla de metal o de otro material? ¿Por qué?

3 ¿Qué sucederá, si la abuela de Juanito no frota la cucharilla, y la acerca a la sal y pimienta que se encuentran revueltas? ¿Por qué?

4 De acuerdo con los datos que se tienen de la situación, la abuela frotó la cucharilla en su ropa, ¿Qué modificaciones le harías a la experiencia para lograr el mismo objetivo? Describe la nueva experiencia detalladamente, indicando el plan seguido y los materiales utilizados.





Ahora escoge tus materiales:

Con los materiales que desees, explora, crea e innova una o varias actividades experimentales donde evidencies el fenómeno expuesto en las experiencias anteriores.



DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO EXPLICANDO LO ACONTECIDO Y POR QUÉ SUCEDE TAL INTERACCIÓN; ADEMÁS, DEBES ANEXAR EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS O DIBUJOS QUE ILUSTREN TU PROCESO.

Procedimiento

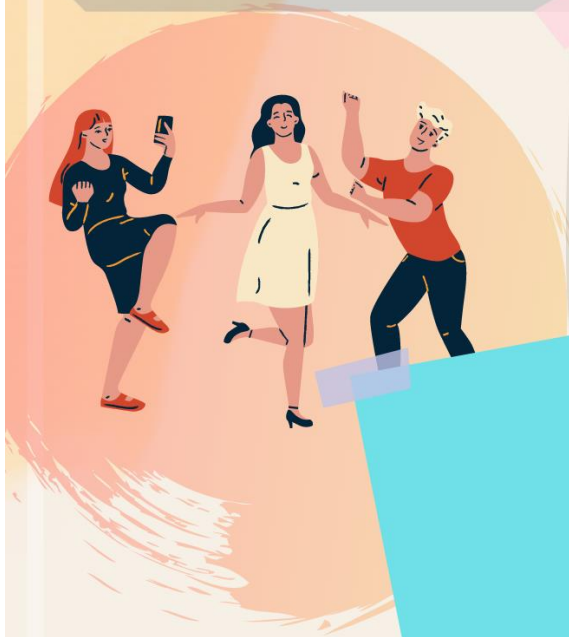
Explicación del fenómeno

Gráficas o evidencias fotográficas

Aprendiendo con mis compañeros:

Describan brevemente el procedimiento realizado y expliquen por qué sucede lo que observaron mediante su actividad experimental. Además, establezcan diferencias con los realizados de manera individual.

Reúnete con tus compañeros y realiza una experiencia nueva



Conversatorio.

Preguntas orientadoras:

- ¿Qué condiciones son necesarias para que se dé este fenómeno?
- La intensidad de la interacción de este fenómeno ¿Depende de la distancia? ¿Si o no? ¿Por qué?
- ¿Qué produce la frotación?
- ¿Qué sucede entre cuerpos del mismo material? y ¿Diferente material?



Evalúa la sesión.



Marca con un en el caso de estar de acuerdo con los items destacados en la presente sesión, de lo contrario marca con una

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Los objetivos de aprendizaje están claramente definidos. | <input type="checkbox"/> Se plantean actividades significativas para diferentes capacidades y estilos de aprendizaje. |
| <input type="checkbox"/> Los contenidos son apropiados para el nivel académico de los estudiantes. | <input type="checkbox"/> Los nuevos conocimientos se vinculan a experiencias previas de los estudiantes y a su contexto. |
| <input type="checkbox"/> Las instrucciones han sido claras y concisas para todos. | <input type="checkbox"/> Los materiales han sido accesibles para todos los participantes. |
| <input type="checkbox"/> Se desarrolla el tema de forma coherente. | <input type="checkbox"/> El tiempo dedicado ha sido adecuado (momento y duración). |

Describe las recomendaciones, sugerencias y cambios que le harías a la sesión.



02 HAGAMOS MAGIA.

Propósito de la sesión:

Comprender el comportamiento atractivo de los fenómenos electrostáticos, mediante actividades experimentales.

Conexión con la investigación:

- La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias.
- Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento.



A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS ALGUNOS RETOS QUE DEBERÁS RESOLVER UTILIZANDO DIFERENTES MATERIALES.

Eleva tu imaginación.

Reto 1: ¿Cómo hacer que una pequeña esfera de aluminio colocada dentro de un vaso de vidrio transparente (boca abajo), se levante sin recibir ningún tipo de contacto?

