



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

CONSIDERACIONES SOBRE ELECTROSTÁTICA: UNA ALTERNATIVA EN LOS  
PROCESOS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Trabajo presentado para optar al título de Licenciado(a) en Matemáticas y Física

JULIAN ADOLFO BETANCUR SALAZAR

KATHERINE ARANGO LORA

Asesor

DANY ESTEBAN GALLEGO QUICENO

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y ARTES

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

MEDELLIN

2017

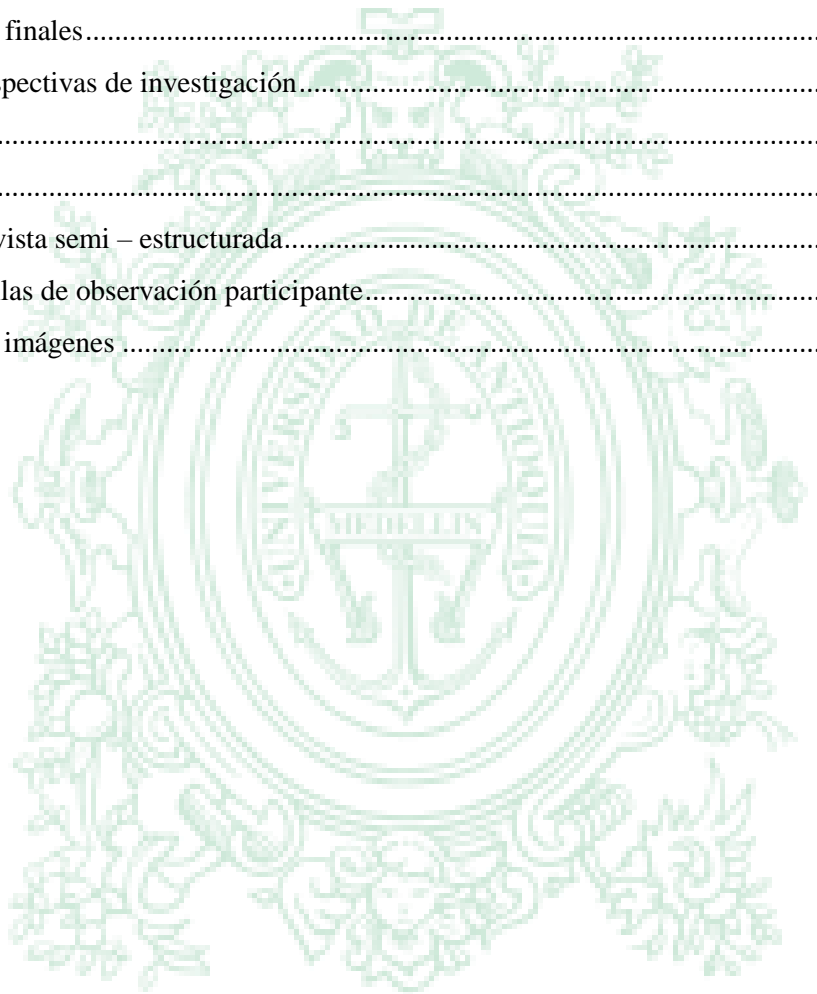


## CONTENIDO

Resumen.....	4
Abstract.....	5
1. Introducción.....	6
1.1 Planteamiento del problema.....	8
1.2 Justificación.....	11
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
2. Marco teórico.....	15
2.1 Constructivismo social.....	16
2.2 Ambientes de aprendizaje.....	17
2.3 Autorregulación de aprendizaje.....	19
2.4 Formación de maestros.....	20
2.5 Oportunidades de aprendizaje.....	22
2.6 Electrostática.....	23
2.7 Articulación.....	45
2.8 Guías de trabajo para la educación personalizada.....	49
3. Marco metodológico.....	52
3.1 Caracterización del tipo de investigación.....	52
3.2 Descripción del contexto de la investigación.....	55
3.3 Descripción de los informantes.....	56
3.4 Instrumentos de investigación.....	57
3.4.1 Parrilla de observación participante.....	57
3.4.2 Entrevista semi- estructurada con discusión grupal orientada a estudiantes.....	60
3.4.3 Guía como instrumento de investigación.....	62
<b>4. Resultados y análisis de la investigación.....</b>	<b>66</b>
<b>5. Propuesta de intervención educativa.....</b>	<b>79</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>93</b>



6.1 Alcance de objetivos .....	93
6.2 Aspectos a resaltar y limitaciones del trabajo .....	96
6.3 Reflexiones finales .....	97
6.4 Nuevas perspectivas de investigación.....	99
Bibliografía .....	101
ANEXOS .....	109
Anexo 1. Entrevista semi – estructurada.....	109
Anexo 2. Parrillas de observación participante.....	113
Anexo 3. Algunas imágenes .....	123



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**  
1 8 0 3



## TABLA DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Electrificación por inducción .....	31
<b>Ilustración 2.</b> Electrificación por conducción.....	34
<b>Ilustración 3.</b> Electroscopio .....	40
<b>Ilustración 4.</b> Esquema articulador (Construcción propia).....	48
<b>Ilustración 5.</b> Mapa conceptual sobre Guías (Construcción propia).....	50
<b>Ilustración 6.</b> Características de las guías (Construcción propia).....	51
<b>Ilustración 7.</b> Guías de trabajo para la educación personalizada (Construcción propia .....	51
<b>Ilustración 8.</b> Frotación entre lana y plástico .....	82
<b>Ilustración 9.</b> Frotación entre lana y vidrio .....	82
<b>Ilustración 10.</b> Electrificación por contacto.....	83
<b>Ilustración 11.</b> Electrificación por inducción .....	84
<b>Ilustración 12.</b> Diagrama de cargas .....	86
<b>Ilustración 13.</b> Crucigrama sobre conductores y aislantes.....	87
<b>Ilustración 14.</b> Disposición experimental .....	88
<b>Ilustración 15.</b> Diseño experimental, Adaptación de (Medina & Tarazona, 2011) .....	90

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



## Resumen

El presente trabajo conceptualiza sobre los procesos de enseñanza- aprendizaje que se tejen en torno a la electrostática y algunos aspectos determinantes en el transitar pedagógico, en estudiantes de la Corporación Universitaria Americana (sede Medellín), enmarcado en el constructivismo social, el cual sugiere, grosso modo, la participación activa del estudiante en los procesos formativos. Esto conlleva a la transformación de los ambientes de aprendizaje y a modificaciones respecto a los roles y enfoques tanto del estudiante como el maestro dentro del espacio de formación, todo lo anterior en función del proceso de enseñanza- aprendizaje de la electrostática, desde la perspectiva teórica de Maxwell (1873) y Guerra, Correa, Nuñez, & Scaron (1985).

Para llevar a cabo la investigación se emplea, inicialmente, una entrevista semiestructurada, con el fin de indagar sobre las concepciones alternativas de los estudiantes respecto a la electrostática, cuyas respuestas se utilizan en la creación de un segundo instrumento, guía de formación. Todo esto está atravesado por parrillas de observación, con el fin de que el docente lleve un seguimiento de lo observado en las sesiones de clase. Luego, el estudio de la información se realiza mediante análisis por palabras y se sintetiza en una matriz de doble entrada. Por último se presentan los resultados obtenidos y sus respectivos análisis. Además, se muestran los elementos concluyentes del trabajo y se analiza la viabilidad del mismo respecto a los objetivos y resultados obtenidos. Cabe resaltar que a partir de las conclusiones se proponen nuevas perspectivas de investigación.

**PALABRAS CLAVES:** electrostática, autorregulación, ambientes de aprendizaje, carga, interacción física, electrificación.



## Abstract

The present work conceptualizes on the teaching-learning processes that are woven around the electrostatic and some determinant aspects in the pedagogical transit, in students of the Corporación Universitaria Americana (Medellín headquarters), framed in social constructivism, which suggests, the active participation of the student in the training processes. This leads to the transformation of learning environments and modifications regarding the roles and approaches of both the student and the teacher within the training space, all of the above in terms of the teaching-learning process of electrostatics, from the theoretical perspective of Maxwell (1873) and Guerra, Correa, Nuñez, & Scaron (1985).

In order to carry out the research, is used, initially, a semi-structured interview to investigate about alternative conceptions the students regarding electrostatics, whose answers are used in the creation of a second instrument, a training guide. All this is crossed by observation grids, in order for the teacher to keep track of what was observed in the class sessions. Then, the study of information is performed by word analysis and is synthesized in a matrix of double entry. Finally, the results obtained and their respective analyzes are presented. In addition, the conclusive elements of the work are shown and the viability of the same with respect to the objectives and results obtained is analyzed. It should be noted that from the conclusions, new research perspectives are proposed.

KEY WORDS: Electrostatic, self- regulation, learning environments, charge, physical interaction, electrification.



## 1. Introducción

El dominio conceptual en estudiantes de diferentes niveles académicos es un problema que ha suscitado gran preocupación por parte del profesorado en ciencias (Manrique, 1989), debido a la gran cantidad de respuestas erróneas o esquivas que se presentan ante un interrogante que solicita inmediata intervención teórica por parte del estudiante, esta dinámica está enmarcada en modelos de enseñanza y aprendizaje poco contextualizados y en dinámicas sociales y gubernamentales que contribuyen cada vez más a abrir la brecha entre el saber hacer y el saber ser. Los ambientes de aprendizaje se remiten únicamente a la dimensión de espacio físico en el cual se entregan contenidos, que el estudiante asume como ciertos debido a la máxima de objetividad en la ciencia y en el maestro que los proporciona.

Las aulas se han convertido en espacios esclavizantes dando empoderamiento al maestro porque “posee los saberes” y “posee el poder de asignar las calificaciones”; en algunos casos vemos paredes llenas de “saberes fotográficos” como si el hecho de llenar el espacio físico con láminas, imágenes, textos, otorgase el poder de transición de los conocimientos a las mentes de los alumnos, también vemos estantes llenos de libros, textos que se convierten en acumuladores de polvo más que en hojas llenas de misterios listos para ser descubiertos, y lo más triste es que con ello creemos que estamos cumpliendo con tener ambientes de aprendizaje apropiados (Viveros Acosta, n.d).

Siendo la física una ciencia tan amplia, se considera entonces inoportuno que su análisis y enseñanza se remita, someramente, al establecimiento de ecuaciones, repetición de ejercicios y conceptos, sin realizar, en detalle, un análisis histórico- crítico de su construcción.



Además, se presenta en el estudiante ideas o preconceptos que, en ocasiones, truncan el libre desarrollo de los análisis teóricos y su posible avance en los contenidos abordados (Furio & Guisasola, Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento, 1999). Pero *qué* se obtiene si solo se enumeran las problemáticas que agobian los sistemas educativos o los procesos que se viven al interior de las instituciones, poco o nada es el avance, se necesita reestructurar los modelos o elaborar nuevos, en los cuales se propenda por la construcción conjunta del conocimiento, ambientes de aprendizaje en los que prevalezca la autonomía y motivación del estudiante en su proceso formativo, cabe resaltar que “(...) no se trata de cambiarlo todo, sino de “intervenir, retomar, replantear” considerando lo que funciona y cambiando lo que obstaculiza” (Viveros Acosta, n.d, pág. 6)

En relación al campo de la electrostática, que es el asunto en el cual centramos nuestra atención, el transitar pedagógico, en los diferentes niveles de formación, permite identificar dificultades en la comprensión y manejo de aspectos conceptuales respecto a la temática en cuestión.

En este trabajo se explora con atención las ideas o construcciones conceptuales que han elaborado un grupo de estudiantes, los posibles obstáculos que se presenten en este proceso y las concepciones alternativas que se tejen alrededor de esta temática, con el fin de proponer posibles soluciones o respuestas a estas dificultades.

Cabe resaltar que la enseñanza de la física debe servirle al estudiante para matematizar y modelar científicamente algunos aspectos con los que interactúa regularmente. Con el fin de que éste al relacionarse de manera directa con la ciencia, logre dar una definición aproximada a la





expuesta en las teorías científicas sobre el fenómeno que percibe y los conceptos físicos involucrados.

El presente trabajo de investigación muestra en su primer capítulo el planteamiento del problema, los objetivos de investigación y la justificación en el marco de la legislación educativa Colombiana, en el segundo capítulo se exploran y presentan los apartes que sustentan teóricamente el trabajo, desarrollando aspectos relacionados con los ambientes, la autorregulación de aprendizajes y la relación de éstos con la enseñanza y el aprendizaje de la electrostática. En el capítulo tres se presenta el marco metodológico, en el cual están contenidos los procesos a realizar durante la investigación y las herramientas con las cuales se dará solución al problema en el que centra la atención el presente trabajo. Por lo tanto, el marco metodológico contextualiza al lector sobre el problema de investigación y el proyecto en curso. En el cuarto y último capítulo, se presentan, brevemente, los resultados obtenidos y sus respectivos análisis luego de aplicarse las herramientas establecidas en el capítulo anterior. Además, se presentan los elementos concluyentes del trabajo y se analiza la viabilidad del mismo respecto a los objetivos y resultados obtenidos.

### 1.1 Planteamiento del problema

En el estudio del electromagnetismo, considerado una base para el desarrollo de la física moderna<sup>1</sup> se encuentra, al inicio, la electrostática como el estudio de los fenómenos eléctricos cuando no hay cargas en movimiento. Es en este punto, donde se centra la atención de esta investigación, en la medida que el estudiante comprenda los modelos y conceptos abordados. Pues,

---

<sup>1</sup> Se considera, para esta investigación, la electrostática como tema fundamental en la comprensión del electromagnetismo y por ende de la física moderna.



si bien los fenómenos de esta naturaleza pueden percibirse en la cotidianidad, diversas investigaciones han mostrado (Furio & Guisasola (1999); Ibíd. (1997); Criado & Cañal (2002); Guisasola, Almudí, & Zubimendi (2003); entre otras.) Dificultades para entender conceptos involucrados en el estudio de esta temática y las relaciones existentes en los modelos actuales.

En los últimos años se han presentado inconvenientes en la forma de impartir conocimientos científicos, particularmente en física, ya que se observa un reduccionismo por parte del docente en aspectos aritméticos y procedimentales. Por otra parte, no se proporcionan ambientes favorables para llevar a cabo procesos de aprendizajes, orientados por parte del docente y autorregulados por los estudiantes. En la misma línea, las explicaciones no consideran procesos mediados por los interrogantes que surgen en el encuentro, ni las dificultades existentes en el transitar científico y pedagógico posterior. Lo cual contrasta con las formas de enseñanza que hacen especial énfasis en el manejo conceptual y experiencial, tal postura atraviesa esta investigación, aclarando que no se establecen juicios de valor para determinar *cuál* es o no correcta, solo se acomoda a los objetivos y perspectivas de quienes la adelantan.

Cabe aclarar que la intención de la presente investigación no está encaminada a la *desmatematización*<sup>2</sup> de la física, es decir, limitar la enseñanza de ésta al manejo conceptual sin que intervenga ningún concepto matemático ni cuantificación del fenómeno en cuestión. En este punto, se presentan consideraciones confusas respecto al papel que desempeñan las matemáticas en la interpretación de los fenómenos físicos, en la medida que se tiende a considerar que su objetivo

---

<sup>2</sup> (Romero Chacon & Rodriguez Rodriguez, 2003)



estriba en la aplicación de ecuaciones o dominio aritmético. (Romero Chacon & Rodriguez Rodriguez, 2003)

En este punto, es necesario hacer evidente que el reduccionismo del docente puede generar en el estudiante, en ocasiones, grandes destrezas matemáticas al momento de realizar las operaciones requeridas, lo cual no está relacionado directamente con la habilidad de interpretar físicamente el fenómeno. Esto, conlleva un obstáculo (visto como oportunidad de aprendizaje) en la reestructuración del conocimiento científico, en la medida que el sujeto percibe la ciencia como interpretación y construcción propia y no como verdad externa y absoluta.

Por lo cual, considerando el estudiante como sujeto activo dentro del proceso, las reflexiones de la investigación se centran en las concepciones alternativas de éstos como elemento clave en la adquisición de aprendizajes, ya que estos saberes pueden ir o no en contraposición con las teorías científicas actuales y el avance de los mismos depende del tratamiento que se les dé. La orientación de los saberes previos en estudiantes sugiere cambios sustanciales en los procesos, bien sea de resistencia en la presentación de la temática o de mejora y consensos en relación a las ideas previas y los conceptos científicos. Es menester destacar, que si bien las concepciones alternativas que tenga el estudiante distan, en cierto modo, del quehacer científico, la visión subyacente del maestro respecto a la ciencia influye directamente en la enseñanza de la misma. Por lo cual, se sugiere una formación por parte del profesorado en aspectos científicos, que le permitan reconocer las diversas concepciones de ciencia, de tal manera que éste pueda discernir entre las posibles, la que favorezca los procesos de enseñanza- aprendizaje en los diferentes espacios de formación. Tal como lo expresan (Fernandez, Gil, Carrascosa, Chachapuz, & Praia, 2002)



Una de las razones que explican el interés por el estudio de las concepciones docentes sobre la naturaleza de la ciencia estriba en el convencimiento de que dichas concepciones incluyen reduccionismos y deformaciones que pueden estar obstaculizando una correcta orientación de la enseñanza. (pág. 478)

Considerando lo expuesto con antelación, la pregunta en la cual se centra esta investigación es: ¿Cómo enseñar los conceptos relacionados con la electrostática de tal forma que se reestructuren correctamente las concepciones alternativas de los estudiantes?

## 1.2 Justificación

En los diferentes espacios de formación y en circunstancias que exigen pensar en los contenidos involucrados en electrostática, diversas investigaciones (Furió & Guisasola (1999); Guisola (1994); (Criado & Cañal, 2002); Salinas & Velazco (1999); entre otras.) Muestran falencias conceptuales en estudiantes de diferentes niveles académicos. Se presenta el caso, por ejemplo, en que los estudiantes combinan o confunden los conceptos involucrados en electrostática con los abordados en electrodinámica. Siendo así, la electrostática un campo conceptualmente problemático, se considera pertinente y de gran interés para el presente trabajo analizarla y proponer estrategias que contribuyan con la mejora en los procesos de formación, enmarcados en modelos de aprendizaje constructivistas, en los cuales el estudiante concibe realidades diferentes, el conocimiento pasa a ser subjetivo y la ciencia deja de lado su carácter neutro y objetivo. Esto último, ocurre cuando se empieza a considerar (la ciencia) como un conjunto de teorías y saberes en el que confluyen perspectivas diversas dependiendo del contexto en el que se encuentren.



Luego, la ciencia puede ser cuestionada o afirmada, teniendo en cuenta la extrema variación que hay tanto entre individuos como en colectivos de pensamiento (Elkana, 1983). En esta misma línea se privilegia la experimentación como uno de los elementos principales en la construcción de teorías, de lo cual no se derivara la verdad absoluta, puesto que el hecho de resultar efectivo para un entorno particular no lo convierte en una teoría que funcione de modo general.

En este sentido, se consideran los fenómenos físicos como construcción del hombre, los cuales depende de la época y la concepción de ciencia que tengan los interesados en analizarlos. Por lo tanto, la disposición de estudiar cada fenómeno está en función de lo que se pretende observar, así que la experiencia adquiere sentido solo para quien la concibe y el colectivo de pensamiento que la respalde, mas no existe para quienes no estén interesados en conocer lo que acontece (Aguilar Mosquera, Restrepo Cadavid, & Mejia Rivera, 2002).

En este punto y al abordar la física desde una cosmovisión fenomenológica, en la cual “la realidad no es ajena al hombre sino que es éste el que la construye” (Aguilar Mosquera, Restrepo Cadavid, & Mejia Rivera, 2002, pág. 11), se puede observar que, el docente no le da parte activa a la experimentación en los procesos de enseñanza- aprendizaje, por lo cual se pretende, brevemente, dentro del desarrollo de esta investigación, rescatar la importancia de la experimentación en la construcción del conocimiento científico, fundamentados en la perspectiva teórica de James Clerk Maxwell desde su obra “*A treatise on electricity and magnetism*”, en la cual se puede percibir como la experimentación es uno de los pilares fundamentales en la construcción y manejo conceptual de la electrostática, permitiendo establecer una continua correspondencia entre la teoría y la práctica con base en la medición de fenómenos físicos. En esta



misma línea, este trabajo tiene como fundamento algunas experiencias presentadas por el precursor de Maxwell, Benjamin Franklin, que si bien, en su concepción de ciencia, la idea de campo se desdibuja, es este un teórico que permite centrar la atención en la ciencia más allá de la máxima de objetividad. Además, los análisis están enmarcados en las ideas respecto al concepto de carga eléctrica y la medición de ésta como magnitud física propuestas en el libro *FÍSICA elementos fundamentales, tomo II* (Guerra, Correa, Nuñez, & Scaron, 1985)

Por tanto, la importancia de este trabajo radica, esencialmente, en contribuir con los procesos de enseñanza – aprendizaje entorno a la electrostática, mediante alternativas que propendan a la transformación de los escenarios inmersos en el acto educativo; esto es, la electrostática, como tema fundamental del electromagnetismo y de esta investigación, presentada desde una metodología constructivista en un contexto determinado, la cual permite una construcción teórico–práctica en conjunto desde diversos ambientes de aprendizaje. Además, congrega en su marco teórico y metodológico aspectos que se acomodan a múltiples contextos, los cuales logran adaptarse a otras temáticas abordadas en la enseñanza de las ciencias. Por último, esta investigación presenta una alternativa en la conceptualización y aplicación de la electrostática por parte de los informantes.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

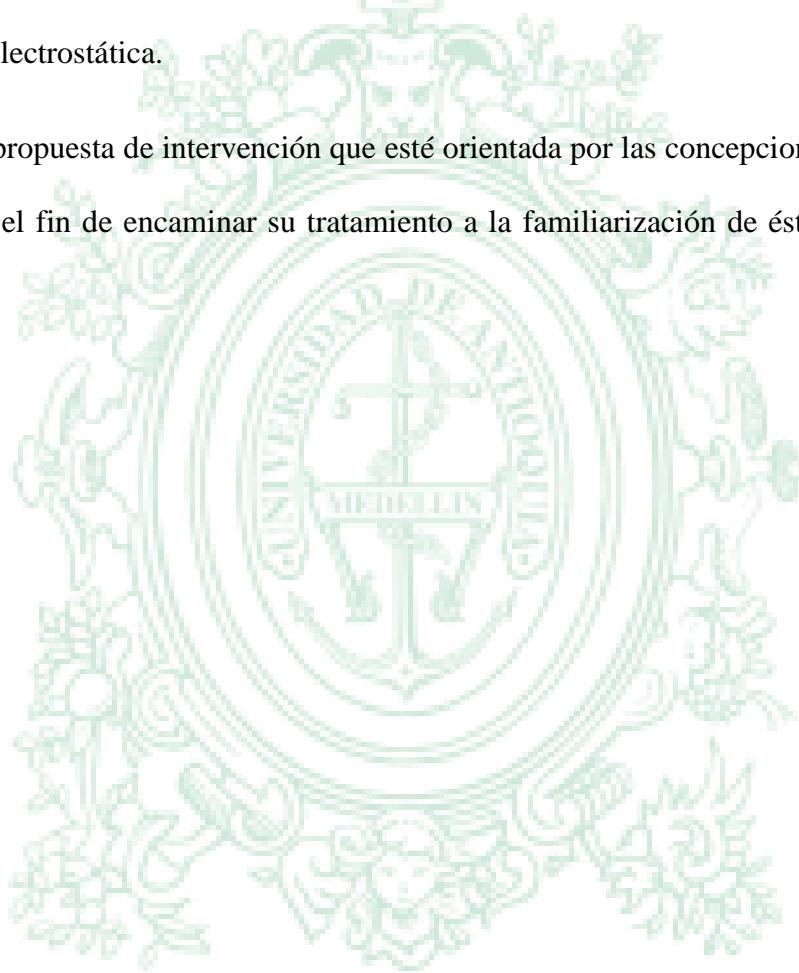
Analizar las oportunidades de aprendizaje que se generan en ambientes de aprendizaje constructivistas, en torno a la electrostática.



### 1.3.2 Objetivos específicos

Identificar los procesos de abstracción<sup>3</sup> que se adelantan en estudiantes de educación superior en relación a la electrostática.

Realizar una propuesta de intervención que esté orientada por las concepciones alternativas en estudiantes, con el fin de encaminar su tratamiento a la familiarización de éstos con las teorías científicas.



