

**ESTUDIO INTRODUCTORIO DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN
ELÉCTRICA Y LA INTERACCIÓN MAGNÉTICA MEDIANTE EL MODELO
DE ENSEÑANZA COMO INVESTIGACIÓN ORIENTADA: ANÁLISIS DEL
APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO**

Lic. Ronald Yanco Herrera Spell

2013184111

Asesora

Dra. Isabel Garzón Barragán

Universidad Pedagógica Nacional

Maestría en Docencia de la Ciencias Naturales

Bogotá D.C. 2016

*A toda mi querida familia
y mi pequeña familia, Anita, Gabriel y Victoria*

AGRADECIMIENTO

A la profesora Isabel Garzón por su paciencia y disposición, por sus orientaciones y observaciones y sobre todo por comprender que además de responder a mis obligaciones como estudiante, también debía atender a mis obligaciones familiares y laborales.

Al Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, que volvió a acogerme después de 10 años de culminada mi licenciatura para continuar “*educándome como educador*”, a todos los profesores de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales y a mí querido Colegio de Nuestra Señora del Buen Consejo.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Enseñanza al servicio de la sociedad	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 4	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de Grado Maestría
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Estudio introductorio de la fenomenología de la interacción eléctrica y la interacción magnética mediante el modelo de enseñanza como investigación orientada: análisis del aprendizaje en estudiantes de grado octavo
Autor(es)	Herrera Spell, Ronald Yanco
Director	Garzón Barragán, Isabel
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 114p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	INTERACCIÓN ELÉCTRICA, INTERACCIÓN MAGNÉTICA, ENSEÑANZA POR INVESTIGACIÓN ORIENTADA, FENOMENOGRAFÍA

2. Descripción
Este trabajo de investigación muestra, el desarrollo y análisis de una secuencia de actividades para estudiantes de grado octavo, favoreciendo la caracterización del significado de cuerpo electrificado y no electrificado, así como la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética. Su implementación se llevo a cabo en el Colegio de Nuestra Señora del Buen Consejo de Bogotá, Institución Educativa de carácter privado con un grupo de 59 estudiantes de grado octavo con edades entre 13 y 15 años. El desarrollo de esta investigación tiene como referente el material para estudiantes, elaborado por los profesores Isabel Garzón y Francisco Malagón, empleado en el seminario Organización de los Fenómenos Físicos, espacio de formación de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, el cual propone una organización de la experiencia para caracterizar el comportamiento eléctrico de la materia. Se fundamenta en varios trabajos que promueven transformar la enseñanza tradicional de las ciencias, particularmente el estudio de la electricidad en la educación media, por una basada en el modelo de enseñanza como investigación orientada, favoreciendo el aprendizaje significativo, al concebir a los estudiantes como "investigadores noveles" que trabajan en equipos cooperativos replicando investigaciones, mientras que el profesor se ubica como experto conocedor de esas investigaciones.

3. Fuentes
Arons, A. (1990). A guide to introductory physics teaching. United States: John Wiley & Sons. Ausubel, D., Novak J. & Hanesian H. (1993). Psicología educativa. Un punto de vista

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Educación al servicio de la sociedad</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 4	

cognoscitivo. México: Trillas.

Candela, M. (1991). La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental. Tesis DIE, 7, México, CINVESTAV, IPN.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2(3), 388-402.

Carretero, M. (1995). Constructivismo y Educación. Buenos Aires: Aique.

Case, R. (1989) El desarrollo intelectual: una interpretación sistemática. Barcelona: Paidós.

Criado, A. & Cañal, P. (2002). Obstáculos para aprender conceptos elementales de electrostática y propuestas educativas. Revista Investigación en la escuela, 47, 53 - 63.

Criado García-Legaz, A. (2000). Un estudio didáctico en torno a la enseñanza de aspectos básicos de la electrostática en la formación de maestros (Tesis doctoral en didáctica de las ciencias), Universidad de Sevilla, España.

Díaz, F. & Hernández, G. (1998). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México: McGraw Hill.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. Enseñanza de las Ciencias, VI(2), 109-120.

Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. Enseñanza de las Ciencias, 4(1), 3-15.

Driver, R. & Bell, B. (1986). Student's thinking and the learning of science: A constructivist view. School Science Review, 67, 443-456.

Driver, R. & Oldham, V. (1986) A constructivist approach to curriculum development in science. Studies in Science Education, 13, 105-122.

Duhem P. (1914/1954) The Aim and Structure of Physical Theory (transl. of La Théorie Physique: Son Objet, Sa Structure, second ed. 1914 Paris). Princeton University Press, Princeton.

Fernández, I., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Cachapuz, J. & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. Enseñanza de las Ciencias, 20(3), 477-488.

Feynman, R.; Leighton, R. & Sands, M. (1964). The Feynman Lecture on Physics. Wilmington, Delaware, E. U. A.: Addison-Wesley Publishing Company.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Educación al servicio de la sociedad</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 4	

Flores, F. (1997). Enseñanza de la ciencia, concepciones de los alumnos y cambio conceptual. Guillermina Waldegg y David Block (coords.), Estudios en didáctica, México: COMIE, Grupo Editorial Iberoamérica, 140-144.

Flores, S., Hernández, G. & Sánchez, G. (1996). Ideas previas de los estudiantes. Una experiencia en el aula. Educación Química, VII(3), 142-144.

Furió, C. (2001). La enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación: Un modelo emergente. J. Guisáola y Pérez de Eulate González (Eds.), Investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales basadas en el modelo enseñanza-aprendizaje como investigación orientada. Bilbao: Universidad del País Vasco.

Furió, C. & Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. Revista Enseñanza de las ciencias, 17(3), 441 - 452.

Furió, C. y Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico, basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. Enseñanza de las Ciencias, 19(2), 319-334.

Furió, C., Guisasola, J. & Almudí, J. (2004). Elementary electrostatic phenomena: Historical hindrances and students' difficulties. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education 4(3), 291-313.

Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, I(1), 26-33.

Gil, D. y Martínez, J. (1987) Los programas-guía de actividades: una construcción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. Investigación en la Escuela, 3.

Gil-Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, 11(2), 197-212.

Gil, D., et al. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica?. Chile: UNESCO.

Giordan, A. (1987), Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias, vol. V(2), 105-110.

Giordan, A. & Vecchi G. (1994). Les origines du savoir. París: Delachaux et Niestlé.

Guilbert. L. & Meloche, D. (1993). L'idée de science chez des enseignants en formation: un lieu entre l'histoire des sciences et l'heterogeneite des visions?. Didaskalia, 2, 7-30.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Enseñanza al servicio de la sociedad</i>	FORMATO	
RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE		
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 4	

Guisasola, J., et al. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. Revista Enseñanza de las ciencias, 26(2), 177 - 192.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful Relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. International Journal of science education, 14(5), 541-566.

Hodson, citado por Valdés, R., Gil, A. & Martínez, R. (2000). ¿Qué entendemos por constructivismo en didáctica de los ciencias? Instituto Superior Pedagógico Varona, La Habana.

Koponen, I. & Mántylá, T. (2006). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. Science & Education, 15(1), 31-54.

León, A. (1986). Un estudio experimental del aprendizaje de las ciencias naturales en la educación primaria desde una perspectiva constructivist (Tesis de licenciatura en Química). UNAM, México.

Malagón, F. (2002). Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física. Colombia: Departamento de Física, UPN..

Malagón, F., Sandoval, S. & Ayala, M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. Revista Praxis filosófica, 36 enero - junio, 119 - 138.

Marton, F. (1981). Phenomenography-Describing conceptions of the world around us. Instructional Science, 10, 177-200.

Marton, F. (1995). Fenomenografía: Una perspectiva de investigación para averiguar comprensiones diferentes de la realidad. Sherman & Webb (Eds). - Cualitative Research in Education: Forms and methods. London: The Falmer Press.

Marton. F. & Booth. S. (1997). Learning and Awareness. Mahwah. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers

Moll, L. (1993). Vygotsky y la educación. Buenos Aires: Aique.

Montañez, J. (1987). Los experimentos en la escuela primaria: un inventario inicial. Centro Michoacano para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Morelia, México.

Núñez, M. (1980), "Diagnóstico de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria. (Informe de investigación). DIE- CINVESTAV- IPN, México.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Formación de líderes	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 4	

Sandoval, H. (2011). El papel del informe de laboratorio en una propuesta de aula sobre el estudio de la Electrostática. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Park, J., Kim, I., Kim, M. & Lee, M. (2001). Analysis of students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics. International Journal of Science Education, 23(12), 1219-1236.

Veléz, C., et al. (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Vygotsky, L. (1985). Pensamiento y lenguaje. Buenos Aires: Pléyade.

4. Contenidos

Este documento lo componen cuatro capítulos. El primero hace referencia a la contextualización del problema de investigación. En el segundo capítulo se desarrolla el fundamento teórico tanto pedagógico como disciplinar. En el tercer capítulo se presentan los diseños experimentales elaborados para el desarrollo de esta investigación y se fundamenta la metodología a seguir en el análisis de resultados contenido en el capítulo cuatro, el cual sólo presenta algunas de las repuestas más representativas de los estudiantes asociadas a la categoría de descripción establecida, la totalidad de respuestas o espacio de resultados se encuentra en los anexos.

Finalmente se presentan las conclusiones alcanzadas tras el análisis de las respuestas elaboradas por los estudiantes, algunas perspectivas de investigación a partir de lo realizado y las fuentes de consulta que soportan esta investigación.

5. Metodología

El proceso de investigación de éste trabajo se centra en la interpretación de los significados atribuidos por los estudiantes de grado octavo, al caracterizar el significado de cuerpo electrificado y no electrificado, así como la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética. Para este propósito se ha considerado la metodología conocida como Fenomenografía (Marton 1981), que es el estudio empírico de los distintos modos o formas a través de los cuales los individuos vivencian, perciben, comprenden o conceptualizan varios fenómenos y aspectos de su mundo.

La fenomenografía trata de cómo las diferentes formas en que puede ser percibida y comprendida la realidad (conceptos y formas de razonamiento) pueden llegar a ser consideradas como categorías de descripción de la realidad. Dichas categorías representan distintas capacidades de entender un fenómeno y como algunas maneras de experimentar un fenómeno pueden ser más eficientes que otras.

Cabe destacar, que aunque la fenomenografía se enmarca en un tipo de investigación cualitativa, esta investigación se realizó, combinando técnicas de análisis e interpretación tanto cuantitativas como cualitativas, diseñando para ello algunos instrumentos para la recolección de

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Formación de Docentes	FORMATO		
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE		
Código: FOR020GIB		Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012		Página 6 de 4	

datos como cuestionarios.

6. Conclusiones
La investigación documentada en este trabajo permite reconocer la importancia de involucrar activamente a los estudiantes en la construcción de conceptos y explicaciones que sean significativas para ellos, permitiéndoles acercarse a los fenómenos a partir de la experiencia y de ésta manera contrastar con otras visiones y organizaciones de los mismos. También permite al docente reconocer la importancia de innovar en estrategias didácticas, que favorezcan la enseñanza de contenidos, a partir de los recursos que tiene disponible y de las características del contexto escolar en el que desarrolla su actividad profesional. Con lo propuesto, elaborado, ejecutado y analizado en esta investigación, se puede establecer que un estudio de la electrostática específicamente de la interacción eléctrica y la interacción magnética a un nivel introductorio, es posible, sin necesidad de acudir a electrones, protones y modelos atómicos, y que el lenguaje empleado por los estudiantes, puede irse refinando en la medida que se formalicen sus explicaciones y se ofrezca la orientación adecuada. Los resultados obtenidos en el análisis de las respuestas de los estudiantes, muestra cómo puede caracterizarse un fenómeno, a partir de la experiencia y la observación, contrastando diferencias y similitudes entre dos fenómenos que en principio parecían ser para ellos de la misma naturaleza.

Elaborado por:	Herrera Spell, Ronald Yanco
Revisado por:	Garzón Barragán, Isabel

Fecha de elaboración del Resumen:	09	11	2016
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1. Problema de Investigación.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación de la pregunta de investigación.....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivo Específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Antecedentes.....	8
 CAPITULO 2. Marco Teórico.....	 13
2.1 Perspectiva constructivista del proceso de enseñanza–aprendizaje de la física.....	13
2.2 Modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada.....	18
2.3 La actividad experimental en la enseñanza de la física.....	23
2.4 Caracterización de la interacción eléctrica y la interacción magnética.....	26
 CAPITULO 3. Marco Metodológico.....	 36
3.1 Diseños experimentales.....	36
3.1.1. Cuestionario Ideas Previas.....	38
3.1.2. Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones.....	42
3.2 Metodología del análisis de resultados.....	49
3.3 Población y muestra.....	51

CAPÍTULO 4. Análisis de resultados	53
4.1. Análisis Cuestionario Ideas previas.....	54
4.2. Análisis Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones.....	62
 CONCLUSIONES	72
 BIBLIOGRAFÍA	75
 ANEXO 1	78
ANEXO 2	87

CAPITULO 1. Problema de Investigación

1.1 Planteamiento del Problema

Diferentes investigaciones muestran que los estudiantes presentan serias dificultades al momento de analizar el comportamiento de la materia cuando se generan interacciones eléctricas entre diferentes cuerpos (Furió y Guisasola, 1999; Park, 2001; Furió, 2004). Algunas de estas dificultades están estrechamente relacionadas con las maneras cualitativamente diferentes en que los estudiantes perciben, experimentan, entienden y conceptualizan los fenómenos que ocurren en su entorno.

Particularmente los estudiantes de educación básica secundaria y media se encuentran inmersos culturalmente en un contexto de consumo tecnológico, permanentemente expuestos a un lenguaje técnico de los efectos eléctricos y magnéticos, aunque paradójicamente nunca hayan observado directamente muchos de los fenómenos que los motivan y hayan examinado el significado de muchos de los términos asociados que suelen emplear de manera indistinta.

Para mediar ante esta situación, algunas investigaciones en Educación en Ciencias han mostrado que la incorporación de propuestas de enseñanza más cercanas a la investigación científica, integrando aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales permiten alcanzar mejores niveles de comprensión en los estudiantes. *“los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones, con tal que haya suficientes oportunidades y apoyos para la reflexión”* (Hodson, 1992).

Otras investigaciones educativas sobre la enseñanza de las ciencias en los últimos treinta años, han insistido en la necesidad de considerar dos puntos de partida para la generación de estrategias de enseñanza, la experiencia de los estudiantes, y sus concepciones o ideas previas en torno a los fenómenos de la naturaleza. De hecho se insiste en que el estudiante debe acercarse, lo más posible, al conocimiento científico, de tal manera que sea capaz de utilizarlo en la cotidianidad y de esta manera ampliar su comprensión del mundo que lo rodea, poniendo en conflicto lo que se piensa por medio de actividades apropiadas (Giordan y Vecchi, 1994).

La importancia de las concepciones o ideas previas de los estudiantes para la enseñanza de las ciencias radica en que estas están basadas en la observación y las experiencias cotidianas, que aunque pueden llegar a ser consideradas como concepciones “erróneas” desde el punto de vista científico, no lo son desde el punto de vista del estudiante, porque son las representaciones que él o ella tienen de un fenómeno. Algunas de las características de las concepciones o ideas previas de los estudiantes, es que son difíciles de identificar porque forman parte del conocimiento implícito en ellos, no tienen el mismo nivel de especificidad, son difíciles de modificar y pueden ser ideas aisladas o formar parte de un modelo mental (Driver, 1988).

Desarrollar estrategias y metodologías adecuadas por parte de los docentes para identificar las concepciones o ideas previas de los estudiantes favorece el proceso de construcción del conocimiento, es aquí donde se manifiesta la relación existente entre las ideas previas y la concepción constructivista de la enseñanza de las ciencias, caracterizada entre otros aspectos por privilegiar las actividades experimentales (Ausubel et al., 1993; Candela, 1991; Díaz Barriga y

Hernández, 1998; Driver, 1988; Flores, 1997; Flores et al., 1996; Gil, 1983; Giordan, 1987; León, 1986; Montañez, 1987; Nuñez, 1980, entre otras).

Finalmente es ampliamente conocido que el uso de las actividades experimentales, fomenta el ingenio, la creatividad y la imaginación, además propicia el aprendizaje y la construcción del conocimiento científico, contribuyendo a comprender mejor el entorno. Si pretendemos que la enseñanza de las ciencias no se centre en la mera asimilación pasiva de contenidos (definiciones, esquemas, formulas, etc.) se debe propiciar una participación activa de los estudiantes mediante la investigación, las preguntas y la indagación, aspectos que se pueden fomentar a través de la actividad experimental, generando en los estudiantes verdaderos desafíos que tornen activo y competente su intelecto dotándolo de pensamiento crítico.

1.2 Formulación de la pregunta de investigación

Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales MEN (2006) establecen que los estudiantes al finalizar el grado Séptimo deben “*Verificar la acción de fuerzas electrostáticas y magnéticas y explicar su relación con la carga eléctrica*”, para lograrlo, nuestra experiencia como docente nos ha llevado a proponer ambientes favorables para la construcción de conocimiento en la comprensión de los fenómenos, particularmente de la interacción eléctrica y la interacción magnética.

De acuerdo con lo anterior, la pregunta que orienta el desarrollo de este trabajo es: **¿Cómo algunas prácticas experimentales que ponen de manifiesto la interacción eléctrica, contribuyen a la caracterización del significado de cuerpo electrificado y no electrificado y a la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética, en estudiantes de grado octavo?**

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer una secuencia de actividades para estudiantes de grado octavo que permitan caracterizar el significado de cuerpo electrificado y no electrificado, así como la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Fundamentación teórica, diseño, implementación y análisis de un pequeño cuestionario que permita dilucidar las ideas previas, que tienen los estudiantes acerca de un cuerpo electrificado y no electrificado y de interacción eléctrica y la interacción magnética.
2. Fundamentación teórica, diseño e implementación de una secuencia de actividades que posibilite al grupo de estudiantes caracterizar el significado de cuerpo electrificado y no electrificado, así como la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética.
3. Establecer unas categorías de análisis de las descripciones y explicaciones elaboradas por los estudiantes, basados en la perspectiva fenomenográfica
4. Estudio de los resultados obtenidos al aplicar la secuencia de actividades, basado en las categorías de análisis propuestas.

1.4 Justificación

La electricidad, y particularmente la electrostática, ha sido uno de los campos básicos de la Física que mayor estudio ha tenido en cuanto a dificultades de aprendizaje (*después de la mecánica*). Dichos estudios han mostrado que en diferentes etapas de escolaridad persisten dificultades para adquirir una comprensión integrada de los fenómenos eléctricos. Algunas de estas dificultades suelen estar asociadas con “*obstáculos de tipo conceptual originados, bien por la propia complejidad de los conocimientos a aprender, bien por la interacción de ese conocimiento con el pensamiento de los alumnos, o bien por la presencia de deficiencias conceptuales en los materiales y textos empleados.*” Criado y Cañal (2002) y García (2011), plantean que “*la mala comprensión de los conceptos electrostáticos en la enseñanza tradicional se debe a la carencia de un conocimiento de los problemas epistemológicos e históricos que ha tenido el desarrollo de la ciencia*”.

Sumado a lo anterior, la enseñanza de la electrostática como en otros campos de las ciencias ha privilegiado los conocimientos declarativos marginando los conocimientos procedimentales. Se suele pasar a la presentación de “productos” de las teorías científicas aceptadas, ocultando todo el proceso que conduce a su construcción, impidiendo que los estudiantes puedan hacer suyas las nuevas ideas, las cuales cobran sentido en la medida que determinados problemas exijan su construcción; “*transmitir conocimientos ya elaborados conduce muy a menudo a ignorar cuáles fueron los problemas que se pretendían resolver, cuál ha sido la evolución de dichos conocimientos, las dificultades encontradas, etc.,*”. (Fernández et al. 2002.)

