



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

## **Facultad de Educación**

**Reconceptualización de campo magnético. Una configuración histórica y  
epistemológica para la resignificación de su enseñanza**

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

**YEISSON ALEXIS ACEVEDO AGUDELO**

**LUISTON ELIAN CATAÑO RIVERA**

**Asesor**

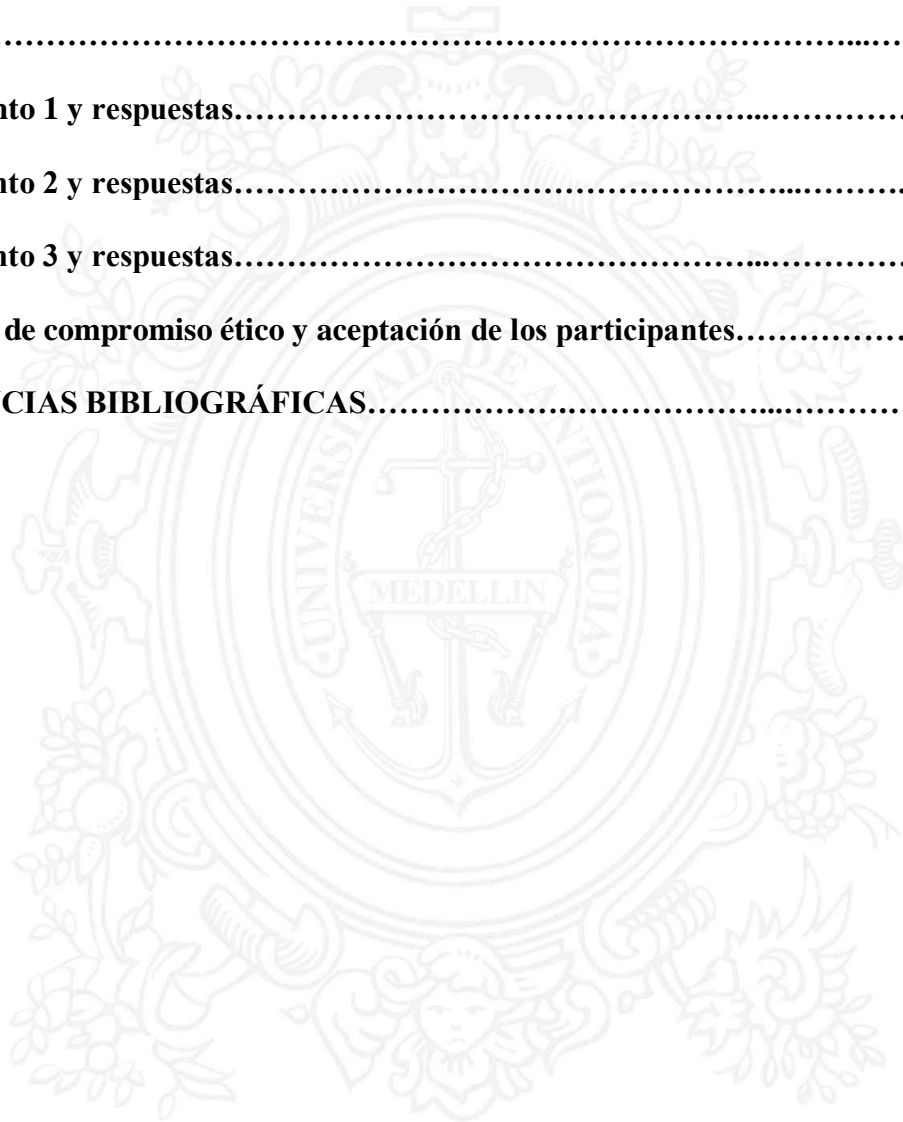
**YIRSEN AGUILAR MOSQUERA**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
LICENCIATURA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
MEDELLÍN  
2014**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. CONTEXTUALIZACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>9</b>
<b>2. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Uso de la historia y la epistemología en el contexto de la enseñanza.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Un papel para el maestro de ciencias: una reconfiguración de pensamiento y de acciones.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 El concepto de campo en el contexto de la enseñanza.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4 Reconceptualización de campo magnético desde la perspectiva de Ampere.....</b>	<b>23</b>
<b>3. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 Sobre el enfoque de la investigación.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 Sobre el método.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3 Sobre el contexto y casos de investigación.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Fases de investigación.....</b>	<b>33</b>
<b>3.5 Recolección y Sistematización de la información.....</b>	<b>36</b>
<b>4. HALLAZGOS.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Matriz de análisis 1.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Matriz de análisis 2.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 Matriz de análisis 3.....</b>	<b>47</b>
<b>5. CONSIDERACIONES FINALES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>5.1 Secuencia Didáctica.....</b>	<b>56</b>

<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>68</b>
<b>7.1 Instrumento 1 y respuestas.....</b>	<b>68</b>
<b>7.2 Instrumento 2 y respuestas.....</b>	<b>74</b>
<b>7.3 Instrumento 3 y respuestas.....</b>	<b>81</b>
<b>7.4 Protocolo de compromiso ético y aceptación de los participantes.....</b>	<b>89</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>90</b>



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## CAPÍTULO UNO. CONTEXTUALIZACIÓN

### **LÍNEA O AGENDA DE INVESTIGACIÓN: *Epistemología, Historia y Enseñanza De Las Ciencias***

Esta investigación se articula a la línea de epistemología, historia y enseñanza de las ciencias, en el cual se prevé “*adelantar análisis de la génesis y desarrollo de las diferentes teorías y perspectivas de las disciplinas científicas, con la intención de diseñar y estructurar rutas alternativas para su enseñanza y aprendizaje, más acordes con nuestro contexto cultural actual*” (Grupo ECCE, 2001, p. 3); además también aborda las posibilidades que surgen en los diversos contextos de la práctica del maestro que le aportan a la construcción de un discurso propio, por el cual da cuenta de su posicionamiento en el tiempo. Se espera que con los hallazgos del mismo se pueda contribuir al desarrollo de la línea y evidenciarlo mediante el trabajo de grado.

Existe una interrelación entre la concepción de ciencia que se tiene y la concepción de enseñanza que se asume: cualquier modelo de aprendizaje que se asuma tendrá a su base una particular manera de concebir la ciencia, aspectos que influyen, a su vez, en las maneras particulares de asumir la actividad de la educación en ciencia (Aguilar, 2013).

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los análisis realizados en algunas investigaciones (Guisasola, Almudí, Zubimendi & Zuza, 2005); (Zuza & Almudí, 2012) (Guisasola, et. al, 2003) se han logrado evidenciar problemáticas relacionadas con la manera como los estudiantes asumen el concepto de campo eléctrico y el

concepto de campo magnético, así por ejemplo se halla que la mayoría de los estudiantes presentan ideas de «*sentido común*» a la hora de interpretar fenómenos magnéticos (Zubimendi, et. al,2003, p.10). Por otra parte, la comprensión que pueden realizar algunos estudiantes respecto a este concepto, también está mediatizada por los libros de textos universitarios (Young, Freedman, & Ford, 2009) y por la formación que reciben en cursos de teoría electromagnética, de acuerdo con esto, se genera un interés de indagar en el marco de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia, la significación que configuran algunos estudiantes alrededor de campo magnético, en particular los generados en el curso Física de Campos, tomando como referente los resultados expuestos en la investigación que se llevó a cabo en 2008-2009 (Escobar, Gonzalez, & Gutierrez, 2009) dentro de la misma licenciatura, en la que se establece que “*los estudiantes presentan confusión entre fuerza y campo,[...] no identifican las fuentes de campo ni utilizan este concepto en la explicación de los fenómenos físicos en los que interviene*” (Escobar, Gonzalez, & Gutierrez, 2009, p.11).

Cabe resaltar además que, alrededor de campo eléctrico ya se han presentado varias aproximaciones hacia su comprensión (Barba Zapata, 2011) mientras que alrededor de campo magnético se logró establecer una ausencia de reflexiones.

Por otra parte se toma en consideración que, algunos textos universitarios contribuyen a la problemática planteada, en el sentido que pueden llevar al estudiante a reconocer el campo magnético como algo difícil de definir o incluso de asimilar. Los modos de definirlo dejan ver tal dificultad:

“[...], la naturaleza fundamental del magnetismo es la interacción de las cargas eléctricas en movimiento. A diferencia de las fuerzas eléctricas, que actúan sobre las cargas eléctricas estén en movimiento o no, las fuerzas magnéticas sólo actúan sobre cargas que se mueven, aunque las fuerzas eléctricas y magnéticas son muy diferentes unas de otras”. (Young, Freedman, & Ford, 2009, p. 916)

En este fragmento se puede inferir la ausencia de una definición que permita dar cuenta de la noción de magnetismo. Igualmente, es lícito pensar que el magnetismo se fundamenta en las interacciones, dadas por los movimientos de las cargas eléctricas, en las que se generan fuerzas de naturaleza diferente a la eléctrica que afecta la carga sólo cuando esta está en movimiento. En estas circunstancias, convendría especificar si la fuerza afecta la carga o al movimiento que esta efectúa. De igual modo, surge la necesidad de precisar sobre la fuerza magnética en relación con su manifestación bajo interacciones eléctricas.

Ahora, apréciase la continuación del enunciando:

Aunque las fuerzas eléctricas y magnéticas son muy diferentes unas de otras, para describir ambos tipos usaremos la idea de campo. En el capítulo 21 vimos que las fuerzas eléctricas ocurren en dos etapas: 1) una carga produce un campo eléctrico en el espacio que la rodea, y 2) una segunda carga responde a este campo. Las fuerzas magnéticas también ocurren en dos etapas. En primer lugar, una carga o conjunto de cargas en movimiento (es decir, una corriente eléctrica) producen un campo magnético, a continuación, una segunda corriente o carga en movimiento responde a

ese campo magnético, con lo que experimenta una fuerza magnética. (Young, Freedman, & Ford, 2009, p. 916)

Sumado a lo anterior se enuncia que la noción de campo está ligada a la descripción de fuerzas tanto de eléctricas como magnéticas, pero al no dar una definición precisa de dicho concepto el estudiante se ve inducido a pensar que un campo es un conjunto de fuerzas eléctricas o magnéticas acumuladas en un espacio y, al confundirlo con un conjunto, el fenómeno observado pierde su significación desde lo fenomenológico, en el sentido que el estudiante puede interpretar el campo como algo cerrado y absoluto, cuyas características para los elementos que lo conforman no presentan ninguna variación, pues desde la misma noción de conjunto tal como lo propone Guarín (1999) los elementos que conforman un conjunto deben cumplir las características propias del mismo; así, esta manera de significar el campo como cerrado y absoluto puede crear un distanciamiento alrededor de las características integradoras del mismo, un ejemplo de esto es: a mayor distancia entre la carga y el campo menor fuerza de atracción (Guisasola, Aldumi, & Zubimendi, 2005, p. 306, 307), es decir; las fuerzas que pertenecen al campo no todas tienen la misma intensidad, luego no todas cumplen la misma característica; luego esta manera de significarlo deja ver ciertas inconsistencias.

Por otra parte, en este mismo apartado se reconoce campo magnético como una manera de describir las fuerzas eléctricas y magnéticas, pero no arroja una definición que dé cuenta de qué es lo que se asume por campo, esta manera de significar las fuerzas eléctricas y magnéticas no le contribuyen al estudiante a lograr una mayor significación del mismo, luego por el contrario “Se *confunde el campo eléctrico y magnético*” (Zubimendi, Guisasola, & Almudí, 2003, p. 89), lo

cual es otro indicio de las dificultades que se presentan en la conceptualización de campo magnético.

De acuerdo con lo expuesto se visualiza una problemática en concreto, que radica en la caracterización de campo magnético solo en términos de fuerzas y en consecuencia, se podría pensar que el estudio de campo magnético se reduce a la simple resolución de ejercicios, bajo los cuales se vuelve imprescindible hallar las fuerzas a partir de una serie de algoritmos. Esta manera de abordar los problemas, devela un modo de significar no solo la enseñanza de la física sino también la relación entre la física y la matemática. Por una parte, la enseñanza de la física se restringe a una enseñanza de algoritmos y por otra, pone de manifiesto que la matemática es una herramienta de la física. En este contexto de significación, cobra gran interés establecer si ¿es la matemática una herramienta de la física? o si ¿se puede establecer una relación de constitución entre la física y la matemática? Pese al interés de estas cuestiones, conviene aclarar que en esta investigación solo se abordará el asunto relacionado con campo magnético.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se evidencia no sólo la necesidad de pensar otras estrategias y prácticas de formación por parte del gremio docente que se prepara en la licenciatura para los cursos de teoría electromagnética, sino además la necesidad de que los estudiantes (maestros en formación) configuren y resignifiquen desde lo epistemológico e histórico campo magnético, a fin que a futuro, una vez se investigue, se reflexione sobre esta dificultad conceptual, de modo que se pueda articular de una mejor manera el campo magnético y su interacción con el eléctrico.



Se trata entonces de reconceptualizar campo magnético para que no necesariamente se induzca al estudiante a pensarlo en términos de fuerza. En este sentido, se hace necesario identificar y caracterizar las formas y dinámicas que son propias del campo magnético, para así dar cuenta de los procesos académicos que induce. Este interés se concretan en:

¿Cómo reconceptualizar campo magnético a partir de un análisis epistemológico e histórico desde los planteamientos de Ampere?

## **1.2.OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Reconceptualizar, para la enseñanza, campo magnético desde un análisis histórico y epistemológico de los planteamientos de Ampere.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar campo magnético a partir del análisis de los planteamientos de Ampere expuestos en su obra *Théorie Mathématique Des Phénomènes Électro-Dynamiques*. Uniquement déduite De L'expérience. París. (1827) Tomo VI.
- Caracterizar campo magnético en tres libros de texto - dos textos universitarios y uno escolar, intencionado hacia la indagación de discursos de enseñanza.

- Caracterizar los modelos explicativos de 4 casos acerca de campo magnético, intencionado hacia la estructuración de estrategias alternativas para la enseñanza del concepto. (4 estudiantes—dos hombres-dos mujeres)
- Diseñar una secuencia didáctica a partir de los planteamientos de Ampere y de 4 casos que permita una reconceptualización de campo magnético.

## **CAPÍTULO DOS. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1.USO DE LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA**

El propósito de este apartado es un intento por reconocer la importancia que tiene el uso de la historia y la epistemología en el contexto de la enseñanza, al reconocer que estas le brindan al maestro la oportunidad de construir su propia identidad, actuar en conformidad con ella, ser investigador constructor de conocimiento y no un simple replicador de modelos estandarizados. Consecuente con lo anterior se opta por un enfoque que privilegie la historia y la epistemología por considerar que esta:

[...] prevé adelantar análisis de la génesis y desarrollo de las diferentes teorías y perspectivas de las disciplinas científicas, [y en el contexto actual puede incitar] la intención de diseñar y estructurar rutas alternativas para [la] enseñanza y [el] aprendizaje, más acordes con nuestro contexto cultural actual”. (Grupo ECCE, 2001, p. 3)

Por otra parte Aguilar (2006) propone que la historia y su uso toma sentido en la medida que se sea consciente de cuál de las dos significaciones de historia (completamente distintas) se asuma, así caracteriza que una manera de significar la historia es considerarla como *“un cúmulo de datos o hechos del pasado, [donde] al historiador sólo le queda organizarlos sin que sufran alteración alguna, de modo que el proceso receptivo del sujeto sea pasivo, ya que, los datos hacen la historia porque ellos hablan por sí solos”* (Aguilar, 2006, p. 2), A esta manera de significar la historia Carr (1991) la llama *“sentido común de la historia”* (Carr, 1991, p. 2). En otra dirección, la historia también se puede significar como tentativas de pasado producto de las interpretaciones que tienen lugar en contextos particulares, *“en este sentido los datos no hablan por sí solos; los hechos sólo hablan cuando el historiador apela a ellos”* (Aguilar, 2006, p.2) así; de acuerdo con los intereses, *“la historia es cuestión de interpretación”* (Carr, 1991, p. 3).

En conformidad con lo anterior, el presente estudio se acoge a la segunda manera de significar la historia, ya que se reconoce que el uso de la historia y su articulación con la epistemología, en el contexto de la enseñanza, provoca un notable interés hacia los asuntos de la ciencia al permitirle al maestro dinámicas de desarrollo y construcción de conocimiento, le brinda, además, la oportunidad de *“comprender cómo se generan y validan los diferentes productos de la actividad científica; le permite establecer relaciones entre los contenidos científicos, los intereses éticos, culturales y políticos de los contextos donde se produjeron”* (Matthews, 1994, p. 256), en definitiva, le brinda al maestro una posibilidad de construcción de su identidad como intelectual y enseñante de la ciencia.