Reto 2: ¿Cómo hacer para que una lata vacía, de gaseosa o cerveza, se mueva sobre una superficie plana sin ser tocada ni soplada?



DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO REALIZADO, PONIENDO EN EVIDENCIA LO TRABAJADO HASTA EL MOMENTO. ACOMPAÑÁNDOLO, ADEMÁS, DE IMÁGENES QUE DEN CUENTA DE LO REALIZADO.

Procedimiento

¿Qué condiciones son necesarias para que tus experimentos surtan efecto?

Gráficas o evidencias fotográficas

Expone a tus compañeros tus ideas y reflexiona sobre las de los demás.

Explora con tus materiales.

Experiencia 1: Introducir en una botella plástica pequeños trozos de papel globo y tapar. Frotar la botella con el cabello o la ropa, y observar.

Experiencia 2: Vaciar azúcar en un recipiente de vidrio plano y frotar un globo inflado con un paño, acercar la bomba al azúcar, y observar.

Experiencia 3: Llenar una botella de agua, taparla y hacerle un pequeño orificio en uno de sus costados, acercar un objeto previamente frotado al chorro de agua, que de ella se desprende, y observar.

Experiencia 4: Colgar un globo inflado y luego acercarle otro globo previamente frotado con el paño.

DESCRIBE LAS INTERACCIONES OBSERVADAS EN LAS EXPERIENCIAS, EXPLICANDO POR QUÉ SUCEDEN Y REALIZA NUEVAS EXPERIENCIAS DONDE SEA EVIDENTE EL CAMBIO DE VARIABLES UTILIZADAS.

Escoge dos experiencias y realiza tu análisis

1 ¿Qué sucede?
¿Por qué?

2 *Modificaciones*

3 *Observaciones*

1 ¿Qué sucede?
¿Por qué?

2 *Modificaciones*

3 *Observaciones*

Conversatorio.

Preguntas orientadoras:

A partir de las soluciones y explicaciones dadas a las diferentes actividades:

- Reflexionar sobre los puntos de vista expuestos a lo largo de la sesión, complementar las soluciones que le dieron en los retos iniciales y exponerlos.
- Dar a conocer las ideas y nociones centrales de la sesión, mediante una breve explicación de los conceptos trabajados en ella.
- ¿Qué características comunes observas en cada una de las experiencias?
- A partir de las experiencias realizadas anteriormente, que modificaciones le harías a las soluciones que le diste al reto inicial.
- Conclusiones grupales de la sesión.



Evalúa la sesión.

Marca con un en el caso de estar de acuerdo con los ítems destacados en la presente sesión, de lo contrario marca con una .

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Los objetivos de aprendizaje están claramente definidos. | <input type="checkbox"/> Describe las recomendaciones, sugerencias y cambios que le harías a la sesión. |
| <input type="checkbox"/> Las instrucciones han sido claras y concisas para todos. | |
| <input type="checkbox"/> Los contenidos son apropiados para el nivel académico de los estudiantes. | |
| <input type="checkbox"/> Se desarrolla el tema de forma coherente. | |
| <input type="checkbox"/> Se plantean actividades significativas para diferentes capacidades y estilos de aprendizaje. | |
| <input type="checkbox"/> Los nuevos conocimientos se vinculan a experiencias previas de los estudiantes y a su contexto. | |
| <input type="checkbox"/> Los materiales han sido accesibles para todos. | |
| <input type="checkbox"/> El tiempo dedicado ha sido adecuado. | |



03 HACIENDO MAGIA.

Propósito de la sesión:

Comprender el comportamiento repulsivo de los fenómenos electrostáticos, mediante actividades experimentales.

Conexión con la investigación:

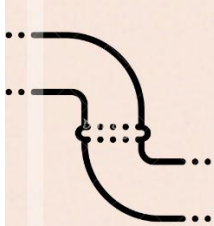
- La experimentación exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias.
- Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento.



A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS UN RETO QUE DEBERÁS RESOLVER UTILIZANDO DIFERENTES MATERIALES.

Eleva tu imaginación.

Reto: Construye un barco no muy pesado. Si se quiere lograr que éste se desplace, al ser colocado en un recipiente con agua, sin recibir ningún tipo de contacto, y además, sin ser soplado, ¿Cómo lo harías? ¿Qué material utilizarías? ¿Por qué?



DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO REALIZADO, PONIENDO EN EVIDENCIA LO TRABAJADO HASTA EL MOMENTO. ACOMPAÑÁNDOLO, ADEMÁS, DE IMÁGENES QUE DEN CUENTA DE LO REALIZADO.