Generalmente en las diferentes etapas de la formación escolar la interacción eléctrica, la interacción magnética e inclusive la interacción gravitacional, son presentadas por separado, privando la posibilidad de que los estudiantes puedan comparar y contrastar los fenómenos que subyacen a este tipo de interacciones; *“mantener los diversos fenómenos en la mente simultáneamente enriquece el contexto y mejora la comprensión del vocabulario y el recuerdo de los efectos”*¹ (Arons 1990, p.145). Resulta entonces, muy importante considerar las diferentes manifestaciones de estas interacciones en simultaneo, para que los estudiantes puedan comparar las similitudes y las diferencias que hay entre ellas de forma explícita. Esto permite reducir las posibles confusiones entre los términos, así como entre los efectos asociados a estas interacciones; ya que generalmente se observa un uso indiferenciado de términos como si fueran sinónimos, y de efectos como si fueran de la misma clase.

Una clara comprensión de los conceptos introducidos en la electrostática, exige la incorporación de prácticas experimentales ordenadas en una secuencia con coherencia lógica, usando como referencia el desarrollo histórico de esta disciplina, implicando a los estudiantes en la formulación de los problemas a los que se trataba de dar respuesta en sus orígenes; *“un aprendizaje significativo y duradero se ve facilitado por la participación de los estudiantes en la construcción de conocimientos científicos y su familiarización con las destrezas y actitudes científicas”* (Gil-Pérez, 1993). Estas prácticas experimentales se caracterizan por tratar de organizar inicialmente los fenómenos de manera descriptiva y orientar los procesos de conocimiento de los estudiantes, con el propósito de identificar fenómenos que puedan ser descritos aun cuando las causas que los producen no sean sensorial o directamente observables,

¹ *“Keeping the various phenomena in mind simultaneously enriches the context and enhances understanding of the vocabulary and remembering of the effects.”*

es así como “la electricidad no resulta observable más que a través de sus efectos”. La observación de las interacciones eléctricas y magnéticas favorece la construcción de conceptos y modelos que racionalizan lo observado, estableciéndose así conexiones firmes entre los conceptos y los fenómenos.

Transformar la enseñanza tradicional de las ciencias, particularmente el estudio de la electricidad en la educación media, por una basada en el modelo de enseñanza como investigación orientada es posible según Furió y Guisalola (2001); favoreciendo el aprendizaje significativo, al concebir a los estudiantes como "investigadores noveles" que trabajan en equipos cooperativos replicando investigaciones, mientras que el profesor se ubica como experto conocedor de esas investigaciones. Es un proceso de formación en investigación análogo a la formación inicial de futuros investigadores, y por ello el modelo de aprendizaje se denomina *investigación orientada*. La enseñanza bajo las orientaciones de esta metodología que propicia el aprendizaje como actividad de investigación orientada, permite a los estudiantes una mayor asimilación de ideas significativas en un porcentaje superior al de los estudiantes que reciben enseñanza transmisiva.

1.5 Antecedentes

Las dificultades en el aprendizaje de la electrostática han sido tratadas en diversos trabajos de grado, así como en artículos de revistas científicas, tanto de física como de enseñanza de la física. En algunos de ellos se realiza un análisis de las dificultades de enseñanza y aprendizaje y las posibles soluciones a las mismas. Otros estudios abordan el origen y evolución histórica de algunos conceptos de la electrostática, identificando posibles obstáculos epistemológicos y su relación con algunos obstáculos en el aprendizaje de los estudiantes. Por último, otros estudios

abordan la forma en que se presenta la electrostática en algunos libros de texto y el nivel de dificultad de los conceptos que presentan.

A continuación se hace referencia a las Tesis de las Maestrías del Departamento de Física, y los artículos de revistas que están estrechamente relacionados con la problemática planteada y sus aportes a este proyecto.

En la Tesis Doctoral titulada *"Un estudio didáctico en torno a la enseñanza de aspectos básicos de la electrostática en la formación maestros"* de Criado (2000), la cual se enmarca en la línea de investigación sobre las concepciones de los estudiantes, se hace una propuesta de unidad didáctica sobre la electrostática que se aplicó a futuros profesores en formación. Es interesante para los propósitos de este proyecto las reflexiones que proponen en torno al problema que abordan: ¿Cómo mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las nociones básicas de electrostática en alumnos de nivel universitario, con vistas a su formación como maestros? Se presta atención a la construcción del estatus cognitivo de las concepciones de los estudiantes y a los indicadores que pueden medirlo. Entendiendo el estatus de las concepciones como el compromiso cognitivo que un alumno mantiene con sus ideas, el cual se puede medir a través de indicadores como el grado de certeza, el grado de estructuración en sistemas de ideas, la dependencia contextual (del ejemplo, de la pregunta), la estabilidad en el tiempo previa a la enseñanza, la dificultad de cambio tras la enseñanza, la universalidad o coincidencia de concepciones alternativas entre diversidad de individuos, y la transversalidad o uso a través de distintos ámbitos conceptuales.

En el Artículo titulado *"Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento"* de Furió C. y Guisalola J. (1999), se aborda las dificultades de los estudiantes para interpretar fenómenos electrostáticos básicos como interacciones entre cargas puntuales, fenómenos triboeléctricos o de inducción eléctrica. Además, hace referencia a algunas cuestiones que tienen como objetivo investigar hasta qué punto los estudiantes poseen una comprensión integrada de los fenómenos eléctricos; concluyendo que los estudiantes no tienen en cuenta lo aprendido en otras "partes" de la física (en este caso la mecánica) para analizar cuestiones de electricidad y que las dificultades de aprendizaje detectadas en mecánica se extienden a otros campos de la física.

En el Artículo titulado *"Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica"* de Guisalola et al. (2008), se analizan las formas de razonamiento de estudiantes universitarios en las explicaciones sobre procesos de carga eléctrica en cuerpos. Para llevar a cabo este estudio se emplea una combinación de diseños cuantitativos y cualitativos, además de cuestionarios y entrevistas, que permiten considerar los múltiples aspectos de las concepciones de los estudiantes. Concluyen que conceptos importantes de la teoría eléctrica como carga, diferencia de potencial y capacidad eléctrica no son utilizados científicamente por la mayoría de los estudiantes que han cursado dos o más años de física, para interpretar los procesos elementales de carga de un cuerpo.

En el Artículo titulado *"Obstáculos para aprender conceptos elementales de electrostática y propuestas educativas"* de Criado A. y Cañal P. (2002), se analizan algunos de los más comunes obstáculos conceptuales en el aprendizaje sobre la electrostática básica y, en coherencia con

dicho análisis, se proponen algunas actividades que debidamente integradas en unidades didácticas de orientación constructivista e investigadora, pueden ayudar a disminuir la incidencia de dichos obstáculos.

En el Documento No 3, en el capítulo *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales*” del Ministerio de Educación Nacional (2006), que orientan los procesos de enseñanza fundamentado en tres aspectos: concepciones científicas, metodologías para proceder científicamente y compromiso social – personal, se recalca que formar en ciencias genera en los estudiantes la capacidad de observar y analizar los fenómenos de la vida cotidiana, que lo llevan a formularse preguntas, elaborar explicaciones, recolectar información, analizarla y comunicarla, es decir que tengan la oportunidad de aprender a través de la actividad científica, que considera la construcción del conocimiento a partir de la practica social. Esta idea de formación en ciencias, parte de considerar la ciencia como un proceso en constante construcción, que admite la reformulación de hipótesis y trayectorias investigativas para la búsqueda de explicaciones, cambiando la perspectiva de la enseñanza de las ciencias como un proceso de transmisión de información (verdad absoluta), es decir que la enseñanza de las ciencias tiene como meta favorecer el pensamiento científico, porque aproxima al estudiante al quehacer científico; desarrolla la capacidad de valorar críticamente la ciencia; aportar a la formación de mujeres y hombres activos de una sociedad, que faculte al estudiante para ser responsable de sus acciones; y enfrentar al estudiante en situaciones problemáticas con el objetivo de eliminar el conocimiento previo que no sea útil, para conducirlo a elaborar construcciones mentales más complejas.

En la monografía de especialización titulada *“El papel del informe de laboratorio en una propuesta de aula sobre el estudio de la electrostática”* de Sandoval H. (2011), se propone la reconceptualización teórica de la electrostática posibilitando la construcción intencionada de la fenomenología de base, además de resaltar la importancia y relevancia que tiene el informe de laboratorio como registro útil de un proceso sistemático que da cuenta de una construcción de conocimiento.

CAPÍTULO 2. Marco Teórico

2.1 Perspectiva constructivista del proceso de enseñanza–aprendizaje de la física

El aprendizaje necesita de la participación activa del estudiante en la construcción de sus conocimientos, no es suficiente la simple reconstrucción personal de conocimientos previamente elaborados por otros y proporcionados por el maestro o el libro de texto. (Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales MEN, 2006).

No existe un método, técnica, “receta” o estrategia ideal si hablamos de enseñar; de hecho se suele acudir a modelos pedagógicos “híbridos” adaptados al contexto y contenidos que permiten alcanzar procesos de enseñanza-aprendizaje favorables para los estudiantes. Sin embargo, en la enseñanza de las ciencias naturales, y particularmente en la enseñanza de la física el modelo pedagógico constructivista, se destaca como una corriente viable en la solución de problemas asociados al aprendizaje, favoreciendo la relación entre el estudiante y el docente, al mediar en la modificación de los esquemas cognitivos previos y considerar que el conocimiento no se recibe pasivamente del exterior, sino que es construido activamente por el estudiante.

Los antecedentes del paradigma constructivista se encuentran en los trabajos de Lev Semiónovich Vigotsky (1896-1934) y de Jean Piaget (1896-1980), sus aportes sobre la construcción del conocimiento, si bien difieren significativamente, fueron fundamentales para delinear un nuevo modo de interpretar la forma en la que aprenden los estudiantes.

Los aportes de Piaget se refieren explícitamente a la evolución de la estructura cognitiva del sujeto, en este sentido explica cada uno de los estadios que son vividos por el niño y el joven en sus diferentes etapas de crecimiento. El desarrollo cognitivo se entiende como la adquisición de estructuras lógicas cada vez más complejas que subyacen a las distintas áreas y situaciones que el sujeto es capaz de ir resolviendo a medida que crece (Case, 1989). En este sentido, las estructuras guardan un orden jerárquico que van de las más sencillas (primeras etapas) hasta las más elaboradas.

Los estadios de Piaget se refieren, a grandes rasgos, a las siguientes características:

- Sensoriomotor: Inteligencia práctica, relación con el objeto real, análisis de las características visibles del objeto. Se da aproximadamente entre los 0 y 2 años de edad.
- Operacional Concreto: Se presenta entre niños de los 2 a los 12 años, en esta etapa se evidencian dos periodos, el primero corresponde a la creación de esquemas representativos de los objetos, este periodo se denomina preoperatorio (2 a 7 años); el segundo periodo se denomina operaciones concretas, en este caso el niño realiza operaciones de seriación, clasificación y relaciona las diferentes operaciones.
- Operacional formal: formula y construye operaciones utilizando las representaciones del objeto, utilizando un lenguaje simbólico empleando relaciones de causa y efecto.

Las teorías de Piaget, si bien fueron de corte psicológico, fueron retomadas en la educación, ya que permite comprender la relación del sujeto con la construcción del conocimiento, principalmente en los primeros años de vida del estudiante.

En contraste Vigotsky considera la construcción de conocimiento desde un ámbito social, debido a la importancia de la relación entre la cultura y el sujeto en la formación de su estructura psicológica, en sus palabras “un proceso interpersonal queda transformado a otro intrapersonal. En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces, primero entre personas (interpsicológica), y después en el interior del propio niño (intrapsicológica). Todas las funciones psicológicas superiores se originan como relaciones entre seres humanos” (Vigotsky, 1985).

En este sentido se concibe el conocimiento como producto de un proceso de interacción con el otro, el cual le permite al sujeto contrastar, justificar y socializar cada una de sus ideas, es entonces a partir de esta relación que el hombre crea sus estructuras explicativas en el conocimiento de un objeto o fenómeno. En la teoría de aprendizaje propuesta por Vigotsky se expresa la relación entre procesos psicológicos elementales y superiores, los primeros se refieren a los procesos naturales del hombre, mientras que los procesos superiores se refieren a aquellos en los que interfieren los signos y las herramientas dados a nivel cultural mediante el lenguaje “los procesos psicológicos superiores se desarrollan en los niños a través de la enculturación de las prácticas sociales, a través de la adquisición de la tecnología de la sociedad, de sus signos y herramientas, y a través de la educación en todas sus formas” (Moll,1993).

Como puede apreciarse la diferencia significativa entre Piaget y Vygotsky, radica en que mientras Piaget estaba interesado en la epistemología y el conocimiento de por sí, Vygotsky estaba más interesado en entender las condiciones sociales y culturales para el aprendizaje.

También destaca por sus aportes al constructivismo David Ausubel (1918-2008), quien considera que los sujetos en su proceso de aprendizaje presentan estructuras mentales ya constituidas que se relacionan con nuevos conceptos para construir o ampliar los esquemas mentales que ya poseía, desde este punto de vista el constructivismo en la educación permite observar al estudiante desde las estructuras ya existentes a partir de las cuales puede aprender y/o construir los demás conocimientos.

Los conceptos previos de los estudiantes constituyen el punto de partida de cualquier proceso de aprendizaje desde la perspectiva del constructivismo. Ausubel centra sus teorías en la necesidad de que el maestro utilice dentro su práctica pedagógica organizadores previos, los cuales permiten que el estudiante relacione los nuevos conocimientos con lo que ya están en sus estructuras mentales (Carretero, 1995).

Los modelos explicativos de los estudiantes interaccionan con los nuevos modelos, permitiendo con esto que ellos contrasten sus propias teorías con las teorías aceptadas por la comunidad científica, y a su vez, encuentren sus propias anomalías y limitaciones en sus explicaciones produciendo con esto la modificación de sus estructuras.

Por lo tanto, el modelo pedagógico constructivista considera al conocimiento como una construcción del propio ser humano, realizada con esquemas que el individuo posee, y la relación de estos con el medio; y al aprendizaje como un cambio en las estructuras del conocimiento, mediante un proceso activo, es decir *constructivo*.

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias requieren cierto nivel de esfuerzo para construir significados, es, en última instancia, el estudiante que aprende el responsable en gran medida de su propio aprendizaje (Driver y Bell, 1986), concebir el aprendizaje de las ciencias naturales como una construcción de conocimientos, tiene las siguientes características:

- *Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia (concepciones alternativas o ideas previas).*
- *Encontrar sentido supone establecer relaciones: los conocimientos que pueden conservarse permanentemente en la memoria no son hechos aislados, sino aquellos muy estructurados y que se relacionan de múltiples formas.*
- *Quien aprende construye activamente significados.*

El aprendizaje de la ciencia es un proceso de construcción social del conocimiento de teorías y modelos científicos, en el cual los estudiantes dirigidos por su docente deben lograr cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales, generando y resolviendo problemas teóricos y prácticos; desde luego, no se trata de hacerle creer al estudiante que los conocimientos se construyen con aparente facilidad, sino de ubicarlos en situaciones similares a la investigación científica, para familiarizarlos mínimamente con lo que es el trabajo científico y sus resultados; replicando para ello las investigaciones ya realizadas por otros (Gil y Martínez, 1987).

Por lo tanto, es conveniente organizar el aprendizaje de los estudiantes como una construcción de conocimientos de las situaciones, es decir, como una investigación orientada, en dominios ampliamente conocidos por el profesor, quien orienta la investigación en la que los resultados

que van obteniendo, pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión, por los obtenidos por los científicos que les han precedido.

2.2 Modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada

Así como la comunidad científica adopta nuevas explicaciones como resultado de procesos complejos, apasionantes y de larga duración, en contraste los estudiantes deben incorporar explicaciones en un tiempo mucho más corto y en muchas ocasiones sin conocer las preguntas y los problemas que llevaron a los investigadores a proporcionar nuevas explicaciones (Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales MEN, 2006). Por esto, es necesario que el aprendizaje de las ciencias esté estrechamente relacionado con la formulación de preguntas y la búsqueda de solución a problemas, tal y como ocurre en la vida real, reconociendo desde luego que el nivel de profundidad de los conocimientos que logra un estudiante de educación básica y media no es el que alcanza la comunidad científica.

Se debe entonces, proporcionar los elementos que les permitan a los estudiantes acercarse gradualmente y de manera rigurosa al conocimiento y la actividad científica a partir de la indagación, logrando comprensiones cada vez más complejas y elaboradas, pues varios estudios han mostrado que los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más sobre la naturaleza de las ciencias cuando participan en investigaciones científicas, con suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión (Hodson, 1992).

El papel activo por parte del estudiante requiere, por supuesto, de un docente que oriente su enseñanza de manera diferente, en donde su papel no se limite a la transmisión de conocimientos

o demostración de experiencias, sino que oriente el proceso de investigación de sus estudiantes como un tutor. La investigación orientada permite que los resultados que van obteniendo los estudiantes, sean reforzados, matizados o cuestionados a partir de aquellos propuestos por la comunidad científica, de la cual el docente es su representante, y a los cuales se desea que se aproximen los estudiantes (Hodson, 2000.)

Aprender haciendo, permite desarrollar no solamente las capacidades individuales sino sociales de los estudiantes, ya que favorece el trabajo cooperativo entre pares en todos los espacios de formación.

En la actualidad la concepción del aprendizaje como un proceso de investigación no resulta novedoso, en los últimos años varias propuestas ligadas a esta idea han adquirido un desarrollo notable, donde el docente asume el rol de “director de investigaciones”.

El modelo didáctico de enseñanza como investigación orientada se fundamenta en la idea de que el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias naturales, pueden desarrollarse como un proceso de (re)construcción de conocimientos en un contexto inspirado en la investigación científica, guiado por el docente, ofreciendo la posibilidad de articular los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales del aprendizaje del conocimiento científico.

Uno de los propósitos de la investigación orientada es permitir el acercamiento del estudiante a situaciones un poco similares a las que vivencian los científicos, pero desde una perspectiva de la ciencia como actividad de seres humanos afectados por el contexto en el cual viven, por la

historia y el momento que atraviesan y su influencia en el proceso de construcción de la misma ciencia; es decir, se busca mostrar al estudiante que la construcción de la ciencia ha sido una producción social, en donde el “científico” también es un sujeto social.

De esta manera, el estudiante asume un rol activo, con conocimientos previos, que puede plantear sus puntos de vista frente a la información que está abordando y, sobre todo, que él mismo va construyendo desde el desarrollo de procesos investigativos, utilizados como pretexto para dar solución a los problemas planteados por el docente, y mucho más estructurados y que puede dar lugar a procesos más rigurosos y significativos para el estudiante.

En cuanto al docente, este debe plantear problemas representativos, con sentido y significado para el estudiante, reconociendo que la ciencia escolar que se aborda en el salón de clase, está relacionada con los “presaberes” que el estudiante lleva al colegio. Por tanto, el contenido de las situaciones problémicas debe estar asociado al contexto inmediato del estudiante, a su entorno, para mostrar que los conocimientos pueden tener un significado desde el medio que lo rodea y que son posibles de ser abordados a partir de las experiencias y vivencias que hacen parte de su experiencia.

Carrascosa et al. (2005) sugiere algunos aspectos, que ponen de manifiesto la extraordinaria “riqueza” de la actividad científica, y que deben estar presentes en las propuestas que intentan transformar la enseñanza de las ciencias. Estos aspectos deben ser considerados en la orientación investigativa del aprendizaje de las ciencias, resaltando que no constituyen ningún algoritmo o paso a paso, a seguir linealmente.