Sin lugar a dudas, esta manera de significar favorece la enseñanza de la ciencia, ya que el maestro toma una identidad propia que le permite reconocerse como investigador y contribuyente en la construcción de conocimiento, proceso en el que puede explicitar que el conocimiento es el fruto de una actividad social, el cual se mantiene y se difunde en los intercambios con los otros. (Delval, 2001)

Parece importante el hecho de que el docente debe estar enfocado hacia la reflexión propia de su práctica profesional, el maestro debe ser investigador de su praxis educativa, lo que supone que sea un investigador de los acontecimientos que se dan en el aula de clase a fin de buscar soluciones a las problemáticas propias de su contexto. En palabras de Latorre (citado por Carmona, 2009):

El profesorado investigador cuestiona su enseñanza; innova, renueva, pone a prueba sus creencias, problematiza lo que hace con la finalidad de mejorar su práctica profesional. Reflexiona sobre su práctica, a veces utiliza la ayuda externa, recoge datos, los analiza, plantea hipótesis de acción, [...] busca el perfeccionamiento contrastando hipótesis, [...] las cuestiones de su investigación surgen de la experiencia cotidiana. (p. 371-372)

En sí, aplica lo que aprende mediante el uso de la epistemología y la historia en el contexto de la enseñanza.

Lo anterior devela una significación de la ciencia como actividad cultural y, en consecuencia, la enseñanza también puede significarse como una práctica cultura. Así establecer un lente de

carácter epistemológico, para la enseñanza de las ciencias, remite necesariamente a considerar el contexto con las significaciones determinadas por una multiplicidad de relaciones; por esta razón, en esta investigación se *“estudia la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas”*. (Gomez, 1996, p.32)

Consecuente con lo anterior, es oportuno destacar que significar la ciencia en estos términos, permite que esta sea cuestionada, esta forma de presentar la metodología permite ver la imagen de una ciencia que se construye, que es susceptible de cuestionar, y lo más importante aún, que es susceptible de ser enseñada de formas distintas, puesto que es una construcción social; en palabras de Mercedes Ayala (2006): *“la ciencia es concebida como una actividad de comprensión del mundo”* (p.27).

Como implicación de lo anterior se puede afirmar que, quien desee conceptualizar en educación en términos de la enseñanza de las ciencias puede ver en la historia y la epistemología un camino hacia la resignificación de conceptos, puesto que desde esta perspectiva se abre un dialogo sin fin entre el presente y el pasado en relación con el saber disciplinar. Bajo estos supuestos, hablar de una recontextualización de los saberes implica, entre otras cosas, construir relaciones entre los contextos de desarrollo de los mismos en conjunto con las significaciones que se hacen hoy en día en el ámbito educativo. En este punto, se hace necesario traer a colación que los conceptos propios, abordados en las ciencias cuyos cimientos develan una historia de constitución, son pieza clave para empezar a hablar de los procesos de recontextualización del saber.

Estos cambios en la actividad científica, también asignan un nuevo papel al maestro de ciencias.

## **2.2.UN PAPEL PARA EL MAESTRO DE CIENCIAS: UNA RECONFIGURACIÓN DE PENSAMIENTO Y DE ACCIONES**

*“Paso la noche reflexionando sobre la cumbre del mismísimo conocimiento, alagado más no desconcertado, percibo el nuevo tinte que retoma este proceso, luego sigo reflexionando, ahora los fundamentos poco después el sentido” Y.a.a.a*

Con la invención de la imprenta el periodo del renacimiento se constituyó como el período de tiempo donde más cambios, a nivel de estructuración de pensamiento, ocurrieron como en ninguna otra época. La distribución y formación del conocimiento en relación a la concepción de ciencia que se objetaba ya no sería igual (Cassier, 1979). En las artes Brunelleschi, Donatello, entre otros retornaron a las fuentes antiguas transformando su concepción, mediante la elaboración de un sistema coherente de arquitectura y decoración: la adopción de un repertorio nuevo de temas mitológicos y alegóricos, ocupando el desnudo un lugar importante (S.A, 2004). Esta serie de movimientos entre otros, literarios, artísticos y científicos que tuvieron lugar en Europa en los siglos XV y XVI, sin lugar a dudas, con el tiempo tomarían todo su auge trayendo serias implicaciones para el pensamiento del mundo entero, en relación con la ciencia y el conocimiento; por supuesto, el maestro no sería, entre todo esto, uno de menos.

Entre las implicaciones que trajo consigo el renacimiento (Cassier, 1979), bastaría con enunciar la transformación del pensamiento científico que desde la época se desencadenó como algo complejo, cambiante y diverso. Si esta transformación en el modo de significar el

conocimiento se traslada al contexto de la enseñanza, es inevitable pensar que ahora el maestro de ciencias debe también repensar su relación con la ciencia y con el conocimiento y en consecuencia con la enseñanza. Así pues, se considera necesario visualizar el contexto generado por este período, como toda una serie de condiciones socio-temporales que instauraron en el maestro la ineludible necesidad de pensar y reflexionar su propia instancia en la escuela, su manera de reconocer la ciencia y por tanto su manera de acercarse a ella. En este sentido, comienza un periodo donde no sólo se hace posible evidenciar un derrumbamiento de la perspectiva absolutista de la ciencia (Cassier, 1979), sino además, una amplia y sigilosa gama de prácticas en aquellos establecimientos donde se enseñaría la ciencia llenando de sentido e identidad al maestro como garante de su permanencia.

Considerando la sucesión de movimientos que se despliegan en el periodo del renacimiento, se puede pensar que, de alguna manera, se empieza a institucionalizar, dimensionar y estructurar una nueva noción de lo que es 'ser maestro' en relación con la nueva manera de significar la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje. Lo que posibilita esta manera de pensar al maestro es el propio contexto, por el cual ya no se piensa un maestro caracterizado por acciones en términos de imponencia absoluta, como maestro rey soberano que enseña una ciencia absoluta y cerrada, donde su palabra silencia, cual acción violenta, el pensamiento de sus estudiantes, limitándoles su acercamiento a la ciencia, bajo un método para descubrirla (Porlán, 1991); sino más bien, un maestro que ahora debe preocuparse por pensar en la manera cómo aprenden sus estudiantes, en cómo aprende él mismo, en cómo la formación de conceptos y la estructuración del conocimiento se construye mediante consensos. Ahora para el maestro, la preocupación por el otro adquiere sentido y por tanto, si desea garantizar su propia instancia en la escuela debe dimensionar una identidad propia, cargada, por supuesto, de sentido.

Desde esta perspectiva, el poder en la enseñanza adquiere sentido, en la medida que el maestro conozca a sus estudiantes y que el maestro sea aceptado simbólicamente y representativamente por ellos; en este orden de ideas, el mayor o menor control sobre ellos estará en función de la relación que establezca con ellos, en relación con la construcción de conocimientos.

Esta perspectiva otorga un papel importante y activo a la actividad de 'ser maestro' mediada por su función social (Carr, 1991), siendo este hecho una contribución significativa para la revisión de la postura absolutista predominante para la época y que sin lugar a dudas, tuvo su incidencia en las propuestas de enseñanza de las ciencias.

No es de menos resaltar, además, el hecho que, las prácticas ejercidas por el maestro en evidencia de su nuevo pensamiento, empiezan a focalizar la atención para mantener su territorio: La escuela, entendida en términos de representaciones de lo que acontece en relación con la ciencia, el contexto y los sujetos, asume un carácter epistémico en el sentido de constituirse en el escenario por excelencia para la organización de experiencias y la construcción de explicaciones.

En conformidad con este posicionamiento, el maestro adquiere una identidad, al reconocer ahora la escuela como un espacio necesario y de posibilidad para la construcción social de conocimientos.

Esta caracterización del maestro para el siglo XXI, de alguna manera, se articula con las nociones que, desde antes del renacimiento fundamentaba sus prácticas, en cierta forma la separación del maestro pastor y el maestro rey soberano ahora toma otro matiz un tanto relevante,



la transformación del pensamiento del maestro con doble connotación: el pensamiento del maestro que se debe imponer pero que, al mismo tiempo, se debe preocupar por sus estudiantes.

Surge entonces la pregunta que lleva a indagar sobre ¿cómo emergen las razones de ser maestro, ¿cómo las acciones propias del contexto moderno configuran una racionalidad de pensamiento para el maestro? y, ¿cómo éstas se establecen en términos de prácticas escolares, de enseñanza y aprendizaje a medida que pasa el tiempo?

Así, para la época Neoliberal aún vigente, de la racionalidad de pensamiento, se pueden inferir tres características fundamentales que estructuran las acciones del maestro, a saber:

- 1) Se necesita el maestro con sentido e identidad propia para el mantenimiento de la escuela (Escuela y maestro en función de la Ciencia).
- 2) El discurso se ajusta según las necesidades y los intereses (Acciones del maestro que buscan evitar un posible desprendimiento de su identidad).
- 3) Pensar en los estudiantes es necesario para evitar su sublevación (Recurrir a la Didáctica para generar simbolismos representativos e intereses en los estudiantes).

En este contexto de significación, las “prácticas de ser maestro” se cristalizan por la virtud propia del maestro, esta le confiere al maestro una posibilidad ilimitada hacia la investigación: La expansión de sus límites más allá del discurso.

Claro está, el pensamiento dimensionado desde la ciencia y la investigación para la construcción de conocimientos, también impondrá ciertos retos; así por ejemplo, el maestro se tendrá, de alguna manera, que topar con ciertos sujetos y entidades naturales de los cuales decidirá no imponerse, estableciendo relaciones limitadas, porque imponerse sobre ellas resultaría poco productivo, así la mejor decisión será eximirse. En conformidad con sus intereses (Chapin, 1991) no se impone en contraposición a los códigos penales del Estado y las directrices establecidas por el Ministerio de Educación Nacional (en adelante MEN), pero si las administra, es decir; el maestro se muta de nuevo a la administración a fin de garantizar la divulgación de sus resultados e investigaciones presentes con otras comunidades (Aprovecha las exigencias que el Estado le intima).

De igual forma, el pensamiento del maestro, generado desde la época, le permitirá ir reconociendo otras prácticas con las cuales tendrá que convivir si desea garantizar su permanencia en la escuela:

- + Debe reconocer que la economía pública establecerá su permanencia direccionando la mayor parte de las prácticas del Estado.

- + La pasión como virtud propia de la práctica profesional, siempre será lo que moviliza. Por tanto, el maestro debe aceptar que la razón de pensamiento del estudiante no le genera movilidad hacia el conocimiento, es en realidad el interés construido y manifiesto en sus estudiantes lo que le posibilita movilizaciones de crecimiento hacia el mismo.

Esta racionalidad de presidir un sujeto de interés, se presenta ahora para el maestro como un objetivo, el objetivo entonces para el maestro será movilizar a sus estudiantes con el discurso que su identidad le confiere, modificando así sus conductas, pensamientos y manera de significar la ciencia y su contexto socio cultural.

Queda entonces reconceptualizada la noción de 'Ser Maestro', evidenciada mediante tres caracteres:

- 1) Saber
- 2) Poder
- 3) Subjetividad

Bajo este contexto de significación, surgen otros interrogantes que quedan abiertos para la reflexión, una que otra pregunta quedará abierta para que el lector también tenga la posibilidad de argumentar su respuesta ¿la configuración histórica y epistemológica de la racionalidad de pensamiento del maestro que se configuró poco a poco desde la época del renacimiento, pudiera llegar a entenderse entonces como toda una serie de prácticas de contexto que hoy por hoy direccionan el cómo, el por qué y el para qué 'ser maestro'? ¿Compete, actualmente, analizar las prácticas de enseñanza y aprendizaje en relación a la ciencia a fin identificar y problematizar el estado que hoy tenemos? Visualizar la importancia de la 'identidad de ser maestro como categoría analítica de entrada nos lleva a pensarla como un hecho histórico.

## 2.3.EL CONCEPTO DE CAMPO EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA

En el análisis realizado en algunos textos, llama la atención la forma en que algunos autores presentan y valoran el estudio de campo magnético; al respecto, se resalta el hecho de introducir campo magnético en términos de una fenomenología que responde a dos interacciones diferentes: 1ero. Las interacciones establecidas cuando una carga o corriente móvil crea un campo magnético en el espacio circundante. 2do. Las interacciones brindadas cuando el campo magnético ejerce una fuerza sobre cualquier otra carga o corriente en movimiento presente en el campo. Pero como se evidencia en el siguiente apartado, inicialmente, centran su atención en la segunda interacción lo cual induce a pensar que la verdadera intención del estudio de campo magnético es la fuerza:

Describimos las interacciones magnéticas de manera similar: 1) Una carga o corriente móvil crea un campo magnético en el espacio circundante (además de su campo eléctrico). 2) El campo magnético ejerce una fuerza  $\vec{F}$  sobre cualquier otra carga o corriente en movimiento presente en el campo.

En este capítulo nos centraremos en el segundo aspecto de la interacción: dada la presencia de un campo magnético, ¿qué fuerza ejerce éste sobre una carga o una corriente en movimiento? En el capítulo 28 volveremos al problema de cómo las cargas y las corrientes móviles crean los campos magnéticos. (Young, Freedman, & Ford, 2009, p. 918)

En el fragmento anterior, es lícito pensar que los autores abordan campo magnético concediendo importancia a fuerza, quedando así, relegada a un segundo plano las primeras interacciones, las cuales podrían brindar significaciones de campo magnético no necesariamente

en términos de fuerza. De igual manera, deja entrever que las posibles significaciones que el lector construya más adelante para las primeras interacciones podrían estar supeditadas a las significaciones en términos de fuerza y movimiento.

Complementario a lo anterior, en otros textos los autores no ofrecen una definición precisa de lo que se considera es campo magnético, en los fragmentos analizados se encuentra que si bien se aborda campo magnético, no se logran precisiones conceptuales que permitan comprender la fenomenología que caracteriza al campo y por el contrario, perpetúan la deficiencia de campo en términos de fuerza:

En este capítulo se examinan las fuerzas que actúan sobre las cargas en movimiento y sobre los alambres que conducen una corriente en presencia de un campo magnético. En el capítulo 30 se describe la fuente del campo magnético. (Serway & Jewett, 2009, p. 809)

En otro texto se lee:

Hemos mencionado que la fuerza con la cual se atrae o se repelen dos imanes disminuye al aumentar la distancia entre ellos, y que lo mismo sucede con la fuerza que un imán ejerce sobre un objeto de material ferromagnético. Sin embargo, si el imán y el objeto se encuentran a una distancia relativamente grande, el objeto no experimenta ningún tipo de atracción. En este caso, se dice que el objeto está fuera del campo magnético generado por el imán. (Romero & Bautista, 2011, p. 215)

En el apartado anterior se puede interpretar que para los autores es relevante el uso de la fuerza en la comprensión del fenómeno de campo magnético; lo cual, en cierto modo, lleva a considerar que el campo magnético es una fuerza atractiva dependiente de la distancia. Por otra parte, tal como se muestra en el siguiente fragmento, no se hace distinción entre fuerza y acción del campo. *“Cuando una carga eléctrica se encuentra en un campo magnético y se desplaza dentro de él, experimenta una fuerza debida a la acción del campo”* (Romero & Bautista , 2011, p. 216).

Esta situación puede resultar problemática para el estudiante, en el sentido que pudiera presentar confusión en relación con cuál es la acción que ejerce el campo magnético y cómo esta a su vez implica una fuerza.

Las anteriores consideraciones permiten explicitar la existencia de diversas formas de asumir campo magnético, lo que motiva a examinar una perspectiva histórica que logró configurar una significación particular de este fenómeno. En este sentido, se indaga sobre los planteamientos de Ampere (1827) respecto a campo magnético, vía a un proceso de recontextualización en la enseñanza de este concepto.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## **2.4.RECONCEPTUALIZACIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO DESDE LA PERSPECTIVA DE AMPERE<sup>1</sup>**

En el intento de establecer una recontextualización de campo magnético, se hace necesario en este trabajo, analizar las condiciones que han determinado en Ampere (1827) un modo de formalizar el concepto de campo magnético. Para ello se abordará bajo dos categorías: el papel desempeñado por la observación en la organización de la fenomenología y organización de la fenomenología de campo.

### **2.4.1.El papel de la observación en organización de la fenomenología**

Inicialmente, es oportuno resaltar que las bases conceptuales que poseía Ampere (1827) a partir de la experiencia y de los conocimientos ya estructurados en términos físicos, matemáticos y químicos, constituyó en él una estructura experimental focalizada en la observación, la cual fue determinante en la organización e interpretación de los fenómenos magnéticos. La observación en Ampere (1827) estaba influenciada por el pensamiento newtoniano y por las tendencias y movimientos intelectuales que plantean nuevas formas de interpretar y construir los fenómenos:

El momento en que la obra de Newton ha marcado en la historia de la ciencia, no sólo como uno de los descubrimientos más importantes que el hombre ha hecho sobre las principales causas de los fenómenos de la naturaleza, es también el momento en

---

<sup>1</sup> El texto referenciado de Ampere (Théorie Mathématique Des Phénomènes Électro-Dynamiques. Uniquement déduite De L'expérience. París. (1827) Tomo VI.) ha sido una traducción de los autores.

que la mente humana ha abierto una nueva ruta en la ciencia que se centra en el estudio de estos fenómenos. (Ampere, 1827, p. 175)

Aquí Ampere evidencia no solo nuevas formas de reflexionar el mundo, sino también su valoración por los diversos trabajos (entre ellos el suyo) que en la época se estaban movilizando gracias a Newton. Ampere (1827) reconoce que la teoría existente, determina en gran medida la observación y por tanto la organización de nuevas teorías, con lo cual devela una coincidencia entre Newton y el movimiento intelectual de la época, como condición favorable y oportuna para postular sus argumentos. Esta manera de proceder, permite interpretar el conocimiento no solo como construcción social articulada a conocimientos ya establecidos, sino también como producto de las condiciones socio-temporales.