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

---

<sup>3</sup> El procedimiento de la abstracción consiste (...) “en hacer resaltar en su pensamiento las circunstancias que dependen unas de otras y dejar de lado, como accesorio o indiferente todo lo que en el fenómeno que estudia parece ser independiente”. (Mach, 1948, pág. 120)





## 2. Marco teórico

Dado que la mira central del presente trabajo estará puesta en proponer diferentes rutas que converjan en la mejora de los procesos de enseñanza- aprendizaje, se hace necesario establecer algunos parámetros o aspectos conceptuales en los cuales se pueda apoyar la lectura que se realizara al cuerpo del trabajo. En este marco teórico se analiza, en primer momento, el concepto de constructivismo social, debido a la necesidad que se percibe en los diferentes espacios de formación de articular nuevas estrategias para facilitar el aprendizaje en los estudiantes. Esto conlleva al reconocimiento del concepto de *ambientes de aprendizaje*, con el fin de ampliar la visión respecto a los espacios en los que ocurre el fenómeno educativo y el papel que desempeñan los agentes involucrados en éste. Además, permite analizar la *autorregulación de aprendizaje* en el aula, ya que las nuevas estrategias dejan de lado la concepción del maestro como fuente única de conocimiento y los estudiantes como agentes pasivos en el proceso, transformando tanto ambientes como enfoques, con el fin de que sea el estudiantes quien decida las formas y momentos en los que quiere aprender, haciéndolo responsable de su propio proceso. Por último, se aborda, grosso modo, el papel del maestro en la transformación de los enfoques y los ambientes de aprendizaje, el cual, desde esta perspectiva, se convierte en sujeto que orienta el proceso y motiva al estudiante en la autorregulación de su aprendizaje, sin eximirlo de la responsabilidad sobre el saber disciplinar a impartir, como es el caso de esta investigación, la electrostática desde la perspectiva de Maxwell (1873) y Guerra, Correa , Nuñez, & Scaron (1985). Lo expresado con antelación se concluye, en síntesis, con la articulación de los conceptos previamente mencionados y la electrostática como saber disciplinar que atraviesa todos los elementos de este trabajo de





investigación, así como una breve descripción del uso de las guías como instrumento de investigación.

## 2.1 Constructivismo social.

El constructivismo social es relevante en esta investigación ya que se considera (en la presente investigación) el enfoque ideal para llevar a cabo el proceso de enseñanza - aprendizaje en las condiciones y metodologías que se proponen como solución al planteamiento del problema. La disposición de los espacios y participantes, sugiere llevar a otro nivel la relación entre experiencia y conocimiento, pues considerando lo que expresa (Cubero Perez, 2005) “Para el constructivismo (...) el conocimiento es una construcción subjetiva, en la que la realidad deja de ser una entidad absoluta, como entidad independiente o externa a nosotros mismos” (pág. 45), en este sentido se transforman tanto los ambientes como los enfoques del docente, ya que al darle al estudiante un papel activo dentro de los procesos de enseñanza- aprendizaje, éste se ve en la tarea de orientar los saberes y fomentar en el estudiante la autonomía y autorregulación de su proceso, dejando de lado la máxima del docente como fuente única de conocimiento.

Se hace mención al constructivismo social, ya que se acentúa, en los actores involucrados en el proceso, el sentido individual de sus conocimientos en relación al contexto. Por lo cual, una persona que incorpora algo nuevo lo relaciona en forma directa con sus vivencias. En esta misma línea, los interrogantes e hipótesis que surgen en la relación sujeto cognoscente – objeto de conocimiento sumadas a las experiencia cotidianas y el deseo por conocer que rodea al individuo, permite realizar aproximaciones a la naturaleza de los fenómenos físicos que se perciben. Tales



aproximaciones orientadas por el docente, ayudan a consolidar la concepción de ciencia y las razones por las cuales surge el fenómeno. Tal como lo expresa (Payer, 2005)

Una misteriosa fuerza, llamada "deseo de saber", nos irrita y nos empuja a encontrar explicaciones al mundo que nos rodea. Esto es, en toda actividad constructivista debe existir una circunstancia que haga tambalear las estructuras previas de conocimiento y obligue a un reacomodo del viejo conocimiento para asimilar el nuevo. Así, el individuo aprende a cambiar su conocimiento y creencias del mundo, para ajustar las nuevas realidades descubiertas y construir su conocimiento. (Pág. 3)

Desde este enfoque, el conocimiento no es ajeno al sujeto, como entidad externa, sino derivado de las experiencias y perspectivas del sujeto mismo. Así, estas prácticas en el espacio de formación y en la vida cotidiana de los estudiantes, se convierten en un continuo de aprendizaje. Por ende, en permanente construcción del conocimiento. La actitud activa de los participantes pone en juego todas sus habilidades, con el fin de lograr una interpretación física del fenómeno en cuestión. Al situar al estudiante desde este enfoque en el centro del proceso formativo, es de gran importancia transformar tanto las prácticas como los ambientes de aprendizaje dentro y fuera del aula. Con el fin de establecer claridades sobre lo que se entiende por ambientes de aprendizajes en la presente investigación, se elabora el siguiente apartado para su definición.

## 2.2 Ambientes de aprendizaje.

En los procesos que se adelantan en relación a la enseñanza- aprendizaje de la electrostática, la experiencia sugiere cambios en las disposiciones físicas en las que se lleva a cabo el acto educativo, con el propósito de proporcionar espacios conducentes a la autorregulación del aprendizaje y libre



desarrollo por parte del estudiante. En relación al concepto *ambiente de aprendizaje* si bien son muchos los artículos que lo abordan, su definición no es clara y está orientada a los efectos o características que éstos pueda tener en los procesos educativos, en las cuales se resalta la importancia del establecimiento de nuevos métodos o estrategias de formación. Cabe aclarar que aunque existen diversas definiciones, todas convergen al mismo fin, promover espacios que orienten al estudiante en la búsqueda de soluciones con la intención de apropiarse de un conocimiento, que en ocasiones es ajeno y abstracto.

Por tanto, aunque existe gran variedad de definiciones, la siguiente se considera una perspectiva que está acorde con los fines de esta investigación, ya que engloba algunos aspectos que sustentan el mismo, como se cita en (Asprilla, Beltran , Fontalvo, & Guzman, 2012)

El diseño de ambiente de aprendizaje, es un laboratorio para desarrollar actividades metacognitivas donde el maestro se convierte en el experto diseñador de una estructura coherente que le facilita al alumno el descubrimiento de elementos cognoscitivos para que pueda hilar sus propias estrategias de aprendizaje (Pág. 2)

Por lo cual, se pueden definir los ambientes de aprendizaje como un conjunto de prácticas orientadas a la adquisición de logros definidos con anterioridad y la construcción de conocimientos de manera conjunta. En esta misma línea, “El ambiente es concebido como construcción diaria, reflexión cotidiana, singularidad permanente que asegure la diversidad y con ella la riqueza de la vida en relación” (Roldan, y otros, 1999), lo cual conlleva a que el estudiante encuentre en los ambientes de aprendizaje un lugar y circunstancia favorable tanto para su libre desarrollo, como para la posibilidad de incorporar en su proyecto nuevas vivencias que trasciendan su capacidad de



aprender. Por ende, pensar en ambientes de aprendizaje implica un cambio de mentalidad, visualizar los espacios de formación como ambientes para generar autonomía en el estudiante, permitiendo así la consolidación de identidades.

### 2.3 Autorregulación de aprendizaje.

Sucesos cotidianos hacen hincapié en las oportunidades de aprendizaje que surgen cuando los alumnos encuentran motivación en las actividades que realizan, esto deriva tanto de la concepción de ciencia que tenga el docente, como del contexto en que se encuentre el estudiante. Tal como se abordaba en el apartado “constructivismo social” la presencia activa de los estudiantes, con la mediación del maestro, posibilita el autocontrol y seguimiento del proceso formativo de los mismos. Por tanto, la formación del maestro debe ir orientada a fortalecer el goce intelectual en los estudiantes, en la medida que sea un elemento que aporte a la construcción del conocimiento. “Cuando logramos que un estudiante goce con lo que hace, el estudiante comienza a hacer exámenes de alta calidad, acelera su ritmo, y entra de lleno en la autonomía (ya no necesita supervisión para trabajar)” (Fontan & Roldan, 1991, pág. 16) por tanto, se sugiere que los procesos formativos se lleven de manera personalizada, con el fin de motivar al estudiante en la construcción de sus ideas a partir vivencias particulares.

Un estudiante que se autorregula establece un vínculo emocional diferente tanto con el docente como con el conocimiento, ya que percibe las dificultades y obstáculos como una oportunidad para aprender y no como una limitación en su proceso formativo. Se aprecia que “Un aprendiz autorregulado es capaz de formularse metas, planificar actividades para su logro, monitorear su desempeño durante la ejecución de tales actividades, evaluarse a sí mismo de manera continua (...)



y, finalmente, valorar el resultado de su aprendizaje” (como se cita en Lopez Vargas, Hederich-Martinez, & Camargo Uribe, 2012, pág. 41). En esta misma línea, la motivación y el reconocimiento de las capacidades es fundamental, ya que le permite al estudiante conservar el interés en desarrollar las actividades académicas propuestas y sitúa al docente en un plano pedagógico netamente discursivo y orientador.

#### 2.4 Formación de maestros.

Al estar situados en un modelo pedagógico constructivista, se percibe que no solo los ambientes de aprendizajes deben ser transformados, en la actividad del docente debe generarse tanto una nueva concepción de individuo, como de ciencia. En décadas anteriores, las prácticas docentes se remitían a responder a currículos estandarizados, en los cuales la enseñanza se proponía mediante ensayo- error o repetición y se transmitía de generación en generación. Cabe aclarar que actualmente, en algunos espacios de formación, se sigue este accionar por considerarlo valioso en su contexto.

En este modelo, el estudiante no tiene una participación activa en su proceso, realiza los procedimientos por orden o petición del maestro, no se presenta pensamiento crítico en las actividades propuestas y/o saberes impartidos por el docente y no se presenta una construcción propia del conocimiento.

Desde otra perspectiva, se propone que la formación de maestros centre su atención en la ciencia como construcción diaria y tejido cultural, y en el estudiante como constructor de teorías mediante la orientación de éstos. En este sentido, el contexto social le da la posibilidad al estudiante de aprender y transmitir su conocimiento mediante un entramado cultural.



“La tarea del docente no consistirá solo ni principalmente en enseñar contenidos disciplinares descontextualizados sino en definir y plantear situaciones en las cuales los alumnos puedan construir, modificar y reformular conocimientos, actitudes y habilidades (...)” (Perez Gomez, 2010, pág. 44) . Desde este enfoque, el papel del maestro no se remite, básicamente, a saturar al estudiante de contenidos, que en ocasiones, no se ven reflejados en la realidad, pues al considerar la ciencia como sistema cultural en constante cambio, el docente no tendría la verdad última ni absoluta, ni podrá considerarse la principal fuente de conocimiento. Así, vemos como el estudiante, no quedara relegado a sujeto que necesita ser “llenado” de saberes.

Por tanto, la formación de maestro se orienta tanto al saber disciplinar como pedagógico, siendo este último de vital importancia en el proceso de enseñanza – aprendizaje. La formación en el ámbito pedagógico debe posibilitarle al docente el reconocimiento de las habilidades y oportunidades de aprendizaje que se presenten en el estudiante; identificar los ambientes propicios para que se lleve a cabo dicho proceso; y también motivar y orientar las dudas que surjan en el estudiante, con el fin de generar aprendizajes que le sean útiles en su proyecto de vida. En palabras de Ferrin (2006) “La función del educador se caracteriza por permitir:

- Que cada individuo desarrolle sus capacidades en la forma más completa posible.
- Que se adapte al mundo natural que le rodea y a la sociedad particular en que vive.” (pág.

32)



## 2.5 Oportunidades de aprendizaje

En este mismo sentido, el presente trabajo conceptualiza sobre las oportunidades de aprendizaje presentes en los diferentes espacios de formación, entiendo éstas como punto de partida en la construcción del conocimiento.

Las concepciones alternativas de los estudiantes pueden, en ocasiones, ser erróneas o discontinuas, en la medida que el diagnóstico de algunas dificultades de aprendizaje es tardío o las consideraciones entorno a las teorías científicas no presentan linealidad en los procesos.

Al abandonar modelos descontextualizados, en los que se considera al maestro como transmisor o fuente única de conocimiento y a los estudiantes como receptores, recipientes vacíos que necesitan llenarse; los cuales no realizan aportes significativos en clase o tampoco se consideran las ideas previas de éstos como relevantes en relación a las teorías a abordar. Se propone un modelo pedagógico constructivista, en el cual se inscribe este trabajo, éste parte de las ideas previas de los estudiantes, como dificultades para el avance posterior, y más aún, las considera oportunidades de aprendizaje, cuestiones que pueden ser analizadas y abordadas en la teorización. Por lo cual, se hace especial énfasis en la necesidad de intervenir educativamente en la orientación y reestructuraciones de estas concepciones, en la medida que enriquece el proceso formativo. Tal como lo expresa Campanario (2002) “la intervención educativa en este sentido es necesaria dado que, los alumnos desarrollan sus propias concepciones acerca de la ciencia y del conocimiento científico” (pág. 3). Revisar el modo en que se relacionan los estudiantes con la ciencia y el conocimiento es fundamental, ya que permite identificar las dificultades como una





oportunidad para llevar a cabo el acto educativo, en el cual se propone lograr un acercamiento, desde la construcción propia, a las teorías científicas.

## 2.6 Electroestática

La alternativa que se propone en esta investigación está orientada al reconocimiento de algunos aspectos que intervienen de forma relevante en el estudio de la electrostática, tales como: los diferentes procesos de electrificar y cargar un cuerpo, la clasificación y caracterización de materiales conductores y aislantes (malos conductores), los procesos de medición en la electrostática y sobretodo la construcción de conceptos involucrados en la medición de los fenómenos mencionados, por parte de los estudiantes.

Luego, en este trabajo se hace especial énfasis en los cuatro aspectos mencionados con antelación, entorno a la electrostática, más aun, al proceso de enseñanza-aprendizaje adelantado en las instituciones educativas, ya que son considerados importantes para la comprensión y futura asociación de los fenómenos cotidianos con la temática en cuestión.

Dado que el enfoque de este trabajo propende a la construcción del conocimiento por medio de las interacciones de los sujetos con su entorno, se propone construir los conceptos que guiarán la investigación mediante experimentos que permita aproximar o familiarizar al lector con la temática.

Cabe aclarar que en esta investigación las operaciones matemáticas no son de gran relevancia, ya que se está analizando la interpretación del fenómeno físico y no la forma de cuantificarlo, aunque hay que tener en cuenta que las consideraciones que se hacen sobre la carga eléctrica





remite a quien lee este trabajo a cantidades específicas. Si bien este es el propósito, los desarrollos conceptuales y los procesos experimentales también pueden ser llevados a cabo mediante modelación matemática.

Estos aspectos están orientados por algunos cuestionamientos que favorecen el reconocimiento de las oportunidades de aprendizaje en estudiantes y posibilitan la formulación de una propuesta para su tratamiento.

### **Electrificación por fricción**

En el estudio de la electrostática los términos positivo y negativo son usuales, los cuales hacen referencia a una electrificación vítrea y resinosa, respectivamente. Esto se debe a que sea cual sea la forma de electrificar los cuerpos, algunos se comportan de manera similar al vidrio o la resina electrificada. La interacción entre cuerpos electrificados exhibe una fuerza de atracción o repulsión, esto depende de la naturaleza de los objetos electrificados. Es decir, si un objeto electrificado vítreamente interactúa con otro cargado o electrificado positivamente, los cuerpos experimentan una fuerza de repulsión, la cual cumple con la tercera ley de Newton, pues la experimentan ambos objetos en igual medida (magnitud) pero en sentido contrario. Ocurre igual si la interacción se da entre cuerpos cargados o electrificados resinosamente. Ahora, si los objetos en cuestión presentan diferentes tipos electrificación, la fuerza que experimentan es de atracción. En palabras de Maxwell (1873) “Las propiedades eléctricas de las dos piezas de vidrio son

1 8 0 3



similares entre sí, pero opuestas a las de las dos piezas de resina, el vidrio atrae lo que la resina repele y repele lo que atrae la resina” (pág. 30)<sup>4</sup>

Se observa entonces, que las categorías mencionadas no son más que convenciones, pues en éstas solo existe una cómoda designación de propiedades existentes en su estructura atómica. Tal como lo expresan Guerra, Correa , Nuñez, & Scaron (1985)

Llamaremos categoría de los cuerpos cargados eléctricamente en forma POSITIVA, a aquella clase de cuerpos frotados que INCLUYE al vidrio entre sus miembros. Por exclusión, los cuerpos que *frotados*, NO pertenecen a esa clase diremos que están cargados eléctricamente en forma NEGATIVA.

Esta definición nos aclara que las designaciones “POSITIVA” Y “NEGATIVA” para las categorías, son CONVENCIONALES. (...) Estos son adjetivos que utilizamos para distinguir una categoría de otra, y la distinción radica en que *una* de ellas incluye al vidrio mientras que la otra, no lo incluye. (pág. 7)

En este punto, se realiza una articulación entre lo expuesto anteriormente y lo propuesto por Maxwell (1873) al considerar los cuerpos cargados eléctricamente en forma negativa como una electrificación resinosa.

Si un cuerpo electrificado de cualquier manera se comporta como lo hace el vidrio, es decir, si repele el vidrio y atrae la resina, se dice que el cuerpo esta vítreamente

---

<sup>4</sup> The electrical properties of the two pieces of glass are similar to each other but opposite to those of the two pieces of resin, the glass attracts what the resin repels and repels what the resin attracts.



electrificado; y si atrae el vidrio y repele la resina se dice que esta resinosamente electrificado. Todos los cuerpos electrificados están clasificados ya sea vítreamente o resinosamente electrificado. (pág. 31)<sup>5</sup>

Respecto a la intención de designar un nombre por convención, se propone lo siguiente:

(...) Esas propiedades exactamente opuestas de los dos tipos de electrificación nos justifica el indicarlas con signos opuestos, pero la aplicación del signo positivo a uno y no al otro debe considerarse como una cuestión de convención arbitraria, así como es una cuestión de la convención en los diagramas matemáticos para contar distancias positivas hacia la mano derecha. (ibíd., pág. 31)<sup>6</sup>

Al frotar dos cuerpos, por ejemplo una barra de plástico o vidrio con un trozo de lana, se establece que en el proceso hubo una transferencia de carga tal que los objetos en cuestión quedan cargados eléctricamente o electrificados de manera opuesta, pero en igual medida. En este procedimiento el exceso o defecto de electrones en cada material viene dado por la composición del mismo y difiere en la medida que tenga o no alta capacidad de ceder o ganar electrones del otro cuerpo. En el ejemplo anterior se puede probar, experimentalmente, que la barra de plástico tiene mayor capacidad de atraer los electrones que la de vidrio.

---

<sup>5</sup> If a body electrified in any manner whatever behaves as the glass does, that is, if it repels the glass and attracts the resin, the body is said to be vitreously electrified, and if it attracts the glass and repels the resin it is said to be resinously electrified. All electrified bodies are found to be either vitreously or resinously electrified.

<sup>6</sup> It is the established practice of men of science to call the vitreous electrification positive, and the resinous electrification negative.

The exactly opposite properties of the two kinds of electrification justify us in indicating them by opposite signs, but the application of the positive sign to one rather than to the other kind must be considered as a matter of arbitrary convention, just as it is a matter of convention in mathematical diagrams to reckon positive distances towards the right hand.



Es necesario aclarar que algunos materiales sólidos tienen mayor capacidad de transferir electrones que otros, por lo que al entrar en contacto diferentes partes de un objeto con otro reiteradamente, es muy probable que alguno de éstos quede con un exceso o defecto de electrones, por lo cual se establece que ambos cuerpos se encuentran electrificados por frotamiento, en la misma proporción pero diferente tipo de electrificación: vítrea o resinosa (positiva o negativa, respectivamente).

Para conocer en detalle sobre esta forma de electrificación se expone el experimento 1 presentado por James Clerk Maxwell (1873) en su tratado sobre electricidad y magnetismo.

#### Experimento 1

Friccione un trozo de vidrio y otro de resina, ninguno de los cuales exhibe alguna propiedad eléctrica, y déjelos con las superficies rozadas en contacto. Ellos aún no exhibirán propiedades eléctricas. Ahora, al separarlos, ellos se atraen unos con otros.

Si una segunda pieza de vidrio es frotada con una segunda pieza de resina y si las piezas se separan y se suspenden en la vecindad de las anteriores piezas de vidrio y resina, se puede observar,

- 1) Que las dos piezas de vidrio se repelen una a la otra.
- 2) Que cada pieza de vidrio atrae cada pieza de resina.
- 3) Que las dos piezas de resina se repelen entre sí.



Estos fenómenos de atracción y repulsión son llamados fenómenos eléctricos, y los cuerpos que exhiben eso dicen estar electrificados o cargados con electricidad. Los cuerpos pueden ser electrificados de muchas otras maneras, así como por fricción. (pág. 30)<sup>7</sup>

Es claro que los cuerpos electrificados por fricción requieren de un contacto continuo y directo, en el cual hay una transferencia de electrones de uno a otro cuerpo, quedando así un par de objetos cargados, de forma opuesta (positiva y negativamente), pero en igual medida. Dichos cuerpos al interactuar con otros previamente electrificados exhiben una fuerza de atracción o repulsión, pues no hay interacción sin electrificación en electrostática. Consideremos lo expuesto por Maxwell (1873) en su primer experimento “Ninguna fuerza ya sea de atracción o repulsión puede ser observada entre un cuerpo electrificado y otro no electrificado, cuando en algún caso cuerpos previamente no electrificados son observados actuando sobre cuerpo electrificados, es porque se han electrificado por inducción” (ibíd., pág. 31)<sup>8</sup>. Es por eso que en el ejercicio de acercar un globo electrificado a unos trocitos de papel, estos últimos se ven atraídos por el globo. Pues, previamente hubo una electrificación.

---

<sup>7</sup> Let a piece of glass and a piece of resin, neither of which exhibits any electrical properties, be rubbed together and left with the rubbed surfaces in contact. They will still exhibit no electrical properties. Let them be separated. They will now attract each other.

If a second piece of glass be rubbed with a second piece of resin, and if the pieces be then separated and suspended in the neighbourhood of the former pieces of glass and resin,, it may be observed.

- (1) That the two pieces of glass repel each other.
- (2) That each piece of glass attracts each piece of resin.
- (3) That the two pieces of resin repel each other.

These phenomena of attraction and repulsion are called Electrical phenomena, and the bodies which exhibit them are said to be electrified, or to be charged with electricity. Bodies may be electrified in many other ways, as well as by friction.

<sup>8</sup> No force, either of attraction or of repulsion, can be observed between an electrified body and a body not electrified. When, in any case, bodies not previously electrified are observed to be acted on by an electrified body, it is because they have become electrified by induction.



## **Electrificación por Inducción**

Suponga una esfera de vidrio cargada que pende de un hilo de seda ubicada al interior de un recipiente metálico, del cual, a su vez, se encuentran suspendidas dos láminas de estaño (hojuelas) como indicador de cualquier propiedad eléctrica, el recipiente se encuentra inicialmente neutro y es posible sellarlo. Al introducir un cuerpo cargado en el frasco metálico las láminas de estaño se separan entre sí, indicando que un cuerpo cercano se encuentra electrificado. Tal indicación es posible gracias a la electrificación por inducción, la cual se encarga de reorganizar las cargas del recipiente y del estaño.

Ahora, ubique un cuerpo electrificado en las vecindades de un objeto conductor en estado neutro sostenido por un soporte, que a su vez funciona como aislante, sin tocarlo. Tal experiencia no expone ningún cambio visible en el sistema, pero es sabido que los electrones libres del material conductor son atraídos o repelidos por el cuerpo electrificado, a este fenómeno se le denomina electrificación por inducción. Una posible explicación a este fenómeno radica en que el cuerpo cargado, por efectos de la carga, genera un campo eléctrico que afecta el medio en el que se ubica, de tal forma que si éste carece de electrones se dice que está cargado positivamente y por tanto las cargas negativas de un segundo cuerpo neutro, que se ubica en las proximidades del cuerpo electrificado, se ven atraídas hacia él y las cargas positivas experimentan una fuerza de repulsión. Es pertinente mencionar que en este punto se considera una interacción entre campos electrostáticos. Es por esto que las cargas del material conductor se reorganizan en los extremos próximos al objeto inductor de manera transitoria. Ya que, al separar el objeto electrificado (inductor) las cargas del conductor vuelven a su estado inicial, quedando igualmente neutro.



Para complementar el ejercicio y aclarar lo que se entiende en esta investigación por el método de electrificación por inducción, se expone el segundo experimento propuesto por Maxwell (1873) el cual se puede orientar con la ilustración 1

## Experimento II

Deje que un recipiente vacío de metal este colgado por hilos de seda blancos, y deje que un hilo similar se fije a la tapa del recipiente para que el recipiente pueda ser abierto o cerrado sin tocarlo. Deje que los trozos de vidrio y resina estén igualmente suspendidos y electrificados como antes.

