



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO EN LA
CLASE DE FÍSICA CON NIÑOS, A TRAVÉS DE
ACTIVIDADES EXPERIMENTALES
ORIENTADAS CON BASE EN EL CONCEPTO DE
COLECTIVO DE PENSAMIENTO DE LUDWIN
FLECK.**

Autora

Ligia Amparo Jaramillo Caro

Universidad de Antioquia

Facultad de Educción, Departamento de Ciencias y Artes

Medellín, Colombia

2019



CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO EN LA CLASE DE FÍSICA CON NIÑOS, A
TRAVÉS DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES ORIENTADAS CON BASE EN EL
CONCEPTO DE COLECTIVO DE PENSAMIENTO DE LUDWIN FLECK.

Ligia Amparo Jaramillo Caro

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al
título de:

Licenciada en Matemáticas y Física

Asesora:

Yaneth Liliana Giraldo Suarez Magister en educación

Línea de Investigación:

Estudios Culturales de la Ciencia y su Enseñanza ECCE

Universidad de Antioquia

Facultad de educación, Departamento de Ciencias y Artes.

Medellín, Colombia

2019



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



RESUMEN

Son considerables las falencias que tienen los estudiantes de la educación básica en su formación en física, esto se debe a que esta no está estipulada en los planes de área y las mallas curriculares, pese a formar parte de los estándares y los DBA, de los grados de la básica primaria y a la concepción que tienen los niños de ciencia y trabajo científico. En este sentido, el objetivo propuesto en esta investigación es analizar los procesos por medio de los cuales los niños construyen conocimiento, durante el desarrollo de actividades experimentales basadas en el concepto de colectivo de pensamiento de Ludwin Fleck. De esta manera, se proponen actividades experimentales a través de las cuales se pretende alcanzar el objetivo planteado. Así, el trabajo está dividido en los siguientes apartados: un planteamiento del problema que además contiene justificación y antecedentes de la investigación, objetivos general y específicos, consideraciones teóricas, diseño metodológico, hallazgos y análisis de hallazgos y unas consideraciones finales.

Palabras clave: Enseñanza de física, experimentación, colectivo de pensamiento, construcción de conocimiento.

ABSTRACT

There are considerable shortcomings that students of basic education have in their training in physics, this is because is not stipulated in the area plans and the curricular meshes of the basic grades and the conception that children have of science and scientific work. In this sense, the objective proposed in this research is to analyze the processes by means of which children construct knowledge, during the development of experimental activities based on the concept of collective of thought of Ludwin Fleck. In this way, experimental activities



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

are proposed through which the aim is achieved. Thus, the work is divided into the following sections: an approach to the problem that also contains justification and background of the research, general and specific objectives, theoretical considerations, methodological design, findings and analysis of findings and final considerations.

Key words: Physics teaching, experimentation, thought collective, knowledge construction.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción y formulación del problema	11
1.2. Justificación.....	14
1.3. Antecedentes de investigación.....	15
2. OBJETIVOS	19
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3. CONSIDERACIONES TEÓRICAS	19
3.1 Colectivo de Pensamiento	19
3.2 Colectivo de pensamiento en el campo educativo.....	21
3.2.1. Formación científica de base	23
3.2.2. La experimentación como posibilitadora de la construcción de conocimiento.....	24
3.2.3. Construcción de conocimiento	27
3.3. Electrificación por fricción	29
4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	29
4.1 Enfoque y tipo de estudio.....	30
4.2 Caso y Contexto	31
4.3 Sobre la propuesta de aplicación	31
4.4 Estrategias para el registro de la información.....	33
4.5 Plan de análisis	34
4.6 Sobre las categorías de análisis.....	35
4.6.1 Colectivo de pensamiento	37
4.6.1.1 La construcción de conocimiento a partir del desarrollo de actividades experimentales	37
4.6.1.2 Pensamiento científico y formación científica de base.....	37
4.6.2 Construcción de conocimiento.....	38
4.6.2.1 El conocimiento como construcción social por excelencia	38
4.6.2.2 El uso de explicaciones a los fenómenos estudiados, como medio de transición entre el lenguaje común y el lenguaje propio de la física.	38



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

4.7 Criterios de credibilidad	39
5. HALLAZGOS Y ANÁLISIS DE HALLAZGOS.....	40
5.1 La actividad experimental como posibilitadora de la construcción de conocimientos de conceptos físicos	40
5.2 Pensamiento científico y formación científica de base.....	44
5.3 El conocimiento como construcción social por excelencia	47
5.4 El uso de explicaciones a los fenómenos estudiados, como medio de transición entre el lenguaje común y el lenguaje propio de la física.....	51
6. CONSIDERACIONES FINALES	55
6.1. Limitantes.....	57
6.2. Perspectivas de investigación	58
REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS	58
ANEXOS	61

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Categorías y subcategorías 36

LISTA DE ILUSTRACIONES

Imagen 1: Construcción propia..... 27

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Momento 6. Estudiantes experimentando con los materiales entregados..... 40

Foto 2: Momento 3. Estudiantes discutiendo sobre la pregunta de si el fenómeno es replicable con otros materiales 44

Foto 3: Momento 5. Los estudiantes cumplen con el reto de mover el bloque utilizando los aprendizajes logrados hasta el momento 47

Foto 4: Carta 1 52

Foto 5: Carta 2 53

Foto 6: Carta 3 53

Foto 7: Carta 4 54

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA



INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los contenidos que se proponen para enseñar en todas las áreas en Colombia, la enseñanza de la física está destinada para los grupos de la media académica, es decir, los estudiantes de básica primaria y básica secundaria no son formados en física. Si bien se realizan algunos acercamientos desde el área de ciencias naturales, esta no alcanza el rigor, la constancia y el compromiso que se requiere. La práctica pedagógica y el ejercicio de observación que se hizo durante las clases de física con estudiantes de décimo y once, permitió identificar en estos cierta apatía por la ciencia, dado que la perciben ajena a sus propias realidades, difícil, aburrida y exclusiva para genios.

Esta investigación le apostó a la enseñanza de la física orientada a los niños de grado quinto, pero sobre todo a la construcción de conocimiento basado en los postulados de Ludwin Fleck, sobre la constitución del conocimiento científico y los colectivos de pensamiento, con lo cual se asume que es por medio de la interacción con otros como se construyen las explicaciones sobre todo lo que se desea comprender del mundo. Si los niños se empoderan de su proceso formativo, si se sienten constructores de conocimiento, entonces van a ver la ciencia cercana y atractiva para ellos (Segura, 2011).

Las actividades se desarrollaron con 18 estudiantes de grado quinto de la Institución Educativa Rural Piedras Blancas del municipio de Guarne. En la cual se aplicaron siete actividades que les permitieron explorar el fenómeno de la electrificación por fricción, los estudiantes pudieron observar el fenómeno, compartir sus propias explicaciones, debatir con sus compañeros y por supuesto construir en comunidad una explicación al mismo.

Todas las actividades estuvieron encaminadas a analizar la manera cómo los niños se relacionan entre ellos, con las actividades, con su entorno, cómo explican los fenómenos que perciben, qué sensaciones les suscita todo el proceso, en conjunto esto es colectivo de pensamiento, cómo la relación con el otro y con lo otro permite comprender lo que piensan los niños de los fenómenos presentados y cómo se explican ese entorno físico, lo que puede posibilitar el principio de un proceso de construcción de conocimiento en la escuela.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

Desde el paradigma positivista el trabajo científico se presenta como un método que tiene pasos secuenciales, como son: observación, hipótesis, experimentación, teoría y verificación. Es decir, parte de consideraciones particulares para llegar a consideraciones generales (método inductivo). Se piensa además que el conocimiento científico sólo se construye en los laboratorios donde hay unos sujetos, llamados científicos, que se encuentran apartados de la sociedad en búsqueda de respuestas a preguntas sobre distintos fenómenos.

Dichas concepciones de trabajo y método científico han sido refutadas por filósofos de la ciencia como Karl Popper (1962) quien en sus trabajos expone que esta corriente inductiva no es confiable, pues no es lógico pensar que, aunque todos los enunciados particulares sean verdaderos lleven a conclusiones generales verdaderas, al respecto añade:

Pues cualquier conclusión que saquemos de este modo corre siempre el riesgo de resultar un día falsa: así, cualquiera que sea el número de ejemplares de cisnes blancos que hayamos observado, no está justificada la conclusión de que todos los cisnes sean blancos (Popper, 1962, p. 27).

Los planteamientos de Popper fueron los precursores del cuestionamiento hecho a la mirada positivista de la ciencia. Sin embargo, fue Kuhn (1971) quien con su concepto de paradigma movilizó la concepción que se tenía de ciencia y trabajo científico. Así pues, propuso que la ciencia es dinámica y se desarrolla a partir de las comunidades científicas, las cuales construyen y validan los conocimientos. Luego describe las etapas por medio de

las cuales se transforma la ciencia: inicialmente el paradigma científico suple las necesidades de la comunidad, esta es una primera etapa; cuando se llega a un problema que no es explicado por dicho paradigma se está en una segunda etapa, que es una etapa de crisis; en una tercera etapa la comunidad científica se divide y empieza a construir nuevas explicaciones que se convierten en un nuevo paradigma. Finalmente, la cuarta etapa es la instauración de ese nuevo paradigma (Kuhn, 1971).

La teoría de las revoluciones científicas de Kuhn trajo consigo una nueva concepción de ciencia. Al mostrar que esta es una construcción social; no está enmarcada en un método único; devela los intereses de la época, el espacio donde se desarrolla y no es universal.

Para esta investigación cobra importancia la concepción de construcción social en el trabajo científico, en tanto este se ve permeado por el momento histórico, social y político en el cual se desarrolla; esto hace que la ciencia sea dinámica. Cuando los estudiantes perciben dicha cualidad se sienten participes del trabajo científico, logran incluirse en comunidades que les permiten responder sus preguntas sobre el mundo y, de esta manera, movilizar sus conocimientos y los de su comunidad.

Al tener en cuenta el hecho de que la ciencia es una construcción social, cabe preguntarse por las formas en cómo se construye conocimiento en la escuela. Es fundamental pensar en qué tipo de conocimiento se construye en las relaciones entre el estudiante y el maestro; el primero llega al espacio escolar con unos conocimientos de orden social derivados de los contextos en los que se desarrolla su vida, mientras que el maestro es el puente entre estos y el conocimiento científico (Arcá, Guidoni & Mazzoli,

1990). En esta mediación entre el estudiante, el maestro y los conocimientos se pretende formar un sujeto crítico y reflexivo frente al mundo que lo rodea.

Pese a esto, en el proceso de enseñanza de la ciencia aún es notable la influencia del pensamiento positivista, bajo el cual los estudiantes son meros receptores de fórmulas y planteamientos, lo que limita su actividad científica a la mera toma de datos como verificación de las teorías vistas en clase o como la repetición de experimentos lejanos a su cotidianidad y contexto (Segura, 2011).

En la práctica pedagógica, desde la cual se desprende esta investigación, se evidenció que los estudiantes conciben la ciencia como una materia del colegio que es aburrida, difícil y alejada de sus realidades. Además, las mallas curriculares sólo contemplan la enseñanza de la física en los grados de la básica secundaria, y si bien algunos colegios enseñan conceptos físicos dentro del área de ciencias naturales, no se les da el énfasis necesario y no se tienen en cuenta aspectos epistemológicos que muestran el carácter social de la ciencia.

A partir de la descripción anteriormente realizada, cabe señalar la importancia de generar las condiciones para construir colectivos de pensamiento en la escuela, entendidos como espacios en los cuales los estudiantes reflexionan y relacionan los conocimientos científicos con su cotidianidad, sin dejar de lado la rigurosidad propia de la ciencia y el aspecto formativo desde una perspectiva ética.

De este modo, la pregunta de investigación es: ¿Cómo contribuye a los procesos de construcción de conocimiento de los niños de grado quinto, el desarrollo de actividades experimentales basadas en el concepto de colectivo de pensamiento de Ludwin Fleck?

1.2. Justificación

Los lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, contemplan la enseñanza de la física sólo desde la media académica, lo que deja en los niños un vacío en su formación en física, aunque se contemplen el desarrollo de algunas competencias en el área de ciencias naturales. Cuando los jóvenes llegan a los grados superiores de su formación escolar desprecian la física porque esta les resulta ajena, aburrida y difícil. Acercar a los niños desde tempranas edades a la física podría contribuir para que en un futuro vean en la ciencia la oportunidad de aprender sobre el mundo y responder sus preguntas.

Cuando los niños observan algo por primera vez, buscan amigos para compartir su hallazgo (Segura, 2011) este comportamiento natural, si se aprovecha de la manera adecuada, es una herramienta fundamental para la enseñanza en la escuela. Es decir, la capacidad de los niños para preguntarse, compartir con los otros y relacionar sus experiencias cotidianas con las nuevas puede ser una vía para acercarlos a la ciencia y el trabajo científico, entendido este como el desarrollo de actividades intencionadas para explicar un fenómeno.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos en ciencia, es importante tener presente que los niños llegan a los espacios de formación con unos aprendizajes adquiridos socialmente y que el maestro es un mediador entre los conceptos científicos y el niño (Arcá, et al., 1990). En el proceso, lo ideal es permitirle al niño compartir sus ideas, generar espacios de interacción con los fenómenos, espacios de diálogo con sus compañeros y finalmente generar un consenso grupal que les permita sentir confianza a través de la participación.