Pese al reconocimiento de Ampere (1827) a las postulaciones newtonianas, es destacable el distanciamiento entre estos dos teóricos. Mientras que el pensamiento newtoniano se direcciona hacia las explicaciones causales centradas en la fuerza como un ente matemático, en Ampere se direcciona hacia la observación y la experimentación de la fuerza como una magnitud que es necesario formalizar.

Newton estaba lejos de pensar que esa ley podría ser concebida sobre la base de las consideraciones abstractas más o menos plausible. Se establece que deben deducirse del hecho observado, o más bien estas leyes empíricas, como las de Kepler, los resultados son generalizados a un gran número de hechos. Observando por primera vez los hechos, las circunstancias varían tanto como sea posible, se deben acompañar



este primer trabajo de mediciones precisas para deducir las leyes generales basadas únicamente en la experiencia y así deducir estas leyes. (Ampere, 1827, p. 176)

Por otra parte, en la obra de Ampere (1827) se puede interpretar que la observación como una forma de validar y legitimar discursos o explicaciones:

La principal ventaja de las fórmulas es que inmediatamente se concluyeron de unos pocos hechos generales y algunos datos generales dados por un número suficiente de observaciones, para que por seguridad no pueda ser cuestionada [...]. (p.178)

Se interpreta así que, para Ampere las leyes son fundamentadas desde la experiencia, es decir, no importan tanto las causas sino establecer relaciones a partir de las observaciones. Este análisis permite develar algo más profundo en Ampere; un marcado interés por lo que se pudiera llamar un proceso de formalización mediado por la observación.

En el proceso de formalización, Ampere (1827) no solo utiliza la experimentación y la observación como una estrategia metodológica, sino que, además en sus argumentos, toma un papel importante la cuantificación de los fenómenos cualitativos, en particular (retomando lo mencionado previamente sobre la fuerza), se resalta su intento por medir la intensidad de fuerza mediante las oscilaciones generadas por el campo, es probable que esto sea debido a que sus constructos teóricos venían permeados por los conocimientos matemáticos que poseía y la forma en que interactuaba con el mundo exterior, con lo cual busca apegarse a la realidad que el hecho observado le permitía construir, así el observar oscilaciones recurrentes, evocan en él un intento por representar su propia visión del mundo físico. De esta manera se identifica en Ampere una

forma de representar e idealizar los fenómenos físicos, hecho que le permite manipular las explicaciones de los fenómenos desde su pensamiento; tal como lo expresa (Ampere, 1827) cuando escribe:

[...] Creo, sin embargo, ser capaz de superarla en un dispositivo propio para medir la acción recíproca de dos conductores, uno fijo y otro móvil, por el número de oscilaciones de este último y haciendo variar la forma del conductor fijo. (p. 183)

#### **2.4.2.Organización de la fenomenología de campo magnético**

En este apartado es oportuno resaltar que Ampere (1827) formaliza campo magnético retomando experiencias efectuadas tanto por Biot como por Oersted, validando sus argumentos en estas observaciones, tal como lo presenta el siguiente fragmento:

Sr. Biot leyó una memoria donde escribió las experiencias que él había hecho en las oscilaciones de un pequeño imán sometido a la acción de un conductor angular [...]  
Visto por los cálculos previos, esta fuerza es precisamente la que brinda mi fórmula de acción mutua entre un elemento de hilo conductor y el extremo de un selenoide electro dinámico, y también es la que resulta de la ley de Coulomb. (p. 323)

Se puede interpretar en lo anterior que Ampere, inicialmente, vincula en su discurso para la formalización de campo, aquellas experiencias previas surgidas de investigaciones y que eran conocidas por los académicos de la época, y que en algunos casos se constituían en fundamentos de nuevas organizaciones teóricas:

Algún tiempo después, en la reunión del 18 del mismo mes, Sr. Biot leyó una memoria [...] que la acción de cada elemento del conductor en lo que se denomina una molécula magnética, está representado por una fuerza perpendicular al plano de la molécula y el elemento, inversamente al cuadrado de la distancia y proporcional al seno del ángulo derecho que esta medida forma con la dirección del elemento. Visto por los cálculos previos, que esta fuerza es precisamente la que brinda mí formula. (p. 323)

Se puede interpretar del texto, que Ampere comparte y ratifica la idea que cuando la corriente eléctrica pasa por un elemento de hilo conductor, se manifiesta una fuerza en sentido diferente a la dirección de la corriente. Cabe aclarar que Ampere interpreta el fenómeno observado bajo el supuesto de una corriente molecular, según la cual innumerables partículas minúsculas, cargadas eléctricamente, estarían en movimiento dentro del conductor. Actualmente estos son reconocidos como electrones. Bajo este supuesto, se entiende la razón del por qué Ampere conceptualiza inicialmente campo como una superficie de capas magnéticas, dado como influencia de los conductores voltaicos y del por qué hace referencia también de ciertos fluidos boreales y australes que eran ya nombrados y reconocidos por los académicos, como el sentido mismo de las cargas positivas y negativas respectivamente.

Otro aspecto que es importante resaltar es que para Ampere (1827) el campo magnético es angular con forma circular, cuyas líneas encierran la corriente que transporta el conductor eléctrico, afirmando que esta intensidad va disminuyendo inversamente con la distancia al conductor bajo capas magnéticas, tal como se evidencia cuando plantea que:

[...] La altura  $h$  y el  $\varepsilon$  de espesor de la capa de fluido infinitamente fina en la superficie  $\sigma$ , puede variar de un punto en esta superficie a otro; y para lograr el objetivo que nos proponemos de representar usando fluidos magnéticos, las influencias ejercidas por los conductores voltaicos, se debe suponer que estas dos cantidades  $\varepsilon$ ,  $h$ , varían inversamente del otro, de tal manera que su producto  $h\varepsilon$  mantiene el mismo valor en el rango de la superficie  $\sigma$ . (p. 316)

El anterior fragmento permite inferir varios asuntos respecto a la formalización de campo propuesta por Ampere: por una parte, el campo como una influencia o distorsión en el medio debido a las corrientes eléctricas y por otra parte, el campo como una especie de fluido que envuelve el hilo conductor bajo capas magnéticas; para esto centra su atención en espesores  $\varepsilon$  de superficie para esclarecer la idea que, conforme se aleja del hilo conductor, varía la intensidad de esta distorsión y en cualquier punto de este espesor permanece constante<sup>2</sup>.

En este análisis también es pertinente resaltar la diferencia que establece Ampere (1827) entre la fuerza y el campo. Para él la fuerza es el producto de la interacción del campo con una carga:

---

<sup>2</sup> Aunque ya fue mencionado es pertinente aclarar que para Ampere (1827)  $\varepsilon'$  se refiere a lo que él mismo llama "el espesor de la capa magnética en cada superficie" (p. 311).

Se muestre la fuerza ejercida por un elemento de hilo conductor en un polo de un imán, y ésta actúa en dirección perpendicular a la derecha que une los dos puntos entre los que se desarrolla esta fuerza, [...] la acción recíproca de dos hilos de conductor se lleva a cabo a lo largo de la línea que los une, es la demostración en evidencia que la primera de estas dos fuerzas es un fenómeno compuesto. (p. 284)

El fragmento permite interpretar en Ampere (1827) el surgimiento de una fuerza que se manifiesta en el campo, la cual es observable en la dirección perpendicular a la interacción entre los conductores o entre conductor y un imán. Al respecto, igualmente plantea que la dirección es una manifestación del efecto que sufre la carga en movimiento dentro del campo.

[...] la acción de cada elemento del conductor en lo que se denomina una molécula magnética, está representado por una fuerza perpendicular al plano de la molécula y el elemento, inversamente al cuadrado de la distancia y proporcional al seno del ángulo derecho que esta medida forma con la dirección de la corriente del elemento. (p. 323)

Consecuente con lo anterior, es lícito plantear que para Ampere (1827), la fuerza es una prueba de la existencia del campo o una manifestación observable de la afectación del medio cuando una carga lo atraviesa.

En conformidad con las consideraciones anteriores, en este contexto de significación, se asume el Campo Magnético como una distorsión del medio y la Fuerza Magnética como

una manifestación de este campo sobre una carga en movimiento que lo atraviesa. En este sentido conviene precisar que es la ocurrencia del campo (distorsión del medio) lo que da origen a la existencia de fuerzas.

## CAPÍTULO TRES. DISEÑO METODOLÓGICO

### 3.1.SOBRE EL ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

A fin de investigar las consideraciones establecidas en el planteamiento del problema, se considera pertinente aplicar el enfoque de investigación cualitativo, por estimar que éste enfoque favorece la obtención del objetivo de la investigación al posibilitar la valoración de interpretaciones consensuadas y la comprensión de fenómenos, acorde con las características propias del objeto de investigación determinadas por un contexto particular (Stake, 1999). En el mismo sentido lo plantea Von Wright (sf) citado por Stake (1999) cuando expresa “*la investigación cualitativa intenta establecer una comprensión empática para el lector, mediante la descripción, a veces la descripción densa, transmitiendo al lector aquello que la experiencia misma transmite*” (p. 43).

Complementario a lo anterior, Sampieri (2008) postula otras características de este enfoque que concuerda con el propósito de ésta investigación, “*hay una realidad que descubrir, construir e interpretar. La realidad es la mente*” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2008, p. 11), enuncia la posibilidad de que mediante el estudio cualitativo se pueden expresar las múltiples significaciones que se dan cuando se estudia un hecho [Realidades Múltiples (Stake, 1999, p. 23)], lo cual se considera de suma importancia para esta investigación.

En consecuencia, se considera oportuno resolver el problema con un enfoque cualitativo, al no pretender generalizar, los autores asumen su postura consciente de que todo el proceso investigativo está mediado por la interpretación y que, a su vez, todo el proceso está orientado por la intencionalidad de los mismos y la flexibilidad.

### **3.2.SOBRE EL MÉTODO**

En conformidad con los planteamientos de Stake (1999) y los objetivos planteados en esta investigación, convino el método de estudio colectivo e instrumental de casos, ya que este método particulariza el estudio permitiendo develar aquellas significaciones que construye el caso estudiado, en palabras de Stake (1999): *“no nos interesa porque con su estudio aprendamos sobre otros casos o sobre algún problema general, sino porque necesitamos aprender sobre ese caso particular,[...] el cometido real del estudio de casos es la particularización”* (p. 16), ahora conviene aclarar que para la presente investigación esta particularización se centra en el estudio de cuatro casos, lo que le dio el carácter de colectivo.

Por otra parte, como el proceso está orientado por la intencionalidad de los investigadores, convino seleccionar los casos acorde con los propósitos de la investigación.

En este mismo sentido conviene resaltar la idea de que la investigación amerita el método de estudio instrumental ya que el interés principal se focaliza en campo magnético, pero se estudia este por medio del análisis de los modelos explicativos de los informantes (casos) en relación con los planteamientos de Ampere.

### 3.3.SOBRE EL CONTEXTO Y CASOS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realiza en la institución estatal Universidad de Antioquia, la cual tiene su domicilio en la ciudad de Medellín en el Departamento de Antioquia de la República de Colombia; en la dirección: Calle 67 N° 53 – 108. Este plantel educativo oficial y mixto cuenta con una población estudiantil de diversos estratos socioeconómicos, siendo dominantes los estratos uno, dos y tres.

En esta misma línea es oportuno precisar que se elige la Universidad de Antioquia como contexto de investigación, principalmente por cuatro razones de sólido peso para los autores, la primera es porque se considera que en la Universidad, la temática de campo magnético se enseña con el rigor y la profundidad que esta amerita, segundo porque se considera que las experiencias que se dan en el contexto escolar son similares a las que se dan en el contexto universitario, tercero porque los autores estiman que en la universidad los estudiantes deben construir modelos explicativos adecuados y acorde con los considerados en la ciencia en relación con campo magnético y finalmente, porque se desea brindar fundamentos que contribuyan al fortalecimiento de la licenciatura en Matemáticas y Física.

De acuerdo con lo anterior, se opta por seleccionar 4 casos de la licenciatura en Matemáticas y Física, teniendo en cuenta el interés que presentan por el área, las dificultades que manifiestan la disponibilidad para participar en la investigación y que, según las observaciones realizadas en los cursos de física, representen beneficio a las intenciones propias de la investigación.



Esta investigación se realizó en 18 meses, la cual se estructuró en tres fases que coincidieron con los tres semestres de la práctica pedagógica.

### **3.4.FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

En conformidad con las intencionalidades de los investigadores y acorde al tipo de investigación establecida, se decidió llevar a cabo la presente investigación a partir de tres fases, se aclara que la finalidad de las mismas es contribuir al cumplimiento pleno de los objetivos previamente establecidos y que éstas fases fueron susceptibles a reestructuraciones que el mismo proceso convocó.

En este orden de ideas, los componentes desarrollados en cada fases de la investigación fueron filtradas por un proceso continuo de revisión de expertos y pares de la línea a la cual se inscribe esta investigación, se buscó con ello, brindar mayor seguridad, claridad y confiabilidad a los argumentos y construcciones. Siendo las socializaciones y conversatorios los que legitimaron los avances que se traducen en consensos, como parte fundamental del proceso.

Los autores consideran pertinente resaltar que los subprocesos que cada fase conlleva en esta investigación no deben considerarse como lineales.

#### *Primera Fase*

En esta fase, se procedió a dimensionar algunos de los componentes estructurales de la investigación, efectuando la caracterización del contexto en la que se llevó a cabo. Se procedió a

la construcción del problema y planteamiento del mismo a partir de problemáticas identificadas en el contexto escolar y universitario; con base en esto, se procedió a la revisión bibliográfica para identificar el estado de la discusión sobre campo magnético, referentes que a su vez proporcionaron claridad a la formulación del problema permitiendo el establecimiento de objetivos acordes con el mismo. Para la culminación de esta fase se procedió a la construcción de una metodología para el desarrollo de la investigación y se inició la construcción del marco conceptual.

### *Segunda Fase*

En esta fase se continuó la construcción del marco conceptual, fundamentado bajo tres caracteres: la importancia del uso de la epistemología y la historia en el contexto escolar, el análisis de campo magnético mediante tres textos académicos, seleccionados por los aportes que ofrecen a la investigación y las conceptualizaciones que hacen en torno a la temática y por último se procede al análisis de la obra de (Ampere 1827) titulada: *Théorie Mathématique Des Phénomènes Électro-Dynamiques. Uniquement déduite De L'expérience. Paris. (1827) Tomo VI*, a fin de interpretar la manera en que éste significa campo magnético. Es pertinente aclarar que en esta fase también se procedió a la caracterización de los cuatro casos seleccionados y la construcción de los instrumentos para la recolección de datos.

### *Tercera Fase*

En esta fase se continúa con la construcción del marco conceptual; se analizaron los datos obtenidos en la aplicación de los instrumentos que fueron validados por pares de la línea de

investigación de historia y epistemología, con el propósito de analizar la coherencia y la pertinencia de las preguntas; así mismo, se analizó la calidad de las respuestas de los estudiantes en beneficio de los intereses de la investigación. De igual manera, la información se recolectó mediante la aplicación de varios métodos e instrumentos: una *entrevista semiestructurada* (ver anexo1) con el fin de identificar los modelos explicativos de los casos, relacionados con el concepto de campo magnético. Seguido a esto, se aplicó un instrumento, relacionado con una *práctica experimental* (ver anexo 2) con el propósito de indagar en los casos las relaciones que establecen de campo magnético con fuerza magnética.

Finalmente, se aplicó el tercer instrumento que consistió en una actividad experimental; este fue *construido bajo las interpretaciones del tratado de Ampere* (ver anexo 3), con el cual se pretende indagar la concepción de campo magnético que los casos seleccionados construyen mediante el instrumento, para posteriormente contrastar los argumentos con las concepciones iniciales.

Además de la recolección y análisis de la información, se reorganiza el informe de la investigación y se realiza a sustentación pública del mismo.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

### 3.5.RECOLECCIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Consecuente con lo anterior, se hace oportuno mencionar cómo los investigadores abordaron a los informantes, para ello se efectuó una serie de estrategias concebidas como ambientes propicios para la aplicación de las actividades planeadas y la conceptualización del mismo, en este sentido previamente se estableció un lugar de encuentro para las secciones, donde inicialmente se firmó entre investigadores e informantes un protocolo de compromiso ético y aceptación de participación en la investigación (ver anexo 4). Para este fin se realizaron 4 sesiones cada una con una duración de 2 horas.

Por otro lado, se realizó un análisis documental (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006) de tres libros de texto para la enseñanza de campo magnético, donde se caracterizó las posibles concepciones que estos textos articulan sobre campo magnético y de manera análoga, también se efectuó un análisis del tratado *Théorie Mathématique Des Phénomènes Électro-Dynamiques. Uniquement déduite De L'expérience*. París. Ampere (1827) Tomo VI, análisis que permitió interpretar aquellas condiciones que han determinado en Ampere un modo de formalizar el fenómeno de campo magnético.