- a. *Presentar situaciones problemáticas abiertas de un nivel de dificultad adecuado, con objeto de que los estudiantes puedan tomar decisiones para precisarlas y entrenarse, así, en la transformación de situaciones problemáticas abiertas en problemas precisos.*
- b. *Favorecer la reflexión de los estudiantes sobre la relevancia y el posible interés de las situaciones propuestas, que dé sentido a su estudio (considerando las posibles implicaciones CTSA, etc.) y evite un estudio descontextualizado, socialmente neutro.*
- c. *Potenciar los análisis cualitativos, significativos, que ayuden a comprender y a acotar las situaciones planteadas (a la luz de los conocimientos disponibles, del interés del problema, etc.) y a formular preguntas operativas sobre lo que se busca. Se trata de salir al paso de operativismos ciegos sin negar, muy al contrario, el papel esencial de las matemáticas como instrumento de investigación, que interviene en todo el proceso, desde el enunciado mismo de problemas precisos (con la necesaria formulación de preguntas operativas) hasta el análisis de los resultados.*
- d. *Plantear la emisión de hipótesis como actividad central de la investigación científica, susceptible de orientar el tratamiento de las situaciones y de hacer explícitas, funcionalmente, las preconcepciones de los estudiantes. Insistir en la necesidad de fundamentar dichas hipótesis y prestar atención, en ese sentido, a la actualización de los conocimientos que constituyan prerrequisitos para el estudio emprendido. Reclamar una cuidadosa operativización de las hipótesis, es decir, la derivación de consecuencias contrastables, prestando la debida atención al control de variables, a cómo es la dependencia esperada entre las variables, etc.*
- e. *Conceder toda su importancia a la elaboración de diseños y a la planificación de la actividad experimental por los propios estudiantes, dando a la dimensión tecnológica el*

papel que le corresponde en este proceso. Potenciar, allí donde sea posible, la incorporación de la tecnología actual a los diseños experimentales (ordenadores, electrónica, automatización...), con objeto de favorecer una visión más correcta de la actividad científico-técnica contemporánea.

- f. Plantear el análisis detenido de los resultados (su interpretación física, fiabilidad, etc.) a la luz del cuerpo de conocimientos disponible, de las hipótesis manejadas y de los resultados de “otros investigadores” (los de otros equipos de estudiantes y los aceptados por la comunidad científica, recogidos en los libros de texto). Favorecer, a la luz de los resultados, la “autorregulación” del trabajo de los alumnos, es decir, las necesarias revisiones de los diseños, de las hipótesis o, incluso, del planteamiento del problema. Prestar una particular atención, en su caso, a los conflictos cognitivos entre los resultados y las concepciones iniciales, facilitando así, de una forma funcional, los cambios conceptuales.*
- g. Plantear la consideración de posibles perspectivas (replanteamiento del estudio a otro nivel de complejidad, problemas derivados...) y contemplar, en particular, las implicaciones CTSA del estudio realizado (posibles aplicaciones, repercusiones negativas...).*
- h. Pedir un esfuerzo de integración que considere la contribución del estudio realizado a la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos, así como las posibles implicaciones en otros campos del conocimiento.*
- i. Conceder una especial importancia a la elaboración de memorias científicas que reflejen el trabajo realizado y puedan servir de base para resaltar el papel de la comunicación y el debate en la actividad científica.*

- j. *Potenciar la dimensión colectiva del trabajo científico organizando equipos de trabajo y facilitando la interacción entre cada equipo y la comunidad científica, representada en la clase por el resto de los equipos, el cuerpo de conocimientos ya construido (recogido en los textos), el profesor como experto, etc.*

2.3 La actividad experimental en la enseñanza de la física

¿Cuál es la fuente del conocimiento? ¿De dónde vienen las leyes que son contrastadas con el experimento? El experimento, en sí mismo, ayuda a producir estas leyes, en el sentido de que ellos nos dan pistas, indicadores. Pero, también es necesaria la imaginación para crear desde estas pistas las grandes generalizaciones – para conjeturar acerca de los asombrosos, simples, pero muy fuertes patrones que están debajo de todas las pistas, y entonces, experimentar para chequear otra vez si nosotros hicimos las conjeturas adecuadas"

(Feynman, 1964, tomo. 1, cap. 1)

Uno de los aspectos fundamentales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y particularmente de la física es la actividad experimental, razón por la cual se ha convertido en una de las líneas de investigación más importantes en la didáctica de las ciencias, algunas de estas investigaciones coinciden en la necesidad de orientar la actividad experimental como una actividad investigadora, para que deje de ser una actividad exclusivamente operativa e integre más aspectos de la actividad científica, aproximándose a una investigación.

Desde luego, la actividad experimental para la enseñanza es distinta a la que se realiza en la investigación científica, ya que no es posible pretender que se realice en cada caso el extenso

proceso que conduce al científico a un descubrimiento o la formulación de una ley, y que muchas veces ocupa periodos de trabajo muy largos.

Generalmente la actividad experimental ha sido considerada como un simple recurso didáctico, complementario de la enseñanza y ocasional en la explicación de los fenómenos naturales que se estén estudiando, reduciendo así el papel del experimento a un instrumentalismo fundamentado en las clásicas perspectivas inductiva y deductiva, según las cuales el experimento se considera como mero elemento verificador de los enunciados teóricos o como la única fuente de conocimiento a partir de la cual, se obtienen las diferentes teorías (Koponen & Mántylá, 2004).

También se puede decir que en educación básica secundaria y media la actividad didáctica centrada en la experimentación, tradicionalmente suele tener dos intenciones; la de demostrar de forma irrefutable la formulación de un enunciado teórico, asumiendo que los enunciados teóricos o bien se demuestran o bien se obtienen a partir de la práctica, y la de contrastar que tan erradas son las ideas previas o concepciones alternativas de los estudiantes. Sin embargo, independiente de las intenciones de la actividad experimental, estas suelen tener en común que el rol más activo lo asume el profesor, ya que es quien plantea los problemas y a su vez es el que los resuelve, se fundamentan exclusivamente en los datos experimentales obtenidos, desconociendo aspectos cognitivos de los estudiantes y además parecen trazar una única ruta entre la actividad experimental y la teorización.

Bajo estas concepciones, hay una necesidad de reevaluar el rol desempeñado por la actividad experimental en la enseñanza y el aprendizaje de la física, para que deje de ser una actividad

estandarizada, eventual, circunstancial o improvisada, la cual ha generado una clara separación entre el experimento y la teoría, así como también, una separación entre la teoría y el diseño experimental con el sujeto que experimenta, *"un experimento en la física no es simplemente la observación de un fenómeno; es además, la interpretación teórica de este fenómeno"* (Duhem, 1906).

Se debe entonces entender el experimento en estrecha relación con las construcciones conceptuales, pues la actividad experimental solo tiene sentido a la luz de unos referentes conceptuales, y la conceptualización puede hacerse a partir de la actividad experimental, y viceversa, *"podemos pensar que la teoría y la experiencia se mueven una alrededor de la otra y que este movimiento corresponde a una cada vez mayor refinación en la elaboración teórica y de igual forma un refinamiento cada vez mayor en los procedimientos experimentales."* (Malagón, 2002).

En el caso específico de este trabajo se propone una serie de actividades experimentales, que le permitan al estudiante caracterizar el significado de cuerpo electrificado y no electrificado, así como la diferenciación entre la interacción eléctrica y la interacción magnética. La observación de las interacciones eléctricas y magnéticas permite la construcción de conceptos y modelos que racionalizan lo observado, estableciéndose conexiones firmes entre los conceptos y los fenómenos físicos, ya que las prácticas experimentales *"tienen que ver principalmente con la construcción y comprensión de las fenomenologías en estudio, y con ello con la ampliación y organización de la experiencia de los sujetos, así como con la formalización de relaciones y con la concreción de supuestos conceptuales"* (Malagón et al, 2013).

Sin embargo, a la hora de la realización de este tipo de actividades particularmente las relacionadas con la interacción eléctrica se debe tener mucho cuidado con las condiciones instrumentales, locativas e incluso ambientales requeridas para su implementación; por ejemplo, en experimentos donde se evidencia la transferencia de carga eléctrica por frotamiento, ante la presencia de humedad en el aire, puede resultar contradictorio para el estudiante que no ocurra lo esperado y lejos de modificar sus significados, se pueda reforzar un obstáculo epistemológico² que pueda existir previamente, o peor aún generarlo.

2.4 Caracterización de la interacción eléctrica y la interacción magnética

Se sabe desde la antigüedad que un trozo de ámbar (resina fosilizada de árboles) frotado con piel, puede atraer plumas y otros objetos ligeros; también era conocido por los antiguos griegos que ciertas piedras de la región que ellos llamaban Magnesia podían recoger piezas de hierro. Los fenómenos básicos asociados a la electricidad y el magnetismo no son tan familiares y su experiencia es probablemente mucho más limitada, respecto a los fenómenos mecánicos.

En la época actual de avances y desarrollos tecnológicos asociados y dependientes de la electricidad y el magnetismo, no resulta tan claro cómo están relacionados la frotación de algunos objetos como barras de plástico con lana, con los modernos dispositivos electrónicos de los cuales son usuarios frecuentes la mayoría de estudiantes. Pero, precisamente es a partir de observaciones y experiencias accesibles que se desarrolló el conocimiento necesario que llevó a una de las revoluciones más radicales en la ciencia y la tecnología.

² La noción de obstáculo epistemológico fue acuñada por el filósofo francés Gastón Bachelard para identificar y poner de manifiesto elementos psicológicos que impiden o dificultan el aprendizaje de conceptos revolucionarios al interior de las ciencias; estos se presentan en todos los sujetos que se enfrentan a nuevas realidades las cuales se caracterizan por no tener una referencia directa a experiencias directas.

Muchos de los fenómenos eléctricos fueron observados detalladamente entre el siglo XVII y XVIII en laboratorios dotados de materiales como barras de plástico y vidrio, barras de metal con mangos aislantes (madera), pedazos de lana y seda, soportes de madera e hilos, todos ellos de fácil acceso hoy en día y con los cuales se pueden obtener importantes observaciones que contribuyen a la caracterización de la interacción eléctrica.

Por ejemplo, después de peinar el cabello en un día muy seco, si acercamos la peinilla (plástica) a pedacitos de papel, éstos serán atraídos hacia la peinilla, *aunque en realidad la acción es mutua*. Si acercáramos la peinilla a los pedacitos de papel sin haberla frotado previamente no sucedería nada, entonces, los objetos que no han sido sometidos a ninguna frotación previa, se suelen llamar neutros o eléctricamente neutros.

Regresando a nuestra peinilla frotada, comportamientos similares a la atracción de pedacitos de papel, se dan si frotamos una barra de vidrio o de plástico con un trapo o con una piel. La conclusión es que, como resultado del frotamiento, estos materiales adquieren una propiedad la cual da lugar a una interacción mucho más fuerte que la gravitatoria. Sin embargo, hay diferencias fundamentales entre las interacciones eléctrica y gravitatoria.

En primer lugar, sólo existe un tipo de interacción gravitatoria, lo que tiene como resultado una atracción universal entre dos masas, a diferencia del caso eléctrico en el que existen dos tipos de interacciones. Supongamos que colocamos una barra de vidrio electrificada (previamente frotada) cerca de una pequeña bola de corcho que cuelga de un hilo. Vemos que la barra atrae a

la pequeña bola de corcho (Fig. 1). Si repetimos el experimento con una barra de plástico electrificada, observamos el mismo efecto de atracción sobre la bola de corcho.

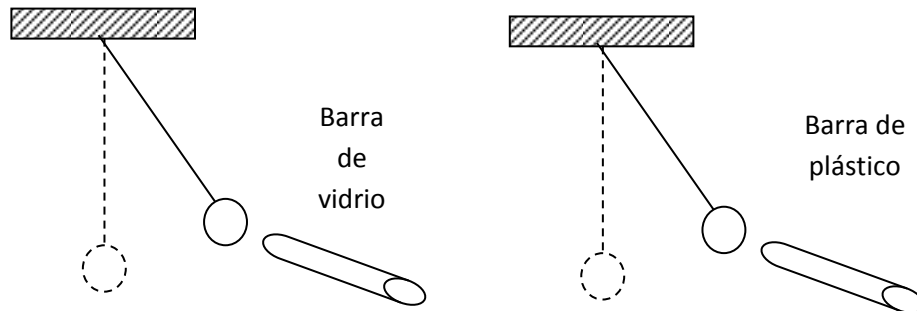


Figura 1. Experimentos con barras de vidrio y plástico previamente frotadas (electrificadas).

Ahora, supongamos que tocamos dos bolas de corcho como las de la experiencia anterior, con una barra de vidrio electrificada previamente. Podemos suponer que las bolas se electrifican por el contacto, si las acercamos, notamos que se repelen. Se consigue el mismo resultado cuando tocamos las bolas con una barra de plástico electrificada, de modo que adquieran la misma electrificación. Sin embargo, si tocamos una bola con la barra electrificada de vidrio y la otra con la de plástico, de manera que una adquiera una electrificación como la del vidrio y la otra como la del plástico, observamos que las bolas se atraen.

Podemos determinar entonces que existen dos tipos de estados de electrificación: una como la del vidrio y la otra como la del plástico, y por lo que se observa de sus interacciones podemos decir que: *dos cuerpos con el mismo tipo de electrificación se repelen, pero si tienen tipos distintos de electrificación, se atraen entre sí (Fig. 2).*

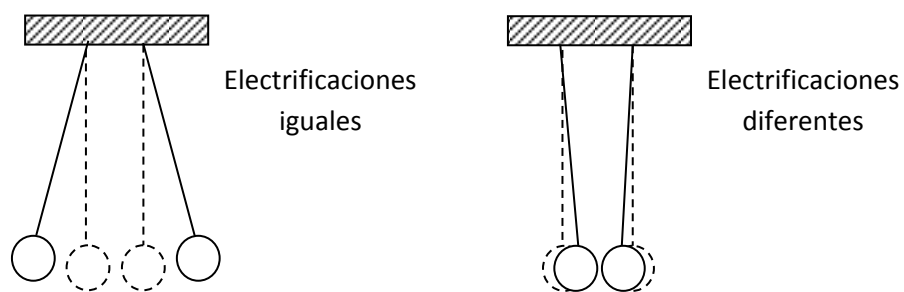


Figura 2. Interacciones eléctricas entre electrificaciones iguales (vidrio-vidrio, plástico-plástico) y diferentes (vidrio-plástico, plástico-vidrio).

Por tanto, mientras que la interacción gravitatoria siempre es de atracción, la interacción eléctrica puede ser de atracción o de repulsión. También se puede observar en experiencias como las descritas anteriormente, que según lo vigoroso que se froten las barras será la intensidad de la interacción ya sea de atracción o repulsión, y que la intensidad de la interacción disminuye a medida que la separación entre las barras aumenta.

Por muchos años se pensó que la propiedad de atraer objetos livianos por el vidrio, el plástico y otros objetos frotados (*denominado efecto ámbar*), estaba íntimamente relacionada con la propiedad de los imanes de atraer al hierro. Sin embargo, la débil interacción del efecto ámbar, en comparación con la poderosa interacción que ejercen los imanes al atraer objetos metálicos, hicieron que los científicos de entonces se interesaran más en la interacción magnética, que en la interacción eléctrica, pues en ella encontraban más aplicaciones prácticas asociadas a los minerales y la metalurgia.

Como previamente se mencionó, los antiguos griegos observaron que ciertos minerales de hierro, como la magnetita, tienen la propiedad de atraer pequeños trozos de hierro. En estado natural, esta propiedad la muestran el hierro, el cobalto y muchos compuestos de estos metales. Esta

propiedad denominada magnetismo (palabra asociada a la antigua ciudad del Asia Menor, Magnesia), no está relacionada con la gravedad puesto que no la poseen todos los cuerpos, y aparentemente tampoco está relacionada con la interacción eléctrica, debido a que ni las bolas de corcho ni los pedacitos de papel son atraídos por tales minerales, los objetos que poseen esta propiedad se llaman imanes.

Si un imán se introduce en un recipiente que contenga limaduras de hierro y enseguida se retira, se aprecia que los pequeños fragmentos de hierro se adhieren más fuertemente en las regiones cercanas a los extremos (Fig. 3), estas regiones donde parece concentrarse el magnetismo del imán se conocen como polos magnéticos.



Figura 3. La intensidad de un imán se concentra en la región cercana a sus extremos.

La Tierra misma es un gran imán. Por ejemplo, si suspendemos una barra magnetizada en cualquier punto de la superficie terrestre y permitimos que gire libremente alrededor de la vertical, la barra se orienta de modo que el mismo extremo apunta siempre hacia el Polo Norte geográfico. Este resultado muestra que la Tierra interacciona magnéticamente con la barra magnetizada. Si la barra no estuviera magnetizada no observaríamos ninguna interacción, esto mismo es lo que ocurre con la aguja de una brújula.

Este experimento sugiere también que existen dos tipos de polos magnéticos, los cuales suelen representarse con las letras N y S, que corresponden a los tipos de polos que se encuentran en el Norte y en el Sur terrestres, respectivamente. La experiencia muestra que una barra magnetizada tiene polos opuestos en sus extremos.

Dos barras magnetizadas, colocadas como se muestra en la figura 4, se repelerán o se atraerán, dependiendo de si colocamos polos iguales o diferentes uno frente al otro. Así, concluimos que: *la interacción entre polos magnéticos iguales es de repulsión y entre polos magnéticos distintos es de atracción.*



Figura 4. Interacción entre dos barras magnetizadas, polos diferentes se atraen y polos iguales se repelen.

Es precisamente esta conclusión la que permite comprender el comportamiento de una brújula en cercanía de la superficie terrestre, los polos magnéticos terrestres no coinciden con los polos geográficos que están en el eje de rotación de la Tierra, ya que el polo Sur magnético está localizado en algún lugar del Norte de Canadá, a unos 1300 km del polo Norte geográfico y el polo Norte magnético del planeta está en el hemisferio Sur.

Como ya se menciona, los polos diferentes se atraen, por lo tanto el polo Norte de la brújula es atraído hacia el Norte del planeta donde está el polo Sur magnético; en consecuencia, el polo Norte de la brújula apunta en dirección Norte (Fig. 5).

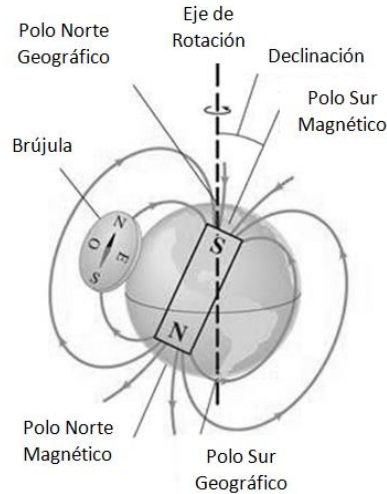


Figura 5. Ubicación de polos magnéticos y geográficos de la Tierra.

Es importante destacar que no existen polos magnéticos aislados. No importa cuántas veces se rompa un imán por la mitad, cada pieza resultante será un imán, con un polo Norte y un polo Sur (Fig. 6).

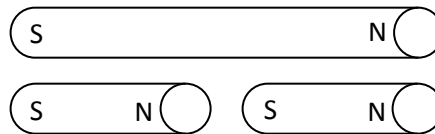


Figura 6. Si se rompe un imán a la mitad, se obtienen dos imanes cada uno con su polo Norte y polo Sur.

La atracción que ejercen los imanes sobre el hierro no magnetizado y la interacción que surge entre los polos magnéticos actúa a través de todas las sustancias, aspecto que ha interesado y estimulado el desarrollo industrial metalúrgico desde la antigüedad.

Hoy sabemos que la interacción eléctrica y la interacción magnética están estrechamente relacionadas y constituyen dos aspectos diferentes de una misma propiedad de la materia. Sin

embargo, sólo fue hasta el siglo XVII, cuando se inicia el estudio detallado que permitió caracterizar estas dos interacciones.

A continuación y tomando como referente el material para estudiantes, elaborado por los profesores Isabel Garzón y Francisco Malagón, para el seminario Organización de los Fenómenos Físicos, espacio de formación de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, se destacan los aportes del italiano Jerome Cardan (1501-1576) y el inglés William Gilbert (1544-1603) quienes establecieron importantes **diferencias** y **similitudes** entre la interacción eléctrica y la interacción magnética.