Deje el recipiente originalmente sin electrificación, entonces si un trozo electrificado de vidrio se cuelga dentro de él con un hilo sin tocar el recipiente, y la tapa cerrada, el exterior del recipiente resulta electrificado vítreamente, y se puede demostrar que la electrificación fuera del recipiente es exactamente la misma en cualquier parte del espacio interior que el vidrio está suspendido.

Si el vidrio se saca ahora del vaso sin tocarlo, la electrificación del vidrio será la misma que antes de su colocación y la del vaso habrá desaparecido.

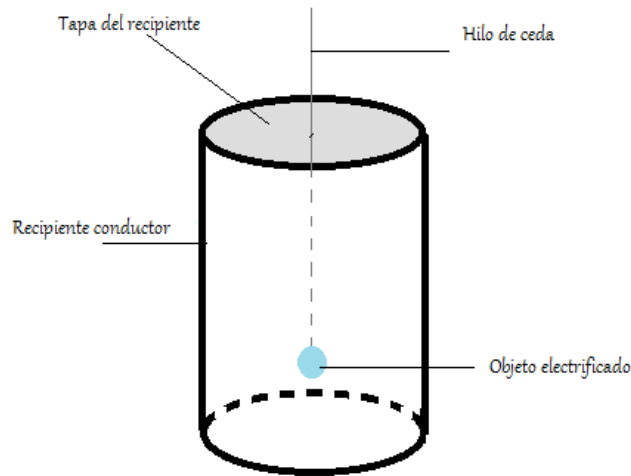
Esta electrificación del recipiente, que depende del vidrio que está dentro, y que se desvanece cuando se retira el vidrio, se llama Electrificación por inducción.

Se producirían efectos similares si el vidrio estuviera suspendido cerca del recipiente en el exterior, pero en ese caso deberíamos encontrar una electrificación vítrea en una parte del exterior del

1 8 0 3



recipiente y resinoso en la otra. Cuando el vidrio está dentro del recipiente, todo el exterior es vítreo y todo el interior es electrificado resinosamente. (pág. 31)<sup>9</sup>



*Ilustración 1. Electrificación por inducción*

En esta forma de electrificación los cuerpos no se tocan, por lo que los objetos en cuestión no pierden ni ganan electrones, es decir no quedan “cargados”, es por ello que la electrificación del recipiente desaparece cuando el vidrio electrificado es retirado. Así, la propiedad física que adquiere el recipiente depende del cuerpo electrificado cercano al él. En cuanto a la electrificación

---

<sup>9</sup> EXPERIMENT II: Let a hollow vessel of metal be hung up by white silk threads, and let a similar thread be attached to the lid of the vessel so that the vessel may be opened or closed without touching it. Let the pieces of glass and resin be similarly suspended and electrified as before.

Let the vessel be originally unelectrified, then if an electrified piece of glass is hung up within it by its thread without touching the vessel, and the lid closed, the outside of the vessel will be found to be vitreously electrified, and it may be shewn that the electrification outside of the vessel is exactly the same in whatever part of the interior space the glass is suspended.

If the glass is now taken out of the vessel without touching it, the electrification of the glass will be the same as before it was put in, and that of the vessel will have disappeared.

This electrification of the vessel, which depends on the glass being within it, and which vanishes when the glass is removed, is called Electrification by induction.

Similar effects would be produced if the glass were suspended near the vessel on the outside, but in that case we should find an electrification vitreous in one part of the outside of the vessel and resinous in another. When the glass is inside the vessel the whole of the outside is vitreously and the whole of the inside resinously electrified.





exterior del recipiente se puede decir que es contraria a la electrificación interna, gracias a una acomodación de las cargas que componen el recipiente. Es decir, una polarización del objeto, tal que si éste electrifica vítreamente el exterior, entonces el cuerpo también se encuentra electrificado positivamente y por tanto la electrificación en el interior del recipiente es resinosa (negativa). Lo cual, se cumple independiente de la posición del objeto electrificado. Si se analiza el estado eléctrico del recipiente en la parte exterior se puede decir que éste tiene un defecto de electrones cuando un objeto electrificado vítreamente se encuentra en el interior del mismo. Es decir, se encuentra cargado positivamente. En cambio, en la parte interior del recipiente hay un exceso de electrones. Aunque en general el recipiente tiene la misma cantidad de electrones y protones, por efectos de un objeto electrificado en sus vecindades el recipiente se carga en una parte de forma positiva y en otra negativa.

### **Electrificación por conducción**

Esta forma de electrificación se establece como el flujo de electrones entre un cuerpo cargado y otro en estado neutro y aislado inicialmente. Al entrar en contacto ambos cuerpos, ocurre que las cargas se distribuyen de tal manera que el objeto cargado le transfiere o le quita electrones al que esta inicialmente “neutro”, quedando éste electrificado positiva o negativamente, según las condiciones del otro objeto. Esto es, si un cuerpo tiene un exceso de electrones y entra en contacto con otro inicialmente neutro, este último se electrifica por inducción y adquiere parte de la carga negativa que le “sobraba” al primero, quedando así con exceso de carga negativa, por lo cual se dice que este cuerpo ha sido electrificado por conducción. Ahora, si el objeto electrificado (buen conductor de electricidad) carece de electrones y se pone en contacto con un cuerpo inicialmente



neutro, la transferencia de electrones se hace de este último al primero, quedando ambos cuerpos con defecto de electrones en la misma proporción.

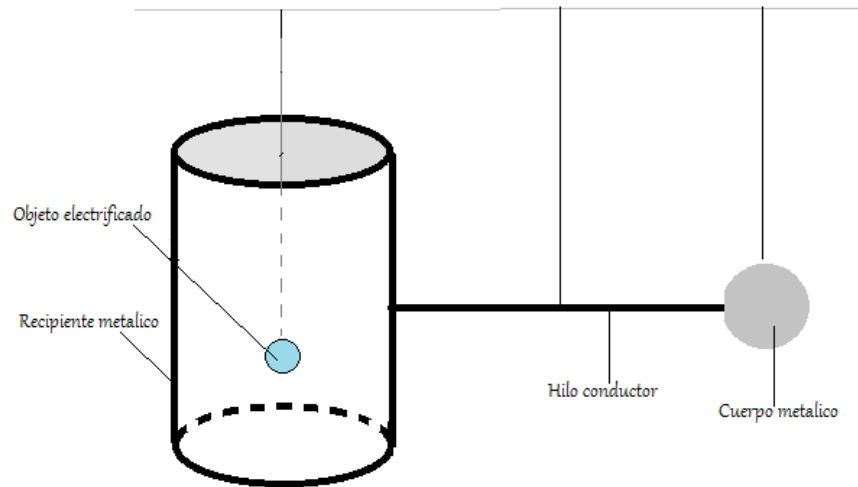
Para comprender más sobre esta forma de electrización, se analiza lo que propone Maxwell (1873) como experimento tres en su tratado sobre electricidad y magnetismo, apoyados en la *ilustración 2*.

### Experimento III

Que el recipiente metálico sea electrificado por inducción, como en el último experimento, deje un segundo cuerpos metálico suspendido por hilos de seda blancos cerca de él, y deje que un hilo metálico, similarmente suspendido, sea traído de manera que toque simultáneamente el recipiente electrificado y el segundo cuerpo.

La condición eléctrica ha sido transferida desde el recipiente al segundo cuerpo por medio del alambre. Se dice que el alambre es un conductor de electricidad y que el segundo cuerpo ha sido electrificado por conducción. (pág. 32)

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1 8 0 3



*Ilustración 2. Electrificación por conducción*

Un caso particular de este fenómeno se da cuando una persona, en su oficina u hogar, se mueve constantemente en una silla plástica con recubrimiento de lana, este sujeto logra estar electrificado por fricción, ahora si dicha persona se aproxima, lo suficiente, a un objeto metálico conectado a tierra puede sufrir una “descarga”. Es decir, al utilizar el metal como hilo conductor los electrones que se mueven a través de éste, pueden ir de la persona a tierra o viceversa.

El experimento presentado por Maxwell se puede evidenciar de diversas maneras, para llevar a cabo dicho experimento es necesario diferenciar cuando un material puede cumplir o no la función de hilo conductor, por lo cual Maxwell (1873) expone:

Si se hubiera utilizado una varilla de vidrio, un palo de resina o gutta-percha, o un hilo de seda blanco, en lugar del alambre metálico, no habría tenido lugar ninguna transferencia de electricidad. Por lo tanto, estas últimas sustancias se llaman No conductores de electricidad. Los no conductores se utilizan en experimentos eléctricos para soportar



cuerpos electrificados sin quitar electricidad. Ellos son entonces llamados Aislantes (pág. 32).<sup>10</sup>

### **Conductores y aislantes**

En los diferentes procedimientos para electrificar un objeto es necesario definir que tan buen o mal conductor es, pues el comportamiento de estos materiales es distinto en los fenómenos eléctricos.

Cabe resaltar que en cuanto a la composición de la materia se pueden definir todos los objetos como conductores, pero serán diferenciados por ser buenos, malos o semiconductores. La conductividad se define por la configuración que presentan ciertos electrones en el átomo. Por tanto, es necesario considerar los aspectos que intervienen, grosso modo, en este proceso; la materia está compuesta por átomos, los cuales en su estructura molecular están conformados, esencialmente, por electrones, protones y neutrones. Luego, el núcleo se compone de protones con carga positiva y neutrones sin carga asociada; y fuera del átomo se encuentran los electrones con carga negativa. Cabe resaltar que cada átomo tiene asociado cierto número de electrones y protones, los cuales son iguales en cantidad, pero diferentes en signo. Por ejemplo, el número atómico del cobre es 29, por lo cual tiene asociados 29 protones al interior del núcleo y 29 electrones girando alrededor en diferentes orbitas. El número de electrones ubicados en las diferentes orbitas se establece mediante una relación matemática  $2n^2$ , siendo  $n$  el valor posicional

---

<sup>10</sup> If a glass rod, a stick of resin or gutta-percha, or a white silk thread, had been used instead of the metal wire, no transfer of electricity would have taken place. Hence these latter substances are called Non-conductors of electricity. Non-conductors are used in electrical experiments to support electrified bodies without carrying off their electricity. They are then called Insulators.



de las orbitas, luego, en la primera orbita  $n = 1$  se ubican  $2(1)^2 = 2$  electrones, en la segunda  $n = 2$  se ubican  $2(2)^2 = 8$  electrones, en la tercera  $n = 3$  se ubican  $2(3)^2 = 18$  electrones, por lo cual al sumar la cantidad de electrones y restar 29 se establece que en la última orbita estaría ubicado 1 solo electrón. El cual, al ser atraído muy débilmente por la estructura interna (núcleo y demás orbitas) del átomo, se puede liberar fácilmente del mismo. Lo cual convierte, el cobre en un material buen conductor. Observando la estructura atómica de algunos materiales, se puede establecer un consenso, todos los buenos conductores tienen en su órbita de valencia (ultima orbita) un solo electrón (electrón libre). En esta misma línea, se establece que los materiales aislantes están compuestos de elementos cuyos electrones están muy compactos, algunas personas refieren el comportamiento de éstos a la ubicación de 8 electrones en su última orbita, por lo cual es muy complejo establecer situaciones que logre apartarlos de las orbitas en las que se encuentran. En relación, a los semiconductores se establece que son materiales cuyo comportamiento se aproxima al del conductor o aislante dependiendo de diversos factores, como la presión, el campo (eléctrico o magnético), la temperatura, entre otros. En estos materiales la cantidad de electrones en la órbita de valencia oscilan entre 2-6, dependiendo del material.

Se puede pensar que en este proceso los electrones son los que circulan de un cuerpo a otro, ya que los protones y neutrones, poseen entre sí una fuerza de corto alcance (fuerza fuerte) que establece un orden o estabilidad al interior del núcleo. Además, si se presenta una relación entre la masa del protón y del electrón se puede observar que la masa del protón es mucho mayor que la del electrón, por lo cual es muy complicado extraer protones del núcleo.



En relación a los conductores y aislantes se proponen una serie de experimentos que dan cuenta del comportamiento de estos materiales en condiciones específicas. Para tal propósito se expone el experimento cuatro de Maxwell (1873)

#### Experimento IV

Los metales son buenos conductores; aire, vidrio, resinas, gutapercha, vulcanita, parafina, etc. Son buenos aislantes; Pero, como veremos más adelante, todas las sustancias resisten el paso de la electricidad, y todas las sustancias le permiten pasar, aunque en grados muy diferentes. (...) Por el momento consideraremos sólo dos clases de cuerpos, buenos conductores y buenos aisladores.

En el Experimento II, un cuerpo electrificado produjo electrificación en el recipiente metálico mientras estaba separado de él por aire, un medio no conductor. Tal medio, considerado como transmisor de estos efectos eléctricos sin conducción, ha sido llamado por Faraday un medio Dieléctrico, y la acción que tiene lugar a través de él se llama inducción.

En el experimento III el recipiente electrificado produjo electrificación en el segundo cuerpo metálico a través del medio el alambre. Supongamos que el alambre se ha quitado y que la pieza de vidrio electrificado ha sido sacada del vaso sin tocarlo y retirada a una distancia suficiente. El segundo cuerpo todavía exhibirá la electrificación vítrea, pero el recipiente, cuando se retira el vidrio, tendrá electrificación resinosa. Si ahora ponemos el alambre en contacto con ambos cuerpos, la conducción tendrá lugar a lo largo del alambre,



y toda la electrificación desaparecerá de ambos cuerpos, mostrando que la electrificación de los dos cuerpos era igual y opuesta. (págs. 32-33)<sup>11</sup>

La importancia de reconocer a qué clase pertenece el material que se emplea en la preparación de un experimento, radica en la efectividad del mismo. Pues, según sea el propósito en la experimentación va ser la elección de los materiales. Luego, no se puede esperar que en una actividad similar al experimento tres de Maxwell, se obtengan los mismos resultados con un hilo conductor aislante.

Considerando lo expuesto con antelación, se puede decir que clasificar un material como conductor, aislante o semiconductor es, desde los sentidos de los humanos, imposible. Pero la experiencia y relación con múltiples objetos en la cotidianidad, permite diferenciar algunos materiales entre aislantes o conductores. Luego, si bien esta clasificación es posible, identificar el estado eléctrico de dichos cuerpos a través de los sentidos, es poco probable sin la ayuda de algún instrumento u objetos externos que permitan una interacción entre sí.

---

<sup>11</sup> EXPERIMENT IV. The metals are good conductors ; air, glass, resins, gutta-percha, vulcanite, paraffin, &c. are good insulators; but, as we shall see afterwards, all substances resist the passage of electricity, and all substances allow it to pass, though in exceedingly different degrees.

For the present we shall consider only two classes of bodies, good conductors, and good insulators.

In Experiment II an electrified body produced electrification in the metal vessel while separated from it by air, a non-conducting medium. Such a medium, considered as transmitting these electrical effects without conduction, has been called by Faraday a Dielectric medium, and the action which takes place through it is called Induction.

In Experiment III the electrified vessel produced electrification in the second metallic body through the medium of the wire. Let us suppose the wire removed, and the electrified piece of glass taken out of the vessel without touching it, and removed to a sufficient distance. The second body will still exhibit vitreous electrification, but the vessel, when the glass is removed, will have resinous electrification. If we now bring the wire into contact with both bodies, conduction will take place along the wire, and all electrification will disappear from both bodies, shewing that the electrification of the two bodies was equal and opposite.

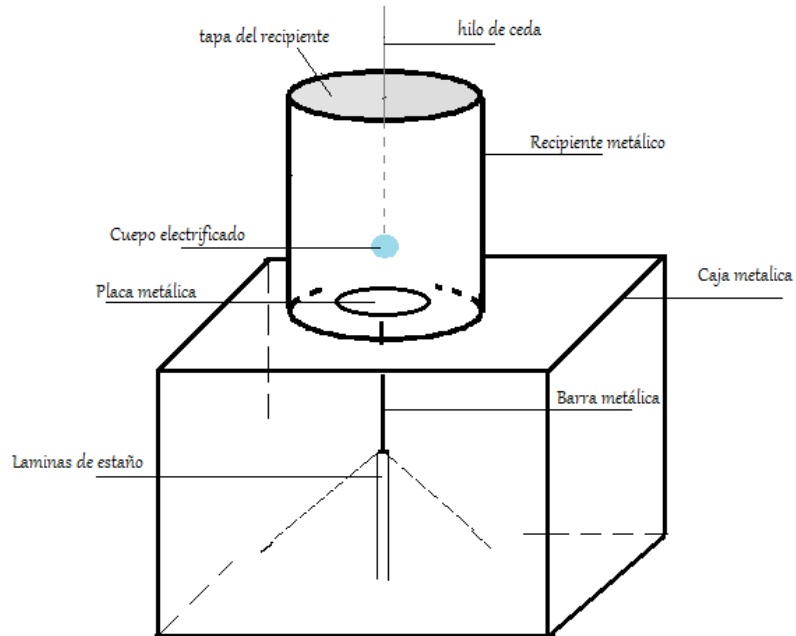


Para reconocer el estado eléctrico de un objeto se requiere de un instrumento llamado *electroscopio* o de la interacción eléctrica con otro material, el cual, preferiblemente, debe ser aislante (papel en pedazos) en un estado eléctrico neutro. Éste se verá atraído por algún objeto, que se identifique como electrificado. Ya que, en la electrificación por inducción dicho cuerpo se polariza gracias a que el material próximo se encuentra electrificado.

La existencia de este instrumento permite, no solo conocer el estado eléctrico de un material, sino también experimentar con múltiples objetos cargados. El electroscopio está conformado por una caja metálica sellada, en la parte superior de la cual hay un orificio por el que pasa una barra metálica, en el extremo de la barra, que se encuentra dentro de la caja, se unen dos láminas de estaño (muy delgadas y de masa depreciable). Cabe aclarar que las hojas de estaño se tocan en el punto donde se unen a la barra. El otro extremo se une a una placa metálica circular, más pequeña que el área superior de la caja, la cual puede ser remplazada por una esfera igualmente pequeña y metálica. Es tarea del instrumento informar sobre el estado de electrificación de un cuerpo.

Cabe resaltar que existen gran variedad de estas herramientas, la mayoría se construyen con materiales de uso cotidiano y de fácil adquisición, uno de estos se propone, posteriormente, en uno de los instrumentos aplicados en esta investigación. Los cuales, a diferencia del descrito con antelación, son poco precisos, pues no consideran todos los factores que intervienen para una buena medida. Para tal propósito, al electroscopio descrito anteriormente se le instala un recipiente metálico, en la parte superior, similar al de la ilustración 1. El cual es presentado en la ilustración 3,





*Ilustración 3. Electroscopio*

En la ilustración 3, las láminas de estaño se presentan en dos posiciones, en la primera se encuentran juntas y en la segunda separadas, las cuales se indican con una línea discontinua. Esta primera, indica que en las proximidades del electroscopio no hay objetos electrificados, en la segunda la divergencia de las hojuelas indica que hay un cuerpo cargado eléctricamente o que dichas láminas fueron electrificadas.

Es posible que las láminas del electroscopio queden separadas aun cuando no hay cuerpos electrificados a su alrededor. En este caso se dice que éstas se fueron electrificadas. Para que esto suceda, se debe aproximar un cuerpo electrificado, de modo que no toque el electroscopio. El cual interactúa con las láminas después de lograr en ellas una electrificación por inducción. Es en este momento donde se lleva a cabo tal electrificación. Para ello se debe tocar por un instante, ya sea



con la mano o un material conductor conectado a tierra, el electroscopio en la parte superior de la barra conductora. Luego, se retira el cuerpo electrificado lo suficiente para descartar alguna interacción. Por último se observa como las hojuelas quedan separadas. Se dice entonces que las láminas del electroscopio fueros electrificadas por conducción.

Ahora, observe que las láminas pueden estar en la posición uno, aun cuando hay cuerpos electrificados a su alrededor. En el experimento 1 propuesto por Maxwell el trozo de vidrio y el de resina después de haber sido frotados entre sí quedan electrificados, por tanto, si se aproximan de forma individual al electroscopio las láminas de estaño se separan en ambos caso. Ahora, si se introducen los cuerpos, sin tocar el recipiente y ni entre ellos, las láminas vuelven a su posición original, indicando que la electrificación de estos objetos era opuesta pero en igual magnitud. Considere el experimento cinco presentado por Maxwell (1873)

#### Experimento V

En el Experimento II se demostró que si un trozo de vidrio, electrificado frotándolo con resina, se cuelga en un recipiente metálico aislado, la electrificación observada en el exterior no depende de la posición del vidrio. Si ahora introducimos la pieza de resina con la que se frotaba el vidrio en el mismo recipiente, sin tocarlo ni el recipiente, se verá que no hay electrificación fuera del recipiente. De esto concluimos que la electrificación de la resina es exactamente igual y opuesta a la del vidrio. (pág. 33)<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> EXPERIMENT V. In Experiment II it was shewn that if a piece of glass, electrified by rubbing it with resin, is hung up in an insulated metal vessel, the electrification observed outside does not depend on the position of the glass. If we now introduce the piece of resin with which the glass was rubbed into the same vessel, without touching it or the



En este experimento, no se hace referencia a un indicador electrostático. Por lo que queda como ejercicio demostrar que estos si ocurre. Ahora, si al sistema propuesto se le incorpora un electroscopio como en la *ilustración 3*. Es posible observar el comportamiento de las cargas en el interior del recipiente. Es decir, cuando se introducen, simultáneamente o no, dos objetos (A y B), los cuales pueden ser de diferente naturaleza, y diferentes tipos electrificación, las hojuelas informan si existe una diferencia para los cuerpos cargados.

Suponga que al objeto A le corresponde una carga eléctrica  $Q_A$  y a B  $Q_B$ . En este ejercicio se pueden observar, principalmente, cuatro comportamientos diferentes en las láminas de estaño.

- 1) Si después de introducir A se introduce B sin tocar ni el electroscopio ni a A, Las láminas aumenta su separación. Se dice que estos cuerpos tienen la misma clase de electrificación.
- 2) Si después de introducir A se introduce B sin tocar ni el electroscopio ni a A, las hojuelas disminuyen su separación. Se dice que  $Q_A > Q_B$ . Esto es, el objeto A esta en un estado de electrificación mayor al de B.
- 3) Si los cuerpos se introducen de forma aleatoria sin tocarse entre sí ni el instrumento y la laminas no presentan ningún tipo de separación. Se dice que los cuerpos se encuentran cargados de manera opuesta pero en igual medida, Es decir  $Q_A = -Q_B$ .

---

vessel, it will be found that there is no electrification outside the vessel. From this we conclude that the electrification of the resin is exactly equal and opposite to that of the glass.



4) Si después de introducir B Consecutivamente A, Las láminas disminuyen su separación angular. Se dice que la electrificación de B es mayor que la de A o también que  $Q_B > Q_A$ .

En síntesis, se dice que dos cuerpos electrificados de cualquier forma cumplen con la una regla adictiva para los estados de electrificación de los cuerpos. Tal como le expresan Guerra, Correa , Nuñez, & Scaron (1985) “Es hecho experimental nuevo (...), que también podamos definir para dos cuerpos con estados de electrización de *cualquier* clase una *operación de unión aditiva*.” (pág. 16). Cabe aclarar que la experiencia sugiere que la regla de unión es independiente de la posición de los cuerpos. Es decir, no importa si se tocan o no. En esta misma línea Maxwell (1873) afirma:

Poniendo cualquier número de cuerpos, electrificados de cualquier manera, se puede demostrar que la electrificación del exterior del recipiente es la suma algebraica de todas las electrificaciones, tenemos, pues, un método práctico de añadir los efectos eléctricos de varios cuerpos sin alterar la electrificación de cada uno. (pág. 33)<sup>13</sup>

Algunos electroscopios tienen un cable de cobre largo que se posa sobre el suelo o cuelgan de un clavo pegado en la pared, esto se conoce como polo a tierra. Dado que el instrumento a utilizar carece de dichos materiales, por practicidad, después de cada medida o uso del electroscopio se toca con la mano, haciendo la función del polo a tierra. Es decir se descarga el instrumento.

---

<sup>13</sup> By putting in any number of bodies, electrified in any way, it may be shewn that the electrification of the outside of the vessel is that due to the algebraic sum of all the electrifications, those being reckoned negative which are resinous. We have thus a practical method of adding the electrical effects of several bodies without altering the electrification of each.



¿Qué ocurre con el estado de electrificación de un cuerpo en el tiempo? Para dar respuesta a este interrogante se propone un experimento. El cual consiste en medir constante la electrificación de dicho cuerpo.