Con el fin de obtener conclusiones en el proceso de análisis, se llevó a cabo la sistematización (organización entre información) mediante el uso de matrices de doble entrada, bajo la siguiente estructura: tres para instrumentos, en la que se pretendió llevar a cabo la triangulación entre cada instrumento y los casos y, modelos teóricos y casos. Se pretendió con estas matrices extraer la información buscando una correspondencia con las categorías que nos brindó el planteamiento del problema y el teórico abordado. Cabe resaltar que para el análisis de matrices se tomó las

consideraciones sobre el análisis de datos cualitativos propuestas por Hernández, Fernández y Baptista (2008), así pues, se efectuó un análisis de datos mediante la interpretación directa y análisis de argumentos; se indagó las unidades de análisis (segmentos, oraciones y párrafos con una significación orientada hacia la naturaleza del problema de investigación) a fin de interpretar lo más casto posible las apreciaciones de los casos.

En la misma línea, en las matrices construidas (tres matrices análisis instrumento casos) se llevó a cabo un análisis por palabras y por líneas, este, a su vez, brindó la posibilidad de establecer asertos (interpretación que efectuaron los investigadores de la forma en que creen que el caso comprende (Stake,1999) tanto horizontales como verticales, para luego, mediante un cruce de asertos, también vertical y horizontal, generar un aserto de asertos general. Este aserto general más profundo se contrastó con las aportaciones construidas desde el teórico.

Por otra parte, se hace oportuno aclarar que el proceso de selección de unidades se repitió para todos los instrumentos y se desarrolló una comparación constante entre las mismas unidades a medida que se creaba una codificación y construcción de categorías. Cabe resaltar respecto a esto último, que en el proceso de investigación los autores consideraron la codificación tal como la proponen Hernández, Fernández y Baptista (2006):

[...] en la codificación cualitativa los códigos surgen de los datos (mas precisamente, de los segmentos de datos). Como señala Esterberg (2002): los datos van mostrándose y los "capturamos" en categorías. Usamos la codificación para comenzar a revelar significados potenciales y desarrollar ideas, conceptos e hipótesis; vamos comprendiendo lo que sucede con los datos (empezamos a generar un sentido de

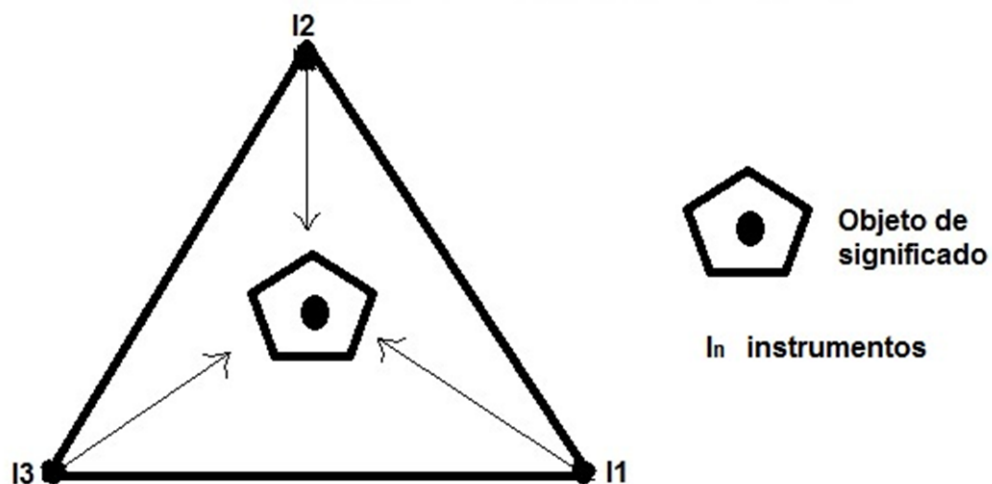
entendimiento respecto al planteamiento del problema). Los códigos son etiquetas para identificar categorías, es decir, describen un segmento de texto, imagen, artefacto u otro material. (p.634)

En sí, se retomó la pretensión que los códigos identifican a las categorías que emergen de la comparación constante de segmentos o unidades de análisis y a partir de este hecho se construyó, en el proceso de análisis un sistema categorial (Aristizabal & Galeano, 2008) tomando por categoría aquel lente que permite el estudio directo de las unidades de análisis y que permite una correspondencia y caracterización de las mismas, reconociendo que estas pueden ser agregadas o desagregadas en el proceso según permitan “*establecer articulaciones, identificar matices y divergencias conceptuales*” (Aristizabal & Galeano, 2008, p.164).

Considerando lo anterior, el proceso de análisis permitió establecer dos tipos de categorías emergentes (estas se generaron por las comparaciones de unidades de análisis y su respectiva codificación) y apriorísticas (se construyeron a partir del planteamiento del problema y el análisis documental del teórico y los libros de texto). Así pues, estas categorías fueron: a) Campo magnético como fuerza b) Campo magnético como perturbación del medio c) Fuerza magnética como consecuencia del campo magnético d) Campo como espacio físico e) Campo como influencia del campo eléctrico y f) Semejanza Campo magnético con intensidad de fuerza.

Por otro lado, el proceso de triangulación en esta investigación se concibió como el acceso a la información de varias formas, de acuerdo con esto, se efectuó una triangulación entre instrumentos e investigadores. Para la primera, se trianguló con el teórico toda la información de

los casos acorde con la información brindada por los instrumentos, el siguiente esquema ofrece una representación de la misma.



*Ejemplificación del proceso de triangulación para construir significaciones e interpretaciones.*

*Figura uno.*

Por otra parte, la triangulación de investigadores se llevó a cabo así: se acordó que cada investigador dispusiera de los instrumentos de manera separada y que efectuaran un análisis de los mismos, posteriormente mediante un proceso de diálogo se cruzaron los resultados obtenidos individualmente y de manera conjunta se indagó similitudes, lo cual solidificó el establecimiento de categorías.

La codificación utilizada fue la siguiente:

$C_n$ : representa los casos

$P_n$ : para las preguntas realizadas en los instrumentos

$A_n$ : representa las categorías apriorísticas

$E_n$ : representa las categorías emergentes

CM: campo magnético.

## SISTEMA CATEGORIAL

### *Categorías Apriorísticas CA<sub>n</sub>:*

A<sub>1</sub> Campo magnético como fuerza

A<sub>2</sub> Campo magnético como perturbación del medio

### *Categorías Emergentes CE<sub>n</sub>:*

E<sub>1</sub> Fuerza magnética como consecuencia del campo magnético

E<sub>2</sub> Campo como espacio físico

E<sub>3</sub> Campo como influencia del campo eléctrico

E<sub>4</sub> Semejanza Campo magnético con intensidad de fuerza.

Para decidir las convenciones, la numeración se hizo de acuerdo con la cantidad de casos, experiencias realizadas, preguntas y categorías.

## CAPÍTULO CUATRO. HALLAZGOS

En el siguiente apartado se presentan los hallazgos obtenidos en el proceso, inicialmente se presenta las matrices de doble entrada con las respuestas ofrecidas por los informantes; seguido a esto se presentan las respectivas interpretaciones como hallazgos de las misma.



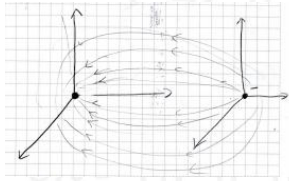
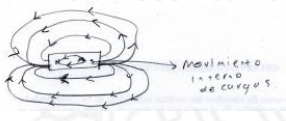

Preguntas Casos	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	Asertos
C <sub>1</sub>	Espacio físico en donde incurrirán varias fuerzas de atracción	Interacción que se presenta entre dos imanes, la correspondencia entre dos lados del imán, las cargas que se contraponen	En los objetos: como pilas como imanes electrodomésticos	Las fuerzas que se presentan entre ciertos cuerpos nos da idea de la atracción o repulsión, estas varían según la distorsión del espacio físico.	Para que se presente un CM. debe generar ciertas fuerzas e interacción entre partículas	Este caso concibe el CM como un espacio físico o distorsión donde incurrirán fuerzas.
C <sub>2</sub>	Un campo es un espacio		El CM está asociado a situaciones como la interacción de dos imanes o más.	Si ponemos un polo y medimos atracción o repulsión en algún punto de este, podemos afirmar que en el medio sí está presente el C.M. El C.M. ejerce fuerzas sobre las componentes de un medio	Ocurre si: - Hay un campo eléctrico variando. - Hay imanes	En este caso se puede interpretar que la fuerza evidencia la existencia de un CM.
C <sub>3</sub>	Constructo teórico para describir una modificación en el espacio en torno a un cuerpo introducido en él		se asocia con instrumentos: Brújula, parlantes, discos duros...	El campo eléctrico varía con el paso del tiempo en un punto específico y estas variaciones son las que producen CMs.	En todo punto en el cual hayan CMs. necesariamente deben existir campos eléctricos	Reconoce que el CM es puntual y hace hincapié en que es debido al C. eléctrico.
C <sub>4</sub>	Es el lugar de acción de la atracción gravitacional		Se puede asociar con el comportamiento de las brújulas y la generación eléctrica	A partir de una cadena de espiras y gracias a la repulsión e interacción entre el CM y el C. eléctrico del cable, se puede generar corriente eléctrica.	Se debe elevar la temperatura de un metal, luego abruptamente descender la temperatura y quedará magnetizado.	El caso establece campo como lugar de acción e interacción
Aserto	Se reconoce como CM un espacio físico	Se interpreta campo magnético como algo manifiesto y representable	Se asocia CM mediante instrumentos	Se interpreta CM como interacción generada por fuerzas que varían	C.M como producto de influencias eléctricas.	Aserto de Asertos
Análisis	De los discursos de los informantes respecto a CM puestos en correspondencia con lo que plantea el teórico se resalta que estos concuerdan con la idea que CM está asociado a la ocurrencia de fenómenos eléctricos; llama la atención que los casos al igual que Ampere reconocen la fuerza M. como una manifestación de la existencia del C.M, pese a estos acuerdos, se resalta un distanciamiento referente al concepto de campo, del cual en Ampere se interpreta CM como una distorsión del medio y no que el medio se distorsiona por fuerzas que varían.					Se concibe CM como un espacio físico en relación a fenómenos eléctricos e interacciones de fuerzas.

Figura dos. Matriz en la que se sistematizan los datos del instrumento uno.

Teniendo en cuenta lo presentado en la matriz anterior, se puede interpretar que  $C_1$  y  $C_2$  coinciden en asumir campo magnético como un espacio físico, con la salvedad que  $C_1$  asume la existencia de fuerzas de atracción, mientras que los casos  $C_3$  y  $C_4$  asumen CM como una modificación en el espacio y el lugar de acción de la fuerza gravitacional respectivamente, resulta interesante resaltar que  $C_4$  establece una semejanza entre el campo magnético y la fuerza gravitacional. De igual manera,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  dejan ver campo magnético como algo manifestable y a la vez representable, mientras que para  $C_1$  se interpreta CM como una interacción que se puede dar entre dos objetos.

Por otra parte, los casos  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  asocian el fenómeno de campo magnético a elementos con propiedades magnéticas como lo son los imanes y las brújulas, donde se hace pertinente resaltar que  $C_1$ ,  $C_3$  y  $C_4$  asocian elementos en los cuales fluye corriente eléctrica. Además, los casos  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_4$  asumen CM como una interacción dada por fuerzas que están variando, mientras que  $C_3$  asume la existencia del campo magnético en íntima relación a las variaciones que sufre el campo eléctrico.

Por otra parte, también se pudo interpretar que los casos  $C_2$  y  $C_3$  asumen que la generación de un CM es producto de la variación de los campos eléctricos, mientras que  $C_1$  asume estos últimos como una condición necesaria para la existencia de campos magnéticos así como para la generación de fuerzas e interacciones entre partículas. En términos generales y acorde con lo anterior se puede considerar, que  $C_1$  concibe CM desde la manifestación de fuerzas, en  $C_2$  se puede interpretar que la fuerza evidencia la existencia de un CM,  $C_3$  reconoce que el CM es puntual y hace hincapié en que es debido en relación al campo eléctrico, y  $C_4$  establece campo magnético como lugar de acción e interacción.

Preguntas Casos	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	Asertos
C <sub>1</sub>	Lo que pude percibir es como se forman las líneas de campo alrededor y centro del imán. Observo que las líneas de campo se forman con más fuerza en los imanes que tienen una posición distinta al contacto directo de las caras del imán.	La limadura se adhiere con gran sentido al imán. <b>Campo magnético: imán</b> <b>Fuerza magnética: cuando el imán arrastra la limadura.</b>	Fuerza ↓ <b>Disponer el campo</b> ante el sentido del imán. Representaciones entre los objetos que se vinculan entre sí.	<b>Lugar donde se concentra toda la fuerza magnética</b> que permite la interacción con objetos.	El C <sub>1</sub> establece CM como un lugar donde se concentra toda la fuerza magnética y la fuerza magnética como algo que tiene una implicación en la orientación del campo. Así mismo asocia las líneas de campo con intensidad de fuerza.
C <sub>2</sub>	Las limaduras de hierro se atraen al imán, lo hacen con <b>mayor fuerza en los extremos</b> y en el centro del imán. <b>Las limaduras forman líneas</b> encima del imán. ... las limaduras se concentran en la superficie del imán pero surgen dos puntos donde las líneas que forman las limaduras de hierro parecen rodear.	Cuando muevo los imanes se deforman las figuras. La relación que establezco entre campo magnético y fuerza magnética es que <b>los campos magnéticos ejercen fuerza magnética.</b>	Con la situación observada digo que <b>el campo magnético del imán ejerce fuerzas sobre la limadura de hierro.</b>	Las limaduras de hierro permiten visualizar las líneas de campo que generan los imanes. <b>Las líneas de campo son más fuertes en las cercanías del imán pero en los polos las líneas son muy débiles.</b> La forma de los imanes y su potencia afectan a <b>las líneas de campo.</b>	El C <sub>2</sub> manifiesta que el CM es quien ejerce fuerza magnética. Se presenta una asociación de las líneas de campo con intensidad de fuerza.
C <sub>3</sub>	Lo que observamos fueron algunas de las <b>líneas de campo</b> producidas por cada imán, por convención <b>van de norte a sur y siempre son cerradas.</b>	... la limadura intenta adherirse al imán cuando lo desplazábamos, pero al rotar el imán en algún sentido, la limadura también tendía a rotar o cambiar la <b>dirección</b> de las líneas de campo.	<b>El imán ejerce fuerza</b> sobre cada partícula de limadura, haciéndolas alinear todas en direcciones particulares. De tal modo que <b>la fuerza magnética mas que todo cambia la dirección</b> de cada partícula de limadura.	<b>El campo magnético está compuesto por líneas de campo</b> que no tienen ni principio ni fin, siempre se cierran es por eso que no se encuentran monopolos magnéticos en la naturaleza. Las líneas de campo salen por un polo y entran por otro y siempre son curvas, que van perpendiculares a cada radio vector de un punto dado respecto al centro del imán. Al ser perpendiculares estas líneas no sirven tanto para acelerar o desacelerar un cuerpo en línea recta, <b>sino que sirven más para</b>	El C <sub>3</sub> establece una implicación entre campo- fuerza y dirección en términos de que uno afecta (ejerce) el siguiente. Establece una equivalencia entre fuerza y líneas de campo al afirmar que son los causantes del cambio de dirección. Así mismo, establece que el CM está compuesto por líneas de campo.

				cambiar la dirección de su desplazamiento.	
C <sub>4</sub>	Físicamente podría explicar que la magnetita presente en el imán atrae las partículas de hierro. De forma particular la forma que toma la limadura de hierro es igual a las líneas de campo magnético producidas por el imán	Cuando el imán se mueve debajo de la cartulina, las partículas de hierro se mueven y cambian de forma debido a que el campo magnético cambia, las líneas toman otra dirección y la atracción genera fuerza magnética.	La fuerza magnética en una partícula está dada por la magnitud con que el imán atrae dicha partícula y la distancia a la que está del imán.	El campo magnético se puede caracterizar como el lugar de influencia de las líneas de atracción generadas por la magnetita en un material, así mismo este no tiene ni dirección ni sentido, además geoméricamente se puede representar como líneas curvas y ovaladas.	El caso C <sub>4</sub> establece que la fuerza magnética tiene un significado bajo la dirección (orientación) de las líneas de campo y a su vez está asociada a una intensidad de atracción. Caracteriza CM como el lugar de influencia de las líneas de atracción.
Aserto	Los casos presentan una asociación de las líneas de campo con intensidad de fuerza.	Los casos presentan la fuerza magnética como algo ejercido por el CM.	Los casos reconocen una presencia de la fuerza magnética y su acción sobre una partícula.	Los casos reconocen el CM como un lugar de concentración y de influencia de fuerza.	<b>Aserto de Asertos</b>  Se reconoce CM como un lugar donde se presencian y tienen sentido las fuerzas magnéticas. Las líneas de campo se presentan como una visualización del campo y a su vez están asociadas a la intensidad de fuerza.
Análisis	De los discursos de los informantes respecto a CM puestos en correspondencia con lo que plantea el teórico se resalta que estos concuerdan con la idea que CM es el causante de la presencia de fuerza magnética. Así mismo, resulta interesante como los casos articulan CM como un lugar de concentración y de influencia de las fuerzas magnéticas, en donde las líneas de campo son asociadas a la intensidad de fuerza, esto comparado con las significaciones construidas de Ampere, resultan muy similares con el análisis que este efectúa al esclarecer la idea que conforme se distancian las capas magnéticas varía la intensidad del campo.				

Figura tres. Matriz en la que se sistematizan los datos del instrumento dos.