Por lo anterior, resulta pertinente proponer la conformación de colectivos de pensamiento en la escuela que les permitan a los niños acercarse a la ciencia a través de sus propias ideas, las de su grupo de trabajo y los resultados que puedan obtener de nuevas experiencias. También es importante proponer temáticas que generen motivación en los niños, bien sea por su cercanía con lo cotidiano o por su alto contenido experimental, como son: la presión, el movimiento, las ondas mecánicas, la electrostática, entre otros.

La electrostática, específicamente la atracción por fricción, es un fenómeno físico que se puede percibir al acercar un brazo a una silla plástica, al frotar un globo y acercarlo al cabello, entre otros, haciendo que sea observable en espacios de lo cotidiano. Por tal motivo, esta investigación se orienta desde actividades sobre este fenómeno, sin olvidar que la intención central es analizar las maneras en la cuales los niños se relacionan con sus compañeros a la vez que conforman colectivos de pensamiento, manifiestan sus ideas, debaten y discuten sobre temas científicos.

1.3. Antecedentes de investigación

Las siguientes investigaciones se consideran antecedentes del presente trabajo, puesto que aportan desde lo experiencial, lo metodológico y conceptual al abordaje del problema, la pregunta problematizadora y los objetivos planteados. En este apartado se recogen tres investigaciones locales, dos de ellas de la Universidad de Antioquia y una de la Universidad Nacional sede Medellín; cinco nacionales, de la Universidad Pedagógica Nacional, llevadas a cabo en contextos diferentes de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Chocó, asunto que permite enriquecer los análisis y las reflexiones.

Tesis de maestría de la profesora Ana María Giraldo Cano, de la Universidad

Nacional de Colombia, titulada *Semillero de Astronomía: Un acercamiento a la Ciencia y la Investigación en la I.E Yermo y Parres de la ciudad de Medellín*, en el año 2013. En esta, la profesora plantea la conformación de un semillero de astronomía con estudiantes de octavo de la institución mencionada con el objetivo de acercarlos a procesos científicos, en este caso la investigación en astronomía. Deja abierta en su investigación la posibilidad de profundizar en cómo transformar la concepción que tienen los estudiantes acerca de que el conocimiento científico es inalcanzable para ellos. Esta tesis es útil a esta investigación en tanto deja ver que es posible acercar a los estudiantes al trabajo científico y permite ahondar en la posibilidad de transformar la visión de ciencia que tienen los jóvenes.

Tesis de pregrado de Luis Felipe Cadavid Chica y Fanuer Javier López Moná, de la Universidad de Antioquia, titulada *Actividades exploratorias cualitativas: Bases para la construcción del fenómeno magnético. Elementos para una propuesta didáctica*, del año 2012. En esta, los profesores hacen una propuesta didáctica para la construcción del fenómeno magnético a partir de la experimentación. La tesis en mención es útil en tanto muestra cómo actividades experimentales bien dirigidas, permiten a los estudiantes ver la relación entre la teoría y la práctica y a su vez promueven que estos hagan sus propias intervenciones o explicaciones respecto a un tema.

Tesis de pregrado de Alejandro Lopera González, Cristián José Cardona López y Sebastián García Narváez, titulada: *La actividad experimental como posibilitadora de los procesos de formalización en física. El caso del concepto de presión en un fluido cerrado*. De la Universidad de Antioquia del año 2017. En esta los profesores, proponen rescatar, a través de la relación matemática y física, el conocimiento como una construcción social, de

igual manera se pretende en este proyecto mostrar que los niños construyen

conocimiento a partir de su relación con los otros y con lo otro.

Tesis de Pregrado de Maira Patricia Aguilera Beltrán y Viviana Cortés Alvarado, titulada *Proyecto pedagógico para el desarrollo del pensamiento científico de los niños/as de la institución educativa distrital instituto técnico Rodrigo de Triana de la Universidad Pedagógica Nacional*, del año 2013. Este trabajo tiene como objetivo desarrollar a través de actividades experimentales el pensamiento científico en los niños, partiendo de la concepción de que son seres constructores de conocimiento. Esta tesis muestra cómo los niños proponen ideas frente a un tema de ciencia, además permite evidenciar que la experimentación moviliza la relación que tienen los estudiantes con el conocimiento científico.

Tesis de especialización de Lady Carolina Puerto Sánchez titulada: *Desarrollo de competencias investigativas mediante la creación y organización del semillero de investigación en ciencias naturales y educación ambiental “Akuaippa” en los estudiantes de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de San Mateo- Boyacá*, de la Universidad Pedagógica Nacional, del año 2016. En esta, la investigadora pretende fortalecer los procesos de investigación que llevan a cabo los estudiantes, dado que estos son de carácter obligatorio en la institución, pero no cumplen con una cualidad creadora, reflexiva y activa de la investigación misma. Esta es un antecedente en tanto muestra que los estudiantes construyen conocimiento a partir de sus procesos de investigación y se evidencia la ciencia como una construcción social.

Tesis de pregrado de Erick Yadier Alonso Alvarez; Jessica Natalia Ayala

Henao; Yudi Lizeth Pardo Rincón, titulada: *Orientaciones pedagógicas para la implementación de semilleros de inclusión investigativa con un enfoque colaborativo en la institución educativa Luis López de Mesa, Bahía Solano (ciudad Mutis), Chocó*, de la Universidad Pedagógica Nacional, del año 2014. En esta, los investigadores pretenden implementar un semillero de investigación en ciencia, que permita indagar sobre las preguntas de los estudiantes, promoviendo así la construcción de conocimiento desde sus intereses. Lo más relevante de este trabajo es la puesta en evidencia del interés que demuestran los estudiantes por temas que son relativos a su contexto, se reconocen como sujetos activos en la construcción del conocimiento y advierten en su relación con el otro la posibilidad de entender y explicar su entorno natural.

Tesis de pregrado de Andrea Marcela Huerfano Barbosa, titulada: *El sol como estrella: fuente de energía para la Tierra. Implicaciones en la enseñanza, como una estrategia didáctica dirigida a estudiantes de grado cuarto*, de la Universidad Pedagógica Nacional, en el año 2013. En esta, la investigadora muestra cómo los niños construyen conocimiento a partir de sus ideas iniciales, rescata la importancia de promover una formación científica de base desde los primeros grados escolares. Este antecedente es importante en tanto demuestra que se pueden enseñar conceptos físicos en la escuela, aunque en el currículo no estén incluidos de forma explícita.

Tesis de Maestría de Diana María Narváez Ruíz, titulada: *Escenarios Para La Indagación en la Clase de Ciencias Naturales*, de la Universidad Pedagógica Nacional, en el año 2015. En esta investigación se hace una reflexión respecto a la enseñanza de la química a estudiantes del grado sexto, se propone desarrollar las clases a partir de

situaciones problematizadoras que llevan a los niños a dar soluciones que fomentan su autonomía frente al proceso formativo. Esta tesis es importante ya que muestra la posibilidad de generar en los niños interés por la ciencia, de enseñarles áreas como química desde edades tempranas y cómo desde la ciencia se pueden formar sujetos críticos, autónomos y con una visión dinámica de la misma.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar los procesos por medio de los cuales los niños de quinto construyen conocimiento, durante el desarrollo de actividades experimentales basadas en el concepto de colectivo de pensamiento de Ludwin Fleck.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las relaciones que establecen los estudiantes con el conocimiento a través de los colectivos de pensamiento.
- Caracterizar las explicaciones que realizan los estudiantes sobre el fenómeno de la electrificación por fricción a través de la experimentación.

3. CONSIDERACIONES TEÓRICAS

3.1 Colectivo de Pensamiento

Ludwin Fleck nacido bajo el seno de una familia judía de mediana burguesía, estudió medicina en la universidad Jan Kazimierz. Dedicó toda su vida a la investigación inmunológica, trabajada desde campos como la serología, al mismo tiempo reflexionó sobre la teoría del desarrollo de la ciencia desde una perspectiva epistemológica, sociológica e histórica. Debido a su estirpe judía, fue enviado en 1943 al campo de

concentración de Auschwitz y finalmente al de Buchenwald. Al finalizar la guerra continuó con sus estudios de investigación. Finalmente, por motivos de salud, decidió trasladarse a Israel donde murió (Arrizabalaga, 1987).

Fleck, en su libro *Génesis y desarrollo de un hecho científico* (1986) realiza un análisis histórico sociológico del concepto de sífilis para lo cual aborda los problemas de la ciencia y su concepción positivista; al mismo tiempo señala la existencia de *colectivos de pensamiento* los cuales están conformados por un grupo de sujetos con “mentes individuales, únicas, irrepetibles, construidas precisamente en el seno de esos colectivos sociales” (Lorenzano, 2008, p. 89), dichos individuos no pertenecen a un único colectivo, puesto que desde la perspectiva de Fleck (1986) el colectivo no es solo la comunidad científica en la que trabajan estos individuos, sino además los grupos sociales en los que están inmersos. Es a partir de estos colectivos que se pueden “constatar los resultados impuestos por ciertas presuposiciones dadas” (Fleck, 1986, p. 87). Es importante señalar que el conocimiento hace parte del colectivo de pensamiento y no del individuo que toma la vocería del mismo, puesto que esta construcción se deriva de los aportes de los diferentes participantes:

Indudablemente nadie con formación científica acepta hoy día, a nivel verbal, que el conocimiento científico sea una representación directa de la naturaleza; sin embargo, estando la ciencia tan imbricada en nuestra cultura occidental, el científico, en la práctica, no siempre logra adoptar el suficiente distanciamiento de ella como para obrar siempre en consecuencia de este hecho (Arrizabalaga, 1987, p. 480.)

Los resultados que arroja este colectivo son una construcción social por excelencia, a la cual llamamos conocimiento. Para que dicha construcción se dé es necesaria la intervención de tres factores: el colectivo de pensamiento, la realidad objetiva y el individuo.

Por lo anterior, para los fines de esta investigación se entenderá el colectivo de pensamiento como una reunión de individuos que están permeados por sus ideas sobre el mundo, el momento histórico y su contexto social (conocimientos previos), sin embargo, y a pesar de su individualidad, buscan llegar a la realidad objetiva sin desconocer que esta “se puede descomponer en secuencias históricas de ideas pertenecientes al colectivo” (Fleck, 1986, p. 87), es decir, buscan explicar un fenómeno o una pregunta de la que hasta ahora no se tiene una certeza total, por lo tanto, la realidad objetiva se entenderá como lo que el colectivo está por conocer. Por otro lado, el individuo es quien conforma el colectivo y ayuda, a partir de su subjetividad, a alcanzar la realidad objetiva.

3.2 Colectivo de pensamiento en el campo educativo

Una de las principales causas por la que a los niños se les dificulta acceder al conocimiento científico es que estos no encuentran relaciones entre este y su entorno, asunto que se devela en la misma imagen que tienen del científico, la ciencia y el trabajo científico. Dicha imagen es una consecuencia cultural derivada de la inadecuada concepción que culturalmente se tiene sobre ciencia y la falta de una formación científica de base (Arcá, et al., 1990) impartida desde la escuela, donde se exponga la ciencia como un proceso de construcción colectivo de conocimiento.

Al retomar el concepto de colectivo de pensamiento de Ludwin Fleck (1986), como la reunión de individuos que están permeados por sus ideas sobre el mundo, se puede considerar que en la escuela es posible formar colectivos de pensamiento con los estudiantes, en tanto estos puedan expresar y explicar sus ideas frente a los conceptos que se están trabajando, esto es apostarle a una formación científica de base (Arcá, et al., 1990). Lo cual implica comprender que la enseñanza de la física no se limita al procesamiento de conceptos y fórmulas matemáticas, si bien estas son importantes pues permiten comprender la relación entre la matemática y la física, el error recae en el hecho de que se privilegia la enseñanza de la fórmula por encima de comprender lo que la fórmula modela o pretende explicar (Malagón, Ayala, & Sandoval, 2011).

En cambio, promover espacios en los que los estudiantes den su visión sobre los conceptos físicos permite ampliar sus conocimientos y que estos empiecen a formar una visión de ciencia cercana, divertida y posible de aprender, que les permita responder preguntas sobre el mundo que los rodea y que muchas veces los inquieta.

En esta investigación, el concepto que utilizó Ludwin Fleck para el estudio de la formación de un concepto en ciencias, será utilizado para exponer cómo se puede, haciendo alusión a dicho concepto, proponer un proceso de enseñanza de la física, de tal manera que responda a las necesidades y características propias de los niños, cuando intentan explicarse el mundo físico que los rodea.

Este proceso de enseñanza, comprende el análisis de tres aspectos relacionados entre sí, esto es, apostarle a una **formación científica de base**, que resalta la relación entre la experiencia, el lenguaje y el conocimiento (Arcá, et al., 1990), así pues **la experimentación**

dentro de dicho proceso es fundamental para movilizar espacios en los cuales los niños puedan explorar y hacer uso de sus observaciones e interacciones con un fenómeno para expresar sus explicaciones, lo que conlleva a un **proceso de construcción de conocimiento** propio, partiendo de sus conocimientos previos y relación con el mundo circundante.