Para llevar a cabo este experimento se dispone de un instrumento de medida y un cuerpo electrificado. El instrumento que se utiliza aquí es el presentado con antelación en la ilustración tres. Ya que, según el propósito es más preciso. En un primer momento se acerca, sostenido por un material aislante, el cuerpo electrificado al instrumento, allí se registra la separación entre las láminas. Luego se aleja el objeto y toca el electroscopio con la mano. Después, acerca, de la misma forma, el cuerpo electrificado y registra la separación entre las hojuelas. Vuelva a retirar el objeto y tocar el instrumento. Realice este procedimiento al menos 15 veces. De esta experiencia se pueden concluir cuatro resultados. El primero, que las láminas siempre guardan la misma separación cuando el objeto se aproxima, indica que la propiedad física que caracteriza este cuerpo permanece en el tiempo. Es decir, se cumple el principio de conservación de la carga. En palabras de Guerra, Correa, Nuñez, & Scaron (1985)

Cuando  $C_0$  es frotado, ADQUIERE una propiedad física que revela su existencia cuando el cuerpo se aproxima al electroscopio. Esta propiedad no desaparece cuando  $C_0$  se aleja y retorna, por lo cual, en principio no parece depender del movimiento que ejecuta el cuerpo” (pág. 5).

En segunda instancia la simetría en la separación de las láminas indica que éstas se repelen con la misma fuerza, por lo que se concluye que la fuerza eléctrica cumple con la tercera ley de Newton. El tercer resultado, indica que el movimiento del objeto electrificado no afecta su estado eléctrico.



Y por último, que la electrificación de las hojuelas o del instrumento es relativa a la posición del objeto cargado, pues las láminas caen cuando este se aleja.

## 2.7 Articulación

Se considera, que al estar situado en un modelo pedagógico constructivista social, el proceso de enseñanza puede entenderse, tomando como referencia a Contreras Domingo (1990), como “sistema de comunicación intencional que se produce en un marco institucional y en el que se generan estrategias encaminadas a provocar el aprendizaje” (pág. 23). En el mismo sentido, Fon Sáenz (1979) lo considera “(...) una función educativa en que la enseñanza constituye el complemento indispensable para que se dé el aprendizaje y a la vez se sustenta en él para formar, entre ambos, el hecho de la instrucción”. Ahora, Centrando la discusión en el análisis del proceso de enseñanza - aprendizaje, la investigación en este campo se ha referido a la promoción de los procesos de autorregulación como una de las principales contribuciones para incrementar la motivación y el aprendizaje académico (Pintrich, 2004; Rosário, Soares, Núñez, González-Pineda, y Rúbio, 2004; Zimmerman, 2000; 2002). En este proceso se considera al estudiante como sujeto activo en su proceso formativo, constructor de conocimiento y por tanto autorregulador de su aprendizaje, “las características fundamentales de estos alumnos que se autorregulan manifiestan que éstos participan activamente en su proceso de aprendizaje monitorizando y regulando los procesos de aprendizaje orientados hacia los resultados” (Pintrich & Shauben, 1992). Por tanto, el papel del maestro en este proceso se remite a “... interaccionar abiertamente en el análisis y debate de los asuntos públicos así como (...) la pretensión de provocar en los alumnos el interés y el



compromiso crítico con los problemas colectivos” (Gómez, 1988) y su formación se orienta al autodescubrimiento personal.

Lograr en el estudiante un aprendizaje basado en la construcción propia del conocimiento, nos ubica directamente en un modelo pedagógico constructivista, “(...) el constructivismo sugiere que enseñar no es decir, sino facilitar ambientes y experiencias conducentes hacia la construcción del conocimiento por parte del aprendiz” (Niaz, 2001, pág. 185). Lo expuesto con anterioridad, tiene relación directa con el ambiente de aprendizaje en el que se desenvuelve el sujeto y el conjunto de prácticas que se generen dentro de los diferentes colectivos de pensamiento, esta concepción de ambiente no está sujeta meramente a condiciones espacio- temporales, sino a “(...) una concepción activa que involucra al ser humano y, por tanto, involucra acciones pedagógicas en las que quienes aprenden están en condiciones de reflexionar sobre su propia acción y sobre las de otros, en relación con el ambiente” (Duarte, 2003, pág. 97). Por ende, “El ambiente debe trascender entonces la noción simplista de espacio físico, como contorno natural y abrirse a las diversas relaciones humanas que aportan sentido a su existencia. Desde esta perspectiva se trata de un espacio de construcción significativa de la cultura” (Duarte, 2003, pág. 100). Se considera entonces que la expresión ambiente de aprendizaje induce a pensar en el ambiente cuando se producen interacciones entre sujetos que lo transforman, por tanto, la escuela no es el único espacio capaz de producir posibles aprendizajes en los sujetos, los ambientes se trasladan a las calles, barrios, familias, entre otros, donde se permite reflexionar y construir un tejido social entorno a los procesos de enseñanza – aprendizaje. Por consiguiente “Aparecen nuevos ambientes de aprendizaje que no parece que vayan a sustituir a las aulas tradicionales, pero que vienen a



complementarlas y a diversificar la oferta educativa” (Salinas, 1997, pág. 4). Cabe resaltar que pensar en ambientes de aprendizaje implica cambiar de mentalidad, visualizar los espacios de formación como ambientes para generar autonomía en el estudiante y construir identidades.

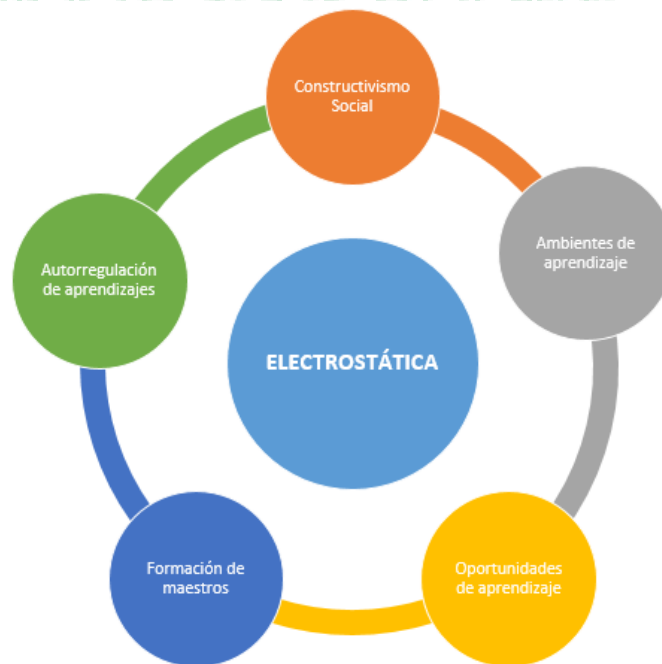
Aunque los ambientes de aprendizaje trasciendan los espacios, éstos “(...) se diferencian de otros entornos de formación en la escuela en tanto que, aunque todos tienen una intención formativa, los ambientes de aprendizaje, como espacios óptimos, demandan una estructura pedagógica y didáctica planeada de antemano” (Alcaldía Mayor de bogota , 2012, pág. 30)

Ahora, si consideramos la física como una construcción social, en la cual los discursos y teorías se adaptan al ambiente y colectivo de pensamiento que los legitime, se puede considerar que el modelo pedagógico analizado en todo este discurso, corresponde con absoluta exactitud, en la medida que “(...) el conocimiento es una construcción subjetiva, en la que la realidad deja de ser una entidad absoluta, como entidad independiente o externa a nosotros mismos. Así, el constructivismo asume que el conocimiento supone una perspectiva *relativa* sobre la realidad” (Pozo, 1996; Pozo, Pérez & Mateos, 1997). “Ésta no puede ser conocida en sí misma, sino a través de los mecanismos de los que disponen las personas” (Delval, 1994, 1997), de tal forma que las acciones de los sujetos que intervienen determinan lo que saben y de qué manera lo saben.

Aunque, en relación a lo expuesto con antelación, se podría plantear el siguiente cuestionamiento, ¿cómo se pueden crear ambientes de aprendizaje que le permitan al estudiante ser individuo reflexivo, en un entorno colmado de personas que están constantemente diciendo como se deben hacer las cosas? En este sentido se puede considerar que al estar inmersos en un mundo positivista, en el cual “el mundo consiste en hechos positivos y reales y fenómenos



observables, por lo tanto el conocimiento científico existe sólo en la descripción de estos fenómenos, y en la postulación de leyes universales” (Niaz, 1994, p. 188), los discursos se encierran en un deber hacer y no en un pensamiento crítico sobre el hacer. Por consiguiente, se considera, en el presente trabajo, el constructivismo como elemento dinamizador de saberes en los cuales el sujeto se ubica en el centro del proceso, como hacedor de teorías y no como individuo capaz de memorizarlas y repetirlas tantas veces como le sea pedido, tal como lo expresa (Cubero Perez, 2005), “La idea de *conocer* como un proceso creativo, en el que los significados son construidos, implica una concepción de las personas como agentes activos, frente a receptores pasivos de “*inputs*” de información” (pág. 47).



**Ilustración 4.** Esquema articulador (Construcción propia)



## 2.8 Guías de trabajo para la educación personalizada

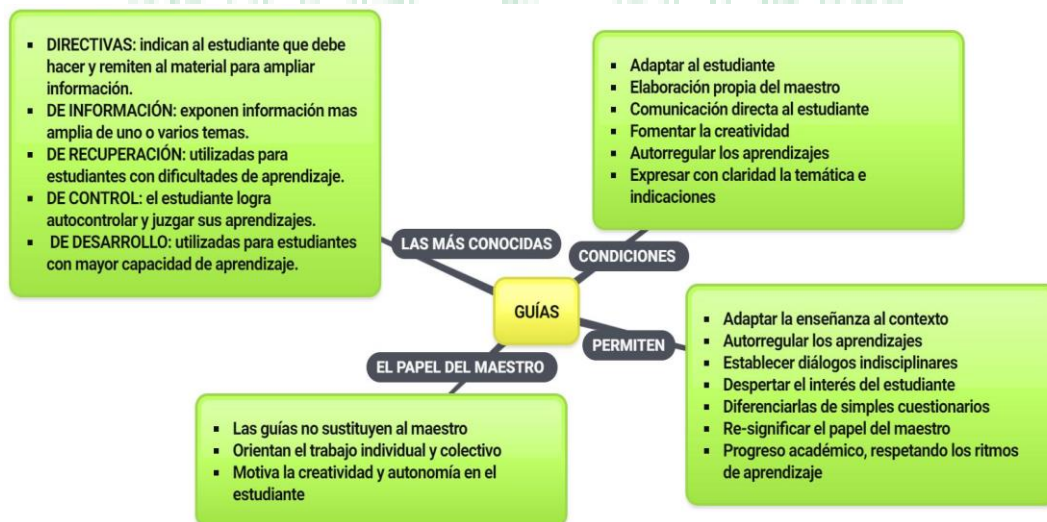
Realizando una mirada retrospectiva se puede observar en el hombre la necesidad imperante de analizar su entorno y promover conductas encaminadas al estudio de su origen y posibles respuestas a la ocurrencia de ciertos fenómenos naturales. Cabe aclarar que estas interpretaciones estaban permeadas por la cosmovisión de cada individuo, lo cual permite reconocer, desde tiempos remotos, que ningún sujeto es idéntico a otro y sus vivencias y modos de aprendizaje tampoco lo son. En este punto, el aprendizaje de cada sujeto está directamente relacionado con sus experiencias e interpretaciones de la realidad; tales interpretaciones requieren algunas mediaciones que mejoren la relación entre el objeto de conocimiento y el sujeto cognoscente.

Una de las mediaciones más importantes es, en primer lugar, la comunicación, la cual permite intercambiar ideas y perspectivas frente al fenómeno observado. Luego, el fenómeno es en sí mismo otra mediación, ya que sin éste y las diferentes interpretaciones de los sujetos se imposibilita la construcción de conocimientos. Por otra parte, el docente como mediador en los procesos, impulsa la creatividad y autonomía en el sujeto, facilitando ambientes de aprendizaje en los cuales se fomente el diálogo y la colaboración entre pares.

Luego, se plantean las guías de trabajo como una herramienta que promueve la creatividad y autorregulación de aprendizajes en los estudiantes, a la vez que congrega las mediaciones anteriormente mencionadas con el fin de facilitar el proceso de enseñanza- aprendizaje. Cabe aclarar que las guías son una ayuda que requiere la participación activa del docente, el cual ofrece a los estudiantes los medios suficientes para adquirir nociones nuevas, lo que permite, a su vez, estimular la actividad intelectual, suscitar la iniciativa, estructurar el saber y ayudar a disciplinar

la mente; al mismo tiempo que fomenta los valores de trabajo individual y colectivo. En palabras de Ferrini (2006) “el proceso educativo debe armonizar estos dos aspectos, el desenvolvimiento individual y la adaptación social” (pág. 32)

Teniendo en cuenta los desarrollos teóricos realizados por Claudia Llano y Atanasio Roldán, (Colegio San Jose de las Vegas Sede Medellín, 2002), se han elaborado tres ilustraciones que recogen las ideas principales sobre las guías de trabajo en la educación personalizada, con el fin de ampliar la definición que se tuvo en cuenta para la presente investigación respecto a éstas.



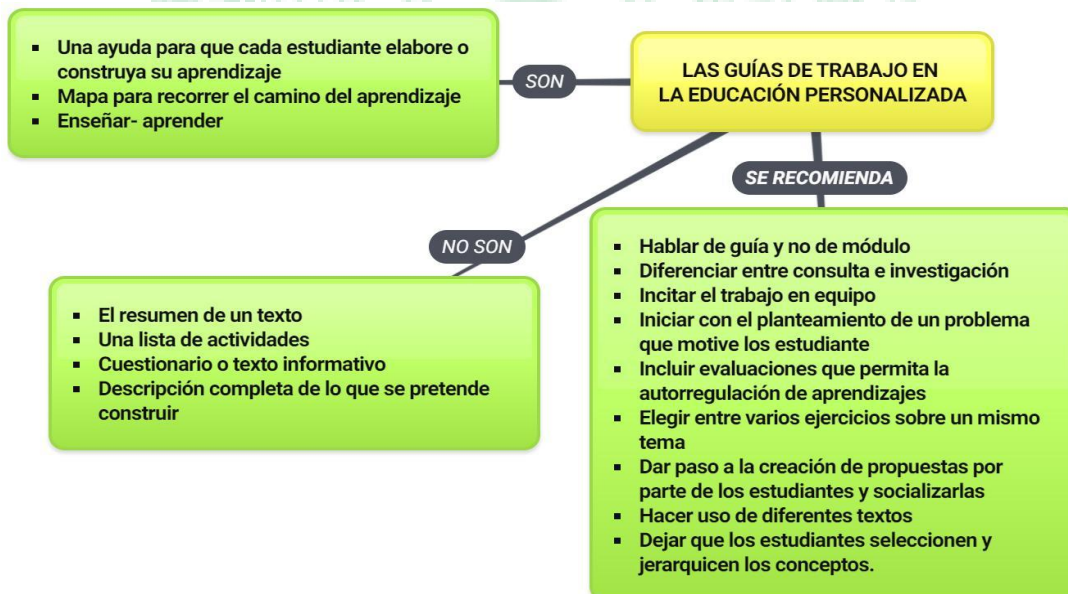
created with [www.bubbl.us](http://www.bubbl.us)

*Ilustración 5. Mapa conceptual sobre Guías (Construcción propia)*



created with www.bubbl.us

*Ilustración 6. Características de las guías (Construcción propia)*



created with www.bubbl.us

*Ilustración 7. Guías de trabajo para la educación personalizada (Construcción propia)*



### 3. Marco metodológico

En este apartado se describen los aspectos metodológicos de la propuesta. Se expone el tipo de investigación que se ha adoptado, el contexto en el que se realizó y los instrumentos de indagación que se utilizaron.

#### 3.1 Caracterización del tipo de investigación

Este trabajo identifica e idea estrategias alternativas en los procesos de enseñanza- aprendizaje y el manejo de concepciones científicas de estudiantes en relación a los conceptos involucrados en el tratamiento de la electrostática; el enfoque en el cual se enmarca la investigación es cualitativo, el cual en términos de Hernández, Fernández y Baptista (2006) se define como,

(...) un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos. Es naturalista (porque estudia a los objetos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales) e interpretativo (pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en términos de los significados que las personas les otorguen) (pág. 9).

Teniendo en cuenta que la realidad se construye mediante la interacción entre sujetos y de los mismos con su entorno, en este tipo de investigación se presta especial interés en la interpretación y por ende construcción de significados que los individuos elaboran a partir de sus propias experiencias. “se considera que toda realidad, desde el átomo hasta la galaxia está configurada por sistemas de muy alto nivel de complejidad, donde cada parte interactúa con todas las demás y con



el todo” (Martinez Miguélez, 2002, pág. 67). Es decir, al considerar al sujeto inmerso en un tejido complejo, estas construcciones movilizan el entorno que lo rodea.

El enfoque cualitativo se caracteriza, principalmente, porque en el estudio de la información recolectada no se realiza un análisis numérico, por lo cual la interpretación y manipulación de la información carece de procedimientos estadísticos o matemáticos. Además, permite trabajar con individuos de modo directo, donde se conocen las concepciones, experiencias, emociones y reacciones frente a la temática en cuestión. En esta misma línea, este enfoque posibilita la descripción detallada, por parte de los informantes, respecto algún concepto de interés. Adicionalmente, facilita el trabajo individual y colectivo, en la medida que, al centrar su atención en las vivencias de cada estudiante, tal y como fueron percibidas, se logran establecer diálogos entre los participantes, enriqueciendo sustancialmente el proceso formativo. Por consiguiente, posibilita el estudio de un fenómeno de interés social y educativo, ya que la subjetividad trasciende de la idea simple a la concepción compleja de fenómeno físico, potenciando la interrelación sujeto-sociedad (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2006)

Por lo tanto, desde la perspectiva de éste trabajo de investigación, se considera que los procesos formativos deben partir del precepto de que no existen verdades absolutas y que el docente no es el poseedor de tales verdades. Los avances científicos tienen lugar en los desarrollos cognitivos del sujeto, por lo cual la educación debe estar orientada a motivar la construcción conjunta del conocimiento, en relación a cada cosmovisión. Se observa como, desde este análisis, las ideas y reflexiones que surgen en el acto educativo son elementos claves en la construcción de las teorías científicas y particularmente en el aprendizaje de los estudiantes.





Cabe aclarar que lo expuesto previamente justifica la elección que se realiza en la investigación respecto al enfoque cualitativo, puesto que al considerar el acto educativo como proceso subjetivo, las reflexiones se acomodan totalmente con las características del mismo.

Luego, esta propuesta se fundamenta en los saberes y concepciones alternativas de estudiantes sobre la electrostática, en la cual no son muy relevante las operaciones matemáticas que se llevan a cabo para cuantificarla. Este proyecto de investigación obtiene información por medio del análisis de tres instrumentos aplicados, los cuales se interpretan teniendo en cuenta las categorías necesarias para el diagnóstico y estudio de la problemática.

La intención de quienes llevan a cabo esta investigación consiste en proponer una alternativa que pueda favorecer el proceso de enseñanza - aprendizaje en los diferentes niveles de educación, la cual está sustentada en un modelo constructivista social, que busca mejorar la calidad de vida de quienes participan del proceso formativo y su entorno; todo esto en el marco de la legislación colombiana.

Por ende, esta investigación se realizó por medio de un estudio instrumental de casos, con el fin de analizar la construcción de significados en estudiantes a partir de la relación de éstos con elementos cotidianos, cabe aclarar que si bien se pretenden comprender casos particulares, esto no podrá prestarse para generalización, pues se consideran las concepciones de cada sujeto como independientes e inherentes a la cultura; se sitúa el análisis en las consideraciones presentadas por Robert Stake en el libro *Investigación con estudio de casos* (segunda edición), según (Stake, 1999) en el estudio de casos se pretende comprender los casos únicos y particulares, que no pueden servir para generalizaciones posteriores, pero que son estudiados a profundidad. Luego, el estudio



instrumental de casos permite aproximarse al fenómeno y su comprensión en profundidad, ya que el interés está puesto más en el proceso y análisis de la información, que en el fin o producto de la investigación. La recolección de información se da mediante entrevistas, observaciones o análisis de algunos documentos.

### 3.2 Descripción del contexto de la investigación

La presente investigación se realizó en la corporación universitaria americana, sede Medellín, ubicada en el sector la playa, la cual ha ampliado su oferta educativa desde su fecha de fundación, centrándose en el desarrollo de competencias para ingresar al mercado laboral. Esta universidad se ha caracterizado por su compromiso social, en la medida que consideran la educación superior como la posibilidad de construir un país fundamentado en la equidad y la justicia social, a traves de la formación de profesionales con sentido social. Esta institución universitaria presenta dos niveles de educación superior, pregrados y posgrado, dividiéndose el primero en 7 programas: derecho, ingeniería en sistemas e industrial, negocios internacionales, administración de empresas (ciclos propedéuticos), contaduría pública (ciclos propedéuticos) y licenciatura en la primera infancia. Por otra parte, la escuela de posgrados tiene asociadas tres especializaciones, en seguridad informática, en gerencia empresarial y competitividad y en gerencia de mercadeo.

Cabe resaltar que esta institución cuenta con tres sedes a nivel nacional, Barranquilla, Montería y Medellín, en la segunda hace parte de la organización educativa integral (OEI) y tiene convenio con el centro de sistemas de Antioquia (CENSA) posibilitando la realización de carreras profesionales, mediante ciclos propedéuticos. La Americana está conformada por 5 bloques, sede





principal, Bancolombia, jurídico, empresarial y club censa, los cuales cuentan con excelentes instalaciones. Además, ofrece amplios espacios de recreación y esparcimiento, tales como: biblioteca, piscina, gimnasio, laboratorios, entre otros.

La Corporación Universitaria Americana ofrece gran variedad de horarios, posibilitando el acceso a la educación superior para todo tipo de población en condiciones de igualdad, favorece la formación de personas que se alojan en las diferentes regiones del departamento, también para quienes trabajan en jornadas continuas y para quienes no lo hacen. Los horarios que se proponen son extremos, entre semana, y de jornada continua los fines de semana. Por lo cual se compone de una gran variedad de estudiantes con múltiples habilidades y condiciones de vida.

En la institución se observa como común denominador que la actividad laboral y el desplazamiento de algunos estudiantes, es un factor que interviene considerablemente en la formación de los mismos. El tiempo disponible para la realización de las actividades propuestas en clase es restringido por las responsabilidades laborales y familiares.

### 3.3 Descripción de los informantes

Como la presente investigación es de carácter cualitativo, por medio de un estudio instrumental de casos, se han elegido cuatro estudiantes de ingeniería en sistemas e industrial de la corporación universitaria americana, que se encuentren, al momento de realizar la investigación, cursando electricidad y magnetismo, teniendo en cuenta los siguientes criterios de selección:

- Disponibilidad horaria, ya que la carga académica y laboral limita el tiempo disponible para atender las actividades académicas que conlleva la investigación



- Disposición para aprender, ya que se requería motivación para realizar las actividades y lecturas planteadas, las cuales eran complementarias a la formación regular.

### 3.4 Instrumentos de investigación

Como se mencionó previamente se usaron tres instrumentos para llevar a cabo la investigación, en primer lugar se aplicó una entrevista semiestructurada para conocer las concepciones alternativas en estudiantes respecto a la temática, luego se aplicó una guía enmarcada en el modelo pedagógico constructivista con el fin de realizar un tratamiento sobre los saberes que tenían los estudiantes, la información recolectada y las interacciones en clase se consignan en una parrilla de observación (anexo 1) que le permite al maestro analizar detalladamente el proceso de enseñanza – aprendizaje. Por último,

A continuación se exponen las características principales de los instrumentos mencionados, grosso modo, con antelación.

#### 3.4.1 Parrilla de observación participante

En el presente trabajo de investigación la observación del maestro es un elemento fundamental en el proceso, ya que éste puede analizar las actitudes, interés y compromisos que establece el estudiante hacia la temática abordada, con lo cual el estudiante asume una posición activa, ya que sabe que se está observando su proceso y respondiendo a los interrogantes que surjan. En palabras de Kewulich (2005) “La observación participante es el proceso que faculta a los investigadores a aprender acerca de las actividades de las personas en estudio en el escenario natural a través de la observación y participando en sus actividades” (pág. 2)

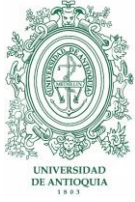


En esta misma línea, la pregunta adquiere gran importancia, ya que permite asociar o reorganizar las concepciones que éste adquiere mediante experiencias cotidianas con los saberes que involucra la teoría científica correspondiente. Luego, la parrilla de observación participante permite caracterizar el tipo de relación que establecen los estudiantes con el conocimiento, además de complementar lo expuesto de manera oral con la extensión de las palabras (gestos), pues es claro que en ocasiones lo que escriben puede ser complementado con la exposición del fenómeno mediante gestos. En palabras de Marshall & Rossman (1989)

La observación participante permite a los investigadores verificar definiciones de los términos que los participantes usan en entrevistas, observar eventos que los informantes no pueden o no quieren compartir porque el hacerlo sería impropio, descortés o insensible, y observar situaciones que los informantes han descrito en entrevistas, y de este modo advertirles sobre distorsiones o imprecisiones en la descripción proporcionada por estos informantes. (pág. 8)

Por tanto, el maestro se involucra en los procesos, en la medida que está dispuesto a escuchar y a construir al interior del aula, sin que ésta esté sujeta a seguir condiciones predeterminadas, es decir, está abierto a eventos y cuestionamientos inesperados. Luego, la observación participante refiere al “proceso de aprendizaje a través de la exposición y el involucrarse en el día a día o las actividades de rutina de los participantes en el escenario del investigado” (Schensul, Schensul, & Lecompte, 1999, pág. 91)

Será aplicada en un entorno (la universidad) permeado por dinámicas sociales y culturales diversas, lo cual posibilita la interacción y construcción del conocimiento desde diferentes



posturas; el resultado de este diálogo intercultural será un eje que atraviese nuestro trabajo en la medida que permite aproximarnos al mundo físico desde la visión de realidades mutables. (Gallego, L. 2015) La parrilla de observación servirá para analizar y caracterizar la relación que establecen los estudiantes con la temática en cuestión.