Teniendo en cuenta lo presentado en la matriz para el análisis del instrumento 2, la cual recoge las respuestas presentadas por los informantes, se puede interpretar para  $P_1$  que los casos  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  presentan todos una coincidencia al manifestar que las líneas que se visualizan corresponden a las líneas del CM, con la particularidad que los casos  $C_1$  y  $C_2$  asocian la alta concentración de líneas de campo con intensidades de fuerza.

En esta misma línea en el análisis efectuado para la pregunta  $P_2$  se observa que los casos  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_4$  presentan la fuerza magnética como algo ejercido por el CM; con la salvedad que  $C_4$  no hace una distinción entre lo que es atracción y fuerza magnética, según el caso, la fuerza magnética es una consecuencia del fenómeno de atracción. Seguido a esto, respecto a  $P_3$  se puede observar que las respuestas de los casos son dispersas en el sentido que no logran establecer una relación entre la fuerza magnética y campo magnético, o una diferenciación plena entre ambos, de igual manera, se interpreta que todos los casos efectúan un reconocimiento de la fuerza magnética como aquella que afecta la dirección de una partícula.

En este orden de análisis, para  $P_4$  se resalta por una parte que  $C_1$  concibe el CM como el “lugar donde se concentra toda la fuerza magnética” y  $C_4$  lo concibe como un “lugar de influencia de las líneas de atracción”; de lo cual se interpreta que ambos casos reconocen el campo como un lugar de influencias de fuerzas, por otra parte  $C_3$  asume el campo magnético como un espacio compuesto de líneas de campo que se cierran así mismas y, de  $C_2$  afirma que el CM es algo “visualizable mediante las líneas de campo” y además asocia la concentración de estas líneas en ciertos lugares con intensidad de fuerza.



Efectuando un análisis horizontal de las respuestas brindadas por cada caso en las preguntas planteadas para este instrumento, se interpreta que  $C_1$  establece CM como un lugar donde se concentra toda la fuerza magnética, la fuerza magnética como algo que tiene implicaciones en la orientación del campo y asocia al igual que  $C_2$  las líneas de campo con intensidad de fuerza. Resulta interesante resaltar por un lado que  $C_2$  se diferencia de  $C_1$  al manifestar que es el CM quien ejerce fuerza magnética y por otro que  $C_3$  establece la implicación campo como causante de fuerza y fuerza como causante del cambio de dirección; finalmente, el caso  $C_4$  establece que la fuerza magnética tiene un significado bajo la dirección (orientación) de las líneas de campo y a su vez está asociada a una intensidad de atracción, además caracteriza CM como el lugar de influencia de las líneas de atracción.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Preguntas Casos	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	Asertos
C <sub>1</sub>	<p>El montaje permite el paso de la corriente eléctrica que se produce en varios sentidos.</p> <p>VARIABLES: descripción del montaje. Conductos. Corriente inducida.</p>	<p>Campo magnético: espacio donde se fortalecen las líneas de fuerza que se generan de forma magnética.</p> <p>Fuerza magnética: líneas que se expresan por medio del campo magnético.</p>	<p>A) Las líneas de fuerza son constantes y variables que se propagan por medio de la fuerza magnética y el campo magnético.</p> <p>B) Las líneas de campo son la propagación de las líneas de fuerza en un espacio físico.</p> <p>C) Se relacionan entorno a la manifestación y aplicación.</p>	<p>Campo magnético: Esta conformado por las líneas de fuerza que se manifiestan por medio de la atracción y la fuerza por medio de líneas de campo.</p> <p>Se expresan repulsiones por medio de las corrientes.</p>	<p>El C1 establece CM como espacio conformado por las líneas de fuerza, donde a su vez estas se fortalecen. Reconoce que las líneas de CM son la propagación de las líneas de fuerza en dicho espacio.</p>
C <sub>2</sub>	<p>Cuando conecto los dos cables a la bobina inicialmente se repelen las dos bobinas, pero si para una sola bobina invierto la conexión se atraen las dos bobinas.</p>	<p>El experimento no me arroja información respecto a la fuerza magnética, en ningún momento estoy cuantificando la fuerza magnética.</p> <p>De lo que aprendí de física de los campos, si tengo una corriente de energía puedo decir que alrededor de esa corriente hay un campo magnético</p>	<p>A) si conecto el circuito y las bobinas se atraen o se repelen, hay unas líneas de fuerza magnéticas perpendiculares a la corriente.</p> <p>B) cada bobina genera un campo magnético alrededor. Las líneas de campo envuelven a la corriente eléctrica.</p> <p>C) las líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de campo en esta situación.</p>	<p>Un campo magnético es algo que se genera en el espacio.</p> <p>Cuando tengo una corriente tengo un campo magnético alrededor. Si tengo dos campos magnéticos estos van a interactuar entre sí, se puede generar una fuerza de atracción o una fuerza de repulsión.</p> <p>Las líneas de campo magnético rodean los cables de la bobina. Las líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de campo.</p> <p>Si tengo dos corrientes y le invierto la corriente, estas cambian de estado. Si se atraían ahora se repelen o si antes se repelen ahora se atraen.</p>	<p>El C2 establece campo magnético como algo generado en el espacio que rodea aquello que lo genera. Reconoce la fuerza magnética como una manifestación de la interacción de dos campos magnéticos y además, establece una relación de perpendicularidad entre las líneas de fuerza y las líneas de campo.</p>
C <sub>3</sub>	<p>Lo que se observa es la interacción magnética</p>	<p>Se puede establecer que como se sabe que el campo magnético de cada bobina va</p>	<p>A) las líneas de fuerza son las que vemos que hacen</p>	<p>El campo magnético es generado por corrientes eléctricas, las cuales causan variaciones en el</p>	<p>El C3 se refiere el CM como una especie de fluido magnético cuyas líneas son concéntricas al cable,</p>

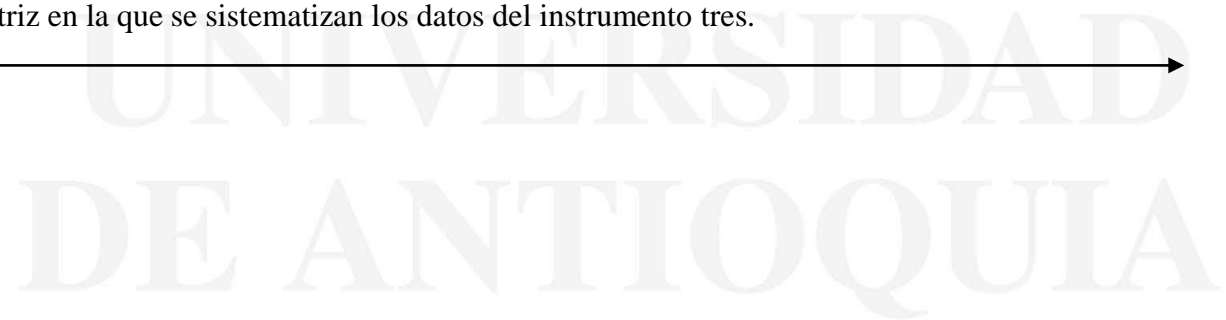


	<p>producida por las corrientes en circulación a través de la bobina, las variables que influyen en el montaje son: el número de vueltas en las bobinas, la corriente y voltaje aplicados y la forma de conectarlas (serie o paralelo)</p>	<p>en círculos alrededor de cada cable y el movimiento observado es lineal entre cada bobina, se concluye que la fuerza magnética es perpendicular al campo magnético.</p>	<p>atraer o repeler las bobinas, por lo cual estas líneas van en dirección del movimiento de las bobinas.        B) como se ve... las líneas de campo son concéntricas a la corriente que circula, se observa que cuando las corrientes de dos cables circulan en direcciones opuestas, el fluido magnético o la cantidad de líneas entre ellos se tiende a sumar, haciendo que los cables o bobinas se repelan.        En el caso contrario con dos cables y la corriente en distinta dirección se observa que el flujo magnético disminuye causando atracción. (analogía con fluidos)        C) como se puede observar en el esquema las líneas de campo son perpendiculares a las líneas de fuerza.</p>	<p>campo eléctrico; recíprocamente las variaciones en el campo magnético me generan corrientes eléctricas por lo cual se concluye que variaciones en el campo magnético generan variaciones en el campo eléctrico y de allí nacen las ondas electromagnéticas.        Los campos magnéticos pueden generar fuerzas atractivas o repulsivas, aunque siempre son perpendiculares es por esto que estos campos se usan más que todo para variar direcciones de partículas y no tanto para acelerarlas.        En el montaje observamos que si se producía una atracción o repulsión, dado que en un pequeño instante variaba el campo eléctrico y el magnético en el espacio entre bobinas.</p>	<p>además asume que este genera fuerzas y que las líneas de fuerza y/o fuerza magnética son un tipo de interacción, las cuales son perpendiculares a las líneas de campo.</p>
C <sub>4</sub>	<p>En el montaje se puede observar que la corriente eléctrica que circula en el sistema genera campos magnéticos debido al</p>	<p>La fuerza magnética puede entenderse en consecuencia de la corriente eléctrica, de esta forma, la corriente y el voltaje determinaran la</p>	<p>Las líneas de fuerza y las líneas de campo son iguales y tienen que ver con el comportamiento</p>	<p>Cuando por un cable circula electricidad y en un cable paralelo también pero en sentido contrario, ambos generan fuerza magnética de tal forma que los</p>	<p>El C<sub>4</sub> asume CM como un espacio ocupado por la fuerza magnética; y asume que las líneas de campo son iguales a las líneas de fuerza, en donde la atracción o repulsión</p>



	<p>movimiento de la bobina. Intercambiando los lugares donde se conecta la fuente de electricidad a la bobina, se puede establecer que el sentido en que viaje la electricidad puede alterar el campo magnético generado.</p>	<p>magnitud y dirección de la fuerza magnética, ahora el espacio ocupado por esta fuerza determinaran el campo magnético generado.</p>	<p>de la corriente eléctrica.</p>	<p>cables tienden a atraerse debido al campo generado y generado por la dirección de dicha fuerza. Por otro lado cuando en los mismos cables la corriente viaja en el mismo sentido estas se repelen debido a la dirección de las líneas de campo, es decir, ambos casos obedecen el principio de que los polos opuestos se atraen, o los polos iguales se repelen</p>	<p>corresponde de los cables corresponde a la dirección de las líneas de campo.</p>
<b>Aserto</b>	<p>Los casos dejan ver que el CM es generado por corrientes eléctricas y que hay una interacción de tipo magnética.</p>	<p>Los casos dejan ver el CM como un espacio físico que se forma alrededor de los cables y la fuerza como una consecuencia de dicho campo.</p>	<p>Los casos reconocen CM como un espacio en donde la líneas de fuerza poseen un tipo de distribución con relación a la distribución de las líneas de campo.</p>	<p>Los casos permiten interpretar CM como algo que se genera en el espacio, en donde la corriente eléctrica es quien propicia dicho fenómeno. la fuerza magnética es una manifestación de la interacción de los dos campos magnéticos.</p>	<p><b>Aserto de Asertos</b></p> <p>Se reconoce CM como un espacio físico que envuelve el cable u objeto que lo genera, en donde la fuerza magnética tiene su origen bajo la interacción de dos campos magnéticos y su distribución en dicho espacio depende de la distribución de las líneas de campo magnético.</p>
<b>Análisis</b>	<p>Respecto al discurso de los informantes alrededor de CM y en contraste con las interpretaciones del teórico se resalta que estos concuerdan con la idea que la fuerza magnética se manifiesta en un sentido perpendicular al CM. Así mismo, resulta interesante como los casos dejan ver que hay una distribución de las líneas de fuerza ligada a la distribución de las líneas de campo, como si se reconociera que la fuerza magnética depende del CM. De manera análoga, se resalta que los casos en relación al teórico reconocen una diferencia entre fuerza y CM tanto en su sentido fenomenológico como en la dirección que se manifiesta. Finalmente la idea de reconocer CM como un espacio que envuelve el cable u objeto que lo genera es acorde con la interpretación hecha en Ampere de CM como espacio generado bajo una distribución de capas en torno al conductor.</p>				

Figura cuatro. Matriz en la que se sistematizan los datos del instrumento tres.



Teniendo en cuenta lo presentado en la matriz para el análisis del instrumento 3, se puede interpretar inicialmente que para P1 todos los casos permiten asumir que el CM es generado por corrientes eléctricas y que hay una interacción de tipo magnética.

Seguido a esto para la pregunta P2 los casos permiten interpretar el CM como un espacio físico que se forma alrededor de los cables y la fuerza como una consecuencia de dicho campo, con la salvedad que C1 lo describe como un espacio de fortalecimiento de las líneas de fuerza magnética y C4 asume que el espacio ocupado por la fuerza determina el campo magnético.

En este mismo sentido para la pregunta P3 los casos permiten interpretar CM como un espacio en donde las líneas de fuerza poseen un tipo de distribución con relación a la distribución de las líneas de campo, con la salvedad que C1 asume que las líneas de fuerza son constantes y variables, por otra parte C2 y C3 reconocen que las líneas de campo son perpendiculares a las líneas de fuerza magnética, y C4 reconoce que las líneas de campo son iguales a las líneas de fuerza magnética. Para la pregunta P4 los casos permiten entender CM como algo que se ha generado en el espacio, en donde la corriente eléctrica es quien propicia dicho fenómeno, y la fuerza magnética como una manifestación de la interacción de dos campos magnéticos, haciendo énfasis en que C1 afirma que el campo magnético “está conformado por las líneas de fuerza...”, mientras que C2, C3 y C4 reconocen el campo magnético como aquel que genera las fuerzas magnéticas.

Efectuando de manera análoga un análisis horizontal de las respuestas brindadas por cada caso en las preguntas planteadas para este instrumento, se interpreta que C1 establece

CM como un espacio conformado por las líneas de fuerza donde a su vez estas se fortalecen; reconociendo que las líneas de CM son la propagación de las líneas de fuerza en dicho espacio. Por otra parte C2 establece campo magnético como algo generado en el espacio y que rodea aquello que lo genera, además reconoce la fuerza magnética como una manifestación de la interacción de dos campos magnéticos y, establece una relación de perpendicularidad entre las líneas de fuerza y las líneas de campo.

En este mismo sentido C3 se refiere al CM como una especie de fluido magnético cuyas líneas son concéntricas al cable, además asume que este genera fuerzas y que las líneas de fuerza y/o fuerza magnética son un tipo de interacción, las cuales son perpendiculares a las líneas de campo. Por último C4 asume CM como un espacio ocupado por la fuerza magnética y, asume que las líneas de campo son iguales a las líneas de fuerza, en donde la atracción o repulsión de los cables corresponde a la dirección de las líneas de campo.

Efectuando finalmente una correspondencia de los casos con el sistema categorial establecido, podemos establecer que C4 corresponde con las categorías A1 y E4, mientras que los casos C1, C2 y C3 corresponden a A2. Por otra parte, los casos C2 y C3 vinculan aspectos de la categoría E1. Seguido a esto, se ubica C1 en la categoría E2, mientras que C3 presenta correspondencias con E3, Por último C1 y C4 corresponden con la categoría E4.

Es de anotar que la intención de esta investigación no fue la intervención en las explicaciones de los casos, se pretendía conocer sus modelos explicativos al respecto del fenómeno de campo magnético.

## CAPÍTULO CINCO. CONSIDERACIONES FINALES

### E IMPLIACIONES DIDÁCTICAS

Como consecuencia del proceso investigativo, se desea resaltar la manera como la historia y la epistemología han permitido construir, en los investigadores, una postura crítica ante la ciencia y el sentido que esta debe tener en la enseñanza. En este sentido se resalta que un enfoque en la enseñanza centrado en la historia y la epistemología no solo favorece los procesos de aprendizaje, sino que, a su vez, se establecen rutas alternativas para la enseñanza de la ciencia, transformando así los modos de pensar, actuar, sentir y compartir la misma, lo cual se concreta, a su vez, en una manera propicia de modificar los procesos educativos actuales. En este sentido podemos resaltar como en el proceso se generó en los investigadores dinámicas de desarrollo y construcción de conocimiento, así como la posibilidad de ser investigador y asumir como tal una identidad propia: maestro como investigador.

En algunos procesos de enseñanza de la física, se ha difundido la percepción de que la matemática es el eslabón del aprendizaje y la enseñanza de los conceptos propios de la ciencia, esta situación se puede evidenciar en el planteamiento que los libros de texto proponen, donde las preguntas problematizadoras, para el estudiante, se basan en resolver algoritmos propuestos bajo ejercicios matemáticos, donde no se da una reflexión ni conceptualización de los mismos, tal es el caso de la enseñanza de campo magnético, en el que el fenómeno de fuerza magnética y campo se retoma desde una postura operativa donde uno de estos conceptos queda en función del otro, lo cual, a su vez, puede generar que se

conceptualice campo magnético como un conjunto de fuerzas magnéticas y no como una distorsión que se da en el espacio como una consecuencia de fenómenos eléctricos.

En el análisis realizado en el tratado de Ampere se logró resaltar la importancia de la observación como experiencia sensible en la organización de las explicaciones de los fenómenos físicos, debido a que sus construcciones teóricas estuvieron influenciadas por la manera en que él interactuaba con el mundo exterior, sus representaciones producto de sus observaciones estaban de la mano del aprovechamiento del conocimiento que para la época se tenía, siendo así el conocimiento en Ampere una construcción social ligada a intereses particulares.