A continuación, se amplían los anteriores aspectos, tenidos en cuenta para la formulación de la propuesta de enseñanza de la física con niños.

3.2.1. Formación científica de base

Como se mencionó en el planteamiento del problema, en la escuela, los niños no tienen acercamiento efectivo a los conocimientos científicos lo que se convierte en una falencia dentro de su proceso formativo. La formación científica de base, acuñada por Arcá, Guidoni y Mazzoli (1990) hace referencia a la importancia y pertinencia de enseñar física a los niños.

Enseñar física a los niños exige una relación entre la experiencia, el lenguaje y el conocimiento, dispuestos en forma circular, pues no se puede pensar en ellos de manera jerárquica más bien como una relación dialéctica. A este respecto los autores mencionados plantean: “si experiencia es aquello que se vive en la interacción directa con la realidad, conocimiento es aquello que viene como “desprendido” de la realidad misma, y reconstruido, a través de un lenguaje, de manera autónoma” (Arcá, et al., 1990, p. 28).

Desde esta perspectiva, los niños deberían ser formados para que desarrollen su capacidad para hacer preguntas, sorprenderse y explicar los fenómenos que le rodean (Segura, 2011).

A su vez, la formación científica de base exige asumir a los niños como sujetos de conocimiento, es decir,

como individuos que hacen parte de una cultura, de su historia, lo que nos permite dejar a un lado el temor a plantear un punto de vista respecto a los fenómenos físicos o químicos que, si bien es cierto y, de modo lamentable, nos han presentado éstos como hechos científicos alejados de nuestro campo de experimentación y comprensión, no es menos cierto que son estos fenómenos los mismos con los que convivimos y experimentamos de manera cotidiana (Sosa, 2016, p. 46.)

Esto permite a los maestros ser un puente efectivo entre los conocimientos científicos y los conocimientos de los niños (Arcá, et al., 1990) permitiéndoles acceder a la ciencia y a las múltiples relaciones que en torno a esta se desarrollan.

3.2.2. La experimentación como posibilitadora de la construcción de conocimiento

A continuación, se extraen algunos elementos que, desde la revisión de la literatura derivada de la filosofía de la ciencia, respecto a la concepción de la experimentación en ciencias, resulta de gran relevancia para recalcar la importancia que dicho proceso puede tener en el ámbito educativo, además porque se relaciona de forma muy concreta con el concepto de colectivo de pensamiento de Ludwin Fleck, idea principal defendida en esta investigación.

- Ian Hacking (1996): El experimento fue confundido durante mucho tiempo como método científico, fue solo hasta la revolución científica del siglo XVII que este se reconoció como el camino hacia el conocimiento, se decía que la ciencia se debería dar a partir de la observación directa de la

naturaleza y la manipulación de la misma, que la experimentación tiene vida propia.

- Shapin (1991): Explica la experimentación a partir de los trabajos de Boyle, expone que este utilizaba tres tecnologías para producir y validar sus hechos experimentales: tecnología material, literaria y social, diferentes pero complementarias. La tecnología material hace referencia a los artefactos que se construyen para crear hechos científicos y para medirlos. La tecnología social, hace referencia a que el conocimiento no se encuentra en un individuo, sino en una comunidad, en la cual se discuten las ideas y no se tiene certeza de una respuesta hasta que todos están de acuerdo, ya que esto permite identificar posibles errores o falencias en las explicaciones. Por último, la tecnología literaria hace referencia a la producción escrita que conlleva la actividad científica, pero no se limita solo a la escritura, sino a cómo ese informe devela todo el proceso de construcción de un hecho científico. La importancia de esto, es que Shapin (1991) argumenta como los hechos científicos son creados por el hombre y lo que el hombre hace lo puede deshacer, por lo tanto, da a la ciencia un carácter de construcción humana y social pues menciona que el conocimiento se construye colectivamente.
- Latour y Woolgar (1995): en este trabajo los autores buscan mostrar qué es la ciencia y el trabajo científico desde la perspectiva de un antropólogo. Se llegó a la conclusión de que la ciencia y el trabajo científico es sobre todo uno de escritura, en el que los cargos están bien determinados en secciones diferentes, pero todos con el mismo objetivo. Este trabajo es importante en

tanto muestra la experimentación como un trabajo colectivo y como la ciencia está compuesta por hechos creados en laboratorios.

Un aporte considerado de gran relevancia, y que está más asociado con los procesos llevados a cabo en el ámbito educativo, tiene que ver con lo expuesto por el profesor García (2011) quien menciona la importancia de darle a la experimentación un papel protagónico en el proceso de construcción de conocimiento y no uno subsidiario como usualmente se le da. Además, en la experimentación hay una forma de argumentación derivada de la acción de experimentar, dichos argumentos o ideas se irán articulando hasta llegar a una conceptualización (García, 2011), por lo tanto, se puede construir conocimiento a partir de la experimentación, bien sea desde la construcción de hechos científicos, de aparatos o manipulación de estos.

Haciendo uso de los anteriores aspectos resaltados, se tiene en cuenta que para fortalecer los procesos de aprendizaje de la ciencia es importante que los niños exploren los conceptos de la física de manera tangible, actual y *real* para ellos. Ese es el papel de la experimentación, permite que se desarrollen conceptos, se aprendan y comprendan los mismos. De igual forma, esta aporta al aspecto social del conocimiento, en tanto promueve espacios de interacción entre los estudiantes. Además, por la carga teórica que tiene el experimento (Iglesia, 2004) los estudiantes se ven en la necesidad de opinar desde sus ideas o conceptos sobre los fenómenos.

El colectivo de pensamiento permite a los niños aprender a partir de las opiniones individuales y el acompañamiento permanente del docente, de allí que la experimentación

esté presente en el proceso, pues esta permite a los niños identificarse y sentir confianza para opinar.

3.2.3. Construcción de conocimiento

El conocimiento es una construcción social por excelencia (Fleck, 1986), es decir, la interacción con los otros y con lo otro a partir del lenguaje o la experiencia permiten que se generen ideas, pensamientos y saberes que pueden ser el origen de conceptos, teorías y/o postulados (Arcá, et al., 1990; García, 2011).

Los niños ingresan a las escuelas con el objetivo de ser formados en valores y saberes específicos sobre las distintas áreas. El maestro es el puente entre los conceptos y los estudiantes (Arcá, et al., 1990), por ello es su responsabilidad generar un espacio que permita a los niños sentir confianza, libertad de opinión y posibilidad de encuentro con sus compañeros.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia se desarrollan una serie de etapas cíclicas: conocimientos previos, experimentación, encuentro con el otro, consenso, las cuales funcionan como engranajes de un mismo sistema.

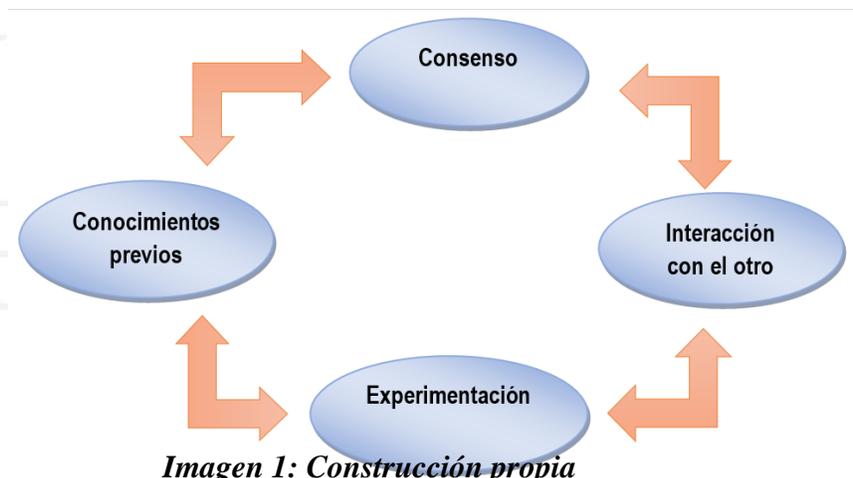


Imagen 1: Construcción propia

Los conocimientos previos hacen referencia a los saberes e ideas que tienen los estudiantes sobre una temática, “estos significados existen en la experiencia de las personas: existen y son utilizados (por suerte) mucho antes de que cualquiera de nosotros, los enseñantes, los discutamos en clase” (Arcá, et al., 1990, p. 25). Es importante que el maestro conozca las ideas de los niños, pues esto le permite idearse una ruta de enseñanza más adecuada a sus necesidades.

La experimentación es el desarrollo de actividades intencionadas que le propongan al estudiante interactuar con materiales, herramientas o aparatos para obtener conclusiones, suscitar preguntas o generar diálogos. Pues la experimentación supone trabajo, conocimientos previos e intervención del experimentador (Iglesia, 2004), lo que dinamiza el proceso de construcción de conocimiento.

La interacción con el otro es importante para que los niños puedan compartir o confrontar sus ideas con un grupo, puesto que favorece su capacidad de explicación, enriquece su lenguaje y crea un ambiente de trabajo colectivo donde unos convencen a los otros (Segura, 2011).

Finalmente, el consenso es el momento en el cual los niños, con el acompañamiento permanente del maestro, llegan a un acuerdo sobre la explicación de un fenómeno, suceso o pregunta y es entonces cuando el niño puede explicar con su lenguaje lo aprendido “apenas se aprende un lenguaje más complicado y potente, en seguida se trata de usarlo para hablar, de ese modo, “de todo”; apenas se tiene una nueva experiencia, se intenta hablar de ella” (Arcá, et al., 1990, p. 30).

3.3. Electrificación por fricción

James Clerk Maxwell (1831-1879), físico matemático de nacionalidad escocesa, logró unificar la electricidad, el magnetismo y la luz como manifestaciones distintas de un mismo fenómeno. Explicó la electrificación por fricción a partir de la descripción de sus experimentos.

Planteó que al friccionar dos pedazos de ricina y dos de vidrio, sucede que: 1) los dos pedazos de ricina se repelen entre sí; 2) los pedazos de vidrio y ricina se atraen entre sí; 3) los pedazos de vidrio se repelen entre sí. Estos sucesos fueron los primeros argumentos que Maxwell esboza para explicar cómo los cuerpos son electrificados por fricción (Maxwell, 1954).

Esta investigación se propone realizar una exploración de la electrificación por fricción a partir de la experimentación y la interacción entre un grupo específico. Dada su riqueza experimental y la posibilidad de desarrollar diversas actividades que les permitan a los niños construir diversos conceptos, es decir, explicaciones sobre el mundo que les rodea. A la luz de la formación científica de base la enseñanza de la física consiste en “conseguir utilizar los motivos de la vida cotidiana, los más normales y los más provocadores, o más provocados, para construir contextos de elaboración coherente de experiencias, lenguaje y conocimientos cada vez más articulados” (Arcá, et al., 1990, p. 39).

4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto de investigación nace en el colegio Salesiano El Sufragio con el semillero de física para niños de sexto que allí se desarrollaba, este buscaba explorar en distintas temáticas de la física a partir de la experimentación, allí surge la inquietud por cómo los

niños construyen conocimiento, al observar que estos se sentían atraídos por lo temas de la física y por compartir entre amigos. Por razones administrativas el semillero no se siguió implementando, por lo que se decidió desarrollar una serie de actividades en la IER Piedras Blancas del municipio de Guarne. Inicialmente se llevó a cabo una jornada con los niños del grado cuarto, donde se implementó una prueba piloto que buscaba observar los impactos de la prueba y los posibles cambios que debieran realizarse. Con base en dicha prueba y después de hacerle los ajustes pertinentes, se realiza la implementación definitiva de la propuesta con el grado quinto de la misma institución.

4.1 Enfoque y tipo de estudio

Para Robert Stake (1998) el enfoque cualitativo de investigación tiene las siguientes características: 1) busca impulsar la comprensión, es decir, el investigador cualitativo busca facilitar al lector la comprensión de las experiencias humanas, al utilizar un lenguaje empático y una descripción detallada. 2) utiliza la interpretación directa de los hechos más que de los datos, es decir “los investigadores cualitativos perciben lo que ocurre en clave de episodios o testimonios, representan los acontecimientos con su propia interpretación directa y con sus historias” (p. 44), esto requiere que el investigador se encuentre en el campo, observe e intervenga para finalmente interpretar. 3) se destaca por su trato holístico a los fenómenos. El investigador cualitativo reconoce que comprender un caso, suceso o hecho exige entender otros que ocurren alrededor sin desconocer la particularidad de cada uno. Por lo anterior, esta investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, ya que la intención es comprender el caso, describirlo e interpretarlo.

El método utilizado es el estudio de casos. El caso puede ser un estudiante, un grupo, el cuerpo docente, una institución (Stake, 1998), en esta investigación el caso son los

niños del grado quinto de la Institución Educativa Rural Piedras Blancas. Stake (1998)

discrimina el caso entre intrínseco e instrumental: el intrínseco es aquel que tiene un interés particular, con el cual no se llega a comprensiones de otros casos, sino que busca la comprensión de ese caso específico (Stake, 1998), por lo tanto, esta investigación utiliza el caso intrínseco, ya que el interés está centrado en los niños.