La parrilla de observación a aplicar es la siguiente (adaptación de trabajo de Lina María Gallego, 2015):

<b>Fecha de la observación:</b>	<b>Lugar de la observación:</b>
<b>Hora:</b>	<b>Población observada:</b>
<b>Descripción de la situación observada</b>	
<p>El investigador participante en éste apartado realiza su propio relato de lo que observa dentro del aula de clase, dando especial énfasis a las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación entre concepciones alternativas y teorías científicas.</li> <li>• Oportunidades de aprendizaje.</li> <li>• Relaciones interpersonales en los procesos de enseñanza- aprendizaje.</li> <li>• Relación del sujeto cognoscente con el objeto de conocimiento.</li> </ul> <p>Se trata de ser detallado para evitar la fuga de información importante para el producto de este trabajo de investigación. Además, ser objetivo y preciso, en la medida de lo posible.</p>	

**Tabla 1.** Parrilla de observación. (Gallego, L. 2015)

1 8 0 3



Estas categorías emergen con el fin de evitar fugas de información importante para el proyecto de investigación. Además, se establecen con el fin de mejorar los vínculos entre investigador y participante, mostrar al investigador lo que los participantes estiman como importante dentro del proceso y poder clasificar en orden jerárquico los conceptos o contenido a abordar para llevar a cabo un aprendizaje significativo.

Las observaciones participantes realizadas en el contexto de la investigación se presentan al finalizar este documento, en el apartado de los anexos.

#### 3.4.2 Entrevista semi- estructurada con discusión grupal orientada a estudiantes

Dado que la mira central de este trabajo de investigación está puesta en contribuir con el proceso de enseñanza- aprendizaje entorno a la electrostática, se plantea una entrevista semiestructurada, entendiendo ésta como una propuesta que establece el entrevistador en la cual se presentan una serie de preguntas que buscan ser ampliadas en el proceso, es decir, según las respuestas que dé el informante se puede ampliar sobre la misma o desviarse de la guía inicial. Además, se permite proponer nuevas preguntas que asocien respuestas anteriores para ampliar la concepción que el informante tenga sobre la temática en mención.

Luego, la entrevista semiestructurada si bien tiene preguntas orientadoras, estas no son estáticas, pueden ser ampliadas o removidas según el interés del investigador, tal como lo expresa Corbetta (2007)

En este caso, el entrevistador dispone de un «guion», que recoge los temas que debe tratar a lo largo de la entrevista. Sin embargo, el orden en el que se abordan los diversos temas y el



modo de formular las preguntas se dejan a la libre decisión y valoración del entrevistador. En el ámbito de un determinado tema, éste puede plantear la conversación como desee, efectuar las preguntas que crea oportunas y hacerlo en los términos que estime convenientes, explicar su significado, pedir al entrevistado aclaraciones cuando no entienda algún punto y que profundice en algún extremo cuando le parezca necesario, establecer un estilo propio y personal de conversación. (pág. 351)

La entrevista en la cual se basa el análisis del presente proyecto de investigación consiste en seis preguntas vinculadas con la temática, con el fin de conocer las concepciones alternativas que se tienen sobre algunos saberes importantes para la comprensión del electromagnetismo, en particular, la electrostática. Cabe aclarar, que en relación a cada caso, se generaron preguntas emergentes, lo cual permitió una flexibilidad en entrevista y la posibilidad de ahondar en ciertos conceptos.

### **Preguntas**

1. ¿Cuál es su interpretación del concepto de carga? *Describa de manera clara su respuesta.*
2. *¿Cuáles fenómenos cree usted que estudia la electrostática?*
3. ¿Cuál cree usted que es la diferencia entre un cuerpo electrificado y uno cargado? ¿cree que existe realmente esa diferencia? ¿Por qué? *Describa de manera clara su respuesta.*
4. ¿Qué tipos de electrificación conoce? *Describa de manera clara su respuesta.*



5. ¿Es posible verificar si un cuerpo se encuentra o no cargado? Si es posible, explique de *qué* manera. Justifique su elección.
6. ¿Cuál es su interpretación sobre el concepto de “interacción física”?

Cabe aclarar que los interrogantes anteriores se plantean con el fin de que los estudiantes expresen libremente sus ideas acerca de los conceptos involucrados en la electrostática, los cuales pueden ser analizados, discutidos y ampliados, con el propósito de identificar las concepciones alternativas en estudiantes y proceder con el tratamiento de éstas. Por lo cual, se solicita que respondan sin ayuda de recursos externos.

Las respuestas recogidas durante el proceso, se muestran en el apartado de anexos, ubicado al finalizar el texto.

#### 3.4.3 Guía como instrumento de investigación

Las guías en las prácticas de laboratorio, han sido analizadas como tema fundamental en diversas ocasiones, por no cumplir con los objetivos que se proponen en principio los docentes que las construyen, formar estudiantes capaces de interpretar la física y no idóneos para dar respuestas o manipular resultados con el fin de ser coherentes con las teorías científicas. Algunas experiencias en el campo educativo sugieren que las causas de una práctica de laboratorio incompleta o una carencia de conexión entre los contenidos abordados y las actividades experimentales son, en ocasiones, el desconocimiento del para qué sirve lo que se plantea en la guía, la practica mecanicista sin fundamento teórico, es decir, replicar o repetir lo que dice la guía sin saber por qué, y sobre todo por reducir la experimentación a subsidiario de la teoría, el





experimento verifica lo que se expone en la teoría y no sirve para construirlas. Tal como lo expresa Hodson (1994)

Muchas de las dificultades discutidas con anterioridad son debidas a la manera irreflexiva en que los diseñadores de planes de estudio y los profesores hacen uso del trabajo práctico. En pocas palabras, es sobreutilizado e infrautilizado. Es usado en demasía en el sentido de que los profesores emplean las prácticas como algo normal y no como algo extraordinario, con la idea de que servirá de ayuda para alcanzar todos los objetivos de aprendizaje. Es infrautilizado en el sentido de que sólo en contadas ocasiones se explota completamente su auténtico potencial (pág. 304)

Si bien se ha remitido el uso de las guías a un cuestionario o receta, enmarcados en un modelo constructivista, las prácticas de laboratorio deben ser reducidas en cantidad y aumentadas en reflexión, es decir, se considera más provechosa la realización de una sola actividad, la cual se interprete y socialice, que la realización de diversas actividades de forma repetitiva y memorística. Muchos estudiantes presentan total desarticulación entre lo que están aprendiendo en teoría y lo que van a realizar a los laboratorios, esto, en ocasiones, se debe a que las concepciones que tienen son diferentes a las consideradas en las teorías científicas, por lo cual es de vital importancia establecer conexión entre éstas mediante actividades experimentales que permitan realizar comparaciones entre las mismas.

### **Formas en que se analizarán los resultados**





En los procesos de enseñanza- aprendizaje de la física, la experiencia sugiere que se han presentado algunas dificultades para la comprensión, a cabalidad, del fenómeno físico, una de las cuales estriba en la comprensión de los conceptos involucrados, pues se observa que los procesos que se adelantan al interior de las instituciones son meramente operativos y memorísticos.

Para realizar un acercamiento a lo que se entiende por concepto científico, se deben considerar algunas variables, tales como: el saber clasificar por características similares un objeto, la delimitación del objeto mediante la suma de sus características y la aplicación del concepto en condiciones concretas. Además y sobretodo el hecho de conocer las propiedades que lo conforman. (Alvarez, 2011)

Luego, “la formación de conceptos científicos supone tanto la generalización de elementos aislados como la capacidad de abstraer, de identificar separadamente los componentes de manera independiente a la realidad dada, requiere por tanto del análisis como de la síntesis (...)” (Tamayo, 2001).

Por tanto, una de las formas para analizar los resultados obtenidos consiste en el estudio riguroso de las palabras que expone cada informante para explicar los fenómenos observados, así como la forma de identificar y vincular las propiedades que pueden tener relación entre sí.

Ahora, la comparación de los resultados obtenidos, luego del análisis por palabras, se realiza por medio de una matriz de doble entrada, en cuyo eje vertical se ubican las preguntas o conceptos en mención, y en el horizontal los casos que se analizaran. La cual permite, sintetizar la información recolectada y visualizar las consideraciones de cada caso por separado y de forma



visual o gráfica, para quienes se identifiquen con esta forma de aprender o leer los textos. Luego, se define como matriz de doble entrada a una tabla que permite reorganizar, sintetizar y comparar la información, con el fin de lograr un mayor análisis de los conceptos involucrados en la temática.

En esta misma línea, se observa la gran importancia de establecer comparaciones en el proceso de obtención de conclusiones, mediante esta herramienta se destacan las semejanzas y diferencias entre las unidades puestas en paralelo, y (...) “hace posible la formulación de sus propiedades fundamentales, a partir de las cuales puede llegarse a una definición, ilustración y verificación de esa categoría” (como se cita en Rodríguez, Gil, & García (1996, pág. 30)). Por tanto, se presenta la matriz de doble entrada, es decir la comparación de filas o columnas, como una de las principales formas de extraer conclusiones y sintetizar la información.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1 8 0 3



#### 4. Resultados y análisis de la investigación

En este apartado se realiza el análisis de la información recogida, recorriendo cada caso mediante el análisis por palabras y finalizando con una matriz de doble entrada en la que se expone el consolidado final (general), considerando como elemento base los aspectos establecidos previamente *los diferentes procesos de electrificar y cargar un cuerpo, la clasificación y caracterización de materiales conductores y aislantes (malos conductores), los procesos de medición en la electrostática y sobretodo la construcción de conceptos involucrados en la medición de los fenómenos mencionados, por parte de los estudiantes.* Cada uno de los casos se analiza con base a las respuestas que presentaron en una prueba inicial (diagnostica), los análisis que surgieron en la propuesta de intervención que se realizó mediante una guía enmarcada en el constructivismo social y por último, las actitudes, expresiones y comportamientos plasmados en la parrilla de observación participante.

##### 4.1 Análisis del caso 1

Al realizar un primer acercamiento a este caso, se observa que relaciona el concepto de carga, con una propiedad física que almacena la materia, la cual genera fenómenos físicos al entrar en interacción con otros. En este punto, es necesario aclarar que esta definición, se aleja de lo considerado en el marco teórico de esta investigación, en el cual se considera la carga eléctrica como una característica intrínseca de la materia, desde un punto de vista atómico. Difiere en la medida que le asigna a la materia la tarea de almacenar carga, dejando abierta la posibilidad de que esta propiedad desaparezca.



En el desarrollo del primer momento, reconoce la existencia de otras formas de electrificación, indicando que en estos procesos interviene el exceso de carga de los cuerpos, su composición (estructura atómica) y su forma, cuestión que no analizaba en la entrevista inicial. Durante el desarrollo de la propuesta de intervención, indica que la electrificación por inducción permite la reordenación de las cargas en cuerpos que inicialmente se definen como neutros. Sin embargo, no la reconoce como un método para cargar un objeto. Lo cual, considerando lo expuesto en el marco teórico, sí deviene un método, ya que se puede decir que en esta reorganización de las cargas, el cuerpo se encuentra cargado en un sector vítreamente y en el otro resinosamente, en la misma proporción.

Por otra parte, resalta la función de los sentidos en el momento de identificar el estado eléctrico de un cuerpo, indicando que él puede ver y escuchar cuando el objeto cargado se descarga en otro. Por lo que en este argumento se requiere de la interacción entre dos o más cuerpos. Luego, afirma que existe un instrumento llamado electroscopio que revela el estado eléctrico de un objeto. En este punto, no considera el hecho de que el electroscopio no modifica el estado eléctrico del objeto con el cual interactúa.

A pesar de la constante experimentación con materiales aislantes y conductores, para este caso se mantiene la relación, en las tres sesiones de clase, de que materiales conductores se electrifican con mayor facilidad que los aislantes. Sin embargo, en el momento 1 sugiere, para observar la interacción eléctrica entre cuerpos frotados e inicialmente neutros, el uso de materiales aislantes (malos conductores) tales como: un lápiz de madera, un globo y una peinilla. Lo cual, no está acorde con lo expresado en el momento 3, en el cual considera que “el cobre



por ser metal se electrifica con mayor facilidad que la madera” logrando atraer el cuerpo que está colgando (ver momento 3 de la propuesta de intervención). Esto no es coherente, con lo expuesto por Benjamín Franklin (1988) quien establece “(...) la existencia de aisladores, esto es, sustancias que se electrizan con facilidad por frotamiento” (pág. 20). Este argumento se proponía en la actividad 3.1, como enunciado del crucigrama. Cabe mencionar que para este caso la respuesta fue acertada, esto se dio luego de la mediación de los investigadores respecto a la comparación con situaciones concretas analizadas en actividades anteriores (electrificación por fricción con diversos materiales). Luego de realizar las actividades reconoce que a lo que llama en un momento inicial “cuerpo sin carga” es realmente un cuerpo eléctricamente neutro.

Para este caso, una forma de analizar si el cuerpo se encuentra cargado, es mediante la implementación de un “polo a tierra”. Por consiguiente, en la utilización del electroscopio sugiere tocarlo en la parte superior, como una forma de descargarlo totalmente después de acercarle un cuerpo previamente electrificado. Siguiendo el procedimiento y acercando un cuerpo reiteradamente al electroscopio, se puede evidenciar que la carga se conserva, siempre y cuando no interactúe con ningún elemento externo. Por ende, el caso 1 expone que “Si la carga interactúa con algún elemento ésta se va transfiriendo”. Para evitar esa situación, utiliza un trozo de lana para sostener el cuerpo electrificado, donde la función de éste es evitar la transferencia de electrones de un cuerpo al otro; lo cual se realiza con el fin de obtener una medida uniforme. En este sentido Mario Guerra (1985) afirma

Cuando  $C_0$  es frotado, ADQUIERE una propiedad física que revela su existencia cuando el cuerpo se aproxima al electroscopio. Esta propiedad NO desaparece cuando  $C_0$  se aleja



y retorna, por lo cual, en principio NO parece depender del movimiento que ejecuta el cuerpo” (pág. 5).

Por otra parte y respecto a los factores que intervienen en la electrificación de cuerpos, en un primer momento expresa que las condiciones para que un cuerpo se pueda cargar eléctricamente corresponden únicamente a la composición y forma del material. Posteriormente, al realizar las actividades propuestas, en el momento 5 indica que también influyen las condiciones externas del ambiente, por ejemplo la humedad.

Por último, en relación a las actividades experimentales planteadas para el reconocimiento del concepto de carga como magnitud, el caso establece que al introducir varios cuerpos en el electroscopio la carga se suma, lo cual se puede verificar en la divergencia de las láminas de estaño.

Se observa que este caso, logra aplicar el concepto a condiciones concretas, esto se percibe en la manera que asocia fenómenos cotidianos con las formas de electrificar un cuerpo y la interacción entre objetos cargados. Luego, se concluye que mediante la implementación de la propuesta de intervención se lograron mejoras significativas en relación a las concepciones previas del estudiante.

#### 4.2 Análisis del caso 2

Considerando la entrevista inicial, para este caso la interacción entre cuerpos cargados, se presenta únicamente por contacto. Tal declaración difiere de las interacciones presentadas en el marco teórico, allí, en la electrificación por inducción los cuerpos exhiben, generalmente, un



fuerza de atracción, este efecto no requiere de un contacto. Ya que, se produce por una interacción entre campos electrostáticos. Además, asegura que la carga define la polaridad del material, tal que un objeto “genera una carga sea negativa en el otro elemento y + en el que la transfiere”. Respecto a esta afirmación, se puede decir de una forma tradicional que “la carga no se crea ni se destruye”. Para este caso no hay distinción entre fenómenos electrostáticos y electrodinámicos. Propone en el momento 1 descargar un objeto electrificado utilizando un imán y dos agujas, donde es claro que los fenómenos magnéticos se basan, fundamentalmente, en el movimiento de la cargas. Además, sugiere que para lograr electrificar un cuerpo, el proceso se debe llevar a cabo en un espacio donde no intervienen los campos magnéticos fuertes.

Para este caso, determinar el estado eléctrico de un cuerpo se puede lograr en la interacción con otro, el cual debe tener ciertas características, una de ellas es estar electrificado. De tal forma que si los cuerpos se repelen o se atraen es porque el primer objeto se encontraba electrificado. Esta afirmación se descarta como método, ya que, según el marco teórico, en la electrificación por inducción se requiere que uno de los objetos se encuentre cargado y el otro no. Por tanto, si el cuerpo prueba se encuentra electrificado la interacción con el objeto de interés es evidente. En esta misma línea, asegura que un cuerpo se reconoce como electrificado o cargado si transfiere electrones cuando entra en contacto con otro cuerpo, sin importar la naturaleza de este último. Es pertinente definir el tipo de material con el que se pretende realizar el contacto, es decir un material aislante o conductor. Si éste es aislante no es posible una hablar de una transferencia de electrones. Si se tiene en cuenta lo descrito en el marco teórico. Ahora, si el material es conductor, se puede presentar una transferencia de electrones, modificando la propiedad física





del objeto en cuestión. Además, sugiere que los sentidos sirven como instrumento para identificar el estado eléctrico de un objeto. Por otra parte, la utilización del electroscopio, le permitió reconocer un instrumento de medida y entender el mecanismo del mismo. Aunque en el ejercicio de acercarse en repetidas ocasiones un cuerpo electrificado al electroscopio se observó que la separación entre las lamidas se mantenía, decide seguir la intuición y asegura que el objeto sede la carga eléctrica, aun cuando solo se realiza este procedimiento.

Dentro de los experimentos realizados la utilización de uno u otro objeto parece no tener relevancia en este caso, ya que en el momento 1 trabaja con cuerpos aislantes que se electrifican por fricción y atraen cuerpos inicialmente neutros. Posteriormente, indica que los materiales conductores se electrifican más fácil que los aislantes, asegura esto aunque no lo puede evidenciar experimentalmente. Aunque afirma que la electrificación depende del material, en la medida que este puede ceder o ganar electrones, no hace referencia al tipo de material que se debería emplear.

La información presentada por este caso es escasa, debido a la no participación en los momentos finales. Posiblemente el desinterés de éste en los ejercicios finales, sea un factor determinante en las respuestas evasivas y no coherentes con el marco teórico.

#### 4.3 Analisis del caso 3

En relación al concepto de carga expuesto por el tercer caso, un valor característico que posee una molecula, se considera que esta concepcion se acerca un poco a lo que se propone como sustento teorico en este trabajo. Luego, la dificultad de este caso radica basicamente, en un





principio, cuando establece que entre algunos fenómenos estudiados por la electrostática, se encuentra el campo magnético, por lo cual se observa que no hay clara distinción entre los fenómenos electrostáticos y los electrodinámicos. De igual forma, se observa un desconocimiento de la diferencia entre cuerpos cargados y electrificados, al proponer respuestas incoherentes a las preguntas formuladas, en este sentido, propone que “el cuerpo cargado es una forma por la cual obtiene la energía”.

Las consideraciones realizadas en el primer momento de la guía, muestran un acercamiento a la tercera ley de Newton en la medida que expone que tanto la peñilla como los papeles experimentan una fuerza de atracción de igual magnitud, pero difiere en la relación de masas que se establece entre éstos. Aunque en ocasiones se desdibuja esta noción, al considerar que al interactuar un cuerpo electrificado con otro inicialmente neutro, este último no modifica su estado de electrificación en el proceso. Cabe aclarar que esta consideración estaría acorde con la expuesta en el marco teórico si se expresara la modificación del estado de electrificación retirando el objeto cargado. Pues durante el proceso hay una reorganización de las cargas, por lo cual sería arriesgado expresar que no se altera el estado de electrificación del cuerpo.

Respecto a los cuestionamientos sobre el papel de los sentidos en la verificación de la electrificación de los cuerpos, este caso expone que el tacto logra identificar si un cuerpo está o no cargado, pues se siente la descarga cuando interactúa con otro. En esta misma línea, se presenta, con gran naturalidad, que al ubicar la mano sobre el cabezal del electroscopio, éste se devuelve a su estado inicialmente neutro, este proceso se realiza luego de ponerlo en contacto o proximidad con un cuerpo cargado previamente.



Por otra parte, se observa que el estudiante logra reconocer como factor fundamental que interviene en la electrificación de los cuerpos, la humedad del ambiente. Aspecto que no entraba en consideración en la entrevista semiestructurada, pues proponía como factor determinante un material con “propiedades conductoras”.

En relación a la carga como magnitud, se establece durante la intervención, una forma de “medir el nivel de carga de los cuerpos electrificados” por medio del electroscopio, en la práctica experimental el estudiante sugiere como propuesta para realizar tal medición, el uso de una escala ubicada al interior del instrumento, asignándole a ésta grados respecto a la vertical, luego se propone introducir diferentes cuerpos, entre los cuales se debe devolver el electroscopio a su estado inicial, y mediante comparación de ángulos respecto a la divergencia de las hojas de estaño, determinar cual objeto está “más o menos cargado” que otro. Tal propuesta es similar a la que afirma Mario Guerra & otros (1985) en el libro *FISICA elementos fundamentales*, página 13.

En la misma línea, propone que al introducir un cuerpo frotado y el material con el que fue frotado en el electroscopio, las hojas de estaño vuelven a su estado inicial (vertical), ya que al estar próximos, éste le quita las cargas que le había cedido, por lo cual se neutraliza el sistema. En este caso se establece que no es necesario el contacto o proximidad de los cuerpos para que esto suceda. Para ampliar la explicación del suceso, Maxwell (1873) afirma,

Poniendo cualquier número de cuerpos, electrificados de cualquier manera, se puede demostrar que la electrificación del exterior del recipiente es la suma algebraica de todas



las electrificaciones, tenemos, pues, un método práctico de añadir los efectos eléctricos de varios cuerpos sin alterar la electrificación de cada uno. (pág. 33)<sup>14</sup>

En este punto, se puede observar experimentalmente, que al retirar uno de los cuerpos del instrumento, las hojas vuelven a divergir, pues la propiedad la conserva tanto el cuerpo que se alejo como el que continuaba dentro del electroscopio. Por tanto, si bien el electroscopio exhibe un estado de electrificación neutro, esto es debido a la suma algebraica de las cargas interiores y no a la neutralización de los cuerpos al interior de éste.

Finalmente, reconoce que únicamente con los sentidos no puede analizar si el cuerpo está o no cargado, es necesario la interacción con otro cuerpo o la implementación de un instrumento que sirva de “delator” en caso de que se aproxime un cuerpo previamente electrificado. Esto no lo consideraba en la entrevista que se realizó inicialmente. Además, se presenta un gran avance en cuestiones de diferenciación entre cuerpos electrificados y cargados, ya que especifica que para cargar un cuerpo es necesario hacer contacto con él y la electrificación se deriva de la forma de electrificar un cuerpo por inducción. Sin embargo, no considera el tipo de material a utilizar y la composición del mismo, ni las otras formas de cargarlo o electrificarlo.

#### 4.4 Análisis del caso 4

De igual forma que los casos anteriores, una generalidad respecto al concepto de carga está en considerarla una “elemento” o propiedad almacenada. En relación a este caso, se presenta un

---

<sup>14</sup> By putting in any number of bodies, electrified in any way, it may be shown that the electrification of the outside of the vessel is that due to the algebraic sum of all the electrifications, those being reckoned negative which are resinous. We have thus a practical method of adding the electrical effects of several bodies without altering the electrification of each.



desconocimiento de la carga como propiedad intrínseca a la materia. Además, sugiere que entre los fenómenos que estudia la electrostática solo se encuentra la reacción entre partículas de diferente carga y no considera la interacción entre cuerpos con igual carga. Desde esta concepción se consideran una serie de dificultades en la respuesta a los demás interrogantes, un claro ejemplo de esta problemática se encuentra en considerar la carga como un fluido que llena un contenedor, es pertinente recordar que las consideraciones enmarcadas en el modelo de fluido eléctrico, están muy alejadas del modelo submicroscópico de la naturaleza eléctrica actualmente aceptado (Furio & Guisasola, 1999).