Procedimiento

¿Qué condiciones son necesarias para que tus experimentos surtan efecto?

Gráficas o evidencias fotográficas

Expone a tus compañeros tus ideas y reflexiona sobre las de los demás.

Explora con tus materiales.


Experiencia 1: En una superficie plana coloca un plato grande de icopor boca abajo previamente frotado (parte plana) con un paño, luego coloca un plato pequeño de icopor encima de éste en su posición común, acércale la mano por la parte contraria. Observa.

Experiencia 2: Forrar pequeñas bolas de icopor con papel aluminio, frotar el plato de icopor con el paño, depositar las bolas de icopor en el plato y acercar los dedos. Observa.

Experiencia 3: Frotar tanto un globo inflado como un anillo, formado por el recorte de una sección de bolsa plástica, con el paño de lana, ubicar arriba el anillo de bolsa y acercar el globo. Observa.

DESCRIBE LAS INTERACCIONES OBSERVADAS EN LAS EXPERIENCIAS, EXPLICANDO POR QUÉ SUCEDEN Y REALIZA NUEVAS EXPERIENCIAS DONDE SEA EVIDENTE EL CAMBIO DE VARIABLES UTILIZADAS.

Escoge dos experiencias y realiza tu análisis



1 ¿Qué sucede?
¿Por qué?

2 Modificaciones

3 Observaciones

1 ¿Qué sucede?
¿Por qué?

2 Modificaciones

3 Observaciones

The image shows a worksheet with a light pink background. At the top, there is a grey box with bold black text. Below it, a vertical text instruction is written in a cursive font. To the left of this text is a hand icon. To the right, there are two sets of sticky notes. Each set consists of a blue note with a red circle containing the number 1 and two questions, a yellow note with a red circle containing the number 2 and the word 'Modificaciones', and a green note with a red circle containing the number 3 and the word 'Observaciones'. A blue arrow points from the vertical text towards the top-right sticky notes.

Conversatorio.

Preguntas orientadoras:

A partir de las soluciones y explicaciones dadas a las diferentes actividades:

- Reflexionar sobre los puntos de vista expuestos a lo largo de la sesión, complementar las soluciones que le dieron en los retos iniciales y exponerlos.
- ¿Qué características comunes observas en cada una de las experiencias?
- A partir de las experiencias realizadas anteriormente, que modificaciones le harías a las soluciones que le diste al reto inicial.
- Explica el o los conceptos inmersos en las actividades experimentales desarrolladas a lo largo de la sesión.
- Conclusiones grupales de la sesión.



Evalúa la sesión.

Marca con un en el caso de estar de acuerdo con los ítems destacados en la presente sesión, de lo contrario marca con una

<input type="checkbox"/> Los objetivos de aprendizaje están claramente definidos.	<input type="checkbox"/> Describe las recomendaciones, sugerencias y cambios que le harías a la sesión.
<input type="checkbox"/> Los contenidos son apropiados para el nivel académico de los estudiantes.	
<input type="checkbox"/> Las instrucciones han sido claras y concisas para todos.	
<input type="checkbox"/> Se desarrolla el tema de forma coherente.	
<input type="checkbox"/> Se plantean actividades significativas para diferentes capacidades y estilos de aprendizaje.	
<input type="checkbox"/> Los nuevos conocimientos se vinculan a experiencias previas de los estudiantes y a su contexto.	
<input type="checkbox"/> Los materiales han sido accesibles para todos.	
<input type="checkbox"/> El tiempo dedicado ha sido adecuado.	



04 ¿POR QUÉ SUCEDE?

Propósito de la sesión: Establecer las relaciones que existen entre los conocimientos previos y las actividades propuestas, con el fin del acercamiento a los conceptos básicos de la electrostática.

Conexión con la investigación:

- Los fragmentos de textos originales como facilitadores de la construcción y la reformulación de explicaciones.
- Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento.

A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS UNA SERIE DE PREGUNTAS, DEBES ESTAR PENDIENTE PORQUE EL AZAR DECIDIRÁ CUÁL DE ELLAS CONTESTARAS, ASÍ QUE...

Prepárate!