En 1550, Cardan publica el tratado titulado “*De subtilitate*”, en el que resume algunas observaciones a partir del conocimiento acumulado sobre el efecto ámbar y la magnetita o piedra imán, en él, hace la siguiente afirmación: “*El imán y el ámbar no atraen del mismo modo*”, para sustentar su afirmación, Cardan se apoya de las siguientes observaciones:

- *El ámbar atrae todo objeto ligero; mientras que el imán sólo atrae el hierro.*
- *El ámbar no mueve la paja hacia sí mismo cuando algo se interpone; mientras que la atracción que ejerce el imán sobre el hierro no es impedida de manera similar.*
- *El ámbar no es atraído por la paja; mientras que el imán es atraído por el hierro.*
- *El ámbar no atrae en los extremos (atrae donde ha sido frotado); mientras que el imán atrae el hierro algunas veces en el Norte, algunas veces en el Sur. Un pedazo de ámbar, aunque sea frotado, no exhibe polos, mientras un imán tiene polos permanentes.*

- *La atracción del ámbar se incrementa por la fricción (frotamiento) y el calor; mientras que la del imán se incrementa limpiando la parte que atrae de materiales extraños.*

Aunque las similitudes entre el efecto ámbar y el magnetismo siguieron causando que estos fenómenos fueran asociados, los aportes de Cardan fueron ganando importancia y fueron retomados por Gilbert, quien también interesado en el estudio del efecto ámbar por su similitud con el magnetismo, se propuso mostrar que estos fenómenos eran fundamentalmente diferentes.

En 1600, Gilbert publica el tratado titulado “*De Magnete*” en el cual añade:

- *El imán levanta objetos de mayor peso que el ámbar (la intensidad de la acción en el caso del ámbar dependía del frotamiento y para la magnetita no).*
- *La humedad superficial o atmosférica inhibe la acción eléctrica, pero no la acción magnética.*
- *El poder de incitación del ámbar lo tienen también una gama amplia de sustancias.*

Después de una extensa experimentación, Gilbert completó la lista de cuerpos que podían electrificarse por frotación e introdujo el adjetivo *eléctrico* para designar este tipo de fenómenos, ya que en griego al ámbar se le llama *electrón*.

En sus experimentos, Gilbert estableció la diferencia entre fenómenos eléctricos y magnéticos mostrando que la magnetita o piedra imán, no requería de estímulos para mostrar propiedades magnéticas, en tanto que el vidrio y el ámbar debían ser frotados para mostrar propiedades

eléctricas. Incluso llegó a determinar que partiendo en dos pedazos una piedra magnética de forma oblonga, no es posible obtener un polo en cada fragmento, sino que vamos a tener dos imanes completos con su respectivo par de polos.

CAPITULO 3. Marco Metodológico

Para abordar la pregunta que orienta esta investigación *¿Cómo algunas prácticas experimentales que ponen de manifiesto la interacción eléctrica, contribuyen a la caracterización del significado de cuerpo electrificado y no electrificado y a la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética, en estudiantes de grado octavo?*, se elaboró un cuestionario denominado “Cuestionario Ideas Previas” y una “Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones”.

También se elaboró un formato para la recolección de las respuestas entregadas por los estudiantes, que facilitara su sistematización y análisis, los cuales se presentan a continuación.

3.1 Diseños experimentales

Como se mencionó anteriormente, para el desarrollo de esta investigación se tomó como referente el material para estudiantes, elaborado por los profesores Isabel Garzón y Francisco Malagón, empleado en el seminario Organización de los Fenómenos Físicos, espacio de formación de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, el cual proponía una organización de la experiencia para caracterizar el comportamiento eléctrico de la materia.

El esquema y secuencia de preguntas del cuestionario y de las actividades experimentales propuestas para esta investigación, conserva la esencia del material de los profesores Garzón y

Malagón; sin embargo, se realizaron algunas adaptaciones y modificaciones necesarias para la aplicación a estudiantes adolescentes y no profesores en formación.

La secuencia de actividades propuesta se planificó para ser desarrollada en tres semanas de clase (110 minutos por semana), cabe destacar la importancia en la sucesión de las actividades, pues el orden con el cual se presentan, debe permitir al estudiante avanzar hacia la caracterización del significado de cuerpo electrificado y no electrificado y a la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética.

Previo al desarrollo del cuestionario y la secuencia de actividades, se socializo el material en el salón de clase (Foto 1 y 2), se aclararon dudas asociadas al vocabulario y se motivó el desarrollo colaborativo del material.



Foto 1 y 2. Socialización del material en el salón de clase Curso 8A y 8B.

3.1.1. Cuestionario Ideas Previas

El Cuestionario Ideas Previas (Figura 6.1) está compuesto por tres actividades, y su propósito fundamental era dilucidar las ideas previas que tienen los estudiantes acerca del significado de cuerpo electrificado y no electrificado, y el significado de interacción eléctrica y de interacción magnética.

Las preguntas incluidas en el cuestionario eran abiertas permitiendo respuestas más amplias y redactadas con las propias palabras de los estudiantes, se elaboraron evitando que la respuesta de los estudiantes se redujera a un Sí o No, insistiendo en la importancia de argumentar sus respuestas a partir de las observaciones realizadas. En la orientación del docente, tanto en la explicación de las actividades y el acompañamiento en el desarrollo de las mismas, se evitó el uso de vocabulario que incidiera o influyera en las respuestas elaboradas por los estudiantes.

La Actividad 1, formula una pregunta asociada a una típica fotografía asociada a la electrificación de los cuerpos *¿Por qué cree que el cabello del niño está como se ve en la fotografía?*

La Actividad 2, asociada a la interacción eléctrica, involucraba a los estudiantes en el desarrollo de un montaje experimental conocido como *el péndulo electrostático*, el cual debía construirse con materiales suministrados por el docente (Foto 3 y 4).

A continuación se les indicaba *“Frote la peinilla con la lana y acérquela a la esfera de papel aluminio sin tocarla”*, y posteriormente se formulaban las siguientes preguntas:

- ¿Qué observa?
- Si no se hubiera frotado la peinilla, ¿se observaría lo mismo?
- ¿Qué diferencia hay entre el estado de la peinilla frotada y el estado de la peinilla no frotada?



Foto 3 y 4. Materiales suministrados a todos los estudiantes por el docente.

También se propuso un ejercicio, que consistía en darles una explicación de lo observado expresada así: *“La actividad anterior también la realizó el otro curso. A lo observado al acercar la peinilla frotada a la pequeña esfera de papel aluminio, se preguntó a los estudiantes ¿A qué se debía lo observado?, uno de los estudiantes respondió: “lo que se observa es efecto de la gravedad”*. El propósito de este ejercicio era que el estudiante cuestionara lo afirmado, para esto se le formulo la siguiente pregunta:

- ¿Está usted de acuerdo con esa respuesta?, en caso de no estar de acuerdo ¿cuál sería su explicación?

La Actividad 3, asociada a la interacción magnética, indicaba un pequeño ajuste respecto al montaje realizado en la Actividad 2, “reemplace la pequeña esfera de papel aluminio por un imán. Ahora acerque al imán sin tocarlo diferentes objetos de los que tenga a su alcance” (Foto 5, 6, 7 y 8) y finalmente se formulaban las siguientes preguntas:

- ¿Qué observa?
- ¿Encuentra alguna diferencia o similitud con lo observado en la Actividad 2?
- ¿Lo observado con el imán se debe a lo mismo que se observó en la Actividad 2?

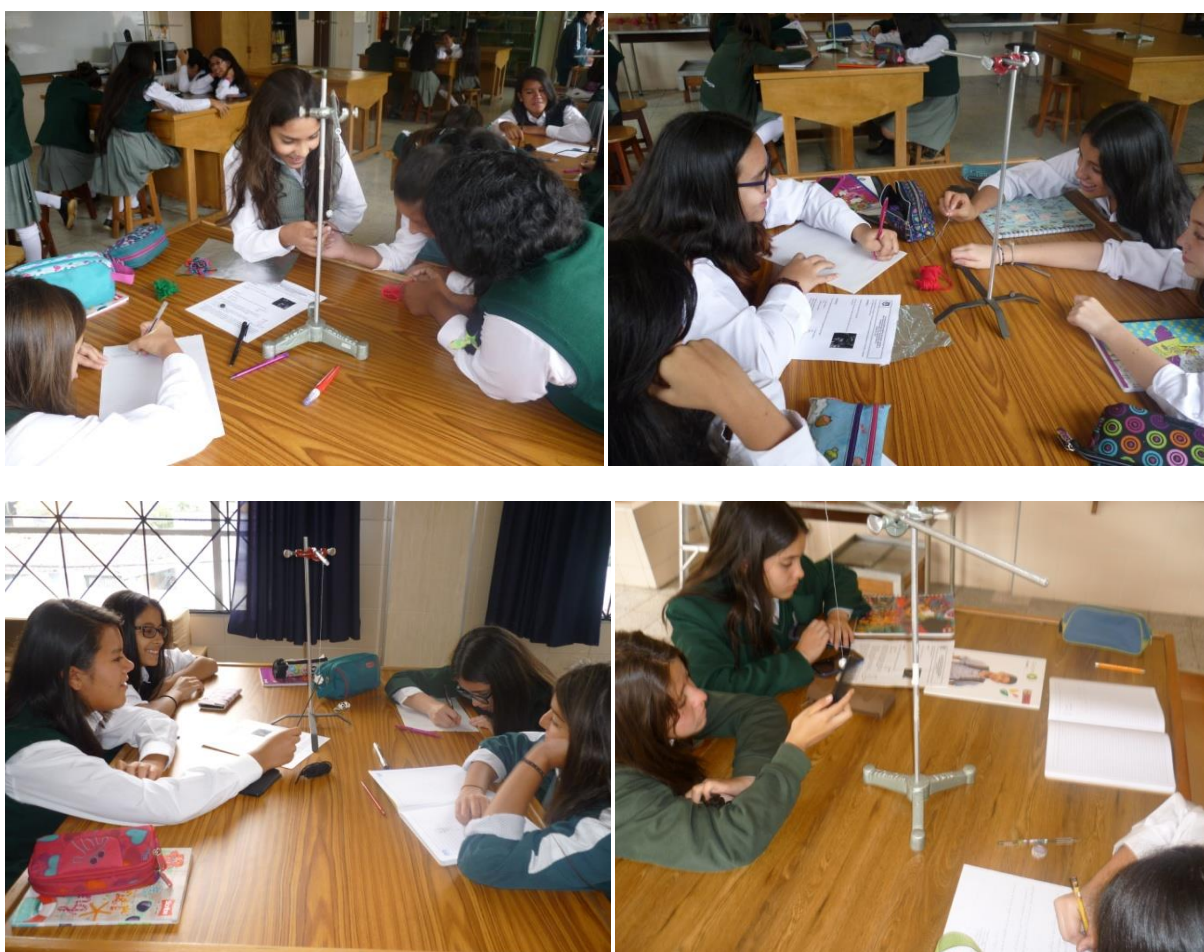


Foto 5, 6, 7 y 8. Péndulo electrostático e imán suspendido.



COLEGIO DE NUESTRA SEÑORA DEL BUEN CONSEJO
ÁREA CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS (FÍSICA)
GRADO OCTAVO

En grupos de 4 estudiantes, realice las siguientes actividades de acuerdo a lo indicado y responda las preguntas que se plantean.

Actividad 1

Observe con atención la fotografía.

¿Por qué cree que el cabello del niño está como se ve en la fotografía?



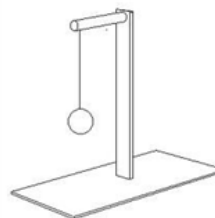
Actividad 2

Para las siguientes actividades necesitarán los siguientes materiales:

- Papel aluminio
- Hilo
- Soporte universal
- Peinilla plástica
- Lana
- Imán

1. Haga una pequeña esfera de papel aluminio y suspéndala con hilo al soporte universal (como aparece en la imagen). Frote la peinilla con la lana y acérquela a la esfera de papel aluminio sin tocarla.

- a. ¿Qué observa?
- b. Si no se hubiera frotado la peinilla, ¿se observaría lo mismo?
- c. ¿Qué diferencia hay entre el estado de la peinilla frotada y el estado de la peinilla no frotada?



2. La actividad anterior también la realizó el otro curso. A lo observado al acercar la peinilla frotada a la pequeña esfera de papel aluminio, se preguntó a los estudiantes ¿A qué se debía lo observado?, uno de los estudiantes respondió: "lo que se observa es efecto de la gravedad". ¿Está usted de acuerdo con esa respuesta?, en caso de no estar de acuerdo ¿Cuál sería su explicación?

Actividad 3

1. Empleando el mismo montaje de la Actividad 2, reemplace la pequeña esfera de papel aluminio por un imán. Ahora acerque al imán sin tocarlo diferentes objetos de los que tenga a su alcance.
 - a. ¿Qué observa?
 - b. ¿Encuentra alguna diferencia o similitud con lo observado en la Actividad 2?
 - c. ¿Lo observado con el imán se debe a lo mismo que se observó en la Actividad 2?

Figura 6.1 .Cuestionario Ideas Previas Actividad 1, 2 y 3.

Es importante destacar que el aspecto más relevante de la observación de los estudiantes en todas las actividades, era el de establecer diferencias o similitudes, entre un cuerpo electrificado y un cuerpo no electrificado, así como diferencias o similitudes entre la interacción eléctrica y la interacción magnética, insumo necesario para la elaboración de la “*Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones*”, que se describe a continuación.

3.1.2. Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones

La secuencia de actividades propuesta incluye un conjunto de actividades organizadas y jerarquizadas de acuerdo a la complejidad progresiva, posibilitando así el desarrollo del concepto de cuerpo electrificado y no electrificado y la diferenciación entre la interacción eléctrica y la interacción magnética.

Inicialmente se ha indagado por el conocimiento previo de los estudiantes, para partir de este el proceso de construcción de los nuevos conocimientos; asegurando que los contenidos sean significativos y funcionales y que representen un reto o desafío interesante para ellos, promoviendo la actividad mental y la construcción de nuevas relaciones conceptuales, entre otras habilidades y actitudes.

La Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones (Figura 7.1 y 7.2) está compuesta por una breve lectura de contextualización y tres montajes experimentales; su propósito fundamental era posibilitar al grupo de estudiantes caracterizar el significado de cuerpo electrificado y no electrificado, así como la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética.

La lectura de contextualización mencionaba el trabajo realizado por William Gilbert, así como el de lo observado por los griegos y científicos del siglo XVII, respecto a la interacción eléctrica y la interacción magnética, también incluía el término “efecto ámbar” explicando su origen, este mismo término se incluye en los montajes experimentales propuestos y asociado a la interacción eléctrica, así como el término “efecto imán” se asocia a la interacción magnética.

Las Actividades 1, 2 y 3, fueron elaboradas con el propósito de caracterizar la interacción eléctrica y la interacción magnética, y dotar de criterios al estudiante para iniciar la diferenciación entre las dos interacciones, tratando de reproducir experimentalmente algunas de las conclusiones a las que llegaron Jerome Cardan en 1550 y William Gilbert en 1600, y que fueron detalladas en la sección 2.4: Caracterización de la interacción eléctrica y la interacción magnética.

Para esto, los estudiantes debían realizar varios montajes experimentales, con materiales suministrados por el docente (Foto 9 y 10), algunos empleados en el desarrollo del *Cuestionario Ideas Previas* y otros materiales de fácil acceso y en algunos casos de uso cotidiano.



Foto 9 y 10. Materiales suministrados a todos los estudiantes por el docente.

El desarrollo de las Actividades 1, 2 y 3, exigía que los estudiantes realizaran previamente un listado de diferencias y similitudes entre la interacción eléctrica y la interacción magnética, posteriormente se formulaban las siguientes preguntas:

Actividad 1 “¿qué diferencias y similitudes encuentra entre el efecto ámbar y los efectos con el imán, cuando el imán y la barra de plástico se acercan a los diferentes objetos?”.

Actividad 2 “¿qué diferencias y similitudes encuentra entre el efecto ámbar y los efectos con el imán, cuando se ubican los cuadritos entre los objetos que son atraídos ya sea por el imán o por la barra de plástico?”

Actividad 3 “¿qué diferencias y similitudes encuentra entre el efecto ámbar y los efectos con el imán, cuando los diferentes materiales son acercados por diferentes partes?”

Con el desarrollo de las actividades propuestas en la secuencia, descritas hasta el momento, se esperaba haber ampliado la experiencia de los estudiantes y de esta manera favorecer el uso reflexivo de conceptos como cuerpo electrificado y no electrificado y la diferenciación entre la interacción eléctrica y la interacción magnética.



COLEGIO DE NUESTRA SEÑORA DEL BUEN CONSEJO
ÁREA CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS (FÍSICA)
GRADO OCTAVO

En grupos de 5 estudiantes, realice la lectura y las actividades propuestas, a continuación respondan las preguntas que se plantean.

Lectura



"En el año 1600 el inglés William Gilbert publicó un tratado titulado "Sobre los imanes". Se trataba del primer estudio sistemático de las propiedades magnéticas de la materia. Uno de los capítulos de su libro estaba dedicado a comparar el comportamiento de un imán con el comportamiento de objetos frotados; ya que ambos, imanes y objetos frotados, atraían cuerpos. Se sabía desde la Antigüedad que el ámbar al ser frotado enérgicamente podía atraer palitos y hojas livianas (el ámbar es un mineral semiprecioso, transparente, derivado de la resina de árboles prehistóricos; es de hecho un mineral en el que vemos insectos fosilizados en la película *Jurassic Park*).



Esta extraña propiedad del ámbar frotado de atraer objetos livianos se conocía entonces como "efecto ámbar". Una de las tantas contribuciones de Gilbert fue observar que no sólo el ámbar sino muchos otros materiales pueden ser frotados y adquirir esta propiedad. Gilbert acuñó una nueva palabra para llamar a los materiales que adquirían el efecto ámbar; tomó prestada la palabra griega *elektron* que significa nada más ni nada menos que "ámbar" en ese idioma. De esta manera llamó "eléctricos" a los materiales que, como el ámbar, atraen otros objetos cuando se los frota.

Actividad 1

Para la siguiente actividad necesita los siguientes materiales:

- Imanes
- Barra de plástico
- Lana
- Objetos (Tornillos, pedacitos de papel, clips, granos de sal, viruta de tajalápiz, arandelas y tuercas, trozos de hilo y limaduras de hierro)

1. Disponga sobre la mesa de trabajo, espaciados unos de otros los diferentes objetos mencionados en la lista de materiales. Ahora una los imanes formando una "barra" y acérquela cuidadosamente a los diferentes objetos que hay sobre la mesa, observe con atención qué sucede.

Ahora frote vigorosamente la barra de plástico con la lana y acérquela cuidadosamente a los diferentes objetos que hay sobre la mesa, tal y como lo hizo con el imán, observe con atención qué sucede.

2. Describa lo observado para el imán y para la barra de plástico.
3. De acuerdo a sus observaciones, **¿qué diferencias y similitudes encuentra entre el efecto ámbar y los efectos con el imán, cuando el imán y la barra de plástico se acercan a los diferentes objetos?**

Figura 7.1. Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones - Lectura de contextualización y

Actividad 1.

Actividad 2

Para la siguiente actividad además de los materiales empleados en la Actividad 1 necesita un cuadrito de papel, uno de cartulina y uno de cartón.

1. Acerque el imán a los diferentes materiales que usted ya sabe que interactúan con el, interponiendo entre el imán y los objetos el cuadrito de papel, el de cartulina y el de cartón de uno en uno (como aparece en la imagen). Observe con atención qué sucede.



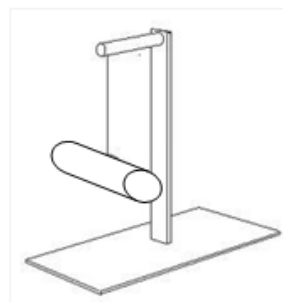
Repita la actividad anterior, pero ahora con la barra de plástico frotada vigorosamente con la lana y luego acérquela a los materiales que usted ya sabe que interactúan con la barra de plástico. Cerciórese primero que se observa el efecto ámbar antes de interponer los cuadritos. Después acerque la barra a los diferentes materiales con los cuadritos interpuestos uno a la vez entre la barra y los materiales que atraían. Observe con atención qué sucede.

2. Describa lo observado para el imán y para la barra de plástico
3. De acuerdo a sus observaciones, **¿qué diferencias y similitudes encuentra entre el efecto ámbar y los efectos con el imán, cuando se ubican los cuadritos entre los objetos que son atraídos ya sea por el imán o por la barra de plástico?**

Actividad 3

Para la siguiente actividad además de los materiales empleados en las actividades anteriores, necesita hilo, un soporte universal y una brújula.