Si bien solo considera la forma de electrificar un cuerpo mediante frotamiento, expone que al contacto se puede sentir si está o no cargado. Además, en el desarrollo de la propuesta de intervención, se logra observar un breve acercamiento del estudiante a las otras formas de electrificación y el comportamiento de los materiales en diferentes condiciones. Por otro lado, aunque persiste en la idea de que únicamente por medio del tacto puede percibirse si un cuerpo se encuentra o no electrificado, en actividades posteriores considera importante la intervención del electroscopio como instrumento para revelar el estado eléctrico de un cuerpo.

Cabe resaltar que este caso considera en todo momento que los factores externos, del ambiente, influyen considerablemente en el proceso de electrificación de los cuerpos. Además, sugiere, con naturalidad, que la intención de tocar el electroscopio con la mano, es hacer las veces de polo a tierra, es decir, neutralizarlo. Respecto al marco teórico, esta concepción es cierta en la medida que el cuerpo está conectado a tierra y sirve para descargar los cuerpos electrificados, esto se establece por convención.



Finalmente, al preguntarle sobre materiales conductores y aislantes, luego de la lectural de documento de Guerra, Correa , Nuñez, & Scaron (1985) y Franklin (1988) se establece un buen acercamiento hacia los conceptos en la realizacion del crucigrama.

En este caso, no se logra extraer mucha información debido a que las respuestas eran cortas y no pretendian ser ampliadas.

Se presentan a continuacion dos matrices de doble entrada, en las que se analiza y sintetiza la infromacion recolectada por medio de los instrumentos de investigacion y el analisis por palabras expuesto con anterioridad. En la primera, se reorganizan las respuestas de los entrevistados por medio de la entrevista semiestructurada, con el fin de conocer, en sintesis, las concepciones alternativas propias de cada sujeto; y en la segunda se relacionan tres momentos, que se consideran cruciales dentro del proceso, el acercamiento conceptual, el desararrollo y el consolidao final.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1 8 0 3

Casos Preguntas	Uno	Dos	Tres	Cuatro	Resultado conceptual
¿Cuál es su interpretación del concepto de carga?	Fenómeno o estado que almacena la materia para entregar su función.	Determina la polaridad de un cuerpo	Valor característico que posee una molecula	Fuerza que esta contenida	La mayoría de estudiantes entrevistados consideran que la carga es un objeto que esta almacenado en los cuerpos
¿Cuáles fenómenos cree usted que estudia la electrostática?	Los cuerpos que se encuentran cargados eléctricamente.	Fenómenos de excitación de electrones de valencia	Interacción entre moléculas, campos magnéticos, entre otros	Reacción entre partículas de diferente carga	Los estudiantes consideran que la electrostática estudia la interacción entre partículas o moléculas sin tener en cuenta si están en movimiento o reposo
¿Cuál cree usted que es la diferencia entre un cuerpo electrificado y uno cargado? ¿cree que existe realmente esa diferencia? ¿Por qué?	Un cuerpo electrificado es aquel que lo excita algo externo y los electrones se mueven y cargado es el que conserva los electrones.	Esta electrificado cuando tiene un número de electrones en el átomo superior al natural	Electrificado es aquel que tiene energía y cargado es la forma para obtenerla	Cargado: completamente lleno de carga y se puede descargar en otro cuerpo	Los estudiantes entrevistados, en su mayoría, consideran que la diferencia está en que un cuerpo electrificado cede carga y uno cargado tiene acumulación de esta y la conserva
¿Qué tipos de electrificación conoce?	Electricidad inductiva, carga activa, estática y carga por fricción	frotación de materiales	frotamiento, inhibición y transmisión	Frotamiento y transmisión	De modo general, los estudiantes solo hacen referencia a la electrificación por fricción
¿Es posible verificar si un cuerpo se encuentra o no cargado? Si es posible, explique de qué manera.	Si, con un instrumento	Sí, material con carga prueba en contacto directo o a distancia con otro	Haciendolo interactuar con materiales conductores	Al contacto se puede sentir	Algunos sugieren el uso de materiales prueba o instrumentos, de tal forma que se evidencie una reacción.
¿Cuál es su interpretación sobre el concepto de "interacción física"?	Relación entre los cuerpos con o sin cargas eléctricas.	Cuerpo contra cuerpo	Cuando tiene contacto un cuerpo con otro	Cuando dos cargas, iguales o diferentes, reaccionan	La mayoría de estudiantes sugieren que la interacción física hace referencia al contacto entre cuerpos
Análisis de los casos	Este estudiante inicialmente considera que la carga esta almacenada en los cuerpos, mas adelante establece interacciones entre cuerpos que tienen o no cargas electricas. Por tanto, no hay coherencia entre los dos momentos. Además, no hay distinción entre electrostática y electrodinámica.	En primera instancia considera que en los fenomenos electrostaticos los cuerpos obtienen electrones, pero no los ceden. Por otra parte, propone interacciones a distancia en fenomenos electrostaticos. Además, no establece diferencias entre electrostática y electrodinámica.	No se presenta una clara distinción entre molecula y átomo. Además, no establece diferencias entre electrostática y electrodinámica.	No hay coherencia al considerar si la electrostática estudia o no la reacción entre partículas de cargas iguales. Cabe aclarar que propone la carga como una fuerza que se puede transferir. Además, no establece diferencias entre electrostática y electrodinámica.	En general, los estudiantes confunden continuamente la energía con la carga eléctrica, consideran la carga como un objeto o propiedad almacenado en los cuerpos y no establecen diferencias entre los fenomenos electrostaticos y los electrodinamicos. Además, Solo conocen la electrificación por fricción y no tiene conocimientos sobre los demás tipos. Por otro parte, consideran que las interacciones físicas solo se dan mediante el contacto directo entre cuerpos. Cabe resaltar que no se hace referencia al concepto de campo en ninguna parte del ejercicio.

Tabla 2. Información recogida en la entrevista semiestructurada

Casos	Acercamiento conceptual	Desarrollo	Consolidado del conocimiento
1	El reconocimiento de las diferentes formas de electrificar un objeto, permite indagar sobre los efectos en cuerpos electrificados y se dispone para experimentar con los materiales que se encuentran a su disposición, donde reconoce los diferentes objetos empleados como cotidianos y por la experiencia indica si son aislantes o conductores.	La experiencia en el espacio de formación, le permitió indagar sobre las formas de hacer efectivo un evento puntual, como por ejemplo, considerar las condiciones para lograr la electrificación de un objeto, la utilización y construcción de un electroscopio, la influencia de los materiales en los fenómenos eléctricos, etc.	La participación activa en todos los momentos propuestos, revelan su interés por conocer y comprender los fenómenos físicos que lo rodean. Este caso describe con claridad las diferentes formas de electrificar un objeto; reconoce, manipula y recrea los instrumentos de medida, considerando las condiciones necesarias para lograr una buena medida. Logra probar experimentalmente que la carga cumple con una propiedad aditiva.
2	Describir los fenómenos eléctricos desde una perspectiva química le permitió relacionar los estos fenómenos con la carga.	Reconoce y aplica los tres procedimientos básicos para electrificar un cuerpo.	Destaca la importancia de la experimentación en la construcción de teorías y sobretodo del conocimiento. Reconoce los instrumentos de medida que revelan la condición eléctrica de un cuerpo y menciona algunas situaciones en las se pueden llevar a cabo experimentos como los propuestos.
3	Identifica correctamente las formas de electrificar o cargar un cuerpo y reconoce las condiciones en el que dicho proceso es efectivo y favorece el estudio de la electrostática.	Motivado por responder los cuestionamientos propuestos en la Guía, este caso dispone de los materiales del aula para poner a prueba los argumentos expuestos allí. Aunque el frotamiento sea el método preferido para electrificar un objeto, reconoce en la utilización del electroscopio los dos métodos restantes.	Comprende la importancia de un instrumento de medida en la electrostática y reconoce que los sentidos no perciben propiedades electricas. Por lo que, se dispone para conocer más sobre el uso del electroscopio y la importancia de los materiales que se emplean en cada experimento.
4	Reconoce una interacción entre cuerpos cargados, aunque según él, solo se da si los cuerpos tienen la misma electrificación. A la electrificación por fricción de un objeto le agrega la electrificación por inducción y conducción.	En el proceso de electrificar un objeto, considera las condiciones necesarias para tal propósito. Distingue entre un material aislante y otro conductor	Resalta la importancia de un instrumento de medida, como el electroscopio, para determinar la condición eléctrica de un cuerpo. Reconoce el funcionamiento de un material conductor y otro aislante en los experimentos relacionados con la electrostática.

**Tabla 3. Consolidado Final**





## 5. Propuesta de intervención educativa

En este proyecto se construye la siguiente guía con base al marco teórico expuesto en principio y a las reflexiones presentadas con anterioridad.

Se realiza en un primer momento, grosso modo, un recuento histórico sobre la electrostática para luego presentar 5 momentos que permiten comprender nociones básicas sobre la temática, tales como: diferenciación entre cuerpos cargados y electrificados, tipos de interacciones eléctricas y análisis de conceptos bases que atraviesan la electrostática, como cimiento para el estudio del electromagnetismo.

### *Breve recuento*

El análisis de los fenómenos eléctricos, en un principio, se llevaba a cabo con herramientas rudimentarias, las cuales no permitían una medición certera del fenómeno; los sentidos como elemento base en la interpretación de cierta ocurrencia, ampliaban el margen de error en las mediciones anteriormente mencionadas y en ocasiones se alejaban del fenómeno real. Al ser tan limitada la medición y explicación del fenómeno, se recurre a la divinidad como elemento que enlace el desarrollo de las teorías y logre dar una mejor explicación a lo percibido, lo cual es indiscutible, dado su carácter divino. Fue Tales de Mileto alrededor de los años 600 a. C quien introduce de modo racional el comportamiento de los fenómenos eléctricos, quien al frotar ámbar con un trozo de lana y acercarlo a cuerpos livianos, observó la atracción de éstos hacia al ámbar. Cabe resaltar que tal experimento no suscita gran interés en la época. Posteriormente, William Gilbert amplió el fenómeno observado introduciendo nuevos materiales que se comportaban de



manera similar al ámbar, tales como: vidrio, resina, Lacre, azufre y sal. En esta misma línea, se establece que el frotamiento entre cuerpos libera una sustancia electrizada capaz de juntar los cuerpos en interacción, conocida como efluvio. Este importante físico fue el creador del electroscopio, el cual por su elaboración rudimentaria no permitía observar aún el fenómeno de repulsión. Con base en los trabajos realizados por Gilbert, pensadores posteriores contribuyeron de manera notoria en el estudio de los fenómenos eléctricos, entre los cuales destacan Benjamin Franklin, describiendo de manera cualitativa y experimental tales fenómenos; Stephen Gray, estableciendo diferencias entre materiales conductores y aislantes; Francois Du Fay realizando distinciones entre dos tipos de electricidad: Vítreo y Resinoso y, Coulomb y Cavendish, estudiando las interacciones entre cuerpos cargados, entre otros. Por último, James Clerk Maxwell sintetiza los trabajos realizados por sus antecesores y proporciona un sustento matemático a los fenómenos electromagnéticos, introduciendo cambios y aportes a las teorías anteriores.

Es posible que los conocimientos sobre las experiencias o la experimentación en electrostática, por parte de los estudiantes, docentes o personas del común sean escasos. Esto se debe a que los sentidos que componen el cuerpo humano no son sensibles a los efectos electrostáticos, no es posible identificar con nuestros sentidos u órganos si un objeto se encuentra o no electrificado. Para esto se hace necesario de algún instrumento de medida sensible a cualquier cambio o alteración electrostática en el medio y objetos.

### **MOMENTO 1: Reconocimiento de las formas de electrificación**

Es claro que la fricción entre dos cuerpos de diferente naturaleza es una de las formas de electrificar un objeto. Pero, ¿será este el único método que permite electrificar un cuerpo?



Suponga un objeto inicialmente neutro al cual se le acerca otro cargado eléctricamente, es posible que al entrar en contacto el segundo transfiera carga al primero, modificando ambos su estado inicial. A este proceso se conoce como electrificación por contacto y depende tanto de la geometría del objeto como de la composición del material. Ahora, si los cuerpos no se ponen en contacto sino en la proximidad uno del otro, ambos cuerpos exhiben propiedades eléctricas y se establece que el cuerpo neutro se electrificó por inducción. ¿A qué crees que se deben estos comportamientos? Explique en detalle.

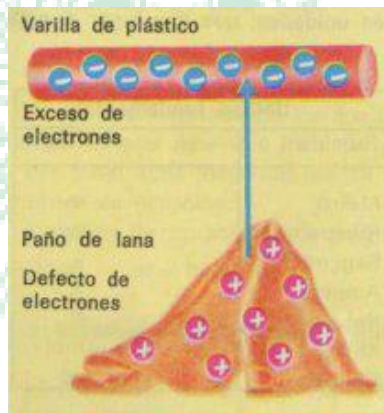
En este primer momento se pretende identificar los efectos producidos por la electrificación de cuerpos y reconocerlos como interacciones propiamente eléctricas y no de naturaleza diferente. Por tanto, se plantean varios experimentos entorno al concepto de carga eléctrica en reposo.

### **Electrificación por fricción**

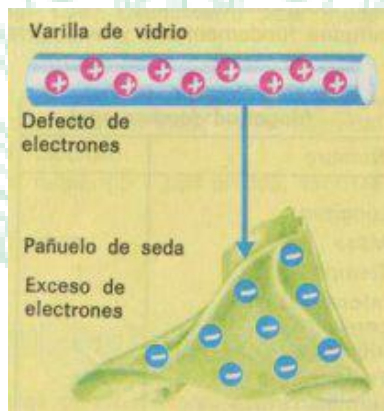
Es necesario aclarar que algunos materiales sólidos tienen mayor capacidad de transferir electrones que otros, por lo que al entrar en contacto diferentes partes de un objeto con otro reiteradamente, es muy probable que alguno de éstos quede con un exceso o defecto de electrones, por lo cual se establece que ambos cuerpos se encuentran electrificados por frotamiento, en la misma proporción pero diferente tipo de electrificación: vítrea o resinosa (positiva o negativa, respectivamente)

Al frotar dos cuerpos, por ejemplo una barra de plástico o vidrio con un trozo de lana, se genera una transferencia de carga, en la cual el exceso o defecto de electrones en cada material viene dado por la composición del mismo y difiere en la medida que tenga o no alta capacidad de atraer los

electrones del otro cuerpo. En el ejemplo en cuestión y con base en las Ilustraciones 8 y 9 se puede observar que la barra de plástico tiene mayor capacidad de atraer los electrones que la de vidrio.



**Ilustración 8.** Frotación entre lana y plástico.



**Ilustración 9.** Frotación entre lana y vidrio<sup>15</sup>

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

<sup>15</sup> La ilustración 8 y 9 son tomados de <http://www.etitudela.com/Electrotecnia/principiosdelaelectricidad/cargaycampoelectricos/contenidos/01d56993080930f36.html> el 3 de agosto de 2016

## Electrificación por contacto o conducción

Esta forma de electrificación se establece como el flujo de electrones entre un cuerpo cargado y otro que se encuentra en estado neutro y aislado, inicialmente. Al entrar en contacto ambos cuerpos ocurre que las cargas se distribuyen, de tal manera que el cuerpo cargado le transfiere o le quita electrones al cuerpo inicialmente neutro, quedando éste electrificado positiva o negativamente, según las condiciones del otro objeto. Esto es, si un cuerpo tiene un exceso de electrones y entra en contacto con otro inicialmente neutro, este último adquiere parte de la carga negativa que le sobra al primero, quedando así con exceso de carga negativa, este cuerpo ha sido electrificado por conducción. Ahora, si el objeto electrificado (conductor de electricidad) carece de electrones y se pone en contacto con un cuerpo inicialmente neutro, la transferencia de electrones se hace de este último al primero, quedando ambos cuerpos con defecto de electrones en la misma proporción.

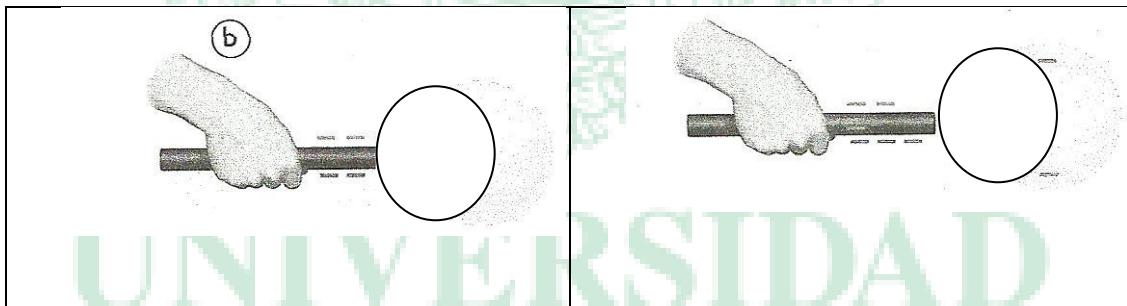


Ilustración 10. Electrificación por contacto

## Electrificación por inducción

Spongua una esfera de vidrio cargada que pende de un hilo de seda ubicada al interior de un recipiente metálico, del cual, a su vez, se encuentran suspendidas dos láminas de estaño (hojuelas) como indicador de cualquier propiedad eléctrica, el recipiente se encuentra

inicialmente neutro y es posible sellarlo. Al introducir un cuerpo cargado en el frasco metálico las láminas de estallo se separan entre sí, indicando que un cuerpo cercano se encuentra electrificado. Tal indicación es posible gracias a la electrificación por inducción, la cual se encarga de reorganizar las cargas del recipiente y del estaño.

Ahora ubique cuerpo electrificado en las vecindades de un objeto conductor en estado neutro sostenido por un soporte, que a su vez funciona como aislante, sin tocarlo. Tal experiencia no expone ningún cambio visible en el sistema, pero es sabido que los electrones libres del material conductor son atraídos o repelidos por el cuerpo electrificado, a este fenómeno se le denomina electrificación por inducción. Allí las cargas del material conductor se reorganizan en los extremos próximos al objeto inductor de manera transitoria. Ya que, al separar el objeto electrificado (inductor) las cargas del conductor vuelven a su estado inicial, quedando igualmente neutro.

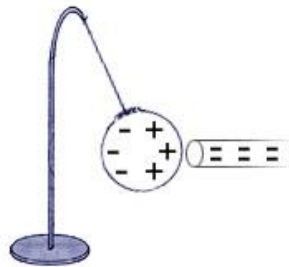


Ilustración 11. *Electrificación por inducción*<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Tomado de <https://cristianmuri.wordpress.com/la-electricidad/carga-y-corriente-electrica/electrizacion-por-contacto-y-induccion/> el 3 de agosto de 2016



## Preguntas

Responda con claridad las siguientes preguntas, con base en los conocimientos adquiridos en el momento 1

- ✓ ¿Qué sucede al friccionar una peinilla en el cabello, si luego es ubicada en la vecindad de unos trozos de papel, un chorro delgado de agua o una bola de icopor que pende de un hilo? ¿En qué condiciones se debe realizar tal ejercicio o es indiferente? Describa.
- ✓ De lo observado en el ejercicio anterior, ¿Cree que es posible recrearlo con otros materiales electrificados de otra manera? ¿Cómo? Describa.
- ✓ Un lapicero cargado puede atraer trozos de papel cercano a él. Explica cómo se produce esta interacción
- ✓ ¿Es posible cargar un cuerpo utilizando la electrificación por inducción? Si es posible indique de qué manera. Muestre con un esquema o dibujo los diferentes tipos de electrificación que conoce
- ✓ ¿Reconoce algún fenómeno cotidiano en el que se evidencien los tipos de electrificación? Indíquelos y describa de manera clara.
- ✓ ¿En qué proporción se genera la electrificación de los cuerpos que se usan? ¿existe tal proporción?
- ✓ ¿En qué condiciones debe estar un material para cargarlo eléctricamente?
- ✓ ¿Cómo cree que interviene la humedad en experimentos de electrostática?



## ✚ MOMENTO 2

Adaptación del trabajo de Furio & Guisasola (1999)

**2.1** Dos bolas de plástico, cargadas, tienen la misma masa  $m$  y están suspendidas de un hilo, una al lado de la otra. La carga de una de las bolas es el doble que la de la otra. Elegir el diagrama apropiado para mostrar el desplazamiento angular relativo de las bolas.

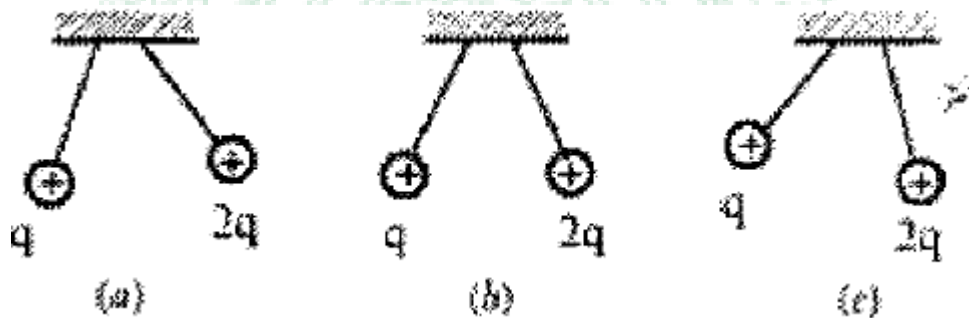


Ilustración 12. Diagrama de cargas

## ✚ MOMENTO 3: Conozcamos sobre los conductores y aislantes

**3.1** Desarrolle el siguiente crucigrama (pequeño) con base en los conocimientos adquiridos hasta el momento y búsqueda de información sobre el tema en las diferentes bases de datos. En este punto se propone la lectura del texto Benjamín Franklin, *experimentos y observaciones sobre electricidad* (1988).

### Preguntas

1. Este aspecto no entraba en consideración, antiguamente, al momento de estudiar los fenómenos eléctricos

2. La facilidad para conducir la corriente eléctrica, en los metales se basa en la cantidad de \_\_\_\_\_ en su estructura atómica.
3. Al introducir un cuerpo electrificado en un recipiente \_\_\_\_\_ éste induce un estado de electrificación en el exterior independiente de la ubicación del cuerpo en el interior.
4. Es uno de los principales materiales que mejor conducen la carga
5. Se usan en los experimentos eléctricos para mantener cuerpos electrificados sin que pierdan su electricidad.
6. Para Benjamín Franklin son sustancias que se electrizan con facilidad por frotamiento.

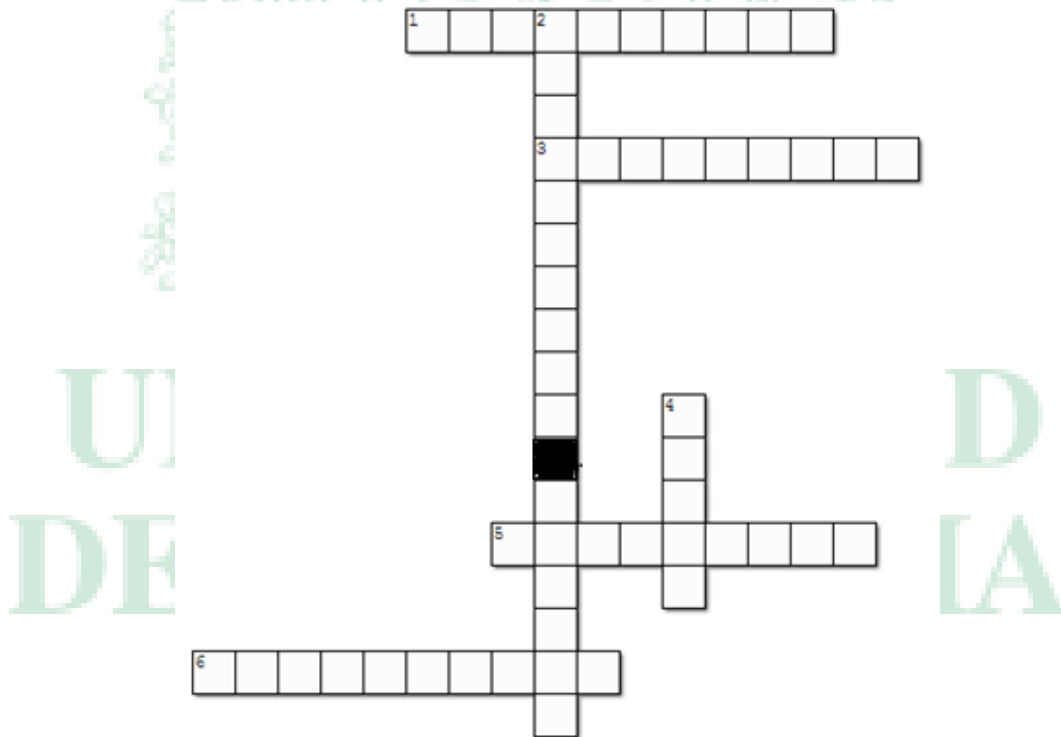


Ilustración 13. Crucigrama sobre conductores y aislantes

### 3.2 Adaptación del trabajo de Furio & Guisasola (1999)

Se aproxima una hoja de plástico cargada al extremo de una barra larga de madera sin tocarla. En el otro extremo de la barra hay una bolita de poliuretano. Explica si será atraída, o no, la bolita

Considere la siguiente disposición (ilustración 5) para responder a la pregunta.