- 1 ¿Qué fenómenos eléctricos has presenciado en la cotidianidad? ¿Cómo se presentan? ¿Qué los causa?
- 2 ¿Cuáles son las consecuencias que puede traer para una persona ubicarse debajo de un árbol cuando está lloviendo? ¿Por qué suceden dichas consecuencias?
- 3 Al presenciar una tormenta eléctrica ¿Qué diferencias percibes entre el rayo y el trueno?
- 4 Explica cómo se produce un rayo.
- 5 ¿Para qué sirven los pararrayos? Explica su funcionamiento.
- 6 ¿A qué se debe la sensación obtenida al experimentar una pequeña descarga?
- 7 Describe cómo es una chispa eléctrica, mencionando sus causas y ejemplos de la cotidianidad.
- 8 ¿Por qué los electricistas utilizan botas y guantes de caucho?

ESCRIBE LA PREGUNTA QUE TE TOCÓ ACOMPAÑADA DEL NÚMERO CORRESPONDIENTE, ADEMÁS, RESPÓNDELA.

EN LOS SIGUIENTES ENLACES ENCONTRARÁS ALGUNOS VÍDEOS DONDE SE ENCUENTRAN INTERROGANTES ABORDADOS EN LA ACTIVIDAD ANTERIOR, OBSÉVALOS Y COMPLEMENTA TUS RESPUESTAS, RELACIONÁNDOLAS CON LO TRABAJADO HASTA AHORA:



- Como se crea un rayo y como sobrevivir a uno: <https://www.youtube.com/watch?v=GtbwPCYwKXU><https://www.youtube.com/watch?v=zOUUDOillyb18t=99s>
- Breve explicación didáctica de los rayos y relámpagos: <https://www.youtube.com/watch?v=u0ONhTYEKDI>
- ¿Que es la electricidad:
https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/1_qu_es_la_electricidad.html

COMPLEMENTA TU RESPUESTA ANTERIOR.

A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS UN FRAGMENTOS DE LOS PRIMEROS DOCUMENTOS DONDE LOS CIENTÍFICOS EMPIEZAN A CONSTRUIR SUS TEORÍAS. LÉELO Y RESPONDE A LAS PREGUNTAS.

Charles-François Dufay



Hasta hoy hemos siempre considerado la virtud eléctrica en general, y por esta palabra hemos entendido no sólo la virtud [propiedad] que tienen los cuerpos electrificados de atraer, sino también aquella de repeler los cuerpos que han atraído. Esta repulsión no es siempre constante, y está sujeta a variaciones, lo que me ha hecho considerar el tema con atención, y creo haber descubierto algunos principios muy simples que aún no se han sospechado y que explican todas estas variaciones, de tal manera que no conozco hasta ahora de ninguna experiencia que no esté de acuerdo con ellos de una manera muy natural.

He observado que los cuerpos ligeros no eran normalmente repelidos por el tubo [de vidrio electrificado] sino cuando se les aproximaba algún cuerpo de volumen apreciable, y esto me hizo pensar que estos últimos cuerpos [voluminosos] habían sido electrificados [de alguna manera] por la cercanía del tubo, y que de esta manera ellos atraían a su alrededor la pluma, o la lámina de oro, y que así el [cuerpo ligero] estaba siempre atraído, ya sea por el tubo, o por los cuerpos vecinos, pero de tal manera que nunca había una repulsión real.

[Sin embargo] un experimento que me indicó el Sr. de Reaumur se opone a esta explicación; ella consiste en colocar un montón de pólvora en el borde de una tarjeta, al acercarse a este montón un bastón de cera de España electrificado, se observa muy claramente que las partículas de pólvora se alejan de la tarjeta, sin que se pueda sospechar que ellas sean atraídas por algún cuerpo vecino.

Otra experiencia también simple, y aún más sensible, acabó por probarme que mi conjetura era falsa. Si colocamos láminas de oro sobre un vidrio, y le aproximamos el tubo (electrificado) por debajo, las láminas son rechazadas hacia arriba sin caer sobre el vidrio, y no se puede ciertamente explicar este movimiento por la atracción de ningún cuerpo vecino. La misma cosa sucede a través de la gasa de color, y de otros cuerpos que dejan pasar los flujos eléctricos, de suerte que no se puede dudar que no haya una repulsión real en la acción de los cuerpos electrificados.

En fin, habiendo reflexionado sobre que los cuerpos menos electrificados eran más vivamente atraídos por los otros, yo imagine que los cuerpos electrificados atraían tal vez aquellos que no lo son, y que repelían todos aquellos que se hubieran electrificado por su proximidad, y por la comunicación de la virtud (eléctrica).