4.2 Caso y Contexto

Las actividades se desarrollaron con 18 niños de la Institución Educativa Rural Piedras Blancas, ubicada en la vereda, que lleva el mismo nombre, del municipio de Guarne, del grado 5°, entre los 10 y 12 años de edad.

Las actividades de aplicación se llevaron a cabo en dos sesiones de 4 horas cada una, dentro de la jornada escolar. A los niños y a sus acudientes, se les informó la intencionalidad de las actividades y de la investigación a través de un consentimiento informado.

De los diálogos dados en las actividades, los escritos y los comentarios hechos por los estudiantes, durante el desarrollo de las actividades, se desprende el análisis de la investigación; el cual pretende comprender las maneras en que los niños construyen conocimiento alrededor del fenómeno de electrificación por fricción, guiados por actividades pensadas desde el concepto de colectivo de pensamiento de Ludwin Fleck.

4.3 Sobre la propuesta de aplicación

Las actividades de aplicación fueron planeadas a partir de las lecturas realizadas previamente en los seminarios de las prácticas pedagógica, los ejercicios de observación

realizados en la IER Piedras Blancas y teniendo en cuenta lo que esta investigación concibe como construcción de conocimiento, trabajo científico y colectivo de pensamiento.

En concordancia con el marco teórico, las actividades pretenden seguir el ciclo: conocimientos previos, experimentación, interacción con los otros y consenso. Así, a través de las actividades se propuso a los niños que discutieran sobre la ciencia, observaran el fenómeno de electrificación por fricción, que expresaran sus explicaciones, construyeran soluciones a situaciones problemas haciendo uso del mismo y escribieran una conclusión usando las actividades realizadas, los conceptos alcanzados y los aprendizajes construidos.

El desarrollo de la investigación se dio en dos sesiones, en las cuales se desarrollaron 7 momentos:

1. Presentación. Los estudiantes comentan su nombre y opinan sobre qué es

ciencia: Esta actividad es importante, pues, aunque los estudiantes ya se conocen entre sí, hablar sobre lo que piensan crea un ambiente de confianza entre ellos y les permite estar en constante participación durante el desarrollo de todas las actividades de la propuesta. Además, al finalizar la presentación es importante llegar a un consenso sobre el concepto de ciencia para que este sea analizado durante todas las actividades restantes.

2. El globo atrayente: Se les cuenta a los niños que una amiga de un lugar lejano

escribió una carta, donde manifiesta que observó como una bomba atraía unos trozos de papel, ella solicitó en su carta una explicación sobre lo que ocurría. De esta manera, los niños se ven envueltos en una trama llamativa y observan una de

las manifestaciones del fenómeno de la electrostática, finalmente intentan dar una explicación del mismo.

3. **¡Juguemos, exploremos y descubramos!:** Se les propone a los niños explorar con diversos materiales para identificar si ocurre el mismo fenómeno que con la bomba.
4. **Mover el bloque:** Nuevamente los estudiantes ponen en juego su imaginación para concebir una lata como un pesado bloque, se les propone mover el bloque sin utilizar sus fuerzas, solo los aprendizajes construidos. Se espera que los niños utilicen el tubo de PVC o la bomba, los friccionen y atraigan el bloque.
5. **Carrera de bloques:** Siguiendo la línea de la actividad anterior, esta actividad busca que los niños encuentren el modo más efectivo de mover el bloque.
6. **El electroscopio:** Se les propone a los niños la construcción del electroscopio para lograr que ellos lleguen a conclusiones, predicción y comprensiones frente al fenómeno.
7. **Cartas a una princesa:** Similar a las cartas que Leonhard Euler escribió a una princesa de Alemania para explicarle conceptos de física, cuya recopilación resultó en un libro llamado, *cartas a una princesa de Alemania*. Se les propone a los niños realizar una carta donde expliquen el fenómeno explorado a partir de las reflexiones, los aprendizajes, los consensos y demás logros de las actividades aplicadas.

4.4 Estrategias para el registro de la información

Observación: La observación en la investigación cualitativa no se limita al hecho de ver, es un asunto más completo el cual busca analizar lo percibido mediante todos los sentidos (Hernández, 2014), para lograr una comprensión holística de lo que se observa. La

observación puede ser pasiva o activa, en tanto la intervención del investigador; aunque a veces sea complicado, lo ideal es que el investigador sea activo pero objetivo en el proceso de observación.

Sesiones en profundidad o grupos de enfoque: Se consideran estos como entrevistas grupales donde se busca que los participantes dialoguen en torno a un tema (Hernández, 2014), en esta investigación los niños del grado quinto de la IER Piedras Blancas conforman el grupo, con el cual se da lugar a las discusiones sobre los conceptos de exploración de la electrificación por fricción. Con el cual se busca identificar las maneras de interactuar entre ellos y el consenso al que llegan sobre los conceptos.

Documentos, registros, materiales y artefactos: Son los documentos escritos de todo tipo, fotografías, videos o elementos construidos por los participantes (Hernández, 2014), en esta investigación se cuenta con videos de las actividades realizadas por los niños, las cartas que ellos mismos escribieron, fotografías del desarrollo de cada momento, audios y escritos hechos por ellos en algunas de las actividades propuestas.

4.5 Plan de análisis

Se asignará a cada categoría un color, así:

- El conocimiento como construcción social por excelencia color Rojo
- Pensamiento científico y la formación científica de base color Azul
- La actividad experimental como posibilitador de la construcción de conocimiento sobre conceptos físicos color Morado
- El uso de explicaciones a los fenómenos estudiados, como medio de transición entre el lenguaje común y el lenguaje propio de la física color Verde

Se subrayará cada indicio con uno de estos colores según sea la subcategoría a la que corresponda. Si una situación llegase a pertenecer a dos o más subcategorías se insertará al lado izquierdo un cuadrado del color que corresponda.

4.6 Sobre las categorías de análisis

Categoría	Subcategoría	Indicios
Colectivo de pensamiento	La construcción de conocimiento a partir del desarrollo de actividades experimentales	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes interactúan con el medio para resolver situaciones problemas • Los estudiantes utilizan las experiencias adquiridas para resolver situaciones problema
	Pensamiento científico y formación científica de base	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes se escuchan, comparten ideas y construyen consensos frente a las explicaciones que realizan a las actividades experimentales propuestas.

<p>Construcción de conocimiento</p>	<p>El conocimiento como construcción social por excelencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes comparten con sus pares ideas y explicaciones suscitadas durante el desarrollo de actividades experimentales. • Los estudiantes confrontan y discuten sus ideas mientras realizan las actividades propuestas
	<p>El uso de explicaciones a los fenómenos estudiados, como medio de transición entre el lenguaje común y el lenguaje propio de la física.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes utilizan términos estudiados en las actividades para explicar sus ideas • Los estudiantes describen actividades experimentales para explicar los fenómenos.

Tabla 1: Categorías y subcategorías

4.6.1 Colectivo de pensamiento

En esta categoría, se recogen las manifestaciones del trabajo en equipo que desarrollan los estudiantes a partir de las indicaciones realizadas en las actividades. Se entiende aquí que el conocimiento es una construcción colectiva, por lo tanto, es fundamental que las actividades permitan a los niños interactuar con los otros a partir de sus ideas y preconcepciones de los fenómenos.

4.6.1.1 La construcción de conocimiento a partir del desarrollo de actividades experimentales

Se entiende en esta investigación la experimentación como el desarrollo intencionado de actividades que les permita a los niños construir explicaciones ante los fenómenos observados. Por lo tanto, permite construir conocimiento, siendo este una construcción social que se genera a partir de la interacción con los otros y con lo otro.

4.6.1.2 Pensamiento científico y formación científica de base

Derivado de la observación durante la práctica pedagógica se puede determinar que los estudiantes sienten algún tipo de aversión por la física, bien sea porque la consideren aburrida, ajena a sus contextos e incluso exclusiva para “inteligentes”. Una de las razones por las que esto ocurre puede ser que los estudiantes solo se encuentran con la física en los grados superiores del bachillerato. En esta categoría se contemplan las ventajas de que los niños tengan una formación en física desde tempranas edades, pues esto le permitiría un mejor acercamiento a la ciencia.

4.6.2 Construcción de conocimiento

Se entiende el conocimiento como una construcción social en la que intervienen los individuos en relación con los otros y con lo otro. En esta categoría se recogen las evidencias aportadas por los niños durante el desarrollo de las actividades propuestas, dejando de manifiesto, las interacciones entre ellos, el uso de materiales del entorno, los debates, el refinamiento del lenguaje, entre otros, los cuales permiten mostrar el carácter social del acto de conocer.

4.6.2.1 El conocimiento como construcción social por excelencia

Esta subcategoría rompe con la concepción tradicional del conocimiento, en la que este es único, exclusivo para mentes privilegiadas y es ajeno al contexto. El conocimiento se construye con los otros y con lo otro, es decir, es una construcción humana que está influenciada por las subjetividades de las personas que participan y por los intereses económicos, sociales y políticos en el que se genera.

4.6.2.2 El uso de explicaciones a los fenómenos estudiados, como medio de transición entre el lenguaje común y el lenguaje propio de la física.

El desarrollo constante de actividades y por ende el uso consiente de los conceptos permite una aprehensión de los mismos, cuando los niños conocen algo, buscan comunicarlo a los otros, o explicar lo que les rodea mediante ese algo que aprendieron. Así mismo, cuando interactúan con los fenómenos físicos, los comprenden y encuentran una manera de describirlos, su forma de relatarlo también cambia, pues ahora utilizan eso *nuevo* que aprendieron para explicarlo.

4.7 Criterios de credibilidad

Según Cisterna (2005), la construcción de un modelo de investigación cualitativo requiere una articulación entre cada parte del informe, es decir, si bien cada apartado describe un aspecto fundamental dentro de la investigación, este se relaciona con los demás de manera dialéctica. En este sentido, la manera como se valida esta investigación es a través de:

- **Categorización apriorística:** en esta se distingue entre categorías y subcategorías, las primeras hacen referencia a aspectos macro de la investigación y las segundas a aspectos micro de las categorías. Se denominan apriorísticas porque se construyen antes de comenzar a recolectar la información (Cisterna, 2005). En esta investigación se definieron dos categorías, colectivo de pensamiento y construcción de conocimiento, que recogían los objetivos específicos. A su vez se plantearon dos subcategorías por cada categoría que las explicaba o desarrollaba, la construcción de conocimiento a partir del desarrollo de actividades experimentales, pensamiento científico y formación científica de base, el conocimiento como construcción social por excelencia, el uso de explicaciones a los fenómenos estudiados como medio de transición entre el lenguaje común y el lenguaje propio de la física.
- **Triangulación con el marco teórico:** La triangulación se entiende como “la reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación” (Cisterna, 2005, p.68). Una manera de triangulación es la triangulación con el marco teórico, esta se define como el diálogo entre los hallazgos, el análisis de los hallazgos y el marco teórico planteados en la investigación (Cisterna, 2005), este ejercicio permite reabrir la discusión que se planteó desde el marco teórico, ahora con más elementos a partir

de la información encontrada.

- Juicio de expertos: El cual se llevó a cabo en la IER Piedras Blancas, donde se presentó a los docentes de la institución el proyecto de investigación con el fin de que lo escucharan, comentaran y aportaran posibles cambios en pro de mejorar.
- Exposición en los seminarios de práctica: Durante el desarrollo de los seminarios de práctica se presentó y expuso constantemente el proyecto de investigación con el fin de ser analizado y corregido, a partir de los aportes de los participantes.

5. HALLAZGOS Y ANÁLISIS DE HALLAZGOS

5.1 La actividad experimental como posibilitadora de la construcción de conocimientos de conceptos físicos



Foto 1: Momento 6. Estudiantes experimentando con los materiales entregados

El primer momento que se les propuso a los niños corresponde al *Globo atrayente*, aquí se les solicitó que observaran lo que sucedía al frotar un globo inflado y acercarlo a unos trozos de papel y que opinaran acerca de las razones por las cuales sucedía el fenómeno observado. Los niños muestran gran interés, pero a la vez una cierta

desconfianza pues no se limitan a lo que ven con un único ejemplo, sino que buscan otros elementos con los cuales probar el hecho, tal es el caso de la niña 3 que intenta repetir la experiencia, pero con sus manos.

Niño 2: Que eso lo calentaba, lo calentaba y eso (silbido) subía como... (Hace gestos con las manos)

Investigadora: Es por el calor ¿cierto? Tú creías que es por el calor (niña 3 frota sus manos)

¿Quién más? ¿Qué estabas haciendo? Eso que está haciendo es muy interesante. ¿Estabas calentando las manos para intentar atraerlo con la mano?

Niña 3: (deja de hacer el gesto, no quiere hablar) si

Transcripción momento 1

Aunque la niña 3 decide no opinar al respecto, sus acciones muestran como la experiencia cobra gran importancia para explicarse los sucesos. Como lo menciona Hacking (1996) la experimentación se da a partir de la observación y de la manipulación del fenómeno, esto les permite a los niños conocer mejor el hecho que perciben.

Caso similar ocurre en el momento 2, cuando se les propone escribir lo que piensan que pueda ocurrir si frotan distintos materiales y los acercan a trozos de papel.