1. Suspenda el imán con hilo al soporte universal (como aparece en la imagen), con la ayuda de la brújula determine el polo norte y el polo sur, acerque limaduras de hierro al imán sin tocarlo por diferentes partes. Observe con atención qué sucede.
2. Ahora, suspenda la barra plástica frotada en un extremo, a continuación acerque pedacitos de papel; de la misma manera como lo hizo con el imán, por diferentes partes.



3. Describa lo observado para el imán y para la barra de plástico
4. De acuerdo a sus observaciones, **¿qué diferencias y similitudes encuentra entre el efecto ámbar y los efectos con el imán, cuando los diferentes materiales son acercados por diferentes partes?**

Figura 7.2. Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones Actividad 2 y 3.

Al finalizar el desarrollo de la Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones, se esperaba que los estudiantes hubiesen modificado o fortalecido algunas de sus concepciones sobre cuerpo electrificado y no electrificado y avanzado en la diferenciación entre la interacción eléctrica y la interacción magnética, acercándolos a las teorías y modelos vigentes, y aceptados por la comunidad científica.

Finalmente, para reconocer esas modificaciones, fortalezas y avances en los estudiantes, se incluía en el formato de recolección de respuestas el apartado *Preguntas Finales* (Figura 8), el cual contenía la siguiente indicación y pregunta final:

- De acuerdo a lo observado en las actividades realizadas, haga una lista de hechos relevantes que ponen en evidencia las diferencias que hay entre el efecto ámbar y el efecto con un imán.
- ¿De acuerdo a la lista anterior el efecto ámbar y el efecto de un imán son o no son fenómenos de la misma naturaleza? Justifique ampliamente su respuesta.

Preguntas Finales

✓ De acuerdo a lo observado en las actividades realizadas, haga una lista de hechos relevantes que ponen en evidencia las diferencias que hay entre el efecto ámbar y el efecto con un imán.

<u>Diferencias entre el efecto ámbar y el efecto imán.</u>

✓ ¿De acuerdo a la lista anterior el efecto ámbar y el efecto de un imán son o no son fenómenos de la misma naturaleza? Justifique ampliamente su respuesta.

<u>Justificación</u>

Figura 8. Preguntas Finales.

Con las respuestas sintetizadas por los estudiantes en este último apartado, se esperaba contrastar los hallazgos del *Cuestionario Ideas previas*, y validar el aporte de esta propuesta en la enseñanza de la Física particularmente en la electrostática.

3.2 Metodología del análisis de resultados

El diseño de la secuencia de actividades propuestas en este trabajo y el análisis de su implementación, se han planteado desde una perspectiva de investigación cualitativa, haciendo uso del enfoque Fenomenográfico. Este enfoque de investigación destinado a responder ciertas preguntas sobre el aprendizaje y el pensamiento se desarrolló en un principio, por investigadores del Departamento de Educación de la Universidad de Gothenburg (Suecia).

La palabra Fenomenografía fue acuñada en 1979 y aparece impresa por primera vez dos años más tarde (Marton, 1981), según Krosiurk (citado por Marton y Booth. 1997), la palabra fenomenografía está formada por dos raíces griegas: el verbo *fanisthai* que significa hacerse manifiesto y que da lugar al término fenómeno, lo aparente: y grafía, cuyo significado es describir en palabras o imágenes lo que se designa. El término fenomenografía designa al acto de representar un objeto de estudio como un fenómeno cualitativamente distinto.

El psicólogo Ference Marton pionero de este tipo de investigación cualitativa, define la fenomenografía como un método de investigación para delinear las diferentes formas cualitativas en las cuales las personas experimentan, conceptualizan, perciben y comprenden varios aspectos de y en los fenómenos del mundo que los rodea, preocupándose por las relaciones que existen entre los seres humanos y el mundo que los rodea. Se hace un esfuerzo por descubrir todas las comprensiones que la gente tiene sobre los fenómenos específicos y ordenarlas en categorías conceptuales. Los fenomenógrafos no hacen declaraciones acerca del mundo como tal, sino sobre las concepciones que tienen las personas acerca del mundo (Marton, 1995).

Según Marton y Booth (1997) el objetivo de la fenomenografía no es sólo describir cómo otros ven los fenómenos, sino también revelar y describir la variación en dichas experiencias: por ello se busca identificar la variación en las formas cualitativamente diferentes en las cuales un fenómeno puede ser experimentado, percibido, comprendido o conceptualizado. En ese proceso, se entiende experimentar, como la acción misma de comprender aspectos de un fenómeno y ser consciente de ellos, entre más aspectos de un fenómeno una persona sea capaz de comprender, más completa será su experiencia.

Desde la Fenomenografía, el pensamiento se describe y caracteriza a partir de lo que se percibe o interpreta, la investigación nunca se separa del objeto de percepción o del contenido del pensamiento, haciéndose el esfuerzo por descubrir todas las diferentes interpretaciones y por clasificarlas en categorías conceptuales; estas categorías conforman el denominado espacio de resultados el cual se caracteriza por:

- Cada categoría debe reflejar algo distinto sobre el fenómeno.
- Las categorías han de estar lógicamente relacionadas, en una relación jerárquica entre ellas.
- El espacio de resultados ha de constituirse de manera tal que la variación de las maneras de vivir la experiencia del fenómeno sean capturadas por la menor cantidad de categorías posibles.

Marton y Booth (1997) afirman que *"el espacio de resultados representa la variación en las formas colectivas de vivir la experiencia de un fenómeno: por lo que no constituye la*

descripción individual de la experiencia", es decir las categorías de descripción son caracterizaciones empíricamente interpretadas de los aspectos claves de la experiencia, pero no son propiamente la experiencia.

Finalmente, uno de los objetivos específicos de este trabajo es *establecer unas categorías de análisis de las descripciones y explicaciones elaboradas por los estudiantes*, por lo tanto cada estudiante ha de experimentar puntualmente fenómenos asociados a la interacción eléctrica y la interacción magnética, que les permita ampliar su experiencia y poder con ello elaborar el espacio de resultados, que nos permita identificar como conceptualizan, perciben y comprenden estos fenómenos, proponiendo para esto una secuencia de actividades que les permita caracterizar el significado de cuerpo electrificado y no electrificado, así como la diferenciación entre interacción eléctrica e interacción magnética.

3.3 Población y muestra

Esta investigación se llevó a cabo en el Colegio de Nuestra Señora del Buen Consejo de Bogotá, Institución Educativa de carácter privado (Calendario A) fundada en 1958 por la Comunidad de las Religiosas Agustinas Misioneras. El colegio está ubicado en la localidad de Usaquén en la Calle 104 No 17 22, atiende población mixta desde 2013, en la modalidad de educación académica, en todos los niveles de formación Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media. Su Proyecto Educativo Institucional está enmarcado en el aprendizaje significativo.

Los recursos empleados, el cuestionario ideas previas y la secuencia de actividades para caracterizar las interacciones, se aplicaron a un grupo de 59 estudiantes de grado octavo con

edades entre 13 y 15 años; el tiempo de aplicación por actividad fue de una sesión de clase de 1 hora y 50 minutos y se trabajó en 14 grupos de 4 a 5 estudiantes.

Los estudiantes que integran estos grupos de trabajo han visto desde grado sexto una asignatura denominada “*Introducción a las Ciencias (Química- Física)*” incluida en el Plan de Estudios del Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, con una intensidad horaria de 1 hora y 50 minutos semanales e impartida por docentes Licenciados en Química y en Física, apoyados con el texto guía titulado “Ciencias” de la Editorial Santillana del 2014.

CAPÍTULO 4. Análisis de resultados

Lograr una mejor comprensión de la actividad científica tiene, en sí mismo, un indudable interés, en particular para quienes somos responsables, en buena medida, de la educación científica de futuros ciudadanos de un mundo impregnado de ciencia y tecnología.

Conviene recordar, sin embargo, que, como señalan Guilbert y Meloche (1993), *"una mejor comprensión por los docentes de los modos de construcción del conocimiento científico (...) no es únicamente un debate teórico, sino eminentemente práctico"*. Se trata, pues, de comprender la importancia práctica, para la docencia, del trabajo realizado y poder sacar un mayor provecho del mismo, preguntándonos que es lo que queremos potenciar en el trabajo de nuestros estudiantes.

Uno de los objetivos específicos de esta investigación, consiste en establecer unas categorías de análisis de las descripciones y explicaciones elaboradas por los estudiantes, basados en la perspectiva fenomenográfica propuesta por Marton; categorías que se derivan de las diferentes maneras de vivir la experiencia o comprender un fenómeno por parte de los estudiantes.

Para el análisis de resultados sólo se presentaran algunas de las repuestas más representativas de los estudiantes asociadas a la categoría de descripción establecida, la totalidad de respuestas o espacio de resultados se encuentra en la *Transcripción Respuestas Cuestionario Ideas Previas* (ANEXO 1) y la *Transcripción Respuestas Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones* (ANEXO 2.).

Para transcribir, organizar y analizar las repuestas de los estudiantes, y facilitar la comprensión del lector de esta investigación se ha empleado la siguiente nomenclatura:

CA1.1 (Cuestionario Actividad 1. Grupo 1)

SA1.1 (Secuencia Actividad 1. Grupo1)

PFS.1 (Preguntas Finales Secuencia. Grupo 1)

A continuación se presenta el estudio de los resultados de la aplicación del *Cuestionario Ideas Previas* y de la *Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones*.

4.1. Análisis Cuestionario Ideas previas

Luego de leer, transcribir y analizar las respuestas obtenidas de los estudiantes, se establecieron unas categorías de descripción que permitieran clasificarlas de acuerdo a elementos comunes y que permitieran reconocer en los estudiantes ¿Qué entienden por cuerpo electrificado y no electrificado?, así como si diferencian o no la interacción eléctrica de la interacción magnética.

La Actividad 1 del *Cuestionario Ideas Previas*, formula una pregunta asociada a una fotografía *¿Por qué cree que el cabello del niño está como se ve en la fotografía?*, de las respuestas entregadas por los estudiantes se establecieron 3 categorías de descripción las cuales se presentan a continuación:

Categoría de descripción A: se caracteriza por asociar la electricidad estática como la causa de lo que se observa en la fotografía, sin embargo las respuestas obtenidas permiten identificar un

problema frecuente en el uso indiferente del lenguaje científico, pues ninguno usó el término electricidad estática, y acuden a denominarla “energía estática” o simplemente “estática”, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

CA1.2 *“Por la estática ya que muchas personas se suben al tobogán y se cargan de energía.”*

CA1.5 *“Porque el tobogán y el cabello al contacto causan estática que producen que el cabello del niño se eleve.”*

Categoría de descripción B: se caracteriza por emplear palabras asociadas a acciones que modifican el estado de electrificación de los objetos, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

CA1.3 *“El cabello del niño está de esta manera porque el tobogán es de plástico y cuando el niño se desliza por este genera fricción y es por esta razón que su cabello se ve de esta forma.”*

CA1.14 *“Porque cuando el niño baja el rodadero, genera fricción, lo que hace que genere la estática que alborota el cabello del niño.”*

Categoría de descripción C: se caracteriza por explicaciones asociadas a otros fenómenos físicos diferentes a la electrificación de los cuerpos, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

CA1.6 *“Porque cuando el cabello del niño tiene contacto con los tornillos del tobogán se crea electromagnetismo.”*

CA1.8 “Este efecto se debe al contacto del sujeto con el rodadero, ya que la velocidad influye en el descenso y al bajar es notorio cierto cambio en el cabello.”

En la siguiente tabla (Tabla 1) se presenta cómo están distribuidas las respuestas entregadas por los estudiantes de acuerdo a las categorías de descripción establecidas para la Actividad 1.

Símbolo	Categorías de Descripción	
A.	Identifican la electricidad estática como la causa de lo observado en la fotografía.	6/14 (43%)
B.	Emplea palabras asociadas a acciones que modifican el estado de electrificación de los objetos	2/14 (14%)
C.	Respuestas asociadas a otros fenómenos físicos.	6/14 (43%)

Tabla 1. Categorías de Descripción Cuestionario Ideas Previas - Actividad 1.

La Actividad 2 y 3 del *Cuestionario Ideas Previas*, diferían de la Actividad 1 al involucrar activamente al estudiante en la realización de un sencillo montaje y practica experimental, descrita en un breve procedimiento y con todos los recursos materiales suministrados a cada uno de los grupos de trabajo.

La Actividad 2 del *Cuestionario Ideas Previas*, formulaba cinco preguntas asociadas a la interacción eléctrica entre una pequeña esfera de papel aluminio y una peinilla plástica previamente frotada con lana. *¿Qué observa?, Si no se hubiera frotado la peinilla, ¿se observaría lo mismo?, ¿Qué diferencia hay entre el estado de la peinilla frotada y el estado de la*

peinilla no frotada?, también se ofrecía una respuesta alternativa a lo observado y se preguntaba ¿Está usted de acuerdo con esa respuesta? y ¿Cuál sería su explicación?, de las respuestas entregadas por los estudiantes se establecieron 3 categorías de descripción las cuales se describen a continuación:

Categoría de descripción D: se caracteriza por que los estudiantes describen en su observación una atracción entre los objetos previamente electrificados y los no electrificados, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

CA2.2 *“Se observa atracción entre la bola de aluminio y el peine.”*

CA2.11 *“Por lo visto cuando se pasa el peine frotado se mueve dependiendo a donde se dirija el peine.”*

Categoría de descripción E: se caracteriza por que los estudiantes identifican que para observar la interacción eléctrica, previamente se debe haber frotado la peinilla plástica con la lana, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

CA2.4 *“La bola de aluminio es atraída por la peinilla después de frotarla con la bola de lana.”*

CA2.14 *“Se observó que al frotar la peinilla con la lana, al acercar la peinilla a la esfera de aluminio, esta se movía en dirección de la peinilla, siguiéndola e intentando chocarla.”*

Categoría de descripción F: se caracteriza por que los estudiantes reconocen que después de frotar la peinilla con la lana, el estado de “electrificación” de los cuerpos cambia, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

CA2.4 *“La peinilla obtiene un cambio en su carga de electrones al frotarse con la bola de lana, mientras que cuando no se froto la carga de la peinilla era neutra.”*

CA2.8 *“En el estado de la peinilla no frotada, esta se encuentra en el estado neutro, en cambio, cuando se frota contra la lana, la peinilla se carga de energía.”*

La siguiente tabla (Tabla 2) presenta cómo están distribuidas las respuestas entregadas por los estudiantes, de acuerdo a las categorías de descripción establecidas para la Actividad 2:

Símbolo	Categorías de Descripción	
D.	Reconocen en la atracción una manifestación de la interacción eléctrica entre los objetos.	12/14 (86%)
E.	Reconocen que para observar la interacción eléctrica (atracción) entre objetos se debe frotar previamente uno de los objetos.	14/14 (100%)
F.	Reconocen un cambio en las características eléctricas de los objetos, después de ser electrificados.	14/14 (100%)

Tabla 2. Categorías de Descripción Cuestionario Ideas Previas - Actividad 2.

La Actividad 3 del *Cuestionario Ideas Previas*, formulaba tres preguntas asociadas a la interacción magnética entre un pequeño imán cerámico y una variedad de objetos. *¿Qué observa? ¿Encuentra alguna diferencia o similitud con lo observado en la Actividad 2? ¿Lo*

observado con el imán se debe a lo mismo que se observó en la Actividad 2?, de las respuestas entregadas por los estudiantes se establecieron 3 categorías de descripción las cuales se describen a continuación:

Categoría de descripción G: se caracteriza porque los estudiantes describen en su observación una atracción entre el imán y los objetos ferromagnéticos, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

CA3.8 *“Probamos con tres objetos: hierro, papel y plástico, con dos de ellos no funciona, es decir no sucedió nada. En cambio con el hierro se atrajo por lógica de magnetismo.”*

CA3.11 *“Con un objeto de metal se pegó. Con un objeto de madera y un tajalápiz no pasa nada.”*

Categoría de descripción H: se caracteriza por que los estudiantes identifican que para observar la interacción magnética no se debe realizar ninguna acción previa pues las características magnéticas del imán siempre están presentes, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

CA3.8 *“No, porque la peinilla hubo movimiento de fricción con la lana y por eso se atraía en cambio que con el imán estaba en su estado neutro y atrae objetos sin necesidad de fricción.”*

CA3.10 *“No, en este caso el imán ya tiene magnetismo y reacciona a los metales.”*

Símbolo	Categorías de Descripción	
G.	Reconocen en la atracción una manifestación de la interacción magnética entre el imán y los objetos ferromagnéticos.	14/14 (100%)
H.	Reconocen que para observar la interacción magnética entre objetos no se debe realizar ninguna acción previa con el imán, a diferencia de la peinilla frotada con lana.	7/14 (50%)

Tabla 3. Categorías de Descripción Cuestionario Ideas Previas - Actividad 3.

Como se indicó anteriormente de las respuestas entregadas por los estudiantes se puede identificar un problema frecuente en el uso indiferente o inapropiado del lenguaje científico; así como un lenguaje limitado o confuso para describir lo que observan, por ejemplo; contraer o contraído aparece en algunas respuestas para referirse a “atraer”.

Sin embargo, cuando se observan las repuestas de los estudiantes a la última pregunta de la Actividad 3 del *Cuestionario Ideas Previas* ¿Lo observado con el imán se debe a lo mismo que se observó en la Actividad 2?, parece que para ellos no hay diferencias significativa entre las dos interacciones, ya que sus respuestas se fundamentan exclusivamente en la atracción observada, algunas de las repuestas escasamente argumentadas que evidencian la anterior observación son:

CA3.1 “Si, ya que ambos poseen energía estática.”

CA3.2 “Si, por que se atrae.”

CA3.3 “Sí, porque las dos son ejemplo de electromagnetismo.”

CA3.4 *“Si, ya que lo observado es producto del magnetismo.”*

CA3.6 *“Si se debe al electromagnetismo ya que al acercar diferentes elementos tanto el imán como la bola de aluminio se observa una rotación en estos.”*

CA3.13 *“Si”*

Considerando que uno de los 14 grupos de trabajo no respondió a esta pregunta (**CA3.9**), aproximadamente el 50% de los estudiantes de la muestra de estudio no diferencian claramente la interacción eléctrica de la interacción magnética, y aunque el otro 50% asegure que son fenómenos diferentes, sus explicaciones no son claras:

CA3.5 *“No, ya que uno es causado por estática y el otro no.”*

CA3.7 *“No, ya que la bolita no posee la atracción magnética del imán.”*

CA3.8 *“No, porque la peinilla hubo movimiento de fricción con la lana y por eso se atraía en cambio que con el imán estaba en su estado neutro y atrae objetos sin necesidad de fricción.”*

CA3.10 *“No, en este caso el imán ya tiene magnetismo y reacciona a los metales, por eso mismo reacciono al celular.”*

CA3.11 *“No, como que en una se observa la estática y en la otra el magnetismo.”*

CA3.12 *“No, porque son tipos diferentes, energía y magnetismo.”*

CA3.14 *“No, porque en la actividad 2 se presenta estática y en la actividad 3 se presenta magnetismo.”*

Aunque la mayoría de los estudiantes, si reconocen que la interacción eléctrica se manifiesta después de haber electrificado (frotado) la peinilla plástica, solo un grupo (**CA3.8**) tiene presente esta observación para argumentar su respuesta aunque no la exprese de manera clara.

Como se mencionó en el capítulo anterior, las respuestas del Cuestionario Ideas Previas fueron el insumo necesario para la elaboración de la Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones, del cual se presenta su análisis a continuación.

4.2. Análisis Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones

A partir del análisis realizado preliminarmente a las respuestas de los estudiantes en el *Cuestionario Ideas Previas*, se evidenció la necesidad de ampliar la experiencia de los estudiantes y de esta manera favorecer el uso reflexivo de conceptos como cuerpo electrificado y no electrificado y la diferenciación entre la interacción eléctrica y la interacción magnética.

Con la Actividad 1, 2 y 3 de la *Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones* se buscaba que los estudiantes logaran establecer diferencias o similitudes, entre un cuerpo electrificado y un cuerpo no electrificado, así como diferencias o similitudes entre la interacción eléctrica y la interacción magnética, para finalmente responder a las preguntas:

- ✓ De acuerdo a lo observado en las actividades realizadas, haga una lista de hechos relevantes que ponen en evidencia las diferencias que hay entre el efecto ámbar y el efecto con un imán.