[...] Hauksbée habla también de esta experiencia que él hizo con un tubo de vidrio, y es de esta manera que yo he tenido éxito, y veremos que ella es suficientemente singular para que pongamos en ella atención. Frotamos bien el tubo para electrificarlo y teniéndolo en una posición horizontal dejamos caer desde arriba un pedacito de una lamina de oro; esta lámina produce usualmente un corte, si el tubo está bien electrificado, pues de esta manera ella corta el aire con mayor facilidad y tan pronto como ella toca el tubo, es rechazada perpendicularmente hacia arriba [...], permanece casi inmóvil en este lugar, y si aproximamos a ella el tubo levantándolo, se eleva también de manera que se mantiene siempre a la misma distancia, y que es imposible de tocarla (con el tubo): se la puede conducir donde se quiera, porque evitará siempre el tubo.

Conversatorio.

Preguntas orientadoras:

- ¿Qué conceptos e ideas nuevas surgen a partir de las actividades? ¿Cuál es su relación con lo trabajado hasta el momento?
- A partir de la lectura, ¿qué modificaciones y transformaciones realizaste en cuanto a las nociones que tenías sobre los conceptos que se venían trabajando en las anteriores sesiones y que se retoman en ésta?
- Teniendo presente los aportes de esta sesión a las explicaciones que has construido mediante las actividades trabajadas hasta ahora. Explica: ¿Qué produce la frotación? y ¿De qué factores depende el comportamiento de los materiales posterior a dicho proceso?



Evalúa la sesión.



Marca con un en el caso de estar de acuerdo con los items destacados en la presente sesión, de lo contrario marca con una

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Los objetivos de aprendizaje están claramente definidos. | <input type="checkbox"/> Se plantean actividades significativas para diferentes capacidades y estilos de aprendizaje. |
| <input type="checkbox"/> Los contenidos son apropiados para el nivel académico de los estudiantes. | <input type="checkbox"/> Los nuevos conocimientos se vinculan a experiencias previas de los estudiantes y a su contexto. |
| <input type="checkbox"/> Las instrucciones han sido claras y concisas para todos. | <input type="checkbox"/> Los materiales han sido accesibles para todos los participantes. |
| <input type="checkbox"/> Se desarrolla el tema de forma coherente. | <input type="checkbox"/> El tiempo dedicado ha sido adecuado (momento y duración). |

Describe las recomendaciones, sugerencias y cambios que le harías a la sesión.



05 CIENTÍFICOS POR UN DÍA

Propósito de la sesión:

Concretizar en los conceptos de los fenómenos asociados a la electrificación, a partir de las conclusiones derivadas de las actividades experimentales y del análisis de los fragmentos expuestos en esta sesión.

Conexión con la investigación:

- Los fragmentos de textos originales como facilitadores de la construcción y la reformulación de explicaciones.
- La actividad experimental exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias.
- Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento.

A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS ALGUNOS FRAGMENTOS DE LOS PRIMEROS DOCUMENTOS DONDE LOS CIENTÍFICOS EMPIEZAN A CONSTRUIR SUS TEORÍAS. LÉELOS Y RESPONDE A LAS PREGUNTAS.

Leonard Euler



"... Empezaré por explicar a Vuestra Alteza el verdadero principio de la naturaleza en el que todos los fenómenos por variados que parezcan, están fundados, y del que todos se deducen muy fácilmente, sin la menor dificultad.

Para ello, será suficiente el observar cómo, en general, se excita la electricidad frotando un tubo de vidrio; por este procedimiento el tubo se electrifica; entonces atraerá y rechazará alternativamente cuerpos ligeros que se le presenten; y cuando se le aproximan otros cuerpos, se ve saltar entre ellos centellitas, que, si se hace más fuerte, encienden el espíritu del vino y otras materias combustibles. Cuando se toca con el dedo el tubo, salta otra centellita, sintiéndose una picadura que, en algunas circunstancias, puede hacerse tan grande como para ocasionar una conmoción en todo el cuerpo. En lugar de un tubo de vidrio, se puede utilizar también un globo de vidrio, al que se hace girar alrededor de un eje, como en el torno. Durante el movimiento se le frota con la mano, o por medio de un cojín; de esta forma también el globo se electrifica, y produce los mismos fenómenos que el tubo.