La observación que toma un rol importante en Ampere para validar sus discursos, sugiere la posibilidad de que en la enseñanza también se brinde prioridad al estudio cualitativo de los fenómenos más allá de su operatividad. Entendiendo el estudio cualitativo desde el fenómeno mismo, vinculando la observación, el tacto y los sentidos que el mismo fenómeno demande; conviene mencionar que esta interpretación en ningún momento pretende desvincular los procesos matemáticos planteados alrededor de algunos fenómenos físicos, por el contrario lo que se busca es fortalecer los procesos de conceptualización. La manera en que Ampere formalizó su fenómeno de campo es un ejemplo de lo dicho, ya que en él se interpreta que las construcciones matemáticas tienen un sentido físico que permiten a su vez comparar variables y establecer distinciones.

En las interpretadas realizadas en Ampere, se logró establecer que en el intento de enseñar este concepto, se hace necesario establecer relaciones entre variables físicas y

diferencias a partir de lo que se observa y lo que no resulta evidente de observar; así pues, el estudio cualitativo en los procesos experimentales, permite el establecimiento de diferencias entre los conceptos y brinda oportunidades argumentativas en pro de la organización conceptual.

Por otro lado, en los casos que participaron en la investigación, se logró identificar correspondencias de sus modelos explicativos con las interpretaciones efectuadas en Ampere, por ejemplo, cuando se afirmaba que el campo magnético se presenta como distorsión del espacio físico. En otras ocasiones, las explicaciones de los casos se focalizaban en el modelo de campo supeditado a la existencia de fuerzas, cuando se afirmaba que el campo magnético es un espacio físico donde incurren fuerzas; también se logró establecer que el campo es el causante de la presencia de fuerzas.

A partir de los hallazgos en esta investigación, se puede aseverar que en la enseñanza de la física no es suficiente la memorización de fórmulas matemáticas, sino que se debe efectuar una adecuada conceptualización que dé cuenta del sentido y ocurrencia de la fenomenología. En este orden de ideas, en el análisis y el estudio del fenómeno de campo magnético se hace necesario un acercamiento sensible e inicial al concepto, así como la vinculación de aspectos históricos que permitan establecer contrastes de concepciones pasadas y presentes con miras a una reconceptualización.

Complementario a lo anterior, en Ampere se pudo establecer como su manera particular de abordar los fenómenos, también permite en la enseñanza, la generación de contextos donde se favorece en el estudiante el desarrollo de capacidades críticas y reflexivas frente a

las argumentaciones propias del fenómeno observado, lo cual, a su vez, le permite ser consciente de su proceso de aprendizaje. Igualmente, le permite al docente la comprensión de los modelos explicativos de los estudiantes y en consecuencia orientar las posibles dificultades que surgen en los procesos argumentativos vía la construcción de explicaciones.

Sin lugar a dudas, en el proceso de enseñanza de la física, cuando hay interés por parte del estudiante, se despierta la curiosidad y la sensación de ser investigador constructor de conocimiento, manifestándose esto en actitudes positivas frente al aprendizaje y la formación personal.

Conviene entonces decir que el concepto de campo magnético se asume como una distorsión del medio que se distribuye y en donde la fuerza magnética se manifiesta para dar cuenta de la existencia del mismo; su enseñanza debe generarse desde procesos observacionales que posibiliten el establecimiento y diferencias de variables que están ligadas al fenómeno.

Coherente con lo anterior se diseña una secuencia didáctica en la que se ilustra una manera de enseñar y conceptualizar campo.

## 5.1 SECUENCIA DIDÁCTICA

Dado los objetivos de la investigación se procede al diseño de una secuencia didáctica para el estudio de campo magnético a partir de los planteamientos de Ampere y los casos analizados. En este sentido, se hace oportuno señalar inicialmente que en la planeación de una secuencia didáctica es necesario efectuar un adecuado análisis en la selección de las actividades a desarrollar, de tal manera que estas sean acordes a la intención y los objetivos de aprendizaje que se buscan. Consecuente con este hecho, en el proceso de selección conviene preguntarse por ¿Qué es lo que se desea enseñar? y ¿Cómo las actividades pre-seleccionadas contribuyen a este fin?, tener presentes estas preguntas brinda soporte a la selección de las actividades a plantear en la secuencia didáctica.

El ciclo didáctico propuesto por Gómez, San Martí, & Pujol (2003) ofrece una posibilidad para el diseño de esta secuencia didáctica, ya que permite una continua reflexión sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje. Dicho ciclo se encuentra basado en un modelo constructivista del conocimiento, además:

[...] consta de varias fases, y como su nombre lo indica, no debe mirarse como etapas o pasos sucesivos a seguir, sino que por el contrario, las fases privilegian procesos de evaluación permanente, requiere de autorregulación constante y, al tiempo, promueve el trabajo cooperado, lo que implica la necesidad de pensar en la construcción de comunidades de aprendizaje. (Gómez, et. al, 2003, p.54)



En el inicio se debe contar con el planteamiento de una pregunta central que se presente como un problema auténtico y en relación a la cotidianidad del estudiante; el proceso que se plantea debe favorecer la búsqueda de nuevos modelos explicativos y la estructuración de nuevos conocimientos.

Cabe resaltar que la presente secuencia didáctica vincula aspectos epistemológicos e históricos así como didácticos y pedagógicos, ya que busca un aprendizaje crítico y reflexivo del conocimiento científico, por el cual el estudiante se sienta responsable y actor en la construcción de su conocimiento; así mismo, se pretende generar espacios para la argumentación mediante diálogos entre estudiantes - maestro, así como entre pares, con el fin de demostrar que el conocimiento es una actividad dinámica, social y cultural en función de contextos socio-temporales.

De acuerdo con lo anterior, se planteó para estudiantes que estén finalizando la media académica o que estudien desde su interés o en la universidad, cursos introductorios de teoría electromagnética según los estándares curriculares acogidos en la institución académica.

En este caso particular se retoma el fenómeno de campo magnético. El tiempo determinado para la implementación de esta secuencia didáctica será entre 6 y 8 clases, comprendidas entre 3 y 4 semanas. En las actividades propuestas se plantean situaciones experimentales, donde se sugiere la posibilidad al estudiante de plantear hipótesis, realizar proyectos, caracterizar variables y organizar mediante el uso de esquemas, explicaciones en función del fenómeno observado.

### *Pregunta Central*

¿Cuáles son las características de campo magnético que se pueden apreciar en el estudio del fenómeno?

### *Objetivo General*

Identificar las características que son objeto de estudio en el fenómeno de campo magnético.

### *Objetivos Específicos*

- Indagar acerca de las relaciones que establecen los estudiantes sobre el fenómeno de campo magnético.
- Conceptualizar el fenómeno de campo magnético a partir de las relaciones que se generen sobre el fenómeno.
- Plantear situaciones problema que permitan al estudiante evaluar la apropiación de los conocimientos en torno al fenómeno de estudio.

### **Fase I**

Indagación de Ideas: Cuestionario preguntas abiertas. En conformidad con los intereses buscados se plantea la siguiente actividad, ya que esta permite vincular aspectos sensibles y argumentativos de los estudiantes, lo cual es un espacio inicial propicio para contextualizar

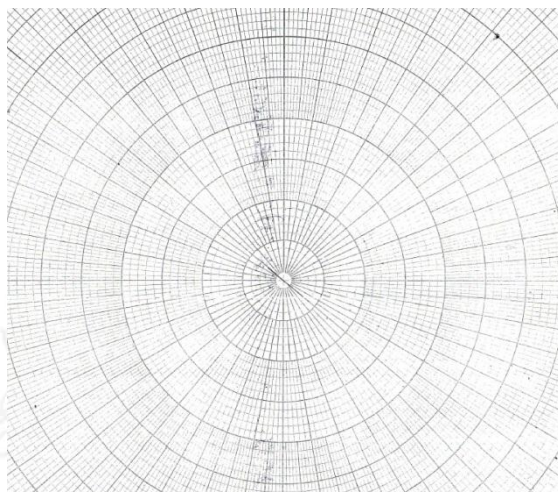
el objeto de estudio. De esta manera con esta actividad se pretende conocer las relaciones que establecen los estudiantes respecto al fenómeno de campo magnético, buscando que los estudiantes exploren y construyan sus propias explicaciones de lo que consideran sucede en la experiencia.

Esta actividad constituye un punto de partida donde se permite a los estudiantes formular hipótesis desde situaciones, vivencias e intereses cercanos, para reconocer sus modelos explicativos.

Esta actividad se realizará en grupos de tres estudiantes, con el propósito de generar debates para la construcción de conocimiento a nivel colectivo. El tiempo estimado para la aplicación de la actividad es de 2 horas.

#### *Actividades*

Esta actividad consiste en que los estudiantes en un hoja de block construyan círculos concéntricos; la longitud de separación entre cada círculo puede ser de medio centímetro (0,5cm), enseguida se pega la hoja de papel en una tabla y luego se pega y se ubica el imán circular lo más centrado posible. A continuación cada integrante del grupo toma un clavo o puntilla y lo ubica en cualquiera de los círculos concéntricos.



Luego se les pide que ubiquen la punta del clavo o puntilla en uno de los círculos concéntricos cualquiera y describan lo percibido.

Posteriormente se irá ubicando la puntilla en el círculo concéntrico más grande y se empieza a descender hasta el círculo más pequeño ¿Qué sucede ahora? y ¿por qué? Análogamente se repite el proceso pero desde el círculo concéntrico más pequeño hasta el círculo concéntrico más grande. ¿Qué sucede ahora? ¿A qué fenómeno crees que se debe? Después de esta descripción se pide que supongan que a cada círculo concéntrico se le asocia un número del 1 al 10, el cual representaría la intensidad de atracción que se manifiesta, y teniendo en cuenta la distancia de cada círculo al imán, ¿qué número le asignarías y por qué? Luego se les invita a que intenten hallar una regularidad del fenómeno observado en términos de la distancia del clavo al imán y la intensidad de atracción manifestada.

Finalmente se considera las preguntas de si ¿creen que la distancia final donde se deja de percibir una atracción de la puntilla es el final del campo magnético? y ¿qué posibles diferencias hay entre campo magnético y fuerza magnética?

Posteriormente se comparte los resultados con los otros grupos de trabajo a fin de identificar similitudes o diferencias en los resultados.

Al culminar esta actividad experimental se hace necesario realizar una socialización, para poner en común las conclusiones obtenidas en todos y cada uno de los grupos de trabajo, para llegar a unos consensos conceptuales básicos que se requieren para seguir las siguientes actividades. Los acuerdos o hipótesis iniciales a los que se espera los estudiantes lleguen son:

- La intensidad de atracción (en otros casos repulsión) que se manifiesta por la presencia de un campo varía inversamente con la longitud de la distancia.
- Para ejercerse una fuerza no necesariamente se necesita de contacto entre cuerpos.
- Algunos cuerpos tienen una naturaleza de composición de carácter magnética.

## **Fase II**

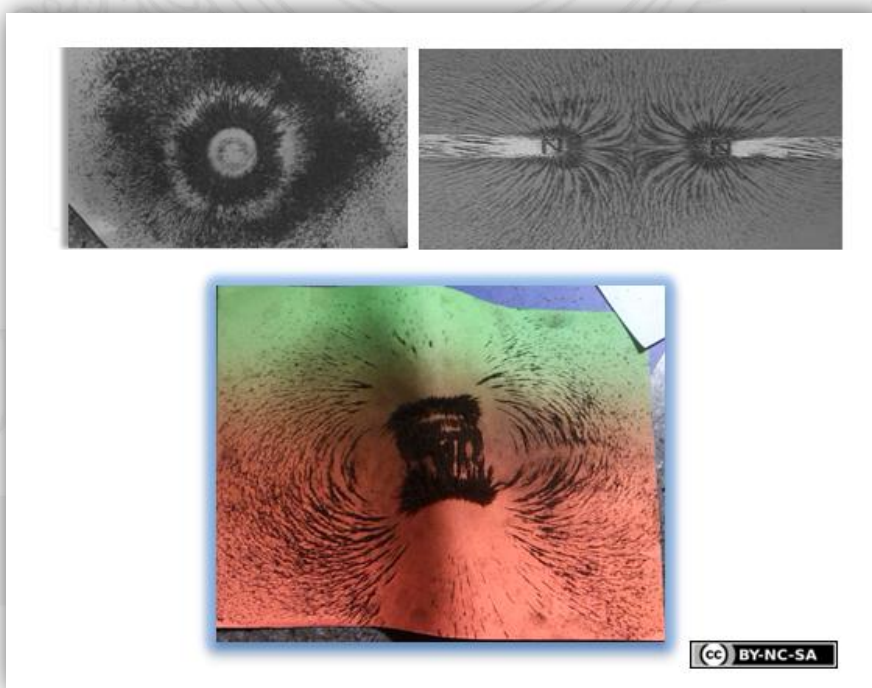
### *Búsqueda de modelos explicativos de los estudiantes*

Esta actividad tiene como principal objetivo ayudar a los estudiantes a organizar sus ideas sobre el fenómeno de campo magnético y cuáles son sus características principales y al mismo tiempo construya nuevas ideas más significativas a partir de la interacción con el

material. De igual modo, la actividad busca una conexión directa con aspectos sensoriales y ante todo observacionales, que tal como se interpretó en Ampere brinda fortalezas argumentativas.

En esta actividad el maestro servirá de apoyo en el proceso, frente a inquietudes que se presenten. El tiempo estipulado para la aplicación será de 4 horas.

En grupos de cinco estudiantes se pretende dialogar y generar consensos alrededor de campo magnético, para ello se dispone de una hoja de cartulina, imanes y limaduras de hierro con los cuales se busca llevar a cabo una interacción, ubicando inicialmente un imán debajo de la cartulina y se esparce limadura de hierro encima de la cartulina y agitándola un poco.



Para dialogo grupal se tendrá en cuenta:

- a. Describe lo que observas y compáralo con lo que observan tus compañeros
- b. Dibuja la configuración que adopta la limadura de hierro.
- c. ¿Cómo argumentarías lo que pasa con la limadura para que se configure de este modo?
- d. ¿Crees que el campo magnético generado por el imán afecta a toda la limadura de hierro por igual o crees que afecta más en unas partes que en otras?
- e. Si retiro la limadura, ¿El espacio continuará modificándose?
- f. Discute la posibilidad de que lo observado no solo se de en el plano sino también en todo el espacio tridimensional.

Posteriormente el procedimiento anterior se repite agregando otros imanes de diferentes formas, para efectuar comparaciones con lo obtenido.

### **Fase III**

*Estructuración de nuevos conocimientos: Clase magistral.*

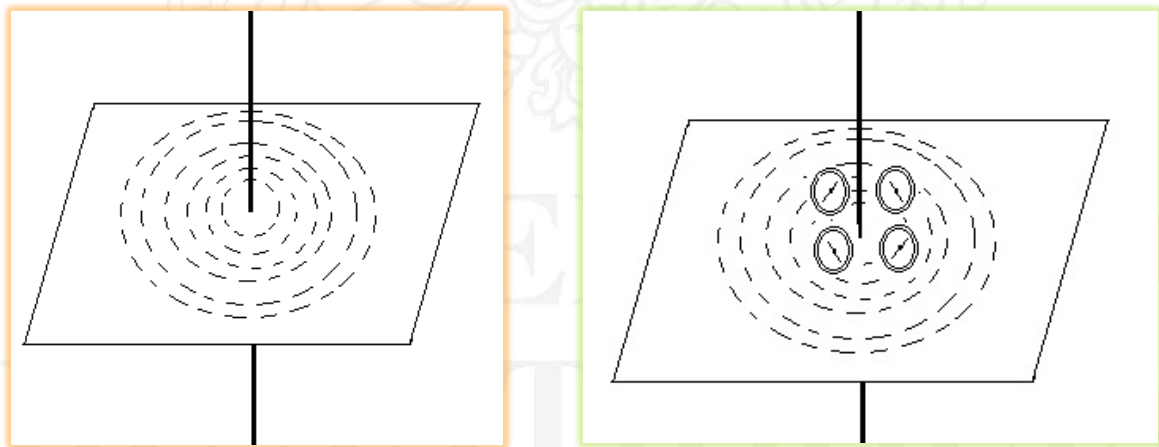
Se pretende que el estudiante construye el conocimiento como consecuencia directa de las interacciones en las actividades anteriores, el dialogo grupal y el apoyo del maestro, de tal manera que puedan exteriorizar el conocimiento adquirido mediante representaciones gráficas, como mapas conceptuales por ejemplo.

Para tal fin se planean dos actividades repartidas en tres horas de clase.

- Clase magistral

Se realizará una intervención en el aula donde se plantee el fenómeno de campo magnético y su caracterización en relación con las actividades anteriores. Donde el maestro especifique que las limaduras de hierro forman una figura más densa en los polos, donde el campo es más intenso. Aunque el campo magnético varía en intensidad a través de la región que rodea el imán, existe, no obstante, de modo uniforme y continuo. No hay lugares en el espacio distorsionado donde el campo sea cero. Aunque las limaduras de hierro se alinean por si mismas el propio campo magnético no se encuentra separado en líneas.