Investigadora: ¿Cómo van?

Niña 1: (dirigiéndose a la investigadora y frotando algo entre sus manos) vamos a hacer el intento, a ver si así se calienta.

Investigadora: ¿qué es eso?

Niños del equipo: Esto es lana

Investigadora: ¡Lana! ¿Lo van a asumir como si fuera tela? Ahhh

Niños del equipo: Sí

Investigadora: Entonces, ¿Van a probar con la lana, a ver si funciona? ¿Pa poder poner si sí creen o no?

Niña 1: (acercando la lana a los papelitos) No, no funciona con tela

(Los demás niños no difieren)

Transcripción momento 2

Los niños no sienten seguridad absoluta para responder a la pregunta de si el fenómeno es replicable con cualquier elemento, prefieren buscar en su entorno los materiales propuestos, para constatar a partir de la observación y poder expresar una idea sobre lo que sucede al realizar la experiencia. Esto muestra nuevamente la importancia de la experimentación para ellos, pues les permite tener un acercamiento concreto con las ideas que tienen frente a las preguntas que se les plantean y por otro lado muestra como los niños pierden la capacidad de expresar lo que piensan, tal como se mencionó en la problemática, ellos se sienten alejados de la ciencia y la construcción de los conceptos científicos.

Esa necesidad de replicar la experiencia con materiales de su propio entorno se ve reflejada nuevamente, en el momento 3, donde se les entregó y propuso experimentar con distintos materiales para replicar el fenómeno. Los niños no se limitaron a los materiales entregados si no que usaron algunos que estuvieran a su alcance, como el caso del niño 12.

Niño 12: aaa!!! Con una regla

Niño 9: (mientras frota la cuchara con la silla) esto está hirviendo (Llama a sus compañeros y les dice ¡mira!) parece una olla

Niño 12: ¡ey! con esto

Investigadora: Qué va a hacer con... Ese ¿Qué es?

Niño 6: plástico (mientras frota la regla contra la silla)

Investigadora: ¿Qué crees, que va a dar, o que no va a dar?

Niño 12: yo no sé

1 8 0 3

Transcripción momento 3

El hecho de buscar en su entorno materiales con los cuales experimentar se relaciona con Arcá, Guidoni y Mazzoli, (1990) cuando explican cómo los niños relacionan lo que aprenden con lo que les rodea, y cómo buscan explicar las nuevas preguntas, con aprendizajes recientes. Para ellos las nuevas experiencias son replicables a todo y lo que intentan al buscar nuevos materiales es probar dicha premisa.

Los niños manifiestan la importancia que tiene para ellos la experimentación no solo al variar los materiales, sino también al predecir lo que puede suceder durante el desarrollo de la actividad experimental, como el caso del niño 9 que opina que *calentar* la bomba para realizar la actividad de mover el bloque podría explotarla, aunque aún no hubiera intentado hacer la actividad. Esta relación que hace entre su experiencia y lo que está a punto de experimentar le permite conocer mejor el fenómeno, pues la experimentación permite argumentar a partir de ideas que luego se conceptualizan en el proceso de construcción de los conceptos (García, 2011)

Niño 9: ¿Hay qué calentarla? noooo se va a estallar

Investigadora: cómo a mí no se me estalló

Investigadora: ¿Qué tal? Sí ¿Sí funciona? ¿No funciona?

Niña 1: no, no profe

Transcripción momento 4

En conclusión, esta categoría muestra como a partir de la experimentación es posible suscitar ideas, pensamientos o explicaciones que les permite a los niños relacionarse con su colectivo de pensamiento y así construir los fenómenos propios de la física.

5.2 Pensamiento científico y formación científica de base



Foto 2: Momento 3. Estudiantes discutiendo sobre la pregunta de si el fenómeno es replicable con otros materiales

La formación científica de base se refiere a acercar, desde tempranas edades, a los niños a una educación en ciencia, esto exige permitirles que hagan conjeturas sobre los fenómenos y que construyan su propia concepción de los mismos. Cuando los niños comparten sus ideas con los otros, es necesario llegar a consensos para que adquieran confianza sobre lo que opinan y lo que aprenden, a este respecto, en el desarrollo de las actividades, los estudiantes se convencieron a partir de la experiencia y de los aportes de los compañeros de una idea que nació de uno de ellos.

Investigadora: Muy bien. Entonces ya les conté lo que había pasado con la carta, ¿Cierto? Lo que mi amiguita de otra parte me contó que le había pasado haciendo su tarea de artística. Ustedes ya observaron lo que pasa, es algo sorprendente ¿cierto? ¿Es sorprendente? ¿Sí, cierto? Entonces vamos a ver qué explicaciones tienen para lo que pasó, Por ejemplo, niña 1 Tú qué crees, ¿Cómo funciona? ¿Cómo explicarías eso que paso? Habla tranquila que eso solo graba la voz ¿Qué crees que paso, a que se parece?

Niña 1: a un imán

Investigadora: se parece a un imán, muy bien ¿Por qué?

Niña 1: por lo que extrajo los papelitos que habían ahí

Investigadora: Muy bien, ¿alguien más tiene algo más qué opinar?

Niño 2: Que eso lo calentaba, lo calentaba y eso (silbido) subía como... (Hace gestos con las manos)

Transcripción momento 1

Si bien la idea no es técnica, ni la definición dada es la adoptada por la ciencia, es plausible que los estudiantes logren formar sus propias ideas y es una muestra de que entre su colectivo se convencen y llegan a acuerdos, los cuales pueden ser transformados durante el proceso de construcción de conocimiento, pues como se mencionó en el marco teórico lo que el hombre hace lo puede deshacer (Shapin, 1991). Permitir que los estudiantes lleguen a conclusiones autónomas, les brinda la confianza y les permite tener un aprendizaje significativo de los conceptos.

Por lo anterior, el maestro debe optar por fomentar la participación de los niños, permitiéndoles que tomen decisiones importantes respecto a la temática que se esté trabajando, por ejemplo, cuando se les preguntó acerca de cómo llamar al fenómeno sobre el cual se venía experimentando, aunque nunca se les habló de atracción en consenso ese fue el nombre que ellos propusieron.

Investigadora: chicos ya vimos que la bomba atrae los papelitos, el plástico también, bueno los materiales que vimos, además pudimos mover la lata, “calentando” el tubo. Ahora eso tiene un nombre, pero yo no sé cuál es el nombre, ¿cómo le vamos a poner a eso?

Niña 1: Extracción

Investigadora: ¿Extracción? ¿Qué más?

Niña 16: Atracción

Investigadora: Extracción y atracción, ¿alguien más? ¿Otra idea?

Niña 3: Mover, atraer

Investigadora: pero atraer es como atracción

Niño 17: Experimento ¿no?

Investigadora: El experimento es la acción de experimentar, no el fenómeno como tal. Vamos a hacer una votación

Levanten la mano los que opinan que se llame extracción.

Niña 1: (levanta la mano)

*Investigadora: Levanten la mano los que opinan que se llame atracción (risas)
Levanten la mano los que opinan que se llame mover. No. Bueno. Entonces,
¿Cómo se va a llamar?*

Niños: atracción

Transcripción momento 6

Durante el desarrollo de las actividades se tomó a los niños como sujetos de conocimiento, esto hizo que cuando el proceso estuvo más avanzado opinaran con seguridad sobre el fenómeno. En palabras de Segura (2011) se generó un espacio de confianza y de ciencia cercana a ellos, de tal manera que el consenso no se hizo esperar.

Los consensos a los que llegan los niños no siempre son idénticos a los adoptados por la ciencia, tal es el caso del acuerdo al que llegaron sobre la razón por la que sucedía el fenómeno de atracción, este fue tan marcado y tan importante para ellos, que incluso en las últimas actividades seguían usando dicha explicación. Después de asignarle nombre al fenómeno, la investigadora les pregunta cómo funciona o por qué pasa el hecho, ellos insisten en su idea de que los objetos se sienten atraídos por el calor.

Investigadora: Entonces ese fenómeno de atracción fue lo que le pasó a mi amiga haciendo la tarea de artística. ¿Sí o no? ¿Cierto que sí? y ¿cómo funciona?

Niño 17: Calentando la bomba y acercándola al papel

Transcripción momento 6

Hechos como este, no deben desalentar al maestro, por el contrario, deben motivarlo para que se generen en el aula espacios de discusión, que les permitan a los estudiantes

reconstruir explicaciones, permitiéndoles así “dejar a un lado el temor a plantear un punto de vista respecto a los fenómenos físicos” (Sosa, 2016)

Finalmente, se puede decir que la formación científica de base (Arcá, et al., 1990) permite a los estudiantes relacionarse efectivamente con la ciencia a partir: de sus ideas, de compartir con su colectivo de pensamiento, de las discusiones que se generan, de la experimentación y por ultimo del consenso.

5.3 El conocimiento como construcción social por excelencia



Foto 3: Momento 5. Los estudiantes cumplen con el reto de mover el bloque utilizando los aprendizajes logrados hasta el momento

El conocimiento se construye a través de la relación con los otros y con lo otro, de allí que es importante conocer lo que piensan los niños, lo que hasta el momento han construido a partir de su relación con el mundo, también llamados conocimientos previos. Por ejemplo, cuando se les planteó que opinaran sobre qué pasaría si en vez de usar la

bomba se usaran otros materiales, el niño 6 busca explicar a sus compañeros que esto no es posible con la madera y convencerlos de su idea.

Niño 5: ¿con la madera?

Niño 6. ¿No, no creo? Porque con la madera qué... o sea no se podría atraer nada... ¿o sí?

Niños del equipo: No

Transcripción momento 2

Como se mencionó en el marco teórico una de las etapas que interviene en la construcción de conocimiento es la interacción con los otros, en esta es fundamental que los niños compartan ideas con sus compañeros, pues ven en ellos pares de confianza, con quienes pueden debatir, a quienes pueden convencer o con quienes pueden compartir sus opiniones (Segura, 2011).

Una idea construida socialmente obtiene gran poder en el colectivo, tanto es así, que los niños logran explicar todo a partir de esa idea, (Arcá, et al., 1990) pues ha generado eco en su aprendizaje, hasta el punto de generalizarlo para todos los materiales, como sucedió durante el desarrollo de las actividades. Si bien sus consensos no son los mismos de la ciencia, esto les permite llevar un proceso de aprendizaje significativo en el que lo más importante es construir conocimiento a partir de sus logros, aciertos y desaciertos (Arcá, et al., 1990).

Investigadora: o sea que tú crees, que como no calienta, por eso no funciona

Niña 13: sí, no funciona porque no calienta

Niño 12: uno va calentando y eso se va viniendo

Investigadora: Uno va qué, uno va calentando y eso se va viniendo ¿Uno va calentando qué? Y ¿Se va viniendo qué?

Niño: una cosa

Investigadora: ¿Qué cosa?

Niño 12: El plástico

Transcripción momento 3

Los niños comparten sus ideas y las ponen al servicio del colectivo, como fue el caso de la niña 11, en la actividad *Mover el bloque*, en la cual se vieron en la necesidad de aportar muchas ideas para superar el reto propuesto

Investigadora: ¿Qué tal? Sí ¿Sí funciona? ¿No funciona?

Niña 1: no, no profe

Niña 11: Calentando la lata ¿Por qué no calentamos la lata?

Niños: ¡Profe ya se movió!

Transcripción momento 4

Cuando los niños descubren algo inmediatamente buscan a un compañero para compartir su hallazgo (Segura, 2011) esa cualidad, es indispensable, en un trabajo colectivo pues es a partir de las ideas de cada individuo que se construye el conocimiento (Fleck, 1986).

Otra de las manifestaciones de construcción social de conocimiento es el hecho de que los niños discutan las ideas entre sí, lo cual ocurrió frecuentemente en la actividad *Mover el bloque*, pues allí todas las propuestas tenían lugar, pero debían ser bien argumentadas pues los intentos estaban siendo infructuosos y empezaron a caer en la desesperación.

Investigadora: no se mueve. La idea es que ruede

Niño 9: Eso se movió un pedacito

Niño 13: ¿pedacito? ¿Pedacito? (retando a su compañero)

Niños: ¡Profe vea!

Niños de otro grupo: Mentira que él la movió

Niño 9: Chismoso, Chismoso. Ni siquiera la habíamos movido

Niño 10: no profe, eso no da

Investigadora: ¿Cómo qué no? Siga intentando

Niño 13: Mentira, que sí da, nosotros lo hicimos y se movió medio, medio

Transcripción momento 4

La discusión y el diálogo son fundamentales para que se generen espacios de construcción de conocimiento. En el aula, como en las comunidades científicas, se dan estos espacios, y es el maestro quien debe ser un mediador en los debates (Arcá, et al., 1990) pues está llamado a guiar el proceso por las vías de la argumentación y no de la mera opinión.

Por otro lado, la construcción social del conocimiento exige brindarle al otro la oportunidad de participación, incluso desde lo que piensa, esta es una riqueza de los niños pues no tienen reparo en compartir lo que opinan sobre algo, como es el caso del niño 17 quien explica su idea, desde lo que cree, a partir de su experiencia

Investigadora: el vidrio, por qué, tu cómo haces para saber si no teníamos aquí para probar

Niño 17: ahhh yo creo

Investigador: cree. Está bien. Lo que uno piensa es válido.