Además del vidrio, los cuerpos resinosos como la cera de España y el azufre, tienen también la propiedad de electrificarse por el frotamiento. Pero sólo algunas clases de cuerpos son capaces de electrificarse con el frotamiento, entre ellas el vidrio, la cera de España y el azufre son las principales.

Los otros cuerpos, por más que se les frote cuanto se quiera, no manifiestan el menor signo de electricidad. Pero cuando se les aproximan los primeros, después de haberlos electrificado, adquirirán inmediatamente la misma propiedad. Luego estos cuerpos se electrifican por comunicación, pues el solo contacto y frecuentemente la simple proximidad de los cuerpos eléctricos, los hace tales.

En consecuencia, los cuerpos se dividen en dos clases: la primera, comprende los cuerpos que por frotamiento se electrifican; y la otra, los cuerpos que lo hacen por comunicación, y en los que el frotamiento no produce ningún efecto.

[...] Todos los metales pertenecen a ésta última clase; y la comunicación va tan lejos, que si se presenta el extremo de un alambre a un cuerpo eléctrico, el otro extremo se electrifica por largo que sea el hilo; y aplicando todavía otro hilo al extremo del primero, la electricidad se expande también a todo lo largo de este otro hilo; de manera que por este medio se está en condiciones de transmitir la electricidad a las mayores distancias"

Charles-François Dufay

"... Es entonces establecido que los cuerpos electrificados por comunicación son repelidos por aquellos que los han electrificado; pero ¿son repelidos de igual forma por otros cuerpos electrificados de otros géneros? Y los cuerpos electrificados, ¿no difieren entre ellos más que por los diversos grados de electrificación? Este examen me ha conducido a otra verdad que jamás habría supuesto y que creo nadie ha tenido aún la menor idea. Comencé por sostener en el aire con el mismo tubo dos láminas de oro y [noté] que ellas siempre se alejaban la una de la otra a pesar que se hubiese hecho un esfuerzo por aproximarse, y [consideré] que ello debería suceder del hecho que ambas estaban electrificadas; pero tan pronto como una de las dos tocara la mano o cualquier otro cuerpo, ellas se juntaban inmediatamente la una a la otra porque, habiendo perdido aquella su electrificación, la otra la atraía hacia ella.



Todo eso concordaba perfectamente con mi hipótesis [inicial], pero lo que me desconcertó prodigiosamente fue la experiencia siguiente. Habiendo levantado [y sostenido] en el aire una lámina de oro por medio del tubo [electrificado], aproximé a ella un trozo de goma copal frotado y electrificado; la hoja se adhirió en el acto y allí permaneció. Reconozco que esperaba un efecto totalmente contrario, porque según mi razonamiento, la [goma] copal que estaba electrificada debería repeler la hoja que también lo estaba. Repetí la experiencia un gran número de veces creyendo que no había expuesto la hoja en el lugar que la había frotado y que por eso no se sostenía como lo hubiera hecho con mi dedo o en cualquier otro cuerpo, pero habiendo tomado medidas sobre ello de forma que no me quedaba ninguna duda, me convencí que la [goma] copal atraía la lámina de oro, aunque fuese repelida por el tubo. La misma cosa sucedía al aproximar a la lámina de oro un trozo de ámbar, o de cera de España frotados.

Luego de varias tentativas de las que ninguna me satisfacía, aproximé a la lámina de oro repelida por el tubo una bola de cristal de roca frotada y electrificada, ella repelió la hoja igual que el tubo. Otro tubo que hice exponer a la misma hoja la expulsó igual. En fin, no pude dudar que el vidrio y el cristal de roca hacían precisamente lo contrario que la goma copal, el ámbar y la cera de España, de suerte que la lámina repelida por unos, a causa de la electrificación que ella había adquirido, era atraída por los otros."

Responde:

- 1 ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias que observas en las perspectivas de los autores, en torno al fenómeno en cuestión?

- 2 A partir de lo trabajado hasta el momento, describa: ¿Cómo se da el proceso de electrificación de un cuerpo?