- ✓ ¿De acuerdo a la lista anterior el efecto ámbar y el efecto de un imán son o no son fenómenos de la misma naturaleza? Justifique ampliamente su respuesta.

El detalle de lo observado y descrito por los estudiantes en la Actividad 1, 2 y 3 de la *Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones*, se encuentra en el ANEXO 2. En estas transcripciones se aprecia un vocabulario similar, aunque persiste el uso indiferente o inapropiado del lenguaje científico en ellas, cabe aclarar que entre la aplicación del *Cuestionario Ideas Previas* y la aplicación de la *Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones* no se realizó ninguna intervención con los grupos.

En la Actividad 1, se destaca que la mayoría de los grupos reconocen como diferencia fundamental entre el efecto imán y el efecto ámbar, que al imán no hay que hacerle procedimiento alguno para manifestar “el efecto imán” y que la intensidad de la interacción magnética es considerablemente más “fuerte” comparada con la interacción eléctrica.

Que la interacción eléctrica es resultado de una electrificación previa, en este caso por frotación y que la intensidad de la interacción eléctrica está determinada por lo vigoroso que haya sido esa frotación, que la “duración” de la interacción eléctrica, depende de lo que se haga con la barra después de haber sido frotada:

SA1.2 “Observamos que atrae los objetos no metálicos: viruta de lápiz, trocitos de papel y granos de sal. Para poder usar la barra después de frotarla, no puede tener ningún contacto físico.” / “Para usar el imán no se necesita frotarlo, mientras que el ámbar sí. El efecto ámbar atrae cosas no metálicas mientras que el imán atrae cosas metálicas.”

SA1.11 *“En el imán se pegan fácil las cosas metálicas. La barra de plástico se tiene que cargar de estática para que los objetos se adhieran. La barra de plástico no se une a los objetos metálicos.”*

Aunque la mayoría de grupos señala que la interacción magnética sólo ocurre con el imán y los objetos metálicos, destaca entre todas las respuestas las siguientes:

SA1.7 *“Con el plástico se atrajo el hilo, pedacitos de papel, virutas de tajalápiz, la sal y algunas limaduras de hierro. No atrae tornillos, tuercas ni clips.” / “Ambos atraen cosas.”*

SA1.11 *“Al acercar la barra la viruta se adhiere al plástico. El hilo se adhiere al plástico. Con los clips, tuercas y tornillos. La sal se levanta levemente y también algunas limaduras de hierro. El papel se adhiere al plástico.” / “Los dos pueden atraer la limadura de hierro, pero se debe frotar fuertemente la barra de plástico.”*

Estas respuestas contrastan, con lo que la mayoría de estudiantes afirman respecto a que la interacción eléctrica no se manifiesta con objetos metálicos, sin considerar la masa de los objetos que se intentaban atraer (tornillos, clips, arandelas y tuercas), lo cual esta sutilmente expresado en la siguiente respuesta:

SA1.6 *“El efecto ámbar y el efecto imán tienen similitud ya que los dos atraen objetos livianos.”*

En la Actividad 2, también hay un consenso al reconocer que la interacción magnética no es afectada por la interposición de barreras de papel, cartulina y cartón, a diferencia de la interacción eléctrica, la cual es prácticamente imperceptible en las observaciones; con esta

actividad se fortalece la afirmación de que la interacción magnética es considerablemente más “fuerte” que la interacción eléctrica.

SA2.3 Para el imán *“Todos los materiales que anteriormente se atraían, se atraen aun cuando se interpone papel, cartón y cartulina.”* y para el plástico *“Todos los materiales que se atraían cuando se le interpusieron el papel, cartón y cartulina no presentaban movimiento.”*

SA2.6 *“En el efecto imán demuestra que aunque se interrumpe la atracción con lo ya antes mencionado, estos siguen ejerciendo una atracción entre sí. En el efecto ámbar no se evidencia mínima atracción entre los objetos.”*

SA2.10 *“A pesar de que se interponían la cartulina, cartón y papel, el imán sigue atrayendo los metales.”* / *“Debido a interferencia del papel, la cartulina y el cartón, el palito de plástico no logra atraer o levantar los objetos.”*

SA2.11 *“La fuerza de atracción del imán es más fuerte que la de la barra de plástico.”*

SA2.14 *“Con el imán a pesar de tener objetos intermediarios, generaba atracción con los objetos metálicos, en cambio con el plástico no se generó ningún tipo de reacción.”*

En la Actividad 3, algunas dificultades de tipo práctico dispersaron la atención del verdadero propósito de la actividad, algunas de ellas fueron; ubicar horizontalmente la barra de imán y la barra de plástico suspendidas del hilo al soporte universal y electrificar la barra de plástico suspendida del hilo al soporte universal convirtiéndose en un verdadero reto.

SA3.1 *“Cuando colgamos el imán empezó a girar hacia ambas direcciones bruscamente y siguió así durante un tiempo, luego siempre quedaba en la misma posición.”*

SA3.5 Para el Plástico *“No atrajo ningún objeto de los que atraía sin tocarlo, además era muy difícil cargarlo colgado en el soporte universal y al igual la carga era momentánea no duradera.” / “El imán hace que la brújula mueva su aguja y de esta manera se determina el polo norte y el polo sur, el cual es el polo norte opuesto terrestre, acerca de los objetos que sabíamos que atraía pero sin contacto fue muy débil la atracción.”*

Igualmente la manipulación de las brújulas generó mucha dispersión de los estudiantes, tomándoles algo de tiempo reconocer el comportamiento de la barra de imán como otra brújula, sobre todo porque al acercarla a la barra de imán perdían el equilibrio de rotación que habían logrado después de algunos minutos.

Como se mencionó anteriormente, electrificar la barra de plástico suspendida del hilo al soporte universal fue algo complicado para un gran número de estudiantes y puede ser la razón principal para que la mayoría no haya podido observar que está puede atraer pedacitos de papel en el extremo frotado, aunque algunos si describieron lo esperado:

SA3.1 *“Ambos efectos siguen atrayendo pero la barra de plástico solo por un lado, el que frotamos.”*

SA3.6 *“Tiene algo de similitud ya que el imán puede que atraer por los dos polos y el plástico solo por un lado.”*

SA3.8 Para el imán *“Lo que observamos fue que el imán atrae con mucha fuerza a la limadura de hierro, solo se pega en los bordes, en la mitad no funciona.”*

SA3.11 *“La limadura de hierro se pega en los dos extremos del imán sin importar lo que la brújula señala, en el plástico solo pasa en un extremo.”*

SA3.13 *“Pedacitos de papel: se unen a la barra de plástico solo en la punta que frotamos con la lana.”*

Ya que la Actividad 1, 2 y 3 permitió a los estudiantes hacer observaciones y ampliar su experiencia para sustentar sus afirmaciones, se procede a continuación a analizar las repuestas a las preguntas finales de la *Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones*.

Para analizar la indicación: *De acuerdo a lo observado en las actividades realizadas, haga una lista de hechos relevantes que ponen en evidencia las diferencias que hay entre el efecto ámbar y el efecto con un imán*; se establecieron 3 categorías de descripción las cuales permiten considerar cual es la diferencia más relevante para los estudiantes que les permite caracterizar las dos interacciones, estas categorías de descripción se presentan a continuación:

Categoría de descripción AA: se caracteriza por establecer como diferencia entre el efecto ámbar y el efecto imán, el hecho relevante de la electrificación previa por frotación para el plástico y no para el imán, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

PFS.1 *“Para que el efecto ámbar aparezca se debe frotar la barra de plástico, con el imán no. El imán puede atraer objetos así hayan obstáculos, en cambio la barra de plástico no.”*

PFS.4 *“No se debe frotar el imán para que atraiga los objetos. Cuando se atraviesan papel, cartulina y cartón la atracción del imán sobre los objetos sigue funcionando en cambio con el plástico no pasa nada.”*

Categoría de descripción BB: se caracteriza por establecer como diferencia entre el efecto ámbar y el efecto imán, el hecho relevante de la intensidad de la interacción, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

PFS.2 *“El efecto imán es duradero y atrae lo metálico. El efecto ámbar es momentáneo y atrae lo no metálico.”*

PFS.3 *“El imán a pesar de que se atravesen objetos en medio de él, sigue con su fuerza de atracción, mientras que el efecto de ámbar tiene una menor fuerza de atracción respecto al imán ya que al atravesar un material el efecto se pierde.”*

Categoría de descripción CC: se caracteriza por establecer como diferencia entre el efecto ámbar y el efecto imán, el hecho relevante de algunas propiedades de la materia; algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

PFS.6 *“Efecto ámbar: atrae elementos livianos como hojas y palitos pero no metales. Efecto imán: atrae elementos metálicos por las propiedades magnéticas de la materia.”*

PFS.11 *“El efecto imán presenta mayor atracción entre los objetos de propiedades metálicas mientras que el efecto ámbar muestra mayor atracción ante los objetos livianos. Aunque tuvieron en común la atracción con las limaduras de hierro, el imán tuvo mayor atracción.”*

En la siguiente tabla (Tabla 4) se presenta como están distribuidas las respuestas entregadas por los estudiantes de acuerdo a las categorías de descripción establecidas para la indicación formulada en las Preguntas Finales.

Símbolo	Categorías de Descripción	
AA.	Diferencian las interacciones por la electrificación previa por frotación para el plástico y no para el imán.	5/14 (36%)
BB.	Diferencian las interacciones por la intensidad de la interacción.	5/14 (36%)
CC.	Diferencian las interacciones por algunas propiedades de la materia.	4/14 (28%)

Tabla 4. Categorías de Descripción Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones. –

Indicación / Preguntas Finales.

Aunque todas las categorías de descripción definidas para este análisis aportan a la diferenciación entre la interacción eléctrica y la interacción magnética, destaca la distribución casi homogénea de lo que consideran relevante los estudiantes para caracterizarlas.

Para analizar la pregunta final y eje central de esta investigación; *¿De acuerdo a la lista anterior el efecto ámbar y el efecto de un imán son o no son fenómenos de la misma naturaleza?*, se establecieron 2 categorías de descripción, las cuales permiten contrastar con lo obtenido en el *Cuestionario Ideas Previas*, si la interacción eléctrica y la interacción magnética son o no son fenómenos de la misma naturaleza; estas categorías se presentan a continuación:

Categoría de descripción DD: se caracteriza por establecer categóricamente que la interacción eléctrica y la interacción magnética no son fenómenos de la misma naturaleza, algunos ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

PFS.3 “No son de la misma naturaleza pues el efecto de cada uno aunque parecido atraen objetos diferentes, además al imán no hay que frotarlo para que atraiga objetos metálicos.”

PFS.5 *“No lo son, ya que el efecto ámbar se carga por frotación en cambio el efecto imán no se tiene que cargar. Aun así solo tienen algo en común y es que atraen pero el efecto imán con duración y el efecto ámbar momentáneo.”*

Categoría de descripción EE: se caracteriza por establecer categóricamente que la interacción eléctrica y la interacción magnética son fenómenos de la misma naturaleza, ejemplos de respuestas clasificadas en esta categoría son:

PFS.9 *“Si, ya que lo que hace la brújula es teniendo en cuenta el magnetismo de la tierra y el ámbar se encuentran en la misma naturaleza. Porque la naturaleza crea el magnetismo no el hombre.”*

PFS.10 *“El efecto ámbar y el efecto imán, son de la misma naturaleza ya que ambos logran atraer diferentes objetos.”*

En la siguiente tabla (Tabla 5) se presenta como están distribuidas las respuestas entregadas por los estudiantes de acuerdo a las categorías de descripción establecidas para la pregunta formulada en las Preguntas Finales.

Símbolo	Categorías de Descripción	
DD.	La interacción eléctrica y la interacción magnética no son fenómenos de la misma naturaleza	12/14 (86%)
EE.	La interacción eléctrica y la interacción magnética son fenómenos de la misma naturaleza	2/14 (14%)

Tabla 5. Categorías de Descripción Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones. –
Pregunta / Preguntas Finales.

El resultado final de la pregunta *¿De acuerdo a la lista anterior el efecto ámbar y el efecto de un imán son o no son fenómenos de la misma naturaleza?*, muestra una tendencia importante al compararlo con la pregunta formulada en el *Cuestionario Ideas Previas ¿Lo observado con el imán se debe a lo mismo que se observó en la Actividad 2 (barra de plástico)?*, el cual dejaba un 50% de incertidumbre sobre la claridad que tenían los estudiantes al diferenciar las dos interacciones.

Esta tendencia, muestra que la secuencia de actividades formulada logró en gran medida el propósito de caracterizar la interacción eléctrica y la interacción magnética, tratando de reproducir experimentalmente algunas de las conclusiones a las que llegaron Jerome Cardan en 1550 y William Gilbert en 1600.

Para los grupos de estudiantes que señalan que las dos interacciones son de la misma naturaleza, se analiza lo siguiente:

- Para **(PFS.10)** sigue predominando que el único elemento en consideración es la similitud de atracción del efecto ámbar y el efecto imán, sin considerar las observaciones que ellos mismos habían realizado en las anteriores actividades.
- Para **(PFS.9)** parece no haber quedado clara la pregunta final, dándosele un sentido “filosófico” al término “*son de la misma naturaleza*”, pues la respuesta no parece contradecir lo preguntado, si interpretamos en su lenguaje, que el efecto ámbar y el efecto imán “*se encuentran en la misma naturaleza. Porque la naturaleza crea el magnetismo no el hombre.*”, es decir la naturaleza se piensa como el lugar donde se manifiestan las interacciones y lo que las produce.

CONCLUSIONES

La investigación documentada en este trabajo permite reconocer la importancia de involucrar activamente a los estudiantes en la construcción de conceptos y explicaciones que sean significativas para ellos, permitiéndoles acercarse a los fenómenos a partir de la experiencia y de ésta manera contrastar con otras visiones y organizaciones de los mismos.

También permite al docente reconocer la importancia de innovar en estrategias didácticas, que favorezcan la enseñanza de contenidos, a partir de los recursos que tiene disponible y de las características del contexto escolar en el que desarrolla su actividad profesional.

Desde luego este tipo de estrategias, favorece la enseñanza, pero deben ser preparadas con mucho cuidado, pues el que las diseña e implementa debe tener el dominio suficiente para poder orientar y llevar a buen término los objetivos establecidos. También es fundamental el vocabulario, la secuencialidad y el número de actividades propuestas, pues un gran número de actividades merma el interés en el desarrollo de la estrategia.

Con lo propuesto, elaborado, ejecutado y analizado en esta investigación, se puede establecer que un estudio de la electrostática específicamente de la interacción eléctrica y la interacción magnética a un nivel introductorio, es posible, sin necesidad de acudir a electrones, protones y modelos atómicos, y que el lenguaje empleado por los estudiantes, puede irse refinando en la medida que se formalicen sus explicaciones y se ofrezca la orientación adecuada.

La experiencia con materiales de fácil acceso permitió a los estudiantes reproducir algunas de las conclusiones que fueron dotando de rigor a la teoría aceptada por la comunidad científica. Llama la atención, que para la mayoría de estudiantes manipular materiales como la limadura de hierro, fue toda una novedad, fijándose más en las formas que éstas toman en contacto con los imanes que en la misma interacción atractiva, preguntando insistentemente como conseguirlas para continuar manipulándolas en casa.

También resultó muy interesante observar en los estudiantes el diseño improvisado de detectores de carga eléctrica o electros copios artesanales, amarrando hilo al soporte universal y acercando materiales plásticos previamente frotados, con los cuales visualizaban más fácilmente la interacción eléctrica. Cabe aclarar que en ningún momento esto fue sugerido o mencionado en las actividades, probablemente los estudiantes lo hayan realizado por experiencias previas las cuales hacen parte de lo que el estudiante tiene en su cabeza y que deben ser consideradas cuando hay la intención de enseñar algo nuevo.

Los resultados obtenidos en el análisis de las respuestas de los estudiantes, muestra cómo puede caracterizarse un fenómeno, a partir de la experiencia y la observación, contrastando diferencias y similitudes entre dos fenómenos que en principio parecían ser para ellos de la misma naturaleza.

Desde luego, esta investigación es sólo el inicio de una amplia posibilidad de actividades que pueden permitir a los estudiantes, caracterizar más detalladamente la interacción eléctrica y la interacción magnética, pues en este trabajo sólo se consideraron actividades que ponían de

manifiesto la interacción por atracción, en este sentido la continuación de ésta propuesta sería diseñar la secuencia de actividades que pongan de manifiesto la interacción por repulsión entre objetos electrificados, entre imanes e imanes con materiales diamagnéticos.

Todo lo descrito anteriormente, no implica cambios significativos en el sistema educativo tan cuestionado tradicionalmente, más bien cambios cualitativos en las estrategias de enseñanza que como docentes llevamos al aula de clase; ya lo dice la célebre frase de Albert Einstein “*si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo*”.

BIBLIOGRAFÍA

Arons, A. (1990). *A guide to introductory physics teaching*. United States: John Wiley & Sons.

Ausubel, D., Novak J. & Hanesian H. (1993). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Candela, M. (1991). *La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental*. Tesis DIE, 7, México, CINVESTAV, IPN.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 388-402.

Carretero, M. (1995). *Constructivismo y Educación*. Buenos Aires: Aique.

Case, R. (1989) *El desarrollo intelectual: una interpretación sistemática*. Barcelona: Paidós.

Criado, A. & Cañal, P. (2002). Obstáculos para aprender conceptos elementales de electrostática y propuestas educativas. *Revista Investigación en la escuela*, 47, 53 - 63.

Criado García-Legaz, A. (2000). *Un estudio didáctico en torno a la enseñanza de aspectos básicos de la electrostática en la formación de maestros* (Tesis doctoral en didáctica de las ciencias), Universidad de Sevilla, España.

Díaz, F. & Hernández, G. (1998). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, VI(2), 109-120.

Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3-15.

Driver, R. & Bell, B. (1986). Student's thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67, 443-456.

Driver, R. & Oldham, V. (1986) A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

Duhem P. (1914/1954) *The Aim and Structure of Physical Theory* (transl. of La Théorie Physique: Son Objet, Sa Structure, second ed. 1914 Paris). Princeton University Press, Princeton.

Fernández, I., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Cachapuz, J. & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.

Feynman, R.; Leighton, R. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lecture on Physics*. Wilmington, Delaware, E. U. A.: Addison-Wesley Publishing Company.

Flores, F. (1997). *Enseñanza de la ciencia, concepciones de los alumnos y cambio conceptual*. Guillermina Waldegg y David Block (coords.), Estudios en didáctica, México: COMIE, Grupo Editorial Iberoamérica, 140-144.

Flores, S., Hernández, G. & Sánchez, G. (1996). Ideas previas de los estudiantes. Una experiencia en el aula. *Educación Química*, VII(3), 142-144.

Furió, C. (2001). La enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación: Un modelo emergente. J. Guisáosla y Pérez de Eulate González (Eds.), *Investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales basadas en el modelo enseñanza-aprendizaje como investigación orientada*. Bilbao: Universidad del País Vasco.

Furió, C. & Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 441 - 452.

Furió, C. y Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico, basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 319-334.

Furió, C., Guisasola, J. & Almudí, J. (2004). Elementary electrostatic phenomena: Historical hindrances and students' difficulties. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 4(3), 291-313.

Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, I(1), 26-33.

Gil, D. y Martínez, J. (1987) Los programas-guía de actividades: una construcción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3.

Gil-Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.

Gil, D., et al. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*. Chile: UNESCO.

Giordan, A. (1987), Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. V(2), 105-110.

Giordan, A. & Vecchi G. (1994). *Les origines du savoir*. París: Delachaux et Niestlé.

Guilbert. L. & Meloche, D. (1993). L'idée de science chez des enseignants en formation: un lieu entre l'histoire des sciences et l'heterogeneite des visions?. *Didaskalia*, 2, 7-30.

Guisasola, J., et al. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 26(2), 177 - 192.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful Relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of science education*, 14(5), 541-566.

Hodson, citado por Valdés, R., Gil, A. & Martínez, R. (2000). *¿Qué entendemos por constructivismo en didáctica de las ciencias?* Instituto Superior Pedagógico Varona, La Habana.

Koponen, I. & Mántylá, T. (2006). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. *Science & Education*, 15(1), 31-54.