Niño 9: porque uno no lo puede calentar. Porque es muy grueso.

Transcripción momento 6

El desarrollo de las actividades les permitió a los niños aflorar esa habilidad para expresar sus ideas sin reparo. Tal como lo mencionan Arcá, Guidoni y Mazzoli, (1990) los niños siempre tendrán un acercamiento a los conceptos físicos, por las experiencias en su

entorno cultural. Además, es la relación entre estos y las nuevas experiencias la que les permite construir conocimiento sobre su entorno físico.

5.4 El uso de explicaciones a los fenómenos estudiados, como medio de transición entre el lenguaje común y el lenguaje propio de la física.

Las evidencias de esta subcategoría, encuentran su mayor expresión en el momento 7, donde se les pidió a los niños que escribieran una carta, explicando a una amiga, el fenómeno que se había trabajado durante las actividades y al que ellos mismos llamaron atracción.

En estas cartas se evidencia cómo los niños adquieren nuevas palabras y explicaciones derivadas del desarrollo de las actividades y muestran cómo utilizan la experimentación para explicar un fenómeno (García, 2011).

Por ejemplo, en la carta 1, el niño intenta explicar lo aprendido a partir de las actividades desarrolladas, menciona las condiciones en las que se evidencia el fenómeno, como son: frotar en una tela de lana, acercarlo al objeto que se quiere atraer. Utiliza palabras como frotar y atraer en el contexto adecuado. Además, trae a colación conceptos propios de la física como lo son magnetismo y energía estática. Así no se limita a describir lo que hizo, sino que intenta explicar bajo que concepto ocurre.

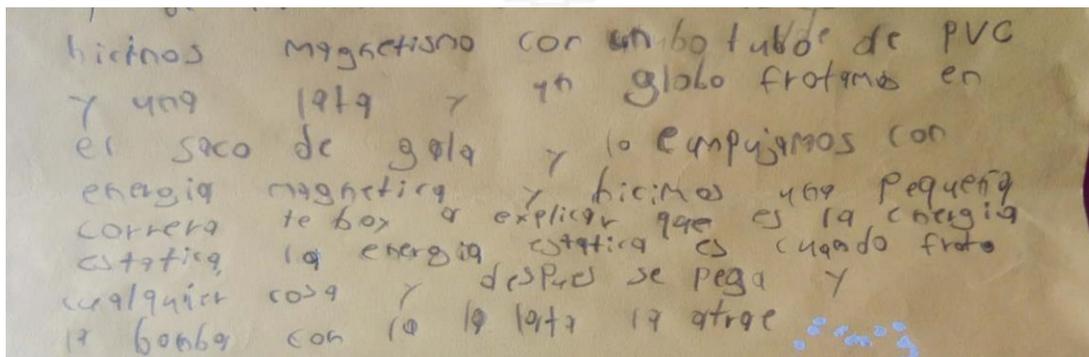


Foto 4: Carta 1

“Hicimos magnetismo con un tubo de PVC y una lata y un globo, frotamos en el saco de gala, lo empujamos con energía magnética e hicimos una pequeña carrera. Te voy a explicar qué es la energía estática es cuando froto cualquier cosa y después se pega y la bomba con la lata, la atrae”

Carta 1

Como se mencionó en el marco teórico el maestro es el puente entre la ciencia y los conocimientos que se construyen en el aula (Arcá, et al., 1990). En las cartas 2 y 3, los niños parten de las explicaciones dadas por la maestra y luego describen el concepto a partir de lo que experimentaron, lo que muestra la relevancia que tiene el acompañamiento permanente del maestro y la riqueza que tiene la experimentación en los aprendizajes significativos de los niños.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA



Ella nos explicó que la fuerza magnética es lo que atrae a muchos objetos por ejemplo si frotamos algo de tela y partimos en pedazos un poco de pliego y los cogemos con la tela frotada ellos se quedarán pegados de la tela. También hicimos carreras con unos tarros y frotábamos una bomba o un tubo y él andaba solo. Buena amiga eso fue todo.

Foto 5: Carta 2

“Ella nos explicó que la fuerza magnética es lo que atrae a muchos objetos, por ejemplo, si frotamos algo de tela y partimos en pedazos un poco de pliego y los cogemos con la tela frotada, ellos se quedarán pegados de la tela. También, hicimos carreras con unos tarros y frotábamos una bomba o un tubo y él andaba solo.”

Carta 2

aquí nos enseñó la fuerza electrostática que son cuando un cuerpo está quieto y lo de los electrones, también nos enseñó que frotando un tubo de plástico se puede mover una lata.

Foto 6: Carta 3

“El tiempo que la profe estuvo aquí nos enseñó la fuerza electrostática que es cuando un cuerpo está quieto y lo de los electrones, también nos enseñó que frotando un tubo de plástico se puede mover una lata.”

Carta 3

En la carta 4, el niño utiliza palabras como geniales, increíbles para referirse a las actividades, lo que muestra que se sintió cómodo con el proceso de aprendizaje, esto reafirma la idea de que generar empatía en los niños permite acercarlos a la ciencia (Segura, 2011). Además, describe las actividades realizadas con el fin de explicar lo ocurrido, es decir, plantea que el concepto lo comprendió cuando experimentó.

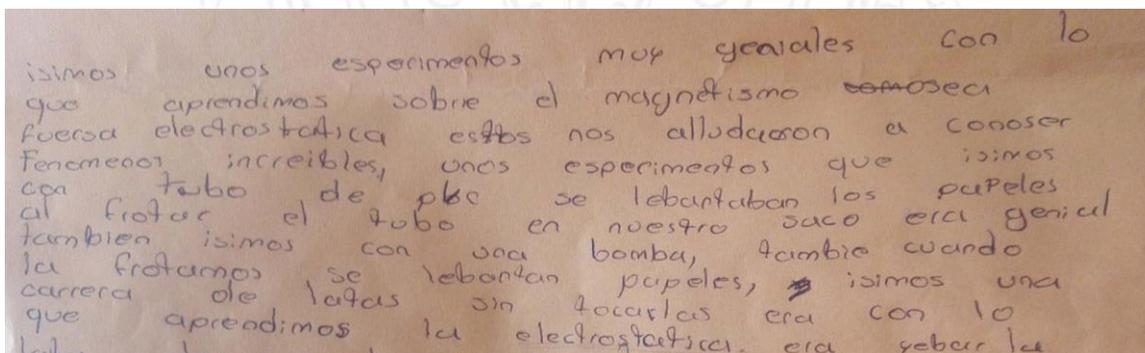


Foto 7: Carta 4

“Hicimos unos experimentos muy geniales con los que aprendimos sobre el magnetismo osea fuerza electrostática, estos nos ayudaron a conocer fenómenos increíbles, unos experimentos que hicimos con tubo de PVC que levantaban los papeles al frotar el tubo en nuestro saco, ¡era genial! También hicimos con una bomba, también cuando la frotábamos se levantaban papeles. Hicimos una carrera de latas sin tocarlas era con lo que aprendimos la electrostática”

Carta 4

Por último, sobre esta categoría se puede decir que un proceso acompañado y planeado desde las perspectivas epistemológicas de las ciencias permite a los niños llegar a construir los conceptos y definiciones desde sus propias ideas, errores, discusiones o aciertos.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Las actividades experimentales propuestas permitieron que los niños se acercaran al concepto de electrificación por fricción, esto se evidencia en el hecho de que buscaron elementos de su entorno para explicar el fenómeno, además, relacionaron sus conocimientos previos con los que las actividades les permitían percibir. Si bien, en los primeros momentos no se ofrecieron muchas apreciaciones por parte de ellos, la experimentación les dio elementos con los cuales explicar lo ocurrido, dichos elementos se evidencian en el momento en que definen un concepto, pues se remiten a describir lo experimentado. Los niños muestran una capacidad para hablar sobre lo que piensan, pero esta se aflora con la actividad experimental, pues allí tienen elementos concretos y cotidianos que les permite desarrollar un modelo de pensamiento similar al de la ciencia, en el que responden preguntas a partir del diálogo entre sus conocimientos previos y la experimentación.

Esta investigación pretendía acercar a los niños a la ciencia de tal manera que evidenciaran cómo ellos mismos pueden llegar a construir conocimiento. Los hallazgos muestran que los niños expresan y defienden sus ideas frente a un grupo, comparten lo que piensan para resolver situaciones problema, llegan a acuerdos entre ellos, en las actividades experimentales propuestas se percibe que conciben la ciencia cercana, agradable y divertida. Sin embargo, el problema de una concepción errada de la ciencia, como se

mencionó en el planteamiento del problema, es más a fondo y no se puede asegurar que los niños hayan adoptado una visión constructivista de la ciencia.

Se puede constatar que el conocimiento es una construcción social, en el hecho de que los niños parten de sus conocimientos previos para explicar un fenómeno y en que le dan verdadero valor a la palabra del otro, es decir, se escuchan, debaten, adoptan las sugerencias y propuestas hechas por lo demás, esto porque comprenden que las diversas opiniones permiten llegar a conclusiones y consensos. Además, no son egoístas con los conocimientos, por el contrario, cuando encuentran un nuevo hallazgo lo comparten con su grupo (Segura, 2011), buscando una validación, o confrontación, lo que permite llegar a acuerdos y aprendizajes significativos.

Durante el proceso se evidenció que el papel del maestro como puente entre los conocimientos previos de los estudiantes y los conocimientos propios de ciencia (Arcá, et al., 1990) es fundamental en la construcción del conocimiento, pues permiten orientar intencionadamente los aportes y las discusiones que puedan ocurrir. Esto se evidencia en que muchas veces los niños parten de lo que el maestro les dijo o enseñó, para luego describir lo que experimentaron. Como ya se mencionó, la experimentación les brinda los elementos necesarios para explicar un fenómeno, los niños empiezan a utilizar un lenguaje distinto solo cuando se relacionan con este de manera concreta, es decir, manipulando materiales y observando los hechos directamente, lo que además se deriva en un goce por aprender.

Otra evidencia de la transición entre el lenguaje común y el lenguaje propio de la ciencia se da cuando los niños nombran por consenso el fenómeno de atracción, pues allí se

revela que no hay que forzar dicha transición, sino que cuando se desarrollan una serie de actividades intencionadas, estas generan las herramientas necesarias para que los niños describan, expliquen y nombren los conceptos.

Finalmente, las dos categorías sobre las que se trabajaron fueron el colectivo de pensamiento y construcción de conocimiento. Sobre estas se puede decir que: a través del colectivo de pensamiento se busca la construcción de conocimiento, para lo cual es fundamental la intervención del individuo (Fleck, 1986) partiendo de sus ideas, opiniones o conocimientos previos que le permitan interactuar con los otros y con lo otro. Los hallazgos encontrados en esta investigación permiten evidenciar que los niños construyen conocimiento toda vez que: 1) se les considera como sujetos de saber, es decir, se tienen en cuenta sus apreciaciones sobre los fenómenos abordados. Y 2) cuando se crea un ambiente de confianza en el aula, provocado por la empatía que genera el trabajo colectivo con sujetos que tienen características comunes (edad, contexto, nivel escolar, percepciones sobre el mundo, entre otros) y el hecho de realizar actividades experimentales cercanas a su contexto.

6.1. Limitantes

Si bien es de valorar lo anteriormente mencionado, esta propuesta tuvo como limitante el hecho de que no se alcanzó un consenso entre lo que los niños encontraron para explicar el fenómeno de electrificación por fricción y los consensos propios de la ciencia. Lo anterior se debe al poco tiempo en el que se desarrolló esta investigación, al hecho de que los niños no tengan una formación previa en física, ya que, como se mencionó en el planteamiento del problema, la enseñanza de esta no tiene lugar dentro de los grados de la educación básica, esta solo aparece en la educación media.