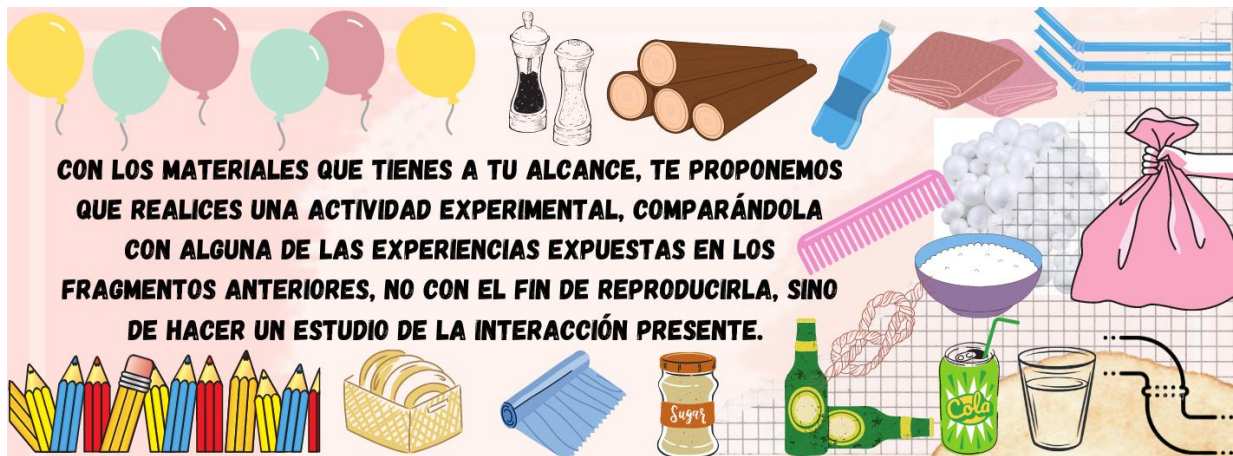
3 Según los autores y los puntos de vista contruidos durante las anteriores sesiones ¿Cómo explicas la atracción y la repulsión eléctrica?

4 ¿Por qué no todos los materiales se electrifican por frotamiento?

5 Según los fragmentos ¿En qué radica el comportamiento de unos materiales, después de ser frotados? Además de la explicación, muestre sus perspectivas experimentalmente.

Gráficas o evidencias fotográficas.





CON LOS MATERIALES QUE TIENES A TU ALCANCE, TE PROPONEMOS QUE REALICES UNA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL, COMPARÁNDOLA CON ALGUNA DE LAS EXPERIENCIAS EXPUESTAS EN LOS FRAGMENTOS ANTERIORES, NO CON EL FIN DE REPRODUCIRLA, SINO DE HACER UN ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN PRESENTE.

Expone a tus compañeros tus ideas y reflexiona sobre las de los demás.

Conversatorio.

Preguntas orientadoras:

- ¿Por qué unos materiales se atraen y otros se repelen?
- ¿Qué modificaciones, en los puntos de vista que se tenían sobre los conceptos trabajados hasta el momento, movilizó la lectura de los fragmentos originales y las actividades experimentales expuestas en esta sesión?
- ¿Qué explicación han construido acerca del concepto de electrificación?



Evalúa la sesión.

Marca con un en el caso de estar de acuerdo con los items destacados en la presente sesión, de lo contrario marca con una

<input type="checkbox"/> Los objetivos de aprendizaje están claramente definidos.	<input type="checkbox"/> Describe las recomendaciones, sugerencias y cambios que le harías a la sesión.
<input type="checkbox"/> Los contenidos son apropiados para el nivel académico de los estudiantes.	
<input type="checkbox"/> Las instrucciones han sido claras y concisas para todos.	
<input type="checkbox"/> Se desarrolla el tema de forma coherente.	
<input type="checkbox"/> Se plantean actividades significativas para diferentes capacidades y estilos de aprendizaje.	
<input type="checkbox"/> Los nuevos conocimientos se vinculan a experiencias previas de los estudiantes y a su contexto.	
<input type="checkbox"/> Los materiales han sido accesibles para todos.	
<input type="checkbox"/> El tiempo dedicado ha sido adecuado.	

06 CONSTRUCTORES ELECTROSTÁTICOS

Propósito de la sesión:

Construir indicadores de electrificación a la luz de los trabajos originales de algunos autores de interés.

Conexión con la investigación:

- Los fragmentos de textos originales como facilitadores de la construcción y la reformulación de explicaciones.
- Importancia de los instrumentos cualitativos en la construcción de fenomenologías en torno al concepto de la electrostática.
- La actividad experimental exploratoria como base para la constitución de conceptos en la enseñanza de las ciencias.
- Los procesos discursivos como fuentes de construcción de conocimiento.

Conversatorio.