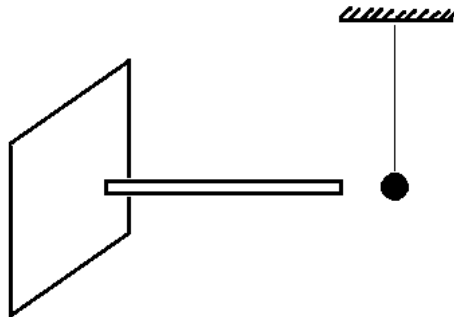


Ilustración 14. Disposición experimental

Considere una lámina de plástico cargada, la cual está próxima a un trozo de “x” material sin tocarlo. En el otro extremo pende de un hilo una bola de icopor. ¿Cuál de los siguientes materiales sugiere para lograr que la bola sea atraída y cual no? Explique su elección.

- Madera
- Aluminio
- Plástico
- Cobre

#### MOMENTO 4: Instrumentos de medida

Si bien en un principio no se lograba observar la inmensidad del universo en el que estamos inmersos, diversos instrumentos nos han permitido hacernos una idea más amplia de lo que (por



consensos) creemos que acontece y los fenómenos que ocurren. En esta misma línea, los sentidos han sido fuente principal de conocimiento y acercamiento a algunos fenómenos, sin embargo, en el caso de la plantean entonces varios objetos que ayudan a distinguir estas interacciones y a estimar superfluamente una medición de la cantidad de electrificación en los cuerpos en interacción, como lo es, por ejemplo, el electroscopio. Así cuando un cuerpo es frotado adquiere una propiedad física imperceptible para los sentidos del hombre, la cual se revela cuando éste se aproxima a un electroscopio. De este modo queda claro que el estudio de la física se requiere de unos instrumentos de medida que permita conocer y observar lo que está fuera de los sentidos humanos.

Para el desarrollo de este momento se dispone de un apartado del texto de Mario Guerra “La carga eléctrica”, el cual se espera facilite la comprensión de las diferentes formas de medir la cantidad de carga en un sistema. Posterior a la lectura del apartado se generan varios interrogantes con el fin de conceptualizar las nociones involucradas.

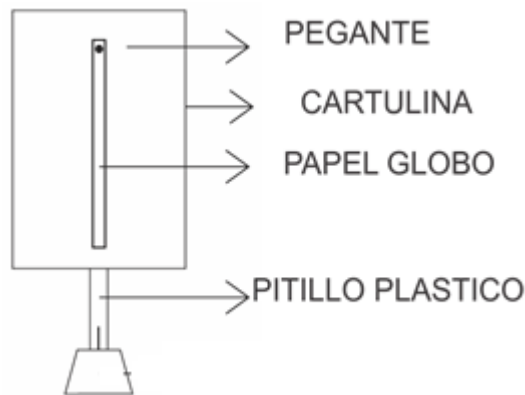
### Preguntas

- ✓ ¿Se sabe que nuestro cuerpo conduce energía eléctrica, de qué manera se puede reflejar esta?
- ✓ ¿Pueden los sentidos reconocer el estado eléctrico de un objeto?
- ✓ El electroscopio utilizado en el texto contiene una caja metálica en la parte superior, ¿de qué manera interviene dicha caja en la medición de la electrificación de los cuerpos?
- ✓ ¿Cuál es la intención al tocar electroscopio con la mano en cada medición? ¿qué efecto tiene tocar el electroscopio con la mano?

- ✓ ¿Cuántas veces puede un cuerpo electrizado ser introducido en el electroscopio y registrar, con la separación de las hojuelas, efectos de la electrificación?
- ✓ Si bien es posible identificar si un cuerpo se encuentra cargado y que tan cargado está, ¿cómo podemos entonces dar una medida cuantificable de dicha medición?
- ✓ ¿Qué puede ocurrir con las láminas del electroscopio si se introduce progresivamente un cuerpo frotado ( $C_1$ ), el paño con el cual fue frotado, otro cuerpo cargado de diferente naturaleza ( $C_2$ ) y después un objeto electrificado ( $C_3$ ) diferente a los demás?

#### **MOMENTO 5: Construcción de electroscopio**

Adaptación de (Medina & Tarazona, 2011)



**Ilustración 15.** *Diseño experimental, Adaptación de (Medina & Tarazona, 2011)*

- ✓ Diseñe unos criterios para determinar cuando este dispositivo se encuentra electrificado, y diseñe un procedimiento para electrificarlo.



- ✓ Diseñe y describa procedimientos para: clasificar materiales entre conductores y aislantes(madera, vidrio, agua, entre otros )
- ✓ Acerque un cuerpo electrificado al dispositivo sin tocarlo. ¿Puede considerarse que el dispositivo se encuentra electrificado? Explique.
- ✓ Si solo se tiene acceso visual al dispositivo y se nota que este se encuentra electrificado, podría deducirse que tal efecto es producido por la cercanía de un cuerpo electrificado. Realice una actividad con un compañero de forma tal que uno de los integrantes solo tenga acceso visual al dispositivo y no a la forma como este logro tal indicación

#### *Actividades de realización extra clase*

En este espacio se presentan dos actividades propuestas inicialmente en la guía, las cuales no fue posible llevar a cabo, debido a que la dinámica social y académica de los informantes limitaba la disposición de éstos para desarrollar la guía a cabalidad.

- ✓ Esta actividad consiste en la construcción de un objeto volador que exhiba alguno de los fenómenos eléctricos anteriormente descritos. Explicar detalladamente la forma en que procede.

Aclaraciones: La actividad se realiza en parejas, solo deben utilizar los materiales indicados, los conocimientos adquiridos en el momento 1 y las pistas proporcionadas.



## Materiales

- Bolsa de plástico.
- Globo inflable alargado (de los que sirven para hacer figuras).

Pista 1: Cuerpos cargados de igual signo se repelen.

Pista 2: El frotamiento permite que algunos materiales ganen o pierdan electrones.

✓ En este momento se debe construir un instrumento móvil, el cual se pueda transportar de un lugar a otro sin tocarlo, utilizando únicamente los conocimientos sobre electrostática, los materiales dispuestos y las pistas proporcionadas. Explique en detalle la forma en que procede.

## Materiales

- Lata de aluminio cilíndrica
- Globo inflable

Pista 1: La electrificación por fricción carga los cuerpos frotados en igual medida y con signo positivo.

Pista 2: La inducción no requiere contacto directo entre los objetos para exponer algún fenómeno





## 6. Conclusiones

### 6.1 Alcance de objetivos

En el proceso de analizar las concepciones alternativas que se generan en estudiantes por la interacción de éstos con su entorno, surgen una serie de dificultades, que en el marco de esta investigación, son tomadas como oportunidades para intervenir en su tratamiento, las cuales, bajo mediación del docente, se aproximan a las consideraciones que se establecen en las teorías científicas.

Para mostrar esto, en primera instancia se realiza una entrevista semiestructurada, la cual permite reconocer y analizar los saberes que el estudiante posee sobre conceptos *bases* involucradas en la electrostática. En la cual, se pudo observar que muchas consideraciones distan en gran medida de lo que señalan las teorías científicas. Cabe señalar que las ideas que poseen los estudiantes se consideran validas, aunque difieran de lo establecido en ciencias, ya que son éstas el punto de partida en la construcción del conocimiento en conjunto. En concordancia con Cubero Pérez (2005), desde un enfoque constructivista, el estudiante es partícipe de su propio proceso de aprendizaje en la medida que vincula su realidad en la elaboración de nociones, que a pesar de ser un poco distantes de las teorías validadas, le conceden una oportunidad para su aprendizaje.

Algunas oportunidades de aprendizaje que se perciben son, no establecer diferencias entre los cuerpos electrificados y cargados, ubicarse en modelos descontextualizados (fluido eléctrico), desligar las demás disciplinas de la que se atiende en el momento, desvincular por completo conceptos y fenómenos que están conectados y utilizar de forma errónea o escaso uso del *concepto*



*campo eléctrico*, entre otros. Tal como se presenta en los resultados de este trabajo de investigación, en el proceso de intervención el estudiante logra vincular los elementos que favorecen la forma en que se electrifican los cuerpos y desvincular los que no presentan correspondencia, un claro ejemplo de este caso, estriba en la relación que exponen los estudiantes sobre la composición de los materiales y la interacción entre cuerpos electrificados. Ante este escenario se concluye que si bien el estudiante logra clasificar por características similares un objeto y aplica los conceptos a situaciones concretas, aún falta ahondar más en el hecho de conocer las propiedades que conforman los procesos y las formas en que se producen las interacciones. Ya que la apropiación del concepto supone tanto reconocer la generalidad del objeto como adentrarse a estudiar las componentes de manera aislada. Este caso es notorio, cuando los estudiantes proponen que la razón por la cual en el momento 3 no se carga la bolita es porque el mediador es un aislante, pero no comprenden cómo se comporta realmente un aislante o que sucede, en la estructura molecular, para que éste limite el movimiento de los electrones.

Por otra parte, al plantear una guía de intervención que congrega una serie de actividades entorno a la electrostática, desde las concepciones de cada estudiante, se rompe en cierto modo, con las prácticas de enseñanza descontextualizadas y con las máximas de objetividad y poder sobre el maestro, quien transforma los ambientes para que el conocimiento se construya en conjunto. De esta manera, se descarta la concepción de maestro como única fuente de conocimientos, sino como un mediador y generador de “deseo” por cuestionar la manera en que el mundo se desarrolla y las leyes físicas que lo describen, singularmente la electrostática. Además, por medio de este tipo de



procesos se le asigna a la experiencia y a la interacción con otros, un papel activo e imperante en la generación de ambientes de aprendizaje idóneos, como es el propósito de esta investigación.

Es claro que, al lograr que el estudiante asocie lo que se le presenta en clase con los fenómenos cotidianos, se propone una alternativa en la que éste investiga a través de la acción, por lo cual se convierte en actor dentro de su entorno y más aún se siente parte de un trabajo colectivo. Asimismo, se facilitan los procesos de autorregulación, ya que el estudiante es supervisor de su ritmo de aprendizaje y pone en evidencia su capacidad para tomar decisiones relativas a la construcción de los análisis que teje en sus desarrollos conceptuales alrededor de la electrostática.

En esta misma línea, al ser el hombre quien construye la ciencia, se resalta el papel de la experimentación como constructor de teorías, dejando de lado el papel de subsidiario de la teoría. Así como se pone en manifiesto que el papel del docente debe trascender la idea simplista de transmisor de conocimientos y la enseñanza de la física no se debe remitir, someramente, al establecimiento de fórmulas y operaciones matemáticas. Además, la construcción de algunas parrillas de observación, permite establecer relaciones entre lo que el estudiante expresa en texto escrito y las emociones, actitudes y aciertos que muestra al realizar las actividades, en este sentido se considera la observación del maestro como fundamental dentro del proceso, ya que puede analizar mediante expresiones o gestos corporales saberes que el estudiante no expresa mediante lenguaje oral o escrito. Adicionalmente, esta observación no se limita a hacer lecturas extrínsecas, porque se involucra en el contexto de sus estudiantes en la medida que diseña y pregunta, direccionando los grados de reflexión, situando la mirada de los estudiantes en particularidades



que pasan de largo en muchas ocasiones generando cavilaciones profundas y labrando vínculos con el conocimiento científico.

Lo expuesto con antelación revela que los resultados obtenidos en la investigación y el proceso formativo, están en sintonía con los objetivos inicialmente propuestos y es coherente con el marco teórico establecido. Aun así, está sujeta a cambios y reestructuraciones, en las cuales se buscara implementar nuevas herramientas para el mejoramiento del proyecto y más aún, de los procesos de enseñanza – aprendizaje que se adelantan en las instituciones educativas.

## 6.2 Aspectos a resaltar y limitaciones del trabajo

Cabe aclarar que en la realización de este trabajo se presentaron una serie de factores que limitaron la puesta en marcha del mismo, se establece en primer lugar como limitante el idioma en el que se encuentra el texto que se eligió como directriz del marco teórico respecto al saber disciplinar, la electrostática, pues aumenta la cantidad de tiempo establecida para la lectura del mismo y la traducción o comprensión de éste se puede prestar para errores o falta de consensos respecto a la interpretación de la obra. Por lo cual, en la elaboración de este trabajo, se ubica en pie de página el apartado en su idioma original. Cabe resaltar que este aspecto es a la vez un elemento relevante dentro del proceso, ya que al ser textos de primera mano, la interpretación que se hace sobre la obra es propia y no esta mediada por la interpretación de terceros.

El segundo limitante nos refiere al número de casos escogidos, pues esto determina que las conclusiones que se derivan solo pueden extrapolarse en poblaciones similares. Por último, los informantes, por cuestiones laborales, no lograban realizar las actividades a cabalidad o no



presentan, en ocasiones, disposición para la realización de las mismas. Aunque, es claro que, gracias a la experiencia laboral de todos los informantes, se prestaron los ambientes para construir por medio de las vivencias cotidianas y los fenómenos que se presentan.

### 6.3 Reflexiones finales

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo resaltar la importancia del tratamiento de las concepciones alternativas en estudiantes como orientación para la aproximación y familiarización de éstos con las teorías científicas. En este sentido, dado que se considera la ciencia como un tejido complejo en el que intervienen perspectivas y experiencias de cada sujeto que lo conforma, se presenta la necesidad de construir una propuesta de intervención que esté orientada por los saberes de cada estudiante y las formas en que éste se relaciona con la ciencia. Así, con la implementación de este tipo de proyectos se observa que los estudiantes se motivan a aprender sobre los conceptos que se involucran y a consultar de manera independiente al culminar las actividades. De esta manera, se impulsa la autonomía estudiantil en la promoción de la autorregulación del aprendizaje y se promueve la coherencia entre la forma como se han construido las teorías en el proceder científico y las maneras de conceptualizar la física en las aulas de clase. En este punto tanto estudiantes como docentes deben dejar de ver la ciencia como algo acabado y centrar su visión en las prácticas que permitan aproximarse a ésta.

En la primera parte de esta investigación se establece la importancia del tratamiento de la electrostática como base del electromagnetismo, el cual es un elemento transversal en la construcción de teorías de la física moderna. La relación de este concepto con las nociones que intervienen en su tratamiento ha suscitado un breve rastreo respecto a investigaciones en este



campo, con el fin de tener en cuenta algunos aspectos que no se observan en la práctica pedagógica. Este procedimiento permitió observar que las dificultades respecto a la comprensión de fenómenos eléctricos no se remiten únicamente a estudiantes de nivel superior, sino que las dudas e interrogantes son similares a los de estudiantes de educación básica y media.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado con antelación, se pueden resumir las contribuciones de este trabajo de investigación en relación a los procesos de enseñanza – aprendizaje, a través de los siguientes apartados:

- ✓ Proponer una serie de preguntas sobre conceptos involucrados en electrostática, suscita en los estudiantes motivación y deseo de conocer cuestiones que al parecer son triviales o que en la cotidianidad se naturalizan sin saber cuál es su sustento físico.
- ✓ Tener en cuenta los aportes de cada estudiante respecto a un fenómeno en cuestión permite dejar de lado la máxima de objetividad y neutralidad tanto de la ciencia, como del maestro. En esta misma línea, la ciencia se transforma en un tejido complejo de interacciones entre sujetos y de éstos con su entorno y el papel del maestro como fuente única de conocimiento pasa a ser el de generador de interrogantes y de construcciones conjuntas. Lo cual, permite que al revisar la construcción histórica y epistemológica de las teorías científicas, el estudiante perciba que hay errores y personas “naturales” en dichas construcciones y se motive a construir nuevos aportes o refutar existentes.
- ✓ Proponer actividades tendientes a tratar las oportunidades de aprendizaje, permite acercar las concepciones alternativas del estudiante a las teorías científicas, esto desde la construcción propia de los conceptos involucrados en la misma.



- ✓ El situar al maestro en un modelo constructivista social permite analizar los procesos de cada estudiante con miras a la evolución de los mismos. Así como la ausencia del docente no limita el aprendizaje o avance del estudiante.
- ✓ Los estudiantes logran vincular los procesos que tienen relación al interior de las temáticas y desvincular aquellos que no tienen relevancia en los mismos.
- ✓ A lo largo del trabajo de investigación se rescata el papel de la experimentación en la construcción de teorías científicas.

Las consideraciones mencionadas con antelación permiten construir ambientes en los cuales se favorece tanto la construcción individual de conceptos y teorías, como la argumentación y justificación en colectivo de los razonamientos propios. En ambientes en los que prima la experimentación se puede observar como el estudiante se cuestiona o construye sus conceptos alrededor del fenómeno observado.

#### 6.4 Nuevas perspectivas de investigación

Este trabajo de investigación logra mostrar una alternativa en la forma en que se presentan los conceptos involucrados en la electrostática respecto al proceso de enseñanza- aprendizaje, el cual permite realizar un tratamiento sobre las oportunidades de aprendizaje respecto al concepto de carga, campo e interacción física y los tipos de electrificación que se conocen. Luego de finalizar esta experiencia educativa y revisar las conclusiones, surgen nuevos interrogantes que pueden dar lugar a investigaciones posteriores, algunos son: ¿Cómo lograr un mejor discernimiento en estudiantes de educación básica y secundaria sobre los fenómenos eléctricos que involucren cargas





en reposo y aquellos en las que se encuentran en movimiento?, ¿Cómo vincular al estudiante en el tratamiento matemático de fenómenos eléctricos sin que se reduzca el papel del experimento a subsidiario de la teoría o sin volver a procesos memorísticos y repetitivos?, ¿Cómo implementar una metodología que ayude al estudiante a reconocer diferencias entre los fenómenos de acción a distancia y los que están mediados por un campo?

Además, se propone ampliar la cantidad de informantes a analizar, con el fin de que la investigación no se remita solamente a grupos similares, es decir, que pueda extrapolarse a un mayor número de casos.

En esta misma línea, se sugiere realizar la investigación con el mismo marco teórico, pero desde una metodología cuantitativa, en la cual se puedan medir los resultados obtenidos. En este punto se puede tomar una muestra significativa (grande) de tal forma que se pueda inferir resultados de la propuesta sobre la población.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1 8 0 3



## Bibliografía

- Aguilar Mosquera, Y., Restrepo Cadavid, T., & Mejia Rivera, R. (2002). El movimiento desde la perspectiva de sistema, estados y transformaciones.
- Alcaldia Mayor de bogota . (2012). ¿Qué son los ambientes de aprendizaje? *Ambientes de aprendizaje para el desarrollo humano, reorganizacion curricular por ciclos*, 1-141.
- Alvarez, O. D. (2011). *Universidad autonoma de Manizales*. Obtenido de INCIDENCIA DE LAS REPRESENTACIONES MÚLTIPLES EN LA FORMACIÓN DEL CONCEPTO TRANSPORTE CELULAR EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS:  
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/87/1/TESIS%20DE%20MAESTRIA%20OMAR%20DAVID.pdf>
- Asprilla, O., Beltran , C., Fontalvo, L., & Guzman, J. (30 de Agosto de 2012). *Amazon Web Service*. Obtenido de  
[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39427990/AMBIENTES\\_DE\\_APRENDIZAJE1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1491804091&Signature=P%2FFgnKHCvoGsRt5LY%2B4JJK18IXE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAMBIENTES\\_DE\\_APRE](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39427990/AMBIENTES_DE_APRENDIZAJE1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1491804091&Signature=P%2FFgnKHCvoGsRt5LY%2B4JJK18IXE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAMBIENTES_DE_APRE)
- Campanario, J. M. (2002). *Web del profesor*. Obtenido de  
<http://webdelprofesor.ula.ve/humanidades/marygri/documents/general/EnsenanzaCiencias.pdf>
- Colegio San Jose de las Vegas Sede Medellín. (2002). *Boletin informativo* . Medellín: NR.
- Contreras Domingo, J. (1990). Enseñanza, currículo y profesorado, introducción crítica a la didáctica. *Pensamiento educativo*, 81-104.



Corbetta, P. (Noviembre de 2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: Mc Graw

Hill. Obtenido de LA ENTREVISTA CUALITATIVA:

<https://pochicasta.files.wordpress.com/2008/11/entrevista.pdf>

Criado, A., & Cañal, P. (2002). Obstáculos para aprender conceptos elementales de electrostática y propuestas educativas. *Investigación en el aula*, 53-63.

Cubero Perez, R. (2005). Elementos básicos para un constructivismo social. *Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 43-61.

Elkana, Y. (1983). *La ciencia como sistema cultural: Una aproximación antropológica*. Bogotá: José Granés.

Fernandez, I., Gil, D., Carrascosa, J., Chachapuz, A., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 477-488.

Ferrini, R. (2006). *hacia una educación personalizada*. Mexico: Limusa.

Fontan, V., & Roldan, A. (Enero de 1991). *Colegio Fontán*. Obtenido de [http://www.colegiofontan.edu.co/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=9:hacia-un-nuevo-sistema-educativo&id=16:documentos-sistema-fontan&Itemid=100](http://www.colegiofontan.edu.co/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=9:hacia-un-nuevo-sistema-educativo&id=16:documentos-sistema-fontan&Itemid=100).

Fonz Sáenz, C. G. (1979). El proceso de enseñanza- aprendizaje. *Armo*.

Franklin, B. (1988). *Experimentos y observaciones sobre electricidad (traducción)*. Madrid: Alianza.

Furio, C., & Guisasaola, J. (1997). Deficiencias epistemológicas en la enseñanza habitual de los conceptos de campo y potencial eléctrico. *Enseñanza de las ciencias*, 259-271.



- Furio, C., & Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostatica. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las ciencias*, 441-452.
- Gallego, D. E., Bustamante, L. , Gallego, L. G., Diaz, L. S., Gava, M., & Melendez, E. A. (2017). Estudio cuantitativo sobre las concepciones de ciencia, metodología y enseñanza para profesores en formación. *Revista Lasallista de Investigación*, 14(1).
- Gallego Quiceno, D. E. (2013). Las concepciones de ciencia, metodología y enseñanza de los profesores en formación: el caso de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia (Colombia) (Doctoral dissertation, Universidad Internacional de Andalucía).
- Gallego, D. E.. (2016). La incorporación de las TIC para favorecer el aprendizaje de las ciencias en niños con hipoacusia. *Journal of Engineering and Technology*, 4(1).
- Gallego, L. M., Gallego, D. E., López, A. P. A., Giraldo, L. F. G., & Aguirre, J. A. S. (2017). La influencia de la psicología ambiental en el contexto de la educación en Colombia: el caso del centro de Medellín. *Producción+ Limpia*, 12(1).
- Guerra, M., Correa , J., Nuñez, I., & Scaron, J. M. (1985). *FISICA elementos fundamentales (Tomo II)*. Barcelona: Reverté S.A.



- Guisasola, J., Almudí, J. M., & Zubimendi, J. L. (2003). Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias* , 79-94.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGraw-Hill .
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque mas critico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 299-313.
- Kewulich, B. B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos. *In Forum: qualitative social research*, 1-32.
- Lopez Vargas, O., Hederich- Martinez, C., & Camargo Uribe, A. (2012). Logro en matematicas, autorregulación del aprendizaje y estilo cognitivo. *Suma Psicologica* , 39-50.
- Mach, E. (1948). El concepto. En E. Mach, *Conocimiento y error* (págs. 110-125). Buenos Aires: Espasa Calpe .
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (1989). *Designing Qualitative Research*. Newbury Park: SAGE publications, Inc.
- Martinez Miguélez, M. (2002). Como Hacer Un Buen Proyecto De Tesis Con Metodología Cualitativa. *CANDIDUS*, 63-73. Obtenido de <http://prof.usb.ve/miguelm/proyectotesis.html>
- Maxwell, J. (1873). *A treatise on electricity and magnetism (Vol. 1)*. Oxford: Clarendon press.
- Medina, J., & Tarazona, M. (2011). *EL PAPEL DEL EXPERIMENTO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO FÍSICO, EL CASO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL POTENCIAL ELÉCTRICO COMO UNA MAGNITUD FÍSICA. ELEMENTOS PARA PROPUESTAS EN LA*



*FORMACIÓN INICIAL Y CONTINUADA DE PROFESORES DE FÍSICA*. Obtenido de Portal

UdeA: <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1389/1/JD0698.pdf>

Payer, M. (2005). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de

<http://www.proglocode.unam.mx/system/files/TEORIA%20DEL%20CONSTRUCTIVISMO%20SOCIAL%20DE%20LEV%20VYGOTSKY%20EN%20COMPARACION%20CON%20LA%20TEORIA%20JEAN%20PIAGET.pdf>

Perez Gomez, A. (2010). Aprender a educar. Nuevos desafíos para la formación docente. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37-60.

Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 385- 407.

Pintrich, P. R., & Schauben, B. (1992). Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks. En D. H. Shunk, & J. L. Meece, *Student perceptions in the classroom* (págs. 149-183). New York: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Rodriguez, G., Gil, J., & Garcia, E. (1996). *metodologia de la investigacion cualitativa*. Granada: Aljibe.

Roldan, O., Hincapie, C. M., Alvarado, S. V., Ocampo, E., Ramires, J. E., Ospina, H. F., & Mejia, M. R. (1999). *Educación: el desafío de hoy: construyendo posibilidades y alternativas*. Santafé de Bogotá: Cooperativa editorial magisterio.

Romero Chacon, A. E., & Rodriguez Rodriguez, O. L. (2003). La formalización de los conceptos físicos. El caso de la velocidad instantánea. *Educación y pedagogía*, 57-67.



- Rosario, p., soares, s., Nuñez Peres, J. C., Gonzales Pineda, J. A., & Rubio, M. (2004). Processos de auto-regulação da aprendizagem e realização escolar no Ensino Básico. *Psicologia, Educação e Cultura*, 141-157.
- Salinas, J. (1997). Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la informacion . *Revista pensamiento educativo*, 20, 81-104.
- Schensul, S. L., Schensul, J. J., & Lecompte, M. D. (1999). *Essential ethnographic methods: Observations, interviews, and questionnaires*. Oxford: Altamira press.
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos* . Madrid: Ediciones Morata.
- Tamayo, O. E. (2001). *tesis en red*. Obtenido de Evolucion conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración:  
<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/4688/oeta1de3.pdf?sequence=1>
- Viveros Acosta, P. I. (n.d). Ambientes de aprendizaje, una opcion para mejorar la calidad de la educación . *Reingenieria educativa*, 1-13.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation a social cognitive perspective. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner, *Handbook of self- regulation* (págs. 13-39). New York: Academic press.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self- regulated Learner: An overview. *Theory into practice*, 64-70.
- Gómez, A. P. (1988). El pensamiento práctico del profesor: implicaciones en la formación del profesorado. In *Perspectivas y problemas de la función docente* (pp. 128-148). Narcea.





Niaz, M. (2001). Constructivismo social: ¿Panacea o problema? *Interciencia*, 26(5), 185-189.

Duarte, D. (2003). Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, (29), 97-113.

Pozo, J.I., Pérez, M.P. & Mateos, M. (1997). ¿Son constructivistas los alumnos? ¿Y sus profesores? ¿Y los investigadores? Comunicación presentada en el III Seminario sobre Constructivismo y Educación. Sevilla, 20-22 de noviembre.

Delval, J. (1994). Tesis sobre el constructivismo. En M.J. Rodrigo & J. Arnay (Comps.), *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona, Paidós.

Colombo de Cudmani, L., & Fontdevila, P. A. (1990). Concepciones previas en el aprendizaje significativo del electromagnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 215-222.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006) *Metodología de la Investigación. México 4ta edición McGraw-Hill Interamericana*.

Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.

Erickson F (1986) Qualitative methods in research on teaching. En Wittrock MC (Ed.) *Handbook of research on teaching* (3rd Ed). Macmillan, New York. pp. 119-161.

Manrique, M.J.; Varela, P.; Favieres, A. (1989): "Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad" en *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 7, n. 3, pp. 292-295.



Furió, C., & Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en Electrostática. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 441-452.

Flores, R. C., & Ruiz, M. G. (2011). Concepciones alternativas de los profesores de biología. Una aproximación desde la investigación educativa. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5(1), 13-23.

Más, C. F., & Guisola, J. (1994). Dificultades en el aprendizaje significativo de algunos conceptos de electrostática. *Investigación en la Escuela*, (23), 103-112.

Criado, A. M., & de León, P. C. (2002). Obstáculos para aprender conceptos elementales de electrostática y propuestas educativas. *Investigación en la Escuela*, (47), 53-63.

Salinas de Sandoval, J., & Velazco Cabelluzi, S. (1999). Teorema de Gauss en electrostática: incomprensiones y dificultades de los estudiantes. *Revista Española de Física*, 13(2), 38-42.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1 8 0 3



## ANEXOS

### Anexo 1. Entrevista semi – estructurada

#### ✚ Primer caso

**1. ¿Cuál es su interpretación del concepto de carga? *Describa de manera clara su respuesta.***

Fenómeno o estado que almacena la materia para entregar su función.

**2. ¿Cuáles fenómenos cree usted que estudia la electrostática?**

Los cuerpos que se encuentran cargados eléctricamente.

**3. ¿Cuál cree usted que es la diferencia entre un cuerpo electrificado y uno cargado? ¿cree que existe realmente esa diferencia? ¿Por qué? *Describa de manera clara su respuesta.***

Cuerpo electrificado: aquel que lo excita algo externo y los electrones se mueven.

Cuerpo cargado: aquel que conserva los electrones en su estado normal cargados.

**4. ¿Qué tipos de electrificación conoce? *Describa de manera clara su respuesta.***

Electricidad inductiva, carga activa, estática y carga por fricción

**5. ¿Es posible verificar si un cuerpo se encuentra o no cargado? Si es posible, explique de *qué* manera. Justifique su elección.**

Si es posible, por medio de elementos de medición.



**6. ¿Cuál es su interpretación sobre el concepto de “interacción física”?**

Es el fenómeno o actividad que representa la relación entre los cuerpos con o sin cargas eléctricas.

✚ Segundo caso

**1 ¿Cuál es su interpretación del concepto de carga? *Describe de manera clara su respuesta.***

La carga determina la polaridad de un cuerpo.

Cuando un cuerpo tiene un nivel de electrones en la línea de carga que puede ser transferido, genera una carga sea negativa en el otro elemento y positiva en el que la transfiere.

**2 ¿Cuáles fenómenos cree usted que estudia la electrostática?**

Fenómenos de excitación de electrones de valencia, posibles aleaciones de materiales, conductividad eléctrica. Estudia las relaciones de masa y distancia en cualquier espacio.

**3 ¿Cuál cree usted que es la diferencia entre un cuerpo electrificado y uno cargado? ¿cree que existe realmente esa diferencia? ¿Por qué? *Describe de manera clara su respuesta.***

Un cuerpo esta Electrificado cuando tiene una carga superior a la natural del átomo, en cuanto a su número de electrones. Si, esa diferencia es notable en el estudio químico, porque los enlaces muestran esa diferencia.

**4 ¿Qué tipos de electrificación conoce? *Describe de manera clara su respuesta.***



Frotar materiales y cargarlos de manera polar negativa y hacer intercambio negativo para un lado y ausencia de electrones en el otro. Globo y papel.

**5 ¿Es posible verificar si un cuerpo se encuentra o no cargado? Si es posible, explique de qué manera. Justifique su elección.**

Si claro, se busca un material del que se conoce su polo y más y menos se ponen en contacto directo o a distancia y si se repelen positivos y positivo o negativo y positivos se atraen, listo polo encontrado, carga descubierta.

**6 ¿Cuál es su interpretación sobre el concepto de “interacción física”?**

Cuerpo contra cuerpo. Es decir, cuando un cuerpo se toca con otro y se genera un intercambio de carga eléctrica.

 Tercer caso

**1. ¿Cuál es su interpretación del concepto de carga? Describa de manera clara su respuesta.**

La carga es el valor característico que posee una molécula ya sea positiva o negativa.

**2. ¿Cuáles fenómenos cree usted que estudia la electrostática?**

La interacción entre moléculas, campos magnéticos, potenciales, entre otros.

**3. ¿Cuál cree usted que es la diferencia entre un cuerpo electrificado y uno cargado? ¿cree que existe realmente esa diferencia? ¿Por qué? Describa de manera clara su respuesta.**



Un cuerpo electrificado es aquel que tiene u obtiene energía mientras que uno cargado es una forma por la cual obtiene la energía.

**4. ¿Qué tipos de electrificación conoce? *Describa de manera clara su respuesta.***

Frotamiento, inhibición y transmisión.

**5. ¿Es posible verificar si un cuerpo se encuentra o no cargado? Si es posible, explique de *qué* manera. Justifique su elección.**

Si es posible verificarlo, haciéndolo interactuar con mariales conductores o que reaccionen con la electricidad.

**6. ¿Cuál es su interpretación sobre el concepto de “interacción física”?**

Les cuando un cuerpo reacciona de una forma característica cuando tienen contacto con otro, generando fenómenos específicos.

 Cuarto caso

**1. ¿Cuál es su interpretación del concepto de carga? *Describa de manera clara su respuesta.***

Lo interpreto como la fuerza que está contenida y la cual puede tener o generar fenómenos al contacto con otra de diferente carga.

**2. ¿Cuáles fenómenos cree usted que estudia la electrostática?**



Reacción entre varias partículas de diferente carga, o la reacción de otra carga con no solo una sino varias.

**3. ¿Cuál cree usted que es la diferencia entre un cuerpo electrificado y uno cargado? ¿cree que existe realmente esa diferencia? ¿Por qué? *Describa de manera clara su respuesta.***

Un cuerpo cargado lo considero como el que está completamente lleno de una carga y el cual se puede descargar con otro cuerpo.

**4. ¿Qué tipos de electrificación conoce? *Describa de manera clara su respuesta.***

Frotamiento, transmisión

**5. ¿Es posible verificar si un cuerpo se encuentra o no cargado? Si es posible, explique de *qué* manera. Justifique su elección.**

Cuando algo está cargado, al contacto se puede sentir o no, si está cargado.

**6. ¿Cuál es su interpretación sobre el concepto de “interacción física”?**

Cuando dos cargas, sean iguales o diferentes, reaccionan, lo cual podemos llamar interacción y estas se pueden atraer o repeler.

## **Anexo 2.** Parrillas de observación participante

En este espacio se consignan las observaciones que tuvo el investigador durante las clases, orientado por las categorías emergentes que se enunciadas en la columna derecha.





## Anexo 2.1 Análisis de la observación sobre la intervención respecto al primer instrumento

<b>Fecha de la observación:</b> 10 de Agosto de 2016	<b>Lugar de la observación:</b> Corporación Universitaria Americana, sede Bancolombia, aula 702
<b>Hora:</b> 8:00 – 11:00 am	<b>Población observada:</b> Estudiante de ingeniería industrial y de sistemas
<b>Descripción de la situación observada</b>	
<p>Al ingresar a las instalaciones del campus universitario, éstas se caracterizan por ser un espacio limpio, iluminado y acogedor. Se observa que en el intercambio de clases, los espacios de evacuación o pasillos se ven congestionados, debido al alto flujo de personas y reducido espacio para transitar, por lo que algunos docentes sugieren asistir a los encuentros académicos 15 minutos después de la hora establecida. Dando inicio a la clase a las 8:15 am el docente encargado del curso, nos presenta ante 6 estudiantes de ingeniería en sistemas e industrial (curso compartido en el plan de estudios) como investigadores que proponen una alternativa para analizar los conceptos involucrados en la electrostática, se habían realizado previas a ésta dos sesiones de clase en las cuales se llegan a consensos respecto a horarios y formas de evaluación y se introducen algunas nociones sobre electrostática, tales como: las formas de electrificación y la interacción entre cuerpos electrificados.</p> <p>Luego, al ceder el docente la palabra, se hizo, grosso modo, una presentación del proyecto que se adelanta y se habla sobre la importancia de tener disposición y disponibilidad en la realización de las actividades. Con el fin de lograr en el estudiante una participación activa se propone dar</p>	



una valoración cuantitativa respecto al 9% de la evaluación. Cabe aclarar que si bien es cierto que la intención de los investigadores estaba puesta en despertar el interés en los estudiantes sobre la propuesta, el docente encargado realiza esta adaptación, ya que en las clases que iban a ser utilizadas para la investigación se exigía evaluar este porcentaje. Posterior a esto, se realizan a cada estudiante 6 preguntas, con el fin de conocer las concepciones que estos tienen sobre la temática en mención. Entre risas y charlas, pues tanto estudiantes como investigadores buscaban amenizar el espacio y no hacer ver la propuesta como un examen que pretendía medir el conocimiento, se presentan una serie de respuestas que distan de lo que se congrega en el marco teórico de esta investigación y otras que se aproximan a lo establecido en el mismo. Algunas generalidades que se exponen durante la actividad hacen referencia a la carga como un “valor” que almacena la materia o una fuerza que genera fenómenos. En esta misma línea, un estudiante sugiere que la carga es un fluido que llena un contenedor y además fluye a otros cuerpos para descargarlos. En reiteradas ocasiones no se presenta distinción entre los fenómenos que estudia la electrostática y los que estudia la electrodinámica, hasta el punto de asegurar que un cuerpo cargado mantiene los electrones en reposo y en el cuerpo electrificado los electrones están en movimiento. De igual forma, se presentan respuestas en las que el estudiante asegura que la electrostática estudia los campos magnéticos. Dentro de las reflexiones y ampliaciones de las preguntas se expone una confusión entre los cuerpos electrificados y los electrocutados. Algunos estudiantes no presentan clara diferenciación entre el concepto de campo y el de acción a distancia. Además, la mayoría de estudiantes solo reconoce la electrificación por fricción como una forma de electrificar los cuerpos.



Al dar por finalizado el encuentro, muchos estudiantes se veían afectados por las respuestas dadas y deseosos de continuar en el proceso, puesto que pretendían ampliar sus conocimiento sobre “un tema que es tan cotidiano”. Al despedirnos el docente encargado, expone su interés de continuar con el proceso, ya que considera que la propuesta sirve para despertar el interés de los estudiantes sobre la ciencia.

La intervención por medio del primer instrumento culmina a la 10:20 am el día 10 de agosto de 2016.

#### Anexo 2.2 Análisis de la observación sobre el momento 1 y 2 de la guía de intervención

<b>Fecha de la observación:</b> 17 de Agosto de 2016	<b>Lugar de la observación:</b> Corporación Universitaria Americana, sede principal, cuarto piso, aula de prácticas experimentales
<b>Hora:</b> 8:00 – 11:00 am	<b>Población observada:</b> Estudiante de ingeniería industrial y de sistemas
<b>Descripción de la situación observada</b>	
<p>Siendo las 8:15 am, del día anteriormente mencionado, llegamos al aula de prácticas experimentales, donde por consenso se llevaría a cabo las actividades en esa ocasión, la cual presenta buena iluminación, ventilación y amplios espacios, dotados de diversos instrumentos y objetos para ensayo y medición. Cabe aclarar que los instrumentos corresponden tanto a prácticas experimentales del área de química como de física. En esta ocasión, se dispone el ambiente para</p>	



construir conceptos sobre las formas de electrificar un cuerpo y la relación de las cargas eléctricas en el mismo. Por lo cual, se espera que haya una aproximación teórica al concepto de carga, campo y formas de electrificación. Esto se lleva a cabo mediante un documento, en el cual se realiza un breve recuento histórico, inicialmente, de los fenómenos eléctricos. Seguido de dos momentos en los cuales se pretende reconocer las formas de electrificación y analizar la interacción entre dos cuerpos cargados.

Se da inicio a las actividades, proponiendo que éstas sean resueltas de manera individual, con el fin de fortalecer los procesos de abstracción de cada individuo. Para tal propósito se dispone de todos los materiales disponibles en el laboratorio y algunos materiales llevados al encuentro, tales como: globos, peinillas, papel globo, trozos de tela, entre otros.

En el desarrollo de la actividad surgen diversos interrogantes y aseveraciones respecto a la interacción entre cuerpos electrificados y las formas de llevar a cabo la electrificación.

Se observa dentro del proceso que los estudiantes, en su mayoría, logran reconocer la electrificación por inducción y contacto como otras formas de electrificar los cuerpos y no solo se remiten a la electrificación por fricción, aunque no logran reconocer a cabalidad lo que ocurre en los fenómenos anteriormente descritos y además, cuando se dice que un cuerpo se encuentra electrificado, mediante la realización de las actividades, indican que es imposible determinar de qué forma se electrificó. Por otra parte, aún no logran diferenciar entre la concepción de cuerpo cargado y electrificado.

Algo curioso a resaltar en este punto, es que un estudiante expresan “que se puede cargar por inducción, engañando al cuerpo”, aspecto que al pedir ampliar la aseveración éste explica de la

siguiente manera, cuando un cuerpo está cargado es porque tiene exceso de carga positiva o negativa, pero si aproximamos un cuerpo cargado a otro este lo puede engañar momentáneamente haciéndole pensar que está cargado pues las cargas negativas quedan a un lado y las positivas al otro.

Durante el proceso, la mayoría de estudiantes aseguran que una vez se acerca la peinilla, previamente electrificada, a los trozos de papel, hay un reordenamiento de cargas. Indican, al frotar el globo con el cabello, que la propiedad eléctrica en el globo depende de quien lleve a cabo el proceso, ya que hay personas que se encuentran más cargadas que otras, dando a entender que la cantidad de cargas que una persona puede transferir al globo por frotamiento depende de la estructura atómica de la persona. Más adelante, mediante orientación del docente y de los investigadores se motivan a experimentar con cuerpos cuya composición y factores externos fueran variantes, estableciendo con esto que la humedad del medio y del objeto interviene considerablemente en el proceso de electrificación. Como anécdota curiosa respecto a la situación mencionada, se propone que un estudiante al cargar el globo eléctricamente y acércalo a los papeles, los repele. Posteriormente, analizando la situación se logra identificar que esto ocurría debido al movimiento brusco del globo, el cual producía una corriente de aire y hacia divergir los papeles. En esta misma línea, indican que la interacción eléctrica entre dos cuerpos depende de la composición del material y su tamaño, aunque no logran identificar la forma en que influye la composición del material, pero si aseguran que “entre más valencia tenga, mas conductor es”. Además, aseguran (intuitivamente) “que los conductores quedan más cargados cuando interactúan”.



Cabe aclarar que en el proceso reiterado de cargar el globo por fricción y acércalo a los papeles, se presenta, al finalizar este procedimiento, un contacto entre el estudiante y los papeles, con el fin de “ponerlo neutro”. En esta misma línea, establecen que si ambos cuerpos están neutros no ocurre nada, es decir, no hay interacción entre ellos.

Al finalizar los estudiantes se mostraron interesados en saber cómo influye la composición de los materiales en los proceso electrostáticos.

La intervención, por medio de la guía, culmina a las 10:40 am el día 17 de Agosto de 2016.

Anexo 2.3 Análisis de la observación sobre el momento 3, 4 y 5 de la guía de intervención

<b>Fecha de la observación:</b> 24 de Agosto de 2016	<b>Lugar de la observación:</b> Corporación Universitaria Americana, sede principal, cuarto piso, aula de prácticas experimentales
<b>Hora:</b> 8:00 – 11:00 am	<b>Población observada:</b> Estudiante de ingeniería industrial y de sistemas
<b>Descripción de la situación observada</b>	
Para esta fecha los estudiantes del curso de electricidad y magnetismo no pueden asistir al encuentro, debido a actividades extracurriculares programadas a nivel universitario.	

<b>Fecha de la observación:</b> 31 de Agosto de 2016	<b>Lugar de la observación:</b> Corporación Universitaria Americana, sede principal, cuarto piso, aula de prácticas experimentales
<b>Hora:</b> 8:00 – 11:00 am	<b>Población observada:</b> Estudiante de ingeniería industrial y de sistemas



<b>Descripción de la situación observada</b>
<p>Para esta fecha no se lleva a cabo el encuentro, debido a que el docente encargado no comparte el documento recomendado por los investigadores y requerido para cumplir a cabalidad los momentos 3, 4 y 5 de la propuesta de intervención. Este documento fue propuesto desde la intervención del momento 1 y 2 el día 17 de agosto de 2016. En este punto, el docente se compromete a compartir el documento y los estudiantes a realizar la lectura para el próximo encuentro.</p>

<b>Fecha de la observación:</b> 7 de septiembre de 2016	<b>Lugar de la observación:</b> Corporación Universitaria Americana, sede principal, cuarto piso, aula de prácticas experimentales
<b>Hora:</b> 8:00 – 11:00 am	<b>Población observada:</b> Estudiante de ingeniería industrial y de sistemas

<b>Descripción de la situación observada</b>
<p>El encuentro se realizan en el aula de prácticas experimentales, con los instrumentos y materiales que se encuentran dentro de la misma y algunos llevados por nosotros, tales como: 2 electroscopios, barras de diferente material, trozos de tela, globos, pitillos, vasos, pedazos de papel, entre otros, que favorecen la realización de las actividades propuestas en los momentos 3, 4 y 5.</p>





Al indagar en primer instancia sobre la lectura del documento propuesto, los estudiantes indican que cumplieron con la tarea de leerlo, para sorpresa de los investigadores el documento no coincide con el propuesto con anterioridad, según exponen los estudiantes, es el único documento que estaba en la plataforma (virtual). El docente encargado, expone que hubo una serie de modificaciones en la plataforma que hicieron que se eliminara el documento.

Luego, se expone que por cuestiones de tiempo y de contenido curricular, la actividad se debe llevar a cabo este día. Por tanto, se propone la lectura del documento en clase y la realización de las actividades durante la misma. Por lo cual, la lectura del documento fue llevada a cabo en equipos y de manera rápida, lo cual no permitió una comprensión en detalle de lo que se presenta en el texto.

Durante la lectura y la realización de actividades surgen interrogantes, consideraciones y discusiones que posibilitan el enriquecimiento de la actividad y de las concepciones de cada estudiante.

Se observa que los estudiantes logran reconocer y diferenciar los materiales aislantes y conductores, estableciendo un orden jerárquico en el cual exponen cuales son en mayor o menor medida conductores. En el desarrollo del momento 3, intuitivamente, establecen que el conductor se electrifica más fácil que el aislante, pero experimentalmente no perciben esta relación, ya los material usado, usualmente, para analizar la interacción en condiciones electrostáticas son aislantes. Mediante intervención del docente y los investigadores, sobre experimentos o

relaciones concretas, se logra acercar al estudiante a la diferencia que existe entre los materiales que se cargan fácilmente y los que conducen la carga con facilidad.

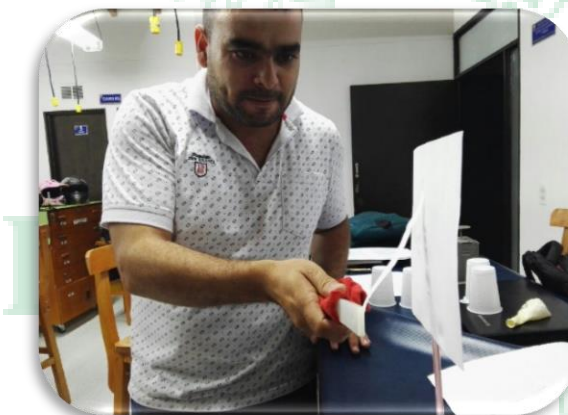
En relación a las actividades que involucraban el uso del electroscopio, se pudieron observar, concretamente, dos cosas:

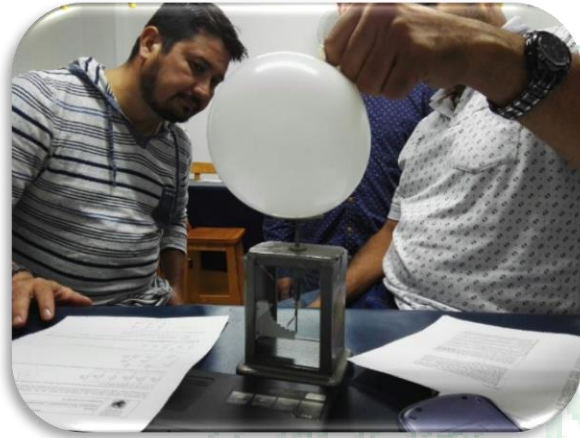
- Los estudiantes naturalmente consideran que la forma de neutralizar un cuerpo es poner la mano sobre él.
- Algunos estudiantes consideran que la operación repetitiva de acerca y alejar un cuerpo electrificado al electroscopio no garantiza que la propiedad se conserve, ya que dicen que en algún momento se debe acabar. Otros, por lo observado experimentalmente, se atreven a concluir que dicha propiedad se conserva en el tiempo, siempre y cuando este no interactúe con otros cuerpos.

Se termina la intervención con la construcción propia de un electroscopio, el cual por motivos de tiempo no se prestó para analizar con detenimiento su construcción, ni los factores que intervienen en una medición precisa del fenómeno. Aunque se establece que la humedad interviene en el proceso.

La intervención finaliza a las 11:05 am del 7 de septiembre de 2016.

### Anexo 3. Algunas imágenes





UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1803