6.2. Perspectivas de investigación

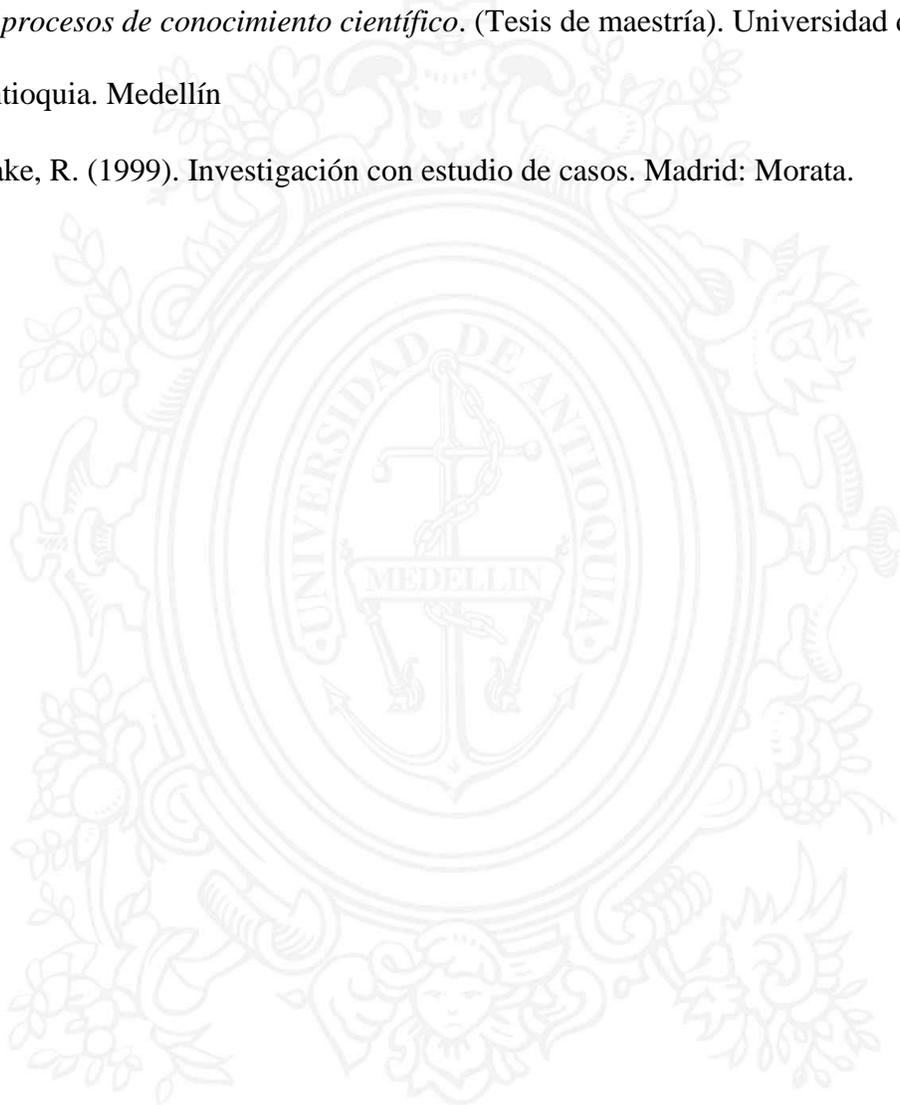
Una posible continuación de esta investigación se daría a partir de la planeación y aplicación de proyectos que permitan ahondar en la formalización de conceptos de física, entendiendo la formalización como la comprensión de los conceptos, tanto, para explicarlos como para generalizarlos, es decir, que los niños logren argumentar sus ideas sobre y aplicarlas a diversos contextos. Sería de gran interés evidenciar que además de que los niños construyen conocimiento en la escuela, el mismo se encuentra en estrecha relación con los conocimientos científicos.

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- Arcá, M. Guidoni, P. & Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base. España: Paidós.
- Arrizabalaga, J. (1987-88). La teoría de ciencia de Ludwin Fleck (1896-1961) y la historia de la enfermedad. *Acta Hispanica ad Medicinæ Scientiarumque historiam illustrandam* Vol. 7-8, 1987-88, pp. 473-481.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*. Volumen 14(1), 61-71.
- Fleck, L. (1986). Génesis y desarrollo de un hecho científico. Madrid: Alianza
- García, E. (2011). Modelos de explicación, basados en prácticas experimentales. *Aportes de la filosofía historicista. Revista científica*, (14), 89-96.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 2014

- Hacking, I., & Domínguez, S. G. (1996). Representar e intervenir. México DF: Paidós.
- Iglesias, M. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: una nueva perspectiva de la actividad experimental. *Opción*, 20(44), 98-119.
- Kuhn, T. (1971). La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de cultura económica.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1995). La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos (No. 167.23). Alianza Editorial,.
- Lorenzano, C. (2008). La construcción social de los individuos. *Discusiones Filosóficas*, 75-97.
- Malagón, J.F., Ayala, M.M. & Sandoval, S.(2011). Construcción de magnitudes: el caso de los fenómenos térmicos. En J.F. Malagón et al. (Eds), *El experimento en el aula: comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes* (39-51). Bogotá: Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Maxwell, J. (1954). *A treatise on electricity and magnetism*. (Unabridge 3rd edition). Nueva York: Dover Publications, INC.
- Popper, K. (1980). *La lógica de la investigación científica*. España: Tecnos, S.A.
- Segura, D. (2011). *El pensamiento científico y la formación temprana: Una aproximación a las prácticas escolares en los primeros años, vistas desde la ciencia y la tecnología*.
- Shapin, S. (1991). *Una bomba circunstancial. La tecnología literaria de Boyle. La science telle qu'elle se fait, La découverte*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

- Sosa, C. *La experimentación en la clase de ciencias naturales en primaria como eje de procesos de conocimiento científico*. (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia. Medellín
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

ANEXOS

Transcripciones de audios:

Después de actividad globo atrayente

Investigadora: Muy bien. Entonces ya les conté lo que había pasado con la carta, ¿Cierto?

Lo que mi amiguita de otra parte me contó que le había pasado haciendo su tarea de artística. Ustedes ya observaron lo que pasa, es algo sorprendente ¿cierto? ¿Es sorprendente? ¿Sí, cierto? Entonces vamos a ver qué explicaciones tienen para lo que pasó, Por ejemplo, niña 1 Tú qué crees, ¿Cómo funciona? ¿Cómo explicarías eso que pasó? Habla tranquila que eso solo graba la voz ¿Qué crees que paso, a que se parece?

Niña 1: a un imán

Investigadora: se parece a un imán, muy bien ¿Por qué?

Niña 1: por lo que extrajo los papelitos que habían ahí

Investigadora: Muy bien, ¿alguien más tiene algo más que opinar?

Niño 2: **Que eso lo calentaba, lo calentaba y eso (silbido) subía como... (Hace gestos con las manos)**

Investigadora: Es por el calor ¿cierto? Tú creías que es por el calor **(niña 3 frota sus manos)**

¿Quién más? ¿Qué estabas haciendo? Eso que está haciendo es muy interesante. ¿Estabas calentando manos para intentar atraerlo con la mano?

Niña 3: (deja de hacer el gesto, no quiere hablar) si

Investigadora: Muy bien entonces, ¿Qué respuesta le vamos a dar a mi amiguita?

¿Nada? Si ustedes son la comunidad de expertos

---Los niños ríen---

Investigadora: No sé, esa es una muy buena pregunta

Bueno, ya ustedes observaron, ¿cierto? ya observamos lo que mi amiguita de otra parte me escribió. Entonces, cuando unas comunidades científicas de expertos como ustedes tienen este tipo de preguntas, hay que responderlas, entonces lo que ellos hacen es que se reúnen en grupos e intentan resolver esa pregunta ¿cierto? Entonces lo que vamos a hacer en este momento (¿Cuántos somos?, niños responden 23) 23 muchas gracias. Muy bien,

Niño 4: yo me salgo

Investigadora: ¿Por qué? ¡¡ah!!... No señor, está muy bien así. Muy bien nos vamos a reunir en equipos de 5 y un equipo de 3 quedaría

(Niños llamándose y moviendo sillas, diciendo yo no tengo equipo...)

Investigadora: ¿ya?

Niños: sí

Investigadora: Junten las sillitas

Investigadora: equipos de 5 ¿ya?

(Se organizan los equipos de manera equitativa, ruido del movimiento de sillas y los niños llamándose y pidiendo permiso)

Actividad: Niños se atreven a predecir el fenómeno

Niño 5: ¿con la madera?

Niño 6. **¿No, no creo? Porque con la madera qué... Ósea no se podría atraer nada... ¿o sí?**

Niños del equipo: No

(Otro equipo)

Niño7: ¿Pongo creemos que sí?

Niños del equipo: si, creemos que sí

Investigadora: Sí escríbalo normal. Que sí, qué. Si eso no lo leo yo sino otra persona, creemos que sí qué, que sí se atraen los papeles, ¿Qué si qué?

(Los niños indagan por el celular que la investigadora estaba usando para grabar el audio)

Investigadora: creemos que sí se atraen los papeles a bueno

---No se entiende el audio---

(Otro equipo)

Investigadora: el antebrazo es esta parte de acá del cuerpo

Niño 8: ahhh... no da, eso no da

Investigadora ¿No? ¿No da qué?

Niño 8: No da



Investigadora: ¿Qué?

Niño 8: con el antebrazo

Investigadora: pero ¿No da qué? Qué ¿No se atraen los papeles?

Niño 8: sí

Investigadora: ahh... Escríbalo completo “no-se-atraen-los-papeles”

(Otro equipo)

Investigadora: ¿Estás haciendo una tarea? (la profesora del grupo le pide a la niña que guarde el cuaderno y se disponga a la actividad)

(Otro equipo)

Investigadora: ¿Cómo van?

Niña 1: (dirigiéndose a la investigadora y frotando algo entre sus manos) vamos a hacer el intento, a ver si así se calienta

Investigadora: ¿qué es eso?

Niños del equipo: Esto es lana

Investigadora: ¡Lana! ¿Lo van a asumir como si fuera tela? Ahhh

Niños del equipo: Sí

Investigadora: Entonces, ¿Van a probar con la lana, a ver si funciona? ¿Pa poder poner si sí creen o no?

Niña 1: (acercando la lana a los papelitos) No, no funciona con tela

(Los demás niños no difieren)

(Se escucha ruido de los niños entregando la actividad escrita, y preguntándose entre sí, si ya habían terminado)

Actividad: ¡Juguemos, exploremos y descubramos!

Niño 6: ¡Profe! ¡Profe! Sí da, ey pásame la cuchara, sí da, sí da

Niña 1: No, no da (mientras frota el antebrazo con su abdomen)

Investigadora: ¿No da? hmmm

Investigadora: dale, ahora acércalo al papel

Niños: se ríen

Investigadora: ¿Sí da o no da?

Niña 1: Sí, ¡ay! Pero ya me quedó doliendo el brazo

Investigadora: auggg! Ya no se haga más

Niña 1: ahhhh! (grita) se pegó

Niños de equipo: (ríen)

(Otro equipo)

Niño 6: No... eso no pega

Investigadora: Qué, con qué no pega

Niño 6: Con eso no pega y con la cuchara tampoco

Investigadora: ¿Con este? Y ¿Este cómo se llama?

Niño 6: madera. No (Menciona el nombre de su compañero) pásame el tubo que con eso no da

Investigadora: (en general para todo el grupo) Con tela, ensayen con la tela, el buso)

Niño 9: Mira, mira... profe sí da. El único que no da es la cuchara...

Investigadora: La cuchara no da y la tela ¿sí da?

Niño 9: eso sí da con la tela

Investigadora: ¿Sí?

Niño 9: sí vea, eso se calienta, pero hay que hacerle mucho rato

Investigadora: Hazlo otra vez pero no lo toques, lo hacen y ahí mismo tén

(Niños llamando profe vea, mira. Con este sí. Eso se movió solo. Esto está caliente...)

(Otro equipo)

Investigadora: ¿con la tela qué tal, sí da o no da?

Niña 1: Es más fácil así que así (Señalando la lana y el buso del uniforme)

Investigadora: Con esta sí da

Niño 10: (mientras frota la cuchara con la silla) jummm esto está muy caliente

Niña 1: Eso no da

Investigadora: ¿y con la madera?

Niña 1: ahh, yo no sé, eso no calienta

Investigadora: ¿Osea que no da porque no calienta?

Los niños “balbucean entre ellos”

Niña 1: espérate la caliento

(Algunos niños preguntan a la investigadora si les regala una bomba)

Investigadora: (dirigiéndose a todo el grupo) cuidado se aporrean el brazo. No se hagan muy duro

Niños 12: aaa!!! Con una regla

Niño 9: (mientras frota la cuchara con la silla) esto está hirviendo (Llama a sus compañeros y les dice ¡mira!) parece una olla

Niño 12: ¡hey! con esto

Investigadora: Qué va a hacer con... Ese ¿Qué es?

Niño 6: plástico (mientras frota la regla contra la silla)

Investigadora: ¿Qué crees, que va a dar, o que no va a dar?

Niño 12: yo no se

Investigadora: Cómo que yo no se

Niño 13: Es que no calienta

Investigadora: ósea que tú crees, que como no calienta, por eso no funciona

Niña 13: **sí, no funciona porque no calienta**

-Ruido externo interfiere en el audio (como un tambor)-

Socialización de la actividad

Niño 12: **uno va calentando y eso se va viniendo**

Investigadora: Uno va qué, uno va calentando y eso se va viniendo ¿Uno va calentando qué? Y ¿Se va viniendo qué?

Niño: una cosa

Investigadora: ¿Qué cosa?

Niño 12: El plástico

Investigadora: Muy bien le voy a entregar a cada equipo ¿eso qué es?

Niños: una lata

Investigadora: esto no es una lata

Niños: Metal

Investigadora: ¡¡ah!! es la piedra del peñol

(Risas)

Investigadora: es la piedra del peñol entonces no la podemos ni empujar, ni levantar, ni patear. Entonces vean el reto, la profesora nos va a indicar dónde vamos a estar, nos vamos a desplazar hasta ese lugar (escúchenme primero) nos desplazamos hasta ese lugar, les entrego los materiales, que van a ser: Este objeto supremamente pesado (la piedra del peñol) y una bomba, y ustedes lo que van a hacer es moverla, vuelvo y repito, hay que ser insistentes con ello, sin empujarla, sin levantarla, sin patearla, sin soplarla, solamente utilizando la bomba, vayan pensando cómo lo van a hacer. ¿Listos y preparados? ¿Sí? La profe nos va a indicar a dónde vamos

Actividad en el patio con las latas: Mover el bloque

Niño 9 ■ Hay qué calentarla noooo se va a estallar

Investigadora: ¡ah! cómo a mí no se me estalló esta mañana

Investigadora: ¿Qué tal? Sí ¿Sí funciona? ¿No funciona?