Preguntas orientadoras:

- ¿Por qué unos materiales se atraen y otros se repelen?
- ¿Qué explicación han construido acerca del concepto de electrificación?
- ¿Qué es un cuerpo neutro?
- ¿Qué es necesario para que se pueda percibir la electrificación en los materiales, que han manipulado hasta el momento?



A CONTINUACIÓN ENCONTRARÁS UN FRAGMENTO DE LOS PRIMEROS DOCUMENTOS DONDE LOS CIENTÍFICOS EMPIEZAN A CONSTRUIR SUS TEORÍAS. LÉELO Y REFLEXIONA SOBRE ELLO.



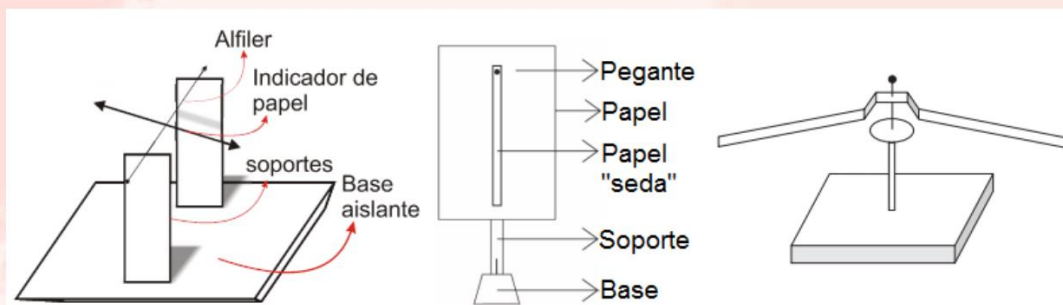
Gilbert describe el versorium de la siguiente manera:

Ahora bien, para entender claramente por la experiencia cómo la atracción tiene lugar, y que estas sustancias pueden ser atraídas otros cuerpos (y en el caso de muchas de estas sustancias eléctricas, aunque los cuerpos influenciados por ellos se inclinan hacia ellos, sin embargo, porqué de la debilidad de la atracción no se dibujan limpio hasta ellos, pero son fácilmente aumentado), haga un giro con aguja (Electroscopio-versorium) de cualquier tipo de metal, tres o cuatro dedos de largo, bastante luz, y en equilibrio sobre una punta afilada a la manera de un puntero magnético. Traiga cerca de un extremo de un trozo de ámbar o una joya, frotando suavemente la superficie, pulido y brillante: a la vez el instrumento gira.



Construye tu indicador:

Construye tu propio indicador electrostático utilizando los materiales que tengas a tu alcance.



Nombre del indicador

¿Cómo funciona?

Materiales y procedimiento

Criterios tenidos en cuenta en su construcción

Gráficas o evidencias fotográficas.

Conversatorio.

Preguntas orientadoras:

- Consideras que es necesario construir indicadores para estudiar este fenómeno. ¿Si o no?, y ¿Por qué?
- Muestra con tu indicador la atracción y repulsión eléctrica.
- Un compañero de tu clase que no pudo asistir a las sesiones donde trabajamos este fenómeno te pregunta, para ponerse al día, qué es la electrificación y cuáles son los principales conceptos asociados a ella. Escribe un relato de cómo y qué le dirías, a partir de lo que has construido hasta este momento, apoyándote en gráficos, actividades experimentales e instrumentos (el construido anteriormente, podría ser).



Gráficas o evidencias fotográficas.

Evalúa la sesión.

Marca con un en el caso de estar de acuerdo con los ítems destacados en la presente sesión, de lo contrario marca con una .

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Los objetivos de aprendizaje están claramente definidos. | <input type="checkbox"/> Describe las recomendaciones, sugerencias y cambios que le harías a la sesión. |
| <input type="checkbox"/> Los contenidos son apropiados para el nivel académico de los estudiantes. | |
| <input type="checkbox"/> Las instrucciones han sido claras y concisas para todos. | |
| <input type="checkbox"/> Se desarrolla el tema de forma coherente. | |
| <input type="checkbox"/> Se plantean actividades significativas para diferentes capacidades y estilos de aprendizaje. | |
| <input type="checkbox"/> Los nuevos conocimientos se vinculan a experiencias previas de los estudiantes y a su contexto. | |
| <input type="checkbox"/> Los materiales han sido accesibles para todos. | |
| <input type="checkbox"/> El tiempo dedicado ha sido adecuado. | |



LA MAGIA DE LO ELÉCTRICO: UN APRENDIZAJE EXPERIENCIAL



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