León, A. (1986). *Un estudio experimental del aprendizaje de las ciencias naturales en la educación primaria desde una perspectiva constructivist* (Tesis de licenciatura en Química). UNAM, México.

Malagón, F. (2002). *Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física*. Colombia: Departamento de Física, UPN..

Malagón, F., Sandoval, S. & Ayala, M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Revista Praxis filosófica*, 36 enero - junio, 119 - 138.

Marton, F. (1981). Phenomenography-Describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, 10, 177-200.

Marton, F. (1995). *Fenomenografía: Una perspectiva de investigación para averiguar comprensiones diferentes de la realidad*. Sherman & Webb (Eds). - *Cualitative Research in Education: Forms and methods*. London: The Falmer Press.

Marton. F. & Booth. S. (1997). *Learning and Awareness*. Mahwah. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers

Moll, L. (1993). *Vygotsky y la educación*. Buenos Aires: Aique.

Montañez, J. (1987). *Los experimentos en la escuela primaria: un inventario inicial*. Centro Michoacano para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Morelia, México.

Núñez, M. (1980), "*Diagnóstico de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria*". (Informe de investigación). DIE- CINVESTAV- IPN, México.

Sandoval, H. (2011). *El papel del informe de laboratorio en una propuesta de aula sobre el estudio de la Electrostática*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Park, J., Kim, I., Kim, M. & Lee, M. (2001). Analysis of students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics. *International Journal of Science Education*, 23(12), 1219-1236.

Veléz, C., et al. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Vygotsky, L. (1985). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Pléyade.

ANEXO 1. Transcripción Respuestas Cuestionario Ideas Previas

Aplicado el Jueves 7 de Abril de 2016 (110 minutos)

Actividad 1

	<i>¿Por qué cree que el cabello del niño está como se ve en la fotografía?</i>
CA1.1	Porque el contacto de la ropa con el tobogán generan estática.
CA1.2	Por la estática ya que muchas personas se suben al tobogán y se cargan de energía.
CA1.3	El cabello del niño está de esta manera porque el tobogán es de plástico y cuando el niño se desliza por este genera fricción y es por esta razón que su cabello se ve de esta forma.
CA1.4	Nosotras podemos observar que el cabello del niño esta atraído por la fuerza magnética del tobogán.
CA1.5	Porque el tobogán y el cabello al contacto causan estática que producen que el cabello del niño se eleve.
CA1.6	Porque cuando el cabello del niño tiene contacto con los tornillos del tobogán se crea electromagnetismo.
CA1.7	Por la fuerza ejercida por el niño al descender por el tobogán.
CA1.8	Este efecto se debe al contacto del sujeto con el rodadero, ya que la velocidad influye en el descenso y al bajar es notorio cierto cambio en el cabello.
CA1.9	Po el material del tobogán.
CA1.10	Por el magnetismo ejercido, en este caso el plástico en el cuerpo del niño, pero se expresa en el cabello de este.
CA1.11	Se genera por la estática que hay al ir a una gran velocidad y por el material de que esta hecho el rodadero.
CA1.12	Por la energía estática.
CA1.13	Por la energía estática que produce el tobogán, ya que esta atrae el cabello del niño.
CA1.14	Porque cuando el niño baja el rodadero, genera fricción, lo que hace que genere la estática que alborota el cabello del niño.

Actividad 2

	<i>¿Qué observa?</i>	<i>Si no se hubiera frotado la peinilla, ¿se observaría lo mismo?</i>	<i>¿Qué diferencia hay entre el estado de la peinilla frotada y el estado de la peinilla no frotada?</i>	<i>¿Está usted de acuerdo con esa respuesta?</i>	<i>¿Cuál sería su explicación?</i>
CA2.1	Que funciona como un imán.	No	Que cuando esta frotada funciona como un imán y cuando no está frotada no hace nada.	No	Lo que se observa es un efecto de la energía estática.
CA2.2	Se observa atracción entre la bola de aluminio y el peine.	No, porque sin estática no habría atracción de cuerpos.	La diferencia es que al frotarlo tiene sobrecarga de electrones y al no frotarlo se mantiene neutro.	No estoy de acuerdo ya que no tiene nada que ver con la gravedad, si no con la ley de la estática.	
CA2.3	Se observa que al acercar la peinilla, (luego de haber sido frotada) la bola de aluminio se mueve oscilando de atrás hacia adelante.	No, porque como la peinilla no fue frotada, no hay fricción por lo cual la bola no se mueve.	La peinilla frotada tiene fricción mientras que la peinilla no frotada no tiene fricción.	No, porque esto es efecto del electromagnetismo producido por la fricción generada entre la lana y la peinilla.	

CA2.4	La bola de aluminio es atraída por la peinilla después de frotarla con la bola de lana.	No, ya que la carga de la peinilla no hubiera cambiado.	La peinilla obtiene un cambio en su carga de electrones al frotarse con la bola de lana, mientras que cuando no se froto la carga de la peinilla era neutra.	No	Este tema está relacionado con el magnetismo, no con la gravedad.
CA2.5	Al acercar la peinilla, la esfera se mueve hacia el lado inverso en donde se acerque la peinilla y esta da media vuelta y se devuelve.	No, ya que si la peinilla no se frota con la lana esta no causa el mismo efecto en la esfera que causa la peinilla frotada.	Que la que esta frotada con la lana causa más estática y la no frotada no tiene.	No	Este fenómeno se debe a la estática y no a la gravedad ya que este es causado por el campo estático que crea la lana en la peinilla.
CA2.6	Observamos como la bolita de papel aluminio se movió al tener cerca la peinilla frotada con la lana.	No se observó lo mismo porque la bolita de aluminio no se movería.	Que en el caso de la peinilla no frotada con la lana es notable que la bolita no tuvo cambios y la peinilla frotada la bolita se movió.	No	Lo que se observa es un efecto del electromagnetismo .
CA2.7	La bolita de aluminio se acercó un poco a la peinilla frotada	No, porque la bolita no se movería en lo absoluto.	Que la peinilla frotada ejerce una atracción magnética lo que acerca la bolita de aluminio mientras que la peinilla no frotada no ejerce ninguna atracción.	Sí, porque la gravedad influye mucho en el efecto que en su cabello.	Que la fuerza de gravedad influye en la fuerza del descenso lo cual pienso que provoca ese efecto en el cabello.

CA2.8	Se observó cierta atracción del aluminio con la peinilla de plástico. El hilo por el que depende la bola de aluminio se tensa y empieza a tener cierto movimiento.	No se observaría lo mismo, puesto que para que esto suceda es necesaria la fricción.	En el estado de la peinilla no frotada, esta se encuentra en el estado neutro, en cambio, cuando se frota contra la lana, la peinilla se carga de energía.	No estamos de acuerdo, pues este efecto no es producto de la gravedad, sino de la fricción.	
CA2.9	Peinilla con la lana se contrae (como si fuera un imán).	Sin frotar la peinilla a la lana no pasa nada.	Cuando la peinilla no se frota a la lana no ocurre nada y cuando la frotamos con la lana se contrae.	No	Es efecto de la fricción porque al contraerse se mueve, so no fuera fricción no se contraería.
CA2.10	En primer instante la esfera no ejerce cambios, pero la esfera rota hacia la izquierda después de un leve temblor.	No, la esfera no ejerce cambios.	Los cambios de posición de la esfera.	No, la gravedad no influye.	Por el magnetismo que se logra frotando la peinilla y como el aluminio es un material liviano, es más fácil que se vea sus sometimientos al magnetismo.
CA2.11	Por lo visto cuando se pasa el peine frotado se mueve dependiendo a donde se dirija el peine.	No se hubiera observado lo mismo.	La diferencia es que la peinilla no frotada está en un estado normal y la peinilla frotada está en un estado de estática que hace que sea parecida a la magnitud de un imán.	No	Porque la gravedad no influye en el movimiento en la bola de aluminio.

CA2.12	Que la esfera se balancea cuando se pasa el peine después de ser frotado contra la lana.	No, porque la peinilla no estaría cargada de energía.	Que la peinilla frotada genera electricidad por el proceso de electrificación por contacto.	No estamos de acuerdo con esta respuesta.	Esto es debido a la energía estática.
CA2.13	Al acercar la peinilla sin frotar a la esfera, observamos un leve movimiento lateral, en cambio cuando acercamos ya frotada, la peinilla actúa como un imán para la esfera.	Con la peinilla no frotada se hizo un movimiento leve tal vez producto del viento, muy diferente al de la peinilla frotada.	Una actúa como imán, la otra no.	No es por la gravedad.	Es por la estática que crea la lana al ser frotada.
CA2.14	Se observó que al frotar la peinilla con la lana, al acercar la peinilla a la esfera de aluminio, esta se movía en dirección de la peinilla, siguiéndola e intentando chocarla.	No, porque al acercarla no genera ningún efecto.	Que la peinilla frotada con la lana genera estática, lo cual hace que la esfera se mueva hacia la peinilla, mientras que cuando no está frotada con la lana no genera fricción ni estática.	No estamos de acuerdo.	No se mueve por la gravedad porque lo que se genera en el experimento es la estática con la fricción.

Actividad 3

	<i>¿Qué observa?</i>	<i>¿Encuentra alguna diferencia o similitud con lo observado en la Actividad 2?</i>	<i>¿Lo observado con el imán se debe a lo mismo que se observó en la Actividad 2?</i>
CA3.1	Al acerca la punta de un esfero se pegó. Al acercar a la bola de aluminio dio vueltas. Al acercarlo a una USB no sucedió nada.	Que con energía estática se atraen los objetos.	Si, ya que ambos poseen energía estática.
CA3.2	Otro imán: se observó que al ponerlo se atraen los dos imanes ya que son polos de atracción totalmente opuestos. Las llaves: se observó lo mismo que con el imán. Moneda: Se observó que no se adhirió ya que es de cobre. El imán resistió un gran peso.	La similitud es que la estática es igual, actúa el magnetismo.	Si, por que se atrae.
CA3.3	Llaves: se observó que el imán se atrae a estas si la distancia no es mucha. Argolla metálica: al acercar la argolla el imán se ve automáticamente atraído, y que al alejar si esta se mueve se puede ver que el imán también. Moneda: no ocurre nada. Esfero: El imán se ve atraído por el resorte que hay en el interior del esfero.	Se encuentra que la argolla y las llaves generan algún movimiento al igual que en la peinilla frotada genera movimiento en la bola.	Sí, porque las dos son ejemplo de electromagnetismo.
CA3.4	Al acercar la peinilla no pasa nada. Al acercar un esfero con resorte metálico la fuerza magnética y el material atrae el imán. Al acercar la bola de aluminio no pasa nada.	Sí, pero en cada una el magnetismo actúa de diferente manera ya que son diferentes materiales.	Si, ya que lo observado es producto del magnetismo.

CA3.5	Llaves: cuando se pone la llave a los lados se arrastra hasta las llaves y si se pone abajo el imán empieza a girar. Aretes: cuando se pone el arete al lado del imán se arrasa el arete y si se pone abajo el imán empieza a girar. Llavero: Cuando se acerca por todos los lados el imán no se mueve ya que no es atraído por este. Carné: se acerca la parte metálica de este por los lados y el imán se arrasa hasta el botón metálico y si se pone abajo el imán empieza a girar.	Los dos giran pero uno es causado por estática y el otro a excepción del llavero que no tiene ningún fenómeno.	No, ya que uno es causado por estática y el otro no.
CA3.6	Al acercar el celular el imán tiene rotaciones. Al acercar el gancho para pelo, este se adhirió al imán. Al acercar el esfero sin metal el imán no tuvo movimiento y el esfero con una parte metálica causó rotación en el imán. Al acercar la peinilla no se observó ningún movimiento. Al acercar unas llaves se observa atracción hacia el imán.	Si se observó una diferencia, porque la peinilla con el imán no se mueve y con la bolita de aluminio si y la similitud es que en ambos casos hay movimiento.	Si se debe al electromagnetismo ya que al acercar diferentes elementos tanto el imán como la bola de aluminio se observa una rotación en estos.

CA3.7	Otro imán: el imán rueda o gira. Una moneda: la moneda no provoco ningún efecto. Unas llaves: el imán se mueve hacia los lados. La peinilla: no sucede nada. Un esfero: el imán se mueve. Lana: el imán no se mueve. La bolita de aluminio: la bolita atrae el imán.	Diferencia: a diferencia de la bolita, el imán no se mueve cuando se le acerca la peinilla frotada.	No, ya que la bolita no posee la atracción magnética del imán.
CA3.8	Probamos con tres objetos: hierro, papel y plástico, con dos de ellos no funciona, es decir no sucedió nada. En cambio con el hierro se atrajo por lógica de magnetismo.	La similitud es que en los dos se atrae pero la diferencia es que el imán tiene más fuerza que la peinilla.	No, porque la peinilla hubo movimiento de fricción con la lana y por eso se atraía en cambio que con el imán estaba en su estado neutro y atrae objetos sin necesidad de fricción.
CA3.9	Con el borrador y el lápiz no ocurrió nada, en cambio el celular se prendía y se apagaba, con el imán se contrajo con el otro.	Hay similitud en cuanto, cuando frotamos la peinilla a la lana y no ocurrió nada, es parecido a lo que ocurrió con el lápiz y con el borrador. Hay diferencia en cuanto, cuando frotamos la peinilla a la lana y se contrajo al igual que el imán.	- -
CA3.10	Tras acercar 3 diferentes objetos, un lapicero un celular y unas gafas; solo el celular logro atraer al imán, los otros lo ejercen algún cambio.	El cambio que ejerce en el imán es más rápido y duro, mientras que el aluminio es más leve; ambas logran cambios son sus últimas opciones.	No, en este caso el imán ya tiene magnetismo y reacciona a los metales, por eso mismo reacciona al celular.

CA3.11	Con un objeto de metal se pegó. Con un objeto de madera y un tajalápiz no pasa nada.	Encontramos similitud en lo observado, porque muestra el estado de la estática, en el imán los objetos se adhieren a diferentes objetos (los que una magnitud igual al imán) como diferencia.	No, como que en una se observa la estática y en la otra el magnetismo.
CA3.12	Al acercar el borrador el imán no sufre ningún efecto. Al acercar el aluminio tampoco sufre ningún efecto el imán. Al acercar el arete el imán es atraído por este.	Sí, que tanto el arete como la peinilla causan un efecto en la bola de aluminio y el imán.	No, porque son tipos diferentes, energía y magnetismo.
CA3.13	Acercamos un billete y no pasó nada, al igual que con un lápiz. Pero al acercar la grapadora el imán se adhirió a la parte metálica de esta.	Ambas cosas de cada experimento se atraen por alguna fuerza.	Si.
CA3.14	Al acercar el celular se atraen y el celular se apagó. Al acercar un borrador no sucede nada. Al acercar una calculadora se atraen. Al acercar otro imán se atraen.	La diferencia entre la actividad 2 y 3 es que al acercar distintos materiales a distintas cosas el efecto es diferente pero las similitudes son que algunas se atraen.	No, porque en la actividad 2 se presenta estática y en la actividad 3 se presenta magnetismo.

ANEXO 2. Transcripción Respuestas Secuencia de Actividades para Caracterizar las Interacciones

Aplicado el Jueves 14 y 21 de Abril de 2016 (220 minutos)

Actividad 1

Descripción de observaciones

	Imán	Plástico
SA1.1	Limadura de hierro: el imán la atrajo inmediatamente formando picos pegados al imán. Sal: no crea ningún efecto sobre esta. Clips: los atrae. Trozos de hilo: no ocurre nada. Pedacitos de papel: no ocurre nada. Tuercas: se atraen. Viruta de tajalápiz: no ocurre nada. Tornillos: los atrae.	Limadura de hierro: atrae las impurezas dentro de esta. Sal: se adhiere a la barra. Hilo: se atrae. Clips: no ocurre nada. Trocitos de papel: se atraen. Tuercas no ocurre nada. Viruta: se atrae en pequeñas cantidades. Tornillos: no ocurre nada.
SA1.2	Observamos que solo atrae objetos metálicos: Limadura de hierro, tornillos y arandelas.	Observamos que atrae los objetos no metálicos: viruta de lápiz, trocitos de papel y granos de sal. Para poder usar la barra después de frotarla, no puede tener ningún contacto físico.
SA1.3	Se atraen las tuercas, el polvo de hierro y los tornillos.	Atrae la sal, atrae los círculos de papel, atrae la cosa de tajalápiz la viruta y el hilo.
SA1.4	Se observa que al acercar el imán a los objetos de hierro (limaduras de hierro, tuercas y arandelas y clips) son atraídos magnéticamente, lo cual no sucede con la viruta de lápiz, pedacitos de papel ni granos de sal.	Se observa que después de frotar la barra de plástico con el cabello y acercarlo a los no metales (pedacitos de papel, trozos de hilo, viruta de lápiz, granos de sal) son atraídos.
SA1.5	El imán atrajo las limaduras de hierro, los clips, las arandelas y las tuercas, cuando se acerco el imán a las limaduras de hierro pudimos ver lo difícil que fue retirarlas del imán ya que se atraían mucho.	Se atrajo la sal, el tajalápiz y los pedazos de papel, después de frotarlo con la lana o con el cabello, vimos que se atraía fácilmente la sal y la viruta del lápiz y el papel.

SA1.6	Limadura de hierro: esta se adhiere al imán en cuanto este se acerca. Viruta: no hay ninguna reacción cuando acercamos el imán. Tornillos: al acercar el imán la carga magnética atrae y los. Tuercas: el imán los atrae adhiriéndolas a este. Trozos de papel: estas no se atraen. Clips: se adhieren al imán. Hilo: no se adhiere.	Sal: esta es atraída por la barra. Tornillos, arandelas y clips no se atraen a la barra debido a que son metales. Trozos de papel: se adhieren rápidamente. Hilo: si se adhiere a la barra. Viruta: la viruta no se adhiere sin embargo la barra produce movimiento. Limadura de hierro: debido a la antigüedad y a las impurezas de esta frotada con el cabello la barra las atrae.
SA1.7	Con el imán se atrajo con tornillos, tuercas, clips y la limadura de hierro. No atrae virutas de tajalápiz ni pedacitos de papel, hilo y sal.	Con el plástico se atrajo el hilo, pedacitos de papel, virutas de tajalápiz, la sal y algunas limaduras de hierro. No atrae tornillos, tuercas ni clips.
SA1.8	Lo que observamos cuando acercamos los imanes a los diferentes objetos en algunos como en los tornillos, los clips, tornillos, tuercas y limaduras de hierro vimos que tienen una fuerza de atracción hacia esos objetos en el objeto que vimos mas fuerza de atracción es la limadura de hierro, y en los otros la fuerza no es tan fuerte.	Lo que observamos cuando acercamos la barra de plástico a los diferentes objetos los que atrae son la sal, la viruta el hilo, pedazos de papel y el que atrae con menos facilidad es la sal, los objeto que no atraen son los de metal.
SA1.9	Después de acercar los imanes en forma de barra a las sustancias disponibles, se ve que reaccionan los que son metales o tienen algún metal en sus compuestos.	Se evidencia que al contrario que los imanes las sustancias que no tiene relación con los metales reaccionan vigorosamente.
SA1.10	En el caso del imán solo es capaz de levantar metales tales como la limadura de hierro, los clips, las tuercas y tornillos.	En el caso de la barra de pastico gracias al efecto ámbar, es capaz de levantar objetos livianos tales como el papel, la viruta de lápiz, la sal e hilo.
SA1.11	Se pegan todos los tornillos formando fila. Con el papel no se evidencia acción alguna. Los clips se unen unos con otros por la fuerza de atracción que provoca el imán sobre estos. No hay acción con la viruta. Las tuercas se unen todas en fila e intentan acercarse lo más que puedan en el imán. Con la sal no pasa nada. Con el hilo no hay acción. Con la limadura de hierro se forma una especie de pelo.	Al acercar la barra la viruta se adhiere al plástico. El hilo se adhiere al plástico. Con los clips, tuercas y tornillos. La sal se levanta levemente y también algunas limaduras de hierro. El papel se adhiere al plástico.