Así mismo la clase magistral brindará soporte a las explicaciones mediante la articulación de una actividad, en la cual una corriente eléctrica atraviesa una cartulina y se asperse limaduras de hierro alrededor de la misma, a fin brindar ideas nuevas sobre el fenómeno y consolidar ideas previas de los estudiantes.





El uso de las brújulas en esta actividad por parte del maestro, estará intencionado en el estudio de campo magnético, para mostrar que un campo magnético posee dirección y comportamiento vectorial.

- Esquematización del fenómeno:

De acuerdo al diálogo que se dio en todas las actividades anteriores se invita a los estudiantes a que diseñen con sus equipos de trabajo su mapa conceptual, mediante el cual se explique y caracterice el fenómeno de campo magnético.

Finalmente se llevará a cabo una socialización grupal donde la argumentación tome sentido y con el apoyo del maestro se extraigan los elementos más enriquecedores de cada presentación, para así en conjunto brindar aclaraciones puntuales.

Así mismo, con la socialización se pretende que el estudiante estructure conocimiento nuevo sobre campo magnético, específicamente se espera que el estudiante llegue a reconocer:

- Campo magnético como una influencia que se da en el espacio alrededor del cuerpo que lo origina.
- Cualquier carga en movimiento dentro de un campo magnético experimenta una fuerza magnética.
- La intensidad del campo es inversamente proporcional a la distancia.
- El campo se puede representar por líneas, llamadas líneas de campo.

- Las líneas de campo magnético son muy diferentes a las líneas de un campo eléctrico.
- Las líneas de campo no son líneas de fuerza magnética.

#### **Fase IV**

##### *Aplicación a una nueva situación problemática*

En esta etapa se tiene la finalidad de ayudar a los estudiantes a transferir y aplicar lo aprendido a otras situaciones para promover la toma de decisiones y la participación grupal. Teniendo en consideración de este hecho, se propone al estudiante que elabore la construcción de un electroimán y mediante un escrito tipo informe, evidencie la caracterización del campo magnético de su construcción, explique lo que sería para él un campo magnético, diferencie el concepto de fuerza y campo y estime si el campo generado en su construcción es variable o uniforme según la corriente eléctrica que use para la construcción del mismo. Este informe con sus respectivos anexos se dispondrá en un foro virtual para todo el grupo en general.

**Materiales:** Clavos o tachuelas, hilo de cobre barnizado, cinta aislante, una pila o batería.

**Tiempo:** El tiempo estipulado para la aplicación será de 4 horas.

## RECOMENDACIONES

Después de este estudio, los autores consideran pertinente dejar las siguientes preguntas abiertas para futuros estudios e interés de la comunidad académica:

- ¿Cómo pensar mediante un análisis epistemológico e histórico la relación entre la física y la matemática para pensar desde allí procesos para su enseñanza?
- Dado que en el aprendizaje de campo magnético en algunas ocasiones se presentan dificultades conceptuales y diferenciales con el campo eléctrico ¿Cómo se podría pensar una reconceptualización de estos dos conceptos propios de la física mediante la epistemología y la historia que posibiliten procesos para su enseñanza?
- En vista que en el contexto educativo actual se ha venido vinculando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) para apoyar los procesos de aprendizaje de los estudiantes ¿Cómo podría un maestro actual pensar la enseñanza de campo magnético mediante un enfoque experimental en articulación de la historia, la epistemología y el uso de las TIC's?

## ANEXOS

### *Anexo 1 – Instrumento 1*

#### ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Este instrumento tiene como fin identificar los modelos explicativos de los casos alrededor del fenómeno de campo magnético. En el transcurso del desarrollo de este conversatorio se harán las aclaraciones correspondientes respecto a las preguntas, sin influir, modificar o afectar las respuestas de los casos. Además se dará lugar a las preguntas que se requieran para la comprensión de las respuestas, por ejemplo, si se habla de cambio de intensidad se requerirá preguntas que indaguen sobre cómo es el cambio de ésta en el campo magnético.

Para este conversatorio recuerda que no hay respuestas buenas y malas, trata de ser lo más sincero posible.

#### **Preguntas**

1. ¿En el contexto de la física qué consideras que es campo?
2. Ilustra tu explicación mediante un ejemplo, una representación o una gráfica de lo que consideras que es campo magnético.
3. Basado en lo que tú sabes en el contexto de la física con qué situaciones asocias el concepto de campo magnético.
4. Con las siguientes palabras construye una narrativa (discurso propio) alrededor de campo magnético: atracción, distorsión, fuerza, capa, corriente, flujo, interferencia, variación, repulsión, otra que quieras mencionar. *Nota:* Para la narrativa no es estricto que uses todas las palabras.

5. ¿Qué condiciones crees tú que se deben considerar para la ocurrencia de un campo magnético?

*Respuestas del caso 1*

1) Es un espacio físico en donde intervienen varias fuerzas de atracción.

2) Un ejemplo representativo de lo que puede ilustrar un campo magnético es la interacción que se presenta entre dos imanes, la correspondencia entre los lados del imán, las cargas que se contraponen o se asemejan como semejantes.

3) En los objetos:  
- Como pilas.  
- Como imanes.  
- Electrodomésticos.

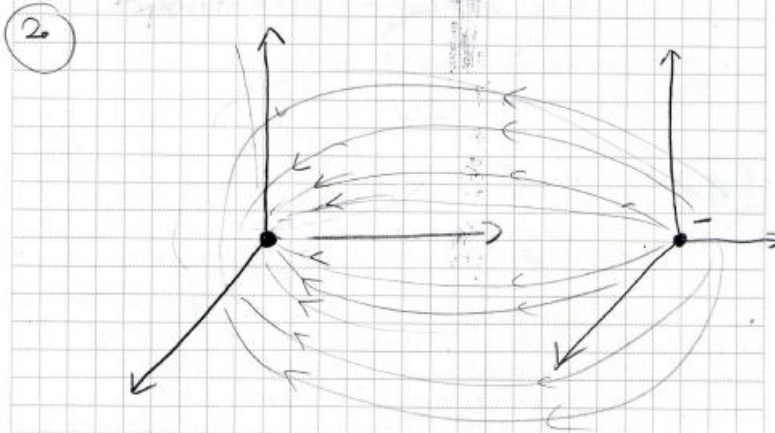
4) Las fuerzas que se presentan entre ciertos cuerpos nos da idea de la atracción o repulsión que pueden presentarse entre ciertas cargas, estas pueden variar según la distorsión del espacio físico que se representa.

5) Para que se presente un campo magnético debe generarse ciertas fuerzas e interacción entre partículas.

Respuestas del caso 2

Respuestas

1) Un campo es un espacio que cumple ciertas propiedades



3. El campo magnético está asociado a situaciones como la interacción de dos imanes o más



Esta también cuando una brújula interactúa con el campo magnético terrestre.

Otra situación es cuando se mueve un imán alrededor de una bobina.

- ⑤ Un campo magnético ocurre si:
- Hay un campo eléctrico variando
  - Hay imanes presente

④ Podemos saber si en un medio hay un campo magnético cuando interactuamos con él.

Si ponemos un polo magnético y medimos atracción o repulsión en algún punto de este, podemos afirmar que en el medio sí está presente el campo.

Alrededor de una corriente eléctrica siempre hay un campo magnético.

- Cuando introducimos cargas eléctricas en movimiento dentro del medio distorsionamos el campo magnético presente.

DÍA MES AÑO

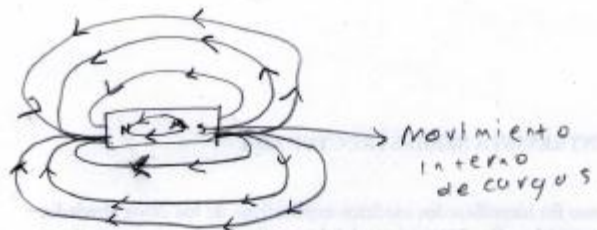
El campo magnético ejerce fuerza sobre los componentes de un medio. Puede atraer clips, o puede cambiar la trayectoria de una partícula.



### Respuestas del caso 3

1. el campo es un constructo teórico en el marco de la teoría de los campos utilizado para describir una modificación en el espacio en torno a un cuerpo introducido en él con una característica o varias de estas. Cuando hablo de características me refiero a magnitudes físicas en el cuerpo, como su masa, su carga o su velocidad; que pueden generar campos gravitacionales electrostáticos o electromagnéticos.

2



3 El campo magnético se asocia con instrumentos como la brújula, el funcionamiento de los parlantes y timbres antiguos, discos duros, etc.

4 Cuando estudiamos la fuerza eléctrica, podemos recurrir a leyes sencillas, como es la de Coulomb, mientras nos encontramos con cargas en sistemas no acelerados. Cuando introducimos el movimiento nos encontramos con nuevos fenómenos que cambian nuestras concepciones, por lo cual tenemos que recurrir a otras leyes.


Se entiende la corriente eléctrica como un flujo de cargas en movimiento. Si analizamos un punto cercano a un cable por el cual circule corriente eléctrica, observamos que allí, el campo eléctrico varía con el paso del tiempo y estas variaciones son las que producen campos magnéticos. Es así como los campos magnéticos requieren movimiento, es decir "son relativos al movimiento", además de que dependen de la variación del campo eléctrico en un punto específico,



- ③ Para que ocurra un campo magnético en un punto, debe existir un movimiento de cargas con respecto a este punto, lo que lleva a una variación del campo electrostático en dicho punto. Es decir, en todo punto en el cual hayan campos magnéticos, necesariamente deben existir campos eléctricos, situación que da pie a las ondas electromagnéticas.

#### Respuestas del caso 4

1. Un Campo es el lugar de acción de la atracción gravitacional de una masa, *magnético*
2.
 



Campo Magnético
3. El concepto de campo magnético se puede asociar con el comportamiento de las brújulas. Además también se puede asociar con la generación de energía eléctrica a partir del movimiento mecánico a partir de una espira.
4. Aparte de una bobina de espiras y gracias a la repulsión e interacción entre el campo magnético de un imán y el campo eléctrico de la bobina, se puede generar corriente eléctrica, en cuyo caso el flujo puede generar trabajo mecánico.
5. Para generar un campo magnético se debe elevar la temperatura de un metal, luego abruptamente hacer disminuir dicha temperatura hasta niveles extremos de congelación, en dicho caso el metal quedará magnetizado, y las propiedades de este generarán un campo magnético.

## *Anexo 2 – Instrumento 2*

### **ACTIVIDAD EXPERIMENTAL**

Con esta actividad se busca identificar las relaciones que establecen los casos entre campo magnético y fuerza magnética. Las preguntas se contestan inmediatamente después de cada experiencia.

En concordancia con lo anterior se presenta la situación problema.

Un señor que estaba laborando en su taller de metalmecánica donde usualmente corta y pule el hierro, observó que las limaduras de hierro al caer al piso tendían a posicionarse de una forma muy particular, sorprendido de este hecho buscó cual podría ser la causa de tal fenómeno, encontrando que esta se debía a cierto imán que su hijo había perdido. Motivado por el hecho decidió comprar una cartulina e imanes de diferentes formas (herradura, cilíndrico, anillado) y llevar limadura de hierro para ayudarle a su hijo en sus estudios sobre campo magnético.





Imagina que tú eres el hijo en la anterior situación y que vas a dar respuesta a las siguientes preguntas que planteó tu padre a medida que interactuaban con los imanes.

**Procedimiento:** Se posiciona un imán en sus diferentes formas (herradura, cilíndrico, anillado) debajo de una cartulina, luego sobre este se esparcen limaduras de hierro y se sacude suavemente la cartulina.

### Preguntas

1. Describe lo observado y procura hacer una representación del hecho. A partir de la representación trata de explicar con argumentos físicos la situación representada.
2. ¿Qué ocurre cuando mueves los imanes con la limadura de hierro? A partir de esta observación, ¿qué relación estableces entre campo magnético y fuerza magnética?
3. En conformidad con la situación observada que consideraciones puedes hacer sobre el concepto de fuerza en el fenómeno de campo magnético.
4. A partir de la actividad experimental realiza un escrito corto donde caracterices campo magnético.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Respuestas del caso 1

1) Lo que puede percibir es como se forman líneas de campo alrededor y centro del imán.



Observo que las líneas de campo se forman con más fuerza en los imanes que tienen



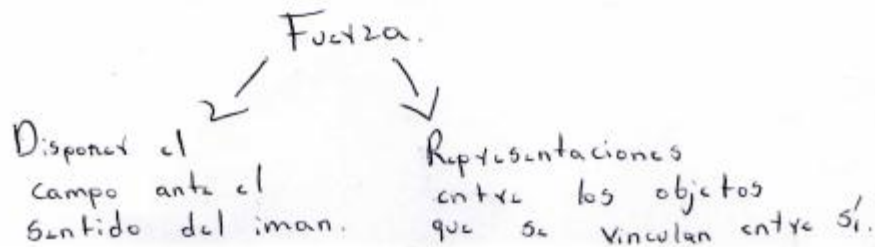
una posición distinta al contacto directo de las caras del imán.

2) La limadura se adhiere con gran sentido al imán.

Campo magnético: Imán.

Fuerza magnética: cuando el imán arrastra la limadura.


3)



4) Campo Magnético: Lugar donde se concentra toda la Fuerza magnética que permite la interacción con objetos.


Respuestas del caso 2

1. - anillado -:



Dibujó 1

las limaduras de hierro se atraen al imán, lo hacen con mayor fuerza en los extremos y en el centro del imán.  
 las limaduras forman líneas encima del imán




Dibujó 2

con la cara circular debajo de las limaduras

las limaduras de hierro se atraen al imán, con igual fuerza en la superficie del imán pero con mayor fuerza en los extremos del imán.

Si pongo el imán anillado con la cara curva en contacto con las limaduras de hierro. con ambos imanes sucede lo siguiente




Dibujó 3

Para el imán anillado la figura es más grande

las limaduras se concentran en la superficie del imán pero surgen dos puntos donde las líneas que forman las limaduras de hierro parecen rodar.



Objeto:



la limadura de hierro se concentra igual en la superficie de la barra.

Dibujos

2) Cuando nuevo los imanes se depositan las figuras.  
La relación que establece entre campo magnético y fuerza magnética es que los campos magnéticos ejercen fuerza magnética.

3) Con la situación observada digo que el campo magnético del imán ejerce fuerza sobre las limaduras de hierro.

1) Explicación de los dibujos:

Para el Dibujo 1 → Las limaduras de hierro se concentran más cuando están sobre la superficie del imán. Como el centro es vacío ahí no se concentran tanto.

Dibujo 2 → Las caras planas del imán son los polos de este imán. Por eso se concentra igual en toda la superficie.

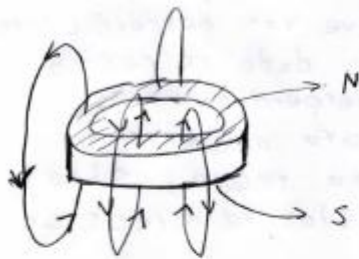
Dibujo 3 → Cuando el imán está acostado se pueden visualizar los dos polos magnéticos, ahí las limaduras de hierro no se pegan pero sí lo hacen a su alrededor.

Dibujo 4: las limaduras se concentran sobre la barrita este imán no es muy potente.

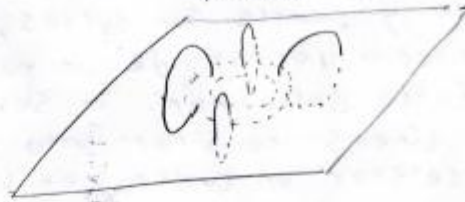
4) Las limaduras de hierro permiten visualizar las líneas de campo que generan los imanes. Las líneas de campo son más fuertes en las cercanías del imán pero en los polos las líneas son muy débiles.  
La forma de los imanes y su potencia afectan a las líneas de campo.

Respuestas del caso 3

1) lo que observamos fueron algunas de las líneas de campo producidas por cada imán, por convención se dice que éstos van de norte a sur y siempre son cerradas.



Posición 1:



Posición 2:

lo que observamos con cada imán acostado son las líneas de campo magnético que sobrepasaban el papel y luego volvían a ingresar, por lo cual no veíamos trayectorias cerradas, mientras que cuando pusimos el imán en la posición 2, se pudieron observar líneas de campo magnético que se cerraban.

2) Al mover los imanes veremos que la limadura intenta adherirse al imán cuando lo desplazábamos, pero al rotar el imán en algún sentido, la limadura también tendía a rotar o cambiar la dirección de las líneas de campo.

3) el imán ejerce fuerza sobre cada partícula de limadura, haciéndolas alinear todas en direcciones particulares. de tal modo que a fuerza magnética más que todo cambia la dirección de cada partícula de limadura.

4) el campo magnético está compuesto por líneas de campo que no tienen ni principio ni fin, siempre se cierran, es por esto que no se encuentran monopolos magnéticos en la naturaleza. las líneas de campo salen por un polo y entran por otro y siempre son curvas, que van perpendiculares a cada radio vector de un punto dado respecto al centro del imán. al ser perpendiculares, estas líneas no sirven tanto para acelerar o desacelerar un cuerpo en línea recta, sino que sirven más para cambiar la dirección de su desplazamiento.