Niña 1: no, no profe

Niña 11: Calentando la lata ¿Por qué no calentamos la lata?

Niños: ¡Profe ya se movió!

Investigadora: ¿Ya se movió, a ver yo veo? Muestre pues

Niño 9: vea, vea

Investigadora: jummmm no se mueve

Niños: Vea pues



Investigadora: ¡ah! no se mueve. La idea es que rueda

Niño 9: Eso se movió un pedacito

Niño 13: ¿pedacito? ¿Pedacito? (retando a su compañero)

Investigadora: Ustedes calentaron la lata y la bomba. ¿Y así sí funciona?

Niño 9: un poquititico

Niños: ¡Profe vea!

Niños de otro grupo: Mentira que él la movió

Niño 9: Chismoso, Chismoso. Ni siquiera la habíamos movido

Investigadora: A ver préstame la bomba y el buso. Es que con este de jean no funciona. Yo lo hago una vez. ¡ah! no se mueve

Niño 10: No profe eso no da

Investigadora: Inténtelo otra vez

Niño 10: No profe, apenas esa bomba se revienta

Investigadora: por qué se va a reventar

Investigadora: ¿Sí da o no da?

Niño 10: no profe, eso no da

Investigadora: ¿Cómo qué no? Siga intentando

Niño 13: Mentira, que sí da, nosotros lo hicimos y se movió medio, medio

Niño 14: nosotros calentamos la cosa y se movió fue la bomba

Niña 1: Profe, vio que sí se mueve

Investigadora: Sí se mueve ¿Cierto? ¡Ay! Qué bonito

Luego se les propone a los niños elegir un material de alguno que hubiéramos utilizado en actividades anteriores, se deciden unánimemente por el plástico

Niño 10: Profe, venga nosotros ya lo ensayamos con el tubo y sí dio

Niña 1: Profe, con el tubo sí da

Investigadora: aaa, entonces hay que hacerle más con el tubo. Utilicen el buso, como por la parte que es calientica. Le hacen así, eso así (Dirigiéndose a todo el grupo) Cinco minutos más para que experimenten, ya un equipo ganó el reto, y viene el segundo reto

Niño 9: Nosotros qué, nosotros también

Investigadora: A listo, ya van dos que lo lograron

Niño 15: Profe nosotros le hicimos con las dos y se vino

Niña 1: Profe mire pues con el tubo y con la bomba

Investigadora: Con los dos. ¿Lo mueven con los dos?

Niña 1: sí

Niña 1: Rápido que se nos van a acabar los cinco minutos. Sí vio profe

Investigadora: Pero la idea es que ruede

Investigadora: Listo. Chicos reunamos un momentico por favor. Organicemos las

hileras, equipo 1, equipo2, equipo 3, equipo 4 y equipo 5. Muy bien el siguiente y último reto por el momento. Cada uno de ustedes ya aprendió a mover la lata. Bien. Solo va a necesitar lo siguiente, vamos a hacer una competencia. El que llegue primero. Lo vamos a poner cerquita. Aquí, solo dos del equipo y vamos haciendo relevos ¿Les parece? Los demás le pueden hacer barra

Socialización de la actividad

Investigadora: ¿Quién quiere opinar?

Niña 16: Que cuando uno calienta el tubo se va moviendo la lata

Investigadora: Escuchemos

Investigadora: chicos ya vimos que la bomba atrae los papelitos, el plástico también, bueno los materiales que vimos, además pudimos mover la lata, “calentando” el tubo. Ahora eso tiene un nombre, pero yo no sé cuál es el nombre, ¿cómo le vamos a poner a eso?

Niña 1: Extracción

Investigadora: ¿Extracción? ¿Qué más?

Niña 16: Atracción

Investigadora: Extracción y atracción, ¿alguien más? ¿Otra idea?

Niña 3: Mover, atraer

Investigadora: pero atraer es como atracción

Niño 17: Experimento ¿no?

Investigadora: El experimento es la acción de experimentar, no el fenómeno como tal.

Vamos a hacer una votación

Levanten la mano los que opinan que se llame extracción.

Niña 1: (levanta la mano)

Investigadora: Levanten la mano los que opinan que se llame atracción (risas) Levanten la mano los que opinan que se llame mover. No. Bueno. Entonces, ¿Cómo se va a llamar?

Niños: atracción

Investigadora: Atracción muy bien. ¿Por qué atracción?

Niña 16: Porque atrae el objeto

Investigadora: pregunta ¿Qué objetos atrae el plástico?

Niños: plástico, la piedra del peñol, papel, la bomba...

Investigadora: Entonces ese fenómeno de atracción fue lo que le pasó a mi amiga haciendo la tarea de artística. ¿Sí o no? ¿Cierto que sí? y ¿cómo funciona?

Niño 17: Calentando la bomba y acercándola al papel

Investigadora: (repite lo del niño) muy bien

Investigadora: Se llama atracción, funciona gracias a que se calienta ¿Cierto? Y qué paso, cuando calentamos la cuchara, estaba súper caliente y no funcionó. ¿Qué paso? ¿Por qué?

Los científicos qué me explican de eso.

Investigadora: (Repitiendo lo que alguien dice entre dientes) ¿Porque era muy pesada la cuchara?

Niño 17: Porque no tiene atracción

Investigadora: Porque no tiene qué...

Niño 17: Atracción

Investigadora: Atracción. Es decir, ¿todos los materiales tienen atracción?

Niños: no

Investigadora: Quienes dicen que sí, quienes que no, muy bien. Qué materiales no tienen atracción. Levanten la mano los que quieran opinar

Niños: cuchara, palo, madera, hoja de papel, el vidrio

Investigadora: ■ el vidrio, por qué, tu cómo haces para saber si no teníamos aquí para probar

Niño 17: ahhh yo creo

Investigador: cree. Está bien. Lo que uno piensa es válido.

Niño 9: porque uno no lo puede calentar. Porque es muy grueso.

Niño 18: la tierra

Investigadora: o sea que... (Es interrumpida) ¿La tierra no tiene atracción?

Niños: No

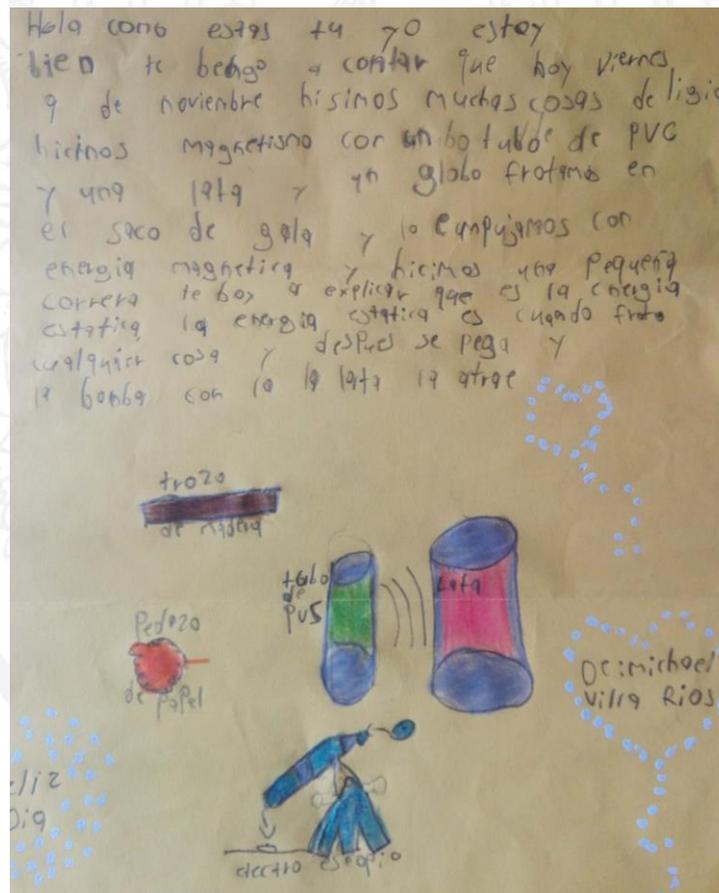
Niño 9: La tierra si tiene atracción porque la profesora me dijo

Se empiezan a decir muchas de cosas libro, tierra, icopor

Investigadora: Por acá dicen que el vidrio no tiene atracción porque es muy grueso. Ósea que ¿Solo los objetos delgaditos tienen atracción?

Niños: no

Cartas a una princesa



Carta 1



Hola sofia en esta carta te vengo a explicar lo que aprendi hoy con la profesora Ligia estudiante de la universidad de Antioquia que nos vino a explicar que es la Ciencia y a hacer muchos experimentos con ella. Ella nos explico que la fuerza magnetica es lo que atrae a muchos objetos Por ejemplo si frotamos algo de tela y partimos en pedazos un poco de pliego y los colocamos con la tela frotada ellos se quedaban pegados de la tela. Tambien hicimos cartitas con unos tallas y frotabamos una bomba o un tubo y el ambiente solo bueno amiga sofia eso fue todo y espero que hayas entendido saludos y adios... Emanuel ortiz Zapata



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

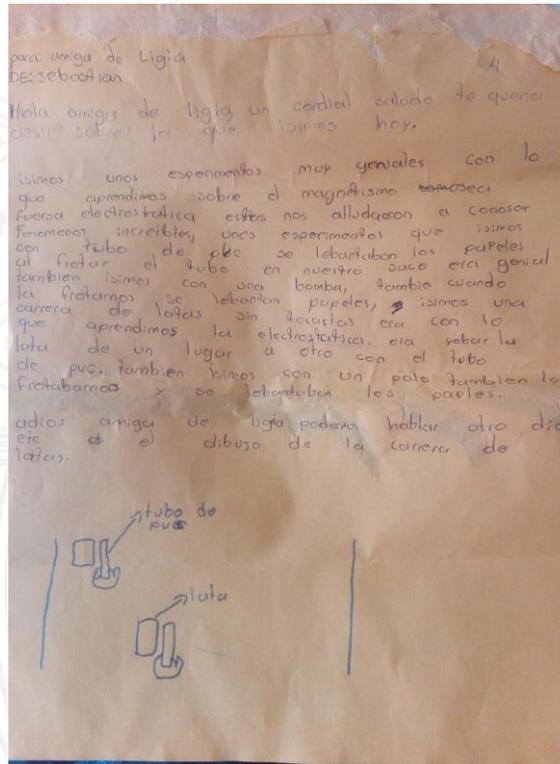
Facultad de Educación

Buen Día como estas, espero que bien el presente
es para informarte que el tiempo que la profe
estuvo aqui nos enseñó la fuerza electrostatica
que son cuando un cuerpo esta quieto y lo de
los electrones, tambien nos enseñó que frotando
un tubo de plastico se puede mover una
lata.
Estoy muy contenta por todo lo que aprendi
para poder hacer en la feria y de la ciencia
nosotras antes pensabamos que era fuerza de
magnitud pero no.
Tambien nos enseñó como ver si un objeto
esta cargado o no.
ose que lo que te paso a ti fue una
fuerza atractiva. con cariño Guadalupe

Carta 3

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Carta 4

Fotos del desarrollo de las actividades



Foto 1: Niños frotando la cuchara con la silla. Momento 3.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

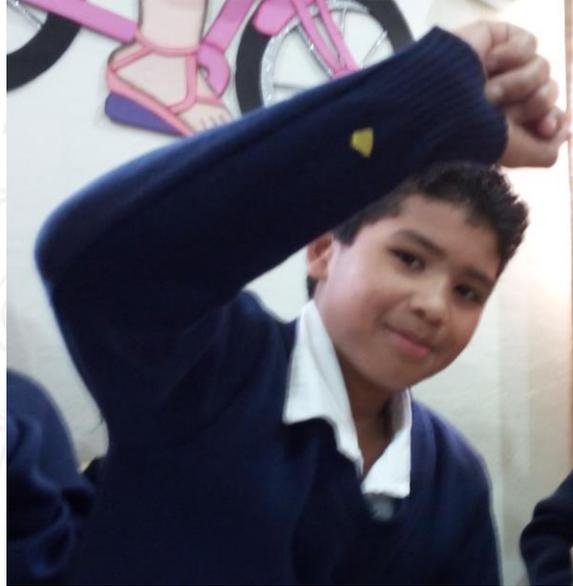


Foto 2: El estudiante muestra como después de friccionar su buso, atrae un trozo de papel con el mismo



Foto 3: Niños experimentan friccionando la bomba para atraer trozos de papel.

1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



Foto 4: Niños tratando de mover la lata. Momento 4



Foto 5: Niños tratando de mover la lata, utilizando diversos materiales. Momento 4

1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



Foto 6: Los niños escriben una carta explicando el fenómeno de electrificación por fricción. Momento 7



Foto 7: Los niños hacen la carrera de bloques. Momento 5

1 8 0 3