SA1.12	Observamos que al acercar el imán a tuercas, tornillos, clips y limadura de hierro se atraen a este de diferentes maneras por ejemplo los clips al ser acercados se juntan como una fila; pero con los otros materiales (sal, pedazos de papel y viruta de tajalápiz e hilos) no se vio alguna atracción.	Al frotar la barra de plástico con cabello observamos que al juntarlo con la viruta inmediatamente, esta se levanta de una manera suave; también al juntarla con el hilo extendido en el aire, atrae su extremo inferior. Pero con el resto no hubo ninguna atracción.
SA1.13	Granos de sal: no sucedió nada. Limadura de hierro: se contrajo al imán. Clips: se contrajo. Hilo: no se contrajo. Arandelas: Se adhirió al imán. Tuercas: se contrajo. Pedazos de papel: no sucedió nada. Viruta de tajalápiz: no se contrajo.	Granos de sal: se adhirió. Limadura de hierro: no se contrajo. Clips: no paso nada. Hilo: se contrajo. Arandela: no sucedió nada. Tuercas: no sucedió nada. Pedazos de papel: se contrajo al plástico. Viruta de tajalápiz: se contrajo.
SA1.14	Observamos que el imán atraía objetos metálicos, mientras que a los objetos como la sal, el hilo, el papel y la viruta de tajalápiz no eran atraídos ni nada parecido.	Observamos que con la barra de plástico cargada con el cabello y la lana que esta atraía los objetos no metálicos, ósea los que atrajo el imán en la prueba anterior. Los objetos que tuvieron atracción fueron: viruta de lápiz, hilo, papel y sal.

Diferencias y Similitudes entre el efecto ámbar y el efecto imán.

	Diferencias	Similitudes
SA1.1	El efecto ámbar no atrae metales. El efecto imán no atrae materiales diferentes a metales.	Los dos tiene la capacidad de atraer materiales.
SA1.2	Para usar el imán no se necesita frotarlo, mientras que el ámbar sí. El efecto ámbar atrae cosas no metálicas mientras que el imán atrae cosas metálicas.	Ambas atraen cosas.
SA1.3	Pues el ámbar no atrae objetos metálicos mientras que el imán sí, pero el ámbar atrae otros elementos que el imán no como el hilo.	Ambos tienen atracción hacia otros objetos, causan movimiento en ellos.
SA1.4	En el efecto ámbar se puede observar que los no metales son atraídos en cambio en el efecto imán se atraen solo los metales y hierros.	En ambos efectos los objetos se atraen.
SA1.5	El efecto ámbar atrae diferentes materiales, el papel y la viruta de tajalápiz y la sal, es más difícil atraer objetos.	Los dos atraen cosas y llevan energía lo cual produce que los elementos se atraigan ante la gravedad.

SA1.6	El efecto ámbar atrae elementos livianos excepto metales. El efecto imán atrae solo los elementos metálicos.	El efecto ámbar y el efecto imán tienen similitud ya que los dos atraen objetos livianos.
SA1.7	El imán se atrae con los metales, el plástico no atrae los metales	Ambos atraen cosas.
SA1.8	El imán atrae solo metales. El ámbar atrae lo que no está hecho de metales. El imán atrae los objetos más rápido.	Los dos atraen objetos. Ninguno de los dos atrae el mismo objeto.
SA1.9	Las sustancias que llegan a reaccionar con los efectos son totalmente diferentes.	Atraen con las sustancias correspondientes hacia su cuerpo de la misma forma y potencia.
SA1.10	En el caso del imán solo es capaz de levantar metales tal como lo describimos en el punto anterior, mientras que el plástico no es capaz de levantarlos. El imán no tiene que ser frotado como el plástico para atraer objetos.	Los dos son capaces de atraer objetos.
SA1.11	En el imán se pegan fácil las cosas metálicas. La barra de plástico se tiene que cargar de estática para que los objetos se adhieran. La barra de plástico no se une a los objetos metálicos.	Los dos pueden atraer la limadura de hierro, pero se debe frotar fuertemente la barra de plástico.
SA1.12	El imán y la barra de plástico claramente atraen diferentes objetos; el imán atrae objetos que la barra no. También se puede observar que estos dos tienen diferentes fuerzas.	Tanto el imán como la barra de plástico producen diferentes atracciones en los objetos probados. Basado con el tipo de material que hay.
SA1.13	Que en el efecto ámbar los objetos que no se contrajeron al imán son lo que si se contraen al plástico.	Que los objetos se contraen a los dos efectos (aunque no sean todos los objetos).
SA1.14	Que el imán atraía objetos metálicos, mientras que la barra de plástico atraía los objetos que no tenían propiedades metálicas, como el hilo y el papel.	Ambos atraen ciertos objetos según sus propiedades, y en general se pegaban al objeto.

Actividad 2

Descripción de observaciones

	Imán	Plástico
SA2.1	Papel: atrae las limaduras de hierro sin problemas. Los clips se atraen pero tardan más que sin el papel. Las tuercas se atraen de igual forma. Los tornillos se atraen de igual forma. Cartulina: las limaduras se atraen de igual forma, las tuercas se atraen de igual forma, los clips se atraen igual que con el papel, los tornillos se atraen de igual forma. Cartón: se requiere acercar más el cartón y el imán a las limaduras, se requiere acercar más el cartón y el imán a las tuercas, se requiere acercarlo más a los clips, hay que acercar más el cartón y el imán y atrae menos cantidad.	Papel: no atrae la sal, No atrae el hilo, no atrae papel, no atrae la viruta. Cartulina: No atrae sal, no atrae hilo, no atrae papel, no atrae viruta. Cartón: no atrae ningún material.
SA2.2	El imán atrae todos los elementos en las diferentes barreras: papel, cartulina y cartón.	El plástico no atrae los elementos a través de las barreras.
SA2.3	Todos los materiales que anteriormente se atraían, se atraen aun cuando se interpone papel, cartón y cartulina.	Todos los materiales que se atraían cuando se le interpusieron el papel, cartón y cartulina no presentaban movimiento.
SA2.4	Se observa que con el cuadrito de papel, cartulina y cartón interpuestos entre el imán y los materiales metálicos si son atraídos magnéticamente.	Después de frotar el plástico con el cabello e interponer el cartón, cartulina y el papel entre los materiales y el plástico se observo que no hay atracción entre ellos.
SA2.5	El imán seguía atrayendo objetos a través de la cartulina, el papel y el cartón.	El plástico no puede atraer los elementos a través del papel, la cartulina y el cartón, ya que estos elementos se interpusieron con la energía, excepto por el papel que podía sostenerse con el material como el imán.
SA2.6	Papel: las cosas más livianas como la limadura de hierro son más fáciles de manejar. Cartón: pasa lo mismo solo que la hoja lo que hace es doblarse o arrugarse mientras que el cartón al ser más grueso no lo hace. Cartulina: la limadura de hierro deja color marrón.	Papel: la sal no reacciona ante la barra y el papel, los trozos de papel tampoco y la viruta de lápiz tampoco. Cartón: la sal o responde al plástico, al igual que los otros materiales. Cartulina: la sal no responde al igual que los otros materiales.

SA2.7	El papel se atrae con los tornillos, tuercas, clips y limadura de hierro. El cartón se atrae con los tornillos, tuercas, clips y limadura de hierro. La cartulina se atrae con los tornillos, tuercas, clips y limadura de hierro. Entre más cerca este se atrae más.	El papel, el cartón y la cartulina, no dejan atraer los materiales.
SA2.8	En el imán observamos que en los objetos de imán metal tiene la misma atracción y los objetos no metales siguen sin atracción.	En el plástico observamos que no tiene atracción en ningún objeto, solo funciona cuando le quitamos los papeles.
SA2.9	Sigue atrayendo las sustancias relacionadas con metales, y a mayor sea el obstáculo es menor el efecto.	El efecto ámbar no funciona al ponerle un obstáculo.
SA2.10	A pesar de que se interponían la cartulina, cartón y papel, el imán sigue atrayendo los metales.	Debido a interferencia del papel, la cartulina y el cartón, el palito de plástico no logra atraer o levantar los objetos.
SA2.11	Con el cartón se adhieren los objetos. Con la cartulina también. Con el papel se pega todo igual.	No coge ninguno de los que interactúa con él.
SA2.12	Con el papel sucede la misma atracción sin dificultad con los mismos objetos que funcionaron en la actividad 1. Con la cartulina no hubo dificultad. Con el cartón en algunos objetos como tuercas y tornillos no se atrajeron de la manera como si estuviese sin el cartón.	En ninguno de las cosas se atrajo algún material.
SA2.13	Limadura de hierro: se contrajo con el cuadrito de papel, cartulina y cartón. Clips: se contrajo también interponiendo el cuadrito de papel, cartón y cartulina. Arandelas: se contrajo. Tuercas: se contrajo.	No sucede nada con ninguno de los objetos.
SA2.14	Papel: el imán atrae de igual forma los objetos independientemente de que este se interponga. Cartulina: observamos que con este también hubo atracción de igual magnitud y con los mismos objetos. Cartón: igual que a las anteriores pruebas, con el cartón los imanes también tienen atracción con aquellos objetos.	Papel: observamos que con el papel en el medio no hubo interacción con ninguno de los objetos. Cartulina: igual que con la anterior prueba, no hubo ninguna atracción con ninguno de los objetos. Cartón: Con este material la barra tampoco atrajo a ninguno de los objetos que si fueron atraídos sin ningún obstáculo.

Diferencias y Similitudes entre el efecto ámbar y el efecto imán.

	Diferencias	Similitudes
SA2.1	Con el imán y los obstáculos es posible atraer materiales con la barra y los obstáculos no es posible atraer ningún material.	No hay.
SA2.2	El imán atrae todos los objetos y el efecto ámbar no.	No hay similitudes.
SA2.3	El efecto imán funciona con o sin la cartulina, el papel y el cartón; mientras que el efecto ámbar no funciona con la cartulina, el papel y el cartón de por medio.	No se encuentran similitudes en esta actividad.
SA2.4	En el efecto imán vemos que pesar de la interferencia los objetos si son atraídos en cambio en el efecto ámbar ninguno de los objetos se atrae.	No hay nada parecido entre el efecto imán y el efecto ámbar, cuando se interponen obstáculos.
SA2.5	Con el imán se pudieron atraer los objetos ante el papel, el cartón y la cartulina y con el efecto ámbar no se pudieron atraer estos materiales ya que la energía no fue mucha y no hubo cambios.	Los objetos materiales se pueden atraer con el efecto ámbar y el imán si no hay un elemento que se interponga.
SA2.6	En el efecto imán demuestra que aunque se interrumpe la atracción con lo ya antes mencionado, estos siguen ejerciendo una atracción entre sí. En el efecto ámbar no se evidencia mínima atracción entre los objetos.	No se presentan similitudes ya que estos efectos no tienen la misma reacción.
SA2.7	El imán atrajo todos los materiales que sean metales aunque se ponga el cartón, la cartulina y el papel. La barra de plástico no.	No hay similitudes.
SA2.8	En el efecto ámbar nada se mueven. En el efecto imán solo se mueven los metales.	No pasa lo mismo.
SA2.9	El efecto imán es constante con los obstáculos y el ámbar pierde su efecto con los obstáculos.	Ninguna, lo único que podría contar es que probamos con los mismos materiales.
SA2.10	El imán si logra atraer los objetos metálicos mientras que la barra de plástico no logra atraer ningún objeto.	No se observan similitudes.

SA2.11	La fuerza de atracción del imán es más fuerte que la de la barra de plástico.	Ninguno pudo levantar las virutas de tajalápiz, pedacitos de papel y el hilo.
SA2.12	Se pudo ver claramente que en el imán si hubo alguna reacción en cambio la barra de plástico no.	No hay ninguna similitud.
SA2.13	Que en el efecto ámbar no sucede nada con ninguno de los objetos, y en el efecto imán sucede con varios objetos.	No hay similitud alguna.
SA2.14	Con el imán a pesar de tener objetos intermediarios, generaba atracción con los objetos metálicos, en cambio con el plástico no se genero ningún tipo de reacción.	No encontramos ninguna similitud ya que el efecto imán si funciona mientras que el efecto ámbar no genero ninguna reacción.

Actividad 3

Descripción de observaciones

	Imán	Plástico
SA3.1	Cuando colgamos el imán empezó a girar hacia ambas direcciones bruscamente y siguió así durante un tiempo, luego siempre quedaba en la misma posición.	Atrae el papel en menor cantidad. No atrae hilo, atrae viruta en menor cantidad pero solo donde se froto.
SA3.2	La barra de imanes presenta gran atracción con las limaduras de hierro, la brújula tuvo atracción con la barra de imanes, el polo norte de la brújula tuvo atracción con el polo sur de los imanes, y el polo norte de los imanes tuvo atracción con el polo sur de la brújula.	El plástico no muestra atracción por ninguno de los objetos ya mencionados.
SA3.3	Atrae la limadura de hierro en los extremos de la barra.	Atrae el papel y hace que se mueva.
SA3.4	Se observa que la limadura de hierro si se atrae y según los polos del imán la brújula es atraída.	La barra de plástico atrae papelitos solo por un lado.
SA3.5	El imán hace que la brújula mueva su aguja y de esta manera se determina el polo norte y el polo sur, el cual es el polo norte opuesto terrestre, acerca de los objetos que sabíamos que atraía pero sin contacto fue muy débil la atracción.	No atrajo ningún objeto de los que atraía sin tocarlo, además era muy difícil cargarlo colgado en el soporte universal y al igual la carga era momentánea no duradera.
SA3.6	Imán norte: la limadura se adhiere. Imán sur: pasa lo mismo que el norte.	Plástico sur: se adhiere. Plástico norte: no se adhiere.
SA3.7	La limadura se atrae por los dos extremos del imán.	Los pedacitos de papel solo los atrae el extremo que frotamos.
SA3.8	Lo que observamos fue que el imán atrae con mucha fuerza a la limadura de hierro, solo se pega en los bordes, en la mitad no funciona.	No sucede absolutamente nada.
SA3.9	Las limaduras de hierro siguen reaccionando al imán por ambos lados de este.	Los pedacitos de papel no reaccionan a la barra de plástico cuando está suspendida.
SA3.10	Cuando acercamos la limadura de hierro esta se pego al imán inicialmente por el lado norte. Acercamos la brújula al imán y a la limadura de hierro y definió cual era el	No logra atraer los pedacitos de papel.

	norte y el sur del imán.	
SA3.11	Limadura de hierro se pega al imán sin importar lo que la brújula señala.	En la barra de plástico no hay polo norte ni polo sur.
SA3.12	El imán atrajo la limadura de hierro. Con el papel no sucede nada. Con la sal tampoco y con los demás materiales menos los metales. Gracias a la brújula se descubre las polaridades de los imanes.	Con el plástico no observamos ninguna atracción. En el plástico, se observa pequeña atracción por parte de la viruta de tajalápiz. No sucede nada con el hilo. No sucede nada con los metales, pequeña atracción con la sal.
SA3.13	Limadura de hierro: se contrae al imán es totalmente compatible.	Pedacitos de papel: se unen a la barra de plástico solo en la punta que frotamos con la lana.
SA3.14	Observamos que cuando acercamos la limadura esta se atrajo en los extremos del imán, pensamos que es porque en el centro se repele porque esa sección es neutra.	La barra no atrajo ningún papel ni por el medio ni ningún extremo.

Diferencias y Similitudes entre el efecto ámbar y el efecto imán.

	Diferencias	Similitudes
SA3.1	El efecto imán mantiene su funcionamiento aun cuando está suspendido y las sustancias siguen reaccionando.	Ambos efectos siguen atrayendo pero la barra de plástico solo por un lado, el que frotamos.
SA3.2	El imán si logra mostrar los polos.	Las dos barras se lograron quedar quietas después de un tiempo largo.
SA3.3	Los materiales utilizados y atraídos.	Hay atracción y movimiento de los materiales.
SA3.4	El imán tiene polos, el plástico no tiene polos, no hace nada la brújula.	Ambos atraen materiales aunque el plástico solo o hace por un lado.
SA3.5	El imán atrae la brújula mientras el efecto ámbar no. El efecto imán es duradero en cambio el efecto ámbar es momentáneo.	No se encontraron similitudes.
SA3.6	Efecto ámbar: atrae objetos livianos como hojas y palitos. Efecto imán: atrae por los dos polos la limadura de hierro.	Tiene algo de similitud ya que el imán puede que atraer por los dos polos y el plástico solo por un lado.

SA3.7	El imán no necesita ser frotado para atraer objetos, mientras que el efecto ámbar sí.	El imán atrae los objetos en sus extremos, pero no se ve atracción en el centro, el plástico solo en un extremo.
SA3.8	El imán atrae el objeto y la barra de plástico no.	No existen.
SA3.9	Al igual que en la actividad 2 el efecto imán sigue funcionando y el efecto ámbar pierde su efecto.	Ambos una vez suspendidos se demoran centralizado por los campos magnéticos de la tierra.
SA3.10	El palito de plástico no logra atraer ningún objeto. El imán atrajo la limadura de hierro principalmente por su lado norte.	No se observan similitudes.
SA3.11	La limadura de hierro se pega en los dos extremos del imán sin importar lo que la brújula señala, en el plástico solo pasa en un extremo.	En la barra de plástico no hay polo norte ni polo sur, pero solo atrae papelitos en el extremo que se froto.
SA3.12	Pues como sucedió en las actividades anteriores se nota una atracción mayor por parte del imán, atrayendo cosas metálicas a comparación del papel, sal y viruta de lápiz, pero al estar colgado el palo de plástico aun así al haberlos frotado muy fuerte no se evidencio algún tipo de atracción con ningún tipo de material.	Pues en este experimento no pudimos encontrar similitudes en sus comportamientos debido a que la barra de plástico no genera ningún tipo de atracción y la polaridad.
SA3.13	Que los objetos son diferentes.	Que los dos objetos se contraen aunque uno al imán y el otro a la barra de plástico.
SA3.14	El imán si atrajo objetos, pero el plástico no.	No encontramos ningún tipo de similitudes, pues uno atrae y el otro no.

Preguntas Finales

- ✓ De acuerdo a lo observado en las actividades realizadas, haga una lista de hechos relevantes que ponen en evidencia las diferencias que hay entre el efecto ámbar y el efecto con un imán.

	Diferencias entre el efecto ámbar y el efecto imán.
PFS.1	Para que el efecto ámbar aparezca se debe frotar la barra de plástico, con el imán no. El imán puede atraer objetos así hayan obstáculos, en cambio la barra de plástico no.
PFS.2	El efecto imán es duradero y atrae lo metálico. El efecto ámbar es momentáneo y atrae lo no metálico.
PFS.3	El imán a pesar de que se atraviesen objetos en medio de él, sigue con su fuerza de atracción, mientras que el efecto de ámbar tiene una menor fuerza de atracción respecto al imán ya que al atravesar un material el efecto se pierde.
PFS.4	No se debe frotar el imán para que atraiga los objetos. Cuando se atraviesan papel, cartulina y cartón la atracción del imán sobre los objetos sigue funcionando en cambio con el plástico no pasa nada.
PFS.5	El efecto imán actúa mejor, porque no necesitamos frotarlos, aunque el efecto ámbar puede atraer otros materiales diferentes a los metales.
PFS.6	Efecto ámbar: atrae elementos livianos como hojas y palitos pero no metales. Efecto imán: atrae elementos metálicos por las propiedades magnéticas de la materia.
PFS.7	Cuando se acercaba la barra de plástico con objetos intermedios no se atraían, con el imán sigue atrayendo objetos así se pongan objetos intermedios, el imán es más poderoso atrayendo que el efecto ámbar.
PFS.8	El imán atrae los objetos de metal el plástico no. El plástico atrae los objetos que no atrae el imán. Con el imán se puede definir el norte y el sur. El imán se queda recto en el soporte universal. El efecto ámbar no es tan fuerte como el efecto imán. Cuando tú pones los papales en la mitad de los 2 objetos, no es mucho el cambio.
PFS.9	El efecto imán hace efecto con metales. El efecto ámbar hace efecto con no metales. El efecto imán es más potente. El efecto ámbar pierde su efecto fácilmente.
PFS.10	En el efecto ámbar encontramos que cuando se frota el palito de plástico, este logra atraer objetos livianos. En el efecto imán encontramos que todo lo que sean metales,

	son atraídos por el imán. El imán siempre va a definir el