#### Respuestas del caso 4

- 1) Físicamente podría explicar que la Magnetita presente en el imán atrae las partículas de hierro. De forma particular la forma que toma la limadura de hierro es igual a las líneas de campo magnético producidas por el imán.
- 2) Cuando el imán se mueve debajo de la Cortulina, las partículas de hierro se mueven y cambian de forma debido a que el campo magnético cambia, las líneas toman otra dirección y la atracción genera fuerza magnética.
- 3) La fuerza magnética en una partícula de hierro está dada por la magnitud con que el imán atrae dicha partícula y la distancia a la que está esta del imán.
- 4) El campo magnético se puede caracterizar como el lugar de influencia de las líneas de atracción generadas por la Magnetita en un material, así mismo este no tiene ni dirección ni sentido, además geoméricamente se puede representar como líneas curvas y obaladas.



### Anexo 3 - Instrumento 3

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

Esta actividad está enmarcada en las consideraciones realizadas en el marco del tratado de Ampere, se intenta indagar sobre la conceptualización de campo magnético, asimismo se busca identificar las relaciones que se establecen entre campo magnético y fuerza magnética.



Bovina Pendular

#### Contexto

El objeto presentado corresponde a una de las actividades diseñadas por Ampere, donde se tienen dos alambres de cobre separados a cierta distancia y conectados a una batería de corriente continua, donde el sentido de esta corriente puede ser cambiado.

Observa detalladamente lo que sucede cuando pasa corriente por estos cables y cuando se invierte el sentido de la corriente.

## Preguntas

1. Describe lo que observas en el montaje e identifica las posibles variables que permiten la descripción.
2. A partir de lo observado ¿qué relación podrías establecer entre campo magnético y fuerza magnética?
3. A partir de las consideraciones anteriores ¿Cómo conceptualizas lo que pueden ser:
  - a) Las líneas de fuerza?
  - b) Las líneas de Campo?
  - c) ¿Qué tipo de relación estableces entre estas?
4. Con las palabras: línea de fuerza, atracción, fuerza, línea de campo, variación, repulsión, campo magnético, corriente u otra que quieras mencionar, construye una narrativa (discurso propio) sobre lo que consideras que es campo magnético.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Respuestas del caso 1

1) El montaje permite el paso de la corriente eléctrica que se produce en varios sentidos.

Variables: - Descripción del Montaje.  
- Conductos.  
- Corriente Inducida.

2) Campo Magnético } Fuerza Magnética.  
Espacio donde se forman las líneas de fuerza que se generan de forma magnética. }  
Líneas que se expresan por medio del Campo Magnético.

3) - Líneas de Fuerza: Constantes y variables que se propagan por medio de la Fuerza Magnética y el Campo Magnético.  
- Líneas de Campo: Propagación de las líneas de Fuerza en un espacio específico.

- Se relacionan entorno a la manifestación y aplicación.

4) Campo Magnético:  
Esta conformado por las líneas de fuerza que se manifiestan por medio de la atracción y la fuerza por medio de líneas de campo.  
Se expresan repulsiones por medio de las corrientes.

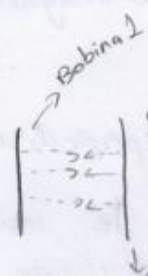


Respuestas del caso 2

1. Cuando conecto los cables a la bobina inicialmente se repelen las dos bobinas. Pero si para una sola bobina invierto la conexión se atraen las dos bobinas.

2. El experimento no me arroja información respecto a la fuerza magnética, en ningún momento, estoy cuantificando la fuerza magnética.

De lo que aprendí en Física de los Campos, si tengo una corriente de energía puedo decir que alrededor de esa corriente hay un campo magnético.

3. a) líneas de fuerza - 

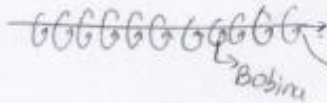
Si conecto el circuito y las bobinas se atraen o se repelen hay unas líneas de fuerza magnética perpendiculares a la dirección de la corriente.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



b) líneas de campo



Bobina

Cada Bobina genera un campo magnético alrededor

Las líneas de campo <sup>magnético</sup> envuelven a la corriente eléctrica.

c) Las líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de campo en esta situación.

④

Un campo magnético es algo que se genera en el espacio.

Cuando tengo una corriente tengo un campo magnético alrededor

Si tengo dos campos magnéticos estos van a interactuar entre sí, se puede generar una fuerza de atracción o una fuerza de repulsión.

Las líneas de campo magnético rodean los cables de la bobina.

Las líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de campo

Si tengo 2 corrientes y le invierto la corriente estas cambian de estado. Si se atraían ahora se repelen o si antes se repelen ahora se atraen.

DE ANTIQUIA

1 8 0 3

Respuestas del caso 3



1) lo que se observa es la interacción magnética producida por las corrientes en circulación a través de la bobina, las variables que influyen en el montaje son: el número de vueltas de las bobinas, la corriente y el voltaje aplicados y la forma de conectarlas (Serie o paralelo).

2) se puede establecer que, como se sabe que el campo magnético de cada bobina va en círculos al rededor de cada cable y el movimiento observado es lineal entre cada bobina, se concluye que la fuerza magnética es perpendicular al campo magnético.

3) Líneas de campo.

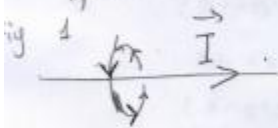
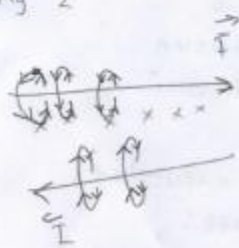


Fig 2



como se ve en la figura, las líneas de campo son concéntricas a la corriente que circula, además, se observa que cuando las corrientes de dos cables circulan en direcciones opuestas, el flujo magnético o la cantidad de líneas entre ellos se tienden a sumar, haciendo que los cables o bobinas se repelan, en el caso contrario con dos cables y corriente en distinta dirección, se observará que el flujo magnético disminuye causando atracción. (Analogía con flujidos).

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

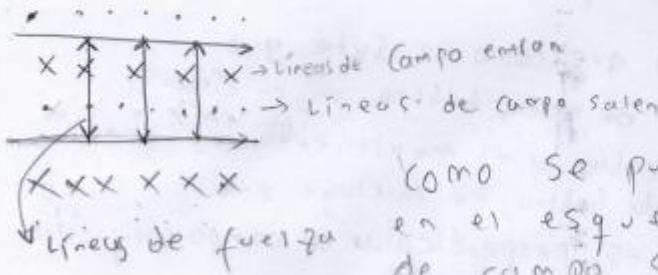
1 8 0 3



### a) líneas de fuerza.

Las líneas de fuerza son las que vemos que hacen atraer o repeler las bobinas, por lo cual estas líneas van en la dirección del movimiento de las bobinas.

### c) Relación entre líneas de campo y líneas de fuerza.



Como se puede observar en el esquema, las líneas de campo son perpendiculares a las líneas de fuerza.

4) El campo magnético es generado por corrientes eléctricas, las cuales causan variaciones en el campo eléctrico; Recíprocamente, las variaciones en el campo magnético generan corrientes eléctricas por lo cual se concluye que variaciones en el campo magnético generan variaciones en el campo eléctrico y de allí nacen las ondas electromagnéticas.

Los campos magnéticos pueden generar fuerzas atractivas o repulsivas, aunque siempre son perpendiculares, es por esto que estos campos se usan más que todo para varias direcciones de partículas y a tanto para acelerarlos.

En el montaje observamos que si se producía una atracción o repulsión, dado que en un pequeño instante variaba el campo eléctrico y magnético en el espacio entre bobinas.



### Respuestas del caso 4

① En el montaje se puede observar que la corriente eléctrica que circula en el sistema genera campos magnéticos debido al movimiento de la bobina.

Intercambiando los lugares donde se conecta la fuente de electricidad a la bobina, se puede establecer que el sentido en que viaja la electricidad puede alterar el campo magnético generado.

② La fuerza magnética puede entenderse en concordancia de la corriente eléctrica, de esta forma, la corriente y el voltaje determinarán la magnitud y dirección de la fuerza magnética, ahora el espacio ocupado por esta fuerza determinará el campo magnético generado.

③ Las líneas de fuerza y líneas de campo son iguales, y tienen que ver con el comportamiento de la corriente eléctrica.

④ Vamos por un cable que circule electricidad y en un cable paralelo también pero en sentido contrario, ambos generen fuerza magnética de tal forma que los cables tienden a atraerse debido al campo que generan por la dirección de dicha fuerza, por otro lado cuando en los mismos cables la corriente viaja en el mismo sentido estas se repelen debido a la dirección de las líneas de campo, es decir, ambos casos obedecen al principio de que los polos opuestos se atraen, o los polos iguales se repelen.

# DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



*Anexo 4*

Licenciatura en Matemáticas y Física

**PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS  
PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN**

**Nombre de la investigación:**

**RECONCEPTUALIZACIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO. UNA CONFIGURACIÓN  
HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA PARA LA RESIGNIFICACIÓN DE SU  
ENSEÑANZA**

**Investigadores:** Luiston Elián Cataño Rivera, Yeisson Alexis Acevedo Agudelo

Señor (a) \_\_\_\_\_ en el marco de la investigación que  
arriba se nombra, quisiéramos contar con su participación para trabajar aspectos  
relacionados con la información requerida para el propósito planteado.

Se precisa que la participación suya como estudiante no compromete en nada los  
asuntos académicos y personales. Asumimos en este proceso el compromiso ético de  
hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de este  
trabajo; el manejo y tratamiento de la información será exclusivamente académico en  
relación con el tema de investigación.

Su participación será autorizada con la firma de este protocolo.

**FIRMA DEL PARTICIPANTE:** \_\_\_\_\_

**C.C:**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, Y. (2006). Enseñanza y formalización de los fenómenos físicos. Usos de la historia y epistemología de la física en la educación en física. *El Concepto de presión desde la perspectiva euleriana*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Aguilar, Y. (2013). *Espacio de conceptualización. Programa de curso*. Medellín: No publicado.
- Ampere, M. (1827). *Théorie Mathématique Des Phénomènes Électro-Dynamiques. Uniquement déduite De L'expérience*. París. Tomo VI.
- Aristizabal N. & Galeano E. (2008). Cómo se construye un sistema categorial. *Universidad de Antioquia*, 27.
- Ayala, M. M. (2006). *Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades*. Bogotá.
- Ayala, M. M., & Malagón, J. F. (2007). *Consideraciones sobre la formalización y matematización de los fenómenos físicos*. Bogotá: Kimpres.
- Barba Zapata, S. D. (2011). El campo eléctrico como concepto estructurante en la enseñanza de la Física. *Monografía*. Medellín., Colombia: Universidad de Antioquia.

- Carmona, A. G. (2009). Investigación en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. *EDVCATIO PHYSICORVM.*, ISSN1870-9095.
- Carr, E. H. (1991). Modos de ver a partir de la significación de la historia y la concepción de ciencia. El historiador y los hechos. En E. H. Carr, *¿Qué es la historia?* (págs. 49-76). Barcelona: Ariel S.A.
- Cassier, E. (1979). El Problema del Conocimiento. Fando de cultura Económica. En E. Cassier, *Fin y Método de la Física Teórica* (pág. 28). México: Vol 14.
- Chapin, S. (1991). Una Bomba Circunstancial. En M. Callon , & B. Latour, *La science telle qu'elle se fait* (pág. 25). París: Traductor: Germán Pineda.Revisión de Jorge Charum.
- Delval, J. (2001). *¿Cómo se construye el conocimiento?* Madrid, Universidad Autonoma de Madrid.
- Escobar, L. J., Gonzalez, Y., & Gutierrez, C. P. (2009). Evolucion del concepto de campo en los estudiantes de nivel universitario. *Tesis de grado Lic. Matematicas y Fisica.* Universidad de Antioquia.
- Gómez G.R, F. J. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa.* Granada(españa): Aljibe.

Gómez, A., San Martí, N., & Pujol, R. (2003). Ciclo Didáctico. *Aula, innovación educativa* N°125. Barcelona, España, p. 54-58.

Grupo ECCE. (2001). *grupoece*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2013, de <http://www.grupoece.org/node/6>

Guarin, H. (1999). *Introducción al simbolismo lógico*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Guisasola, J., Aldumi, J., & Zubimendi, J. (2005). Investigación Didáctica. Campo Magnético: Diseño y Evaluación de estrategias de Enseñanza basadas en el aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 303-320.

Guisasola, J., Almudí, M., Zubimendi, J. L., & Zuza, K. (2005). Campo magnético. Diseño y evaluación de estrategias de enseñanza basadas en el aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. ISSN 0212-4521, Vol. 23, N° 3, 303 - 320.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación científica. En R. Hernández Sampieri, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición (pág. 882). Mexico: McGraw - Hill - Interamericana.

Matthews, M. (1994). Historia, Filosofía y Enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, Auckland University. 12 (2), 255 -277.

Porlán, R. (1991). *El diario del profesor*. Sevilla: Díada S.L. Rocio Sur 1.

Romero , O., & Bautista , M. (2011). *Hipertexto Santillana Física 2*. Bogotá: Santillana.

S.A, L. (2004). *Diccionario Enciclopédico. Décima edición*. México: Ediciones Larousse.

Serway , R., & Jewett, J. (2009). *Física para ciencias e ingeniería con física moderna. Séptima edición*. México: Cengage Learning.

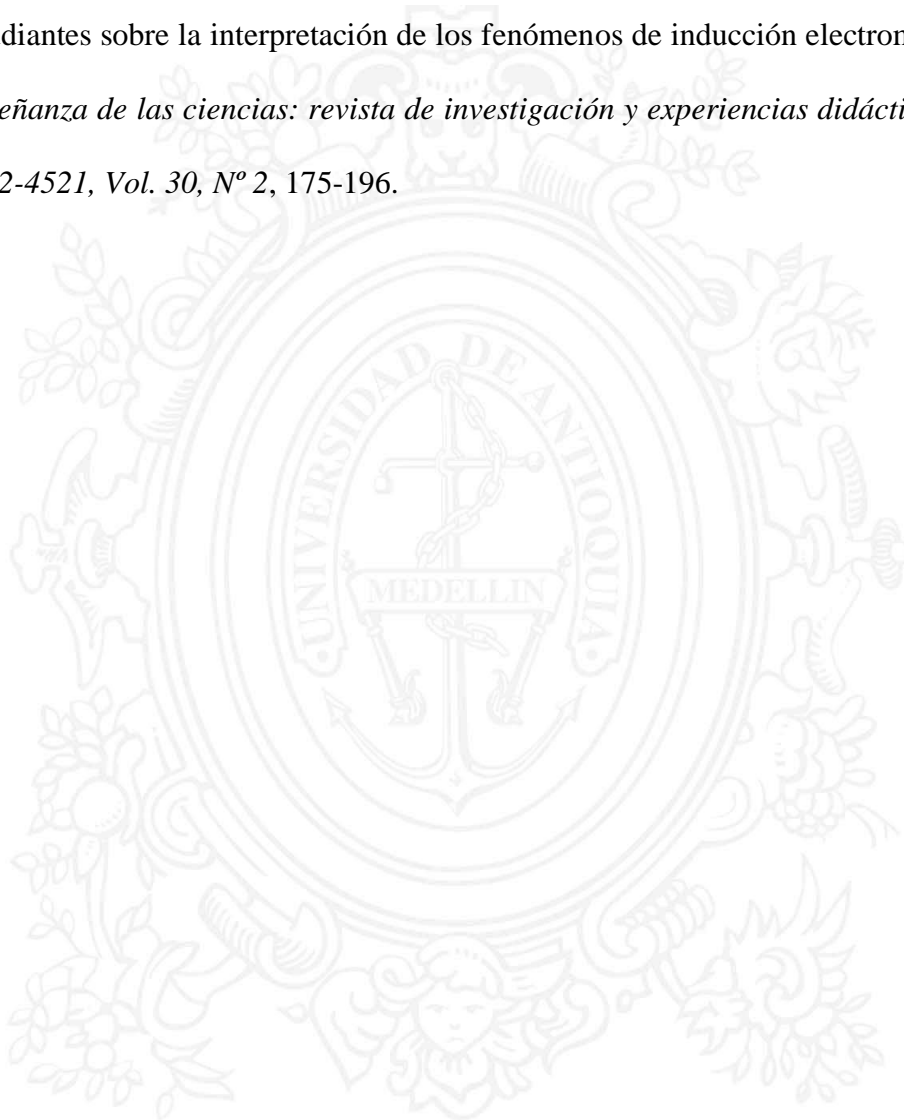
Stake, R. (1999). El caso unico. En R. Stake, *Investigación con estudio de casos* (p. 12-24,155). Madrid: Morata S.L.

Stake, R. (1999). La naturaleza de la investigación cualitativa. En R. Stake, *Investigación con estudio de casos. Segunda Edición* (págs. 41-51). Madrid: Morata S.L.

Young, H., Freedman, R., & Ford, L. (2009). *Física Universitaria con Física Moderna. Volumen II. Decimosegunda Edición*. México: Pearson Educación.

Zubimendi, J. L., Guisasola, J., & Almudí, J. M. (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: revista de investigación y experiencias didácticas*, ISSN 0212-4521, Vol. 21, N° 1, 79 - 94.

Zuza, K., & Almudí, J. M. (2012). Revisión de la investigación acerca de las ideas de los estudiantes sobre la interpretación de los fenómenos de inducción electromagnética. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, ISSN 0212-4521, Vol. 30, N° 2, 175-196.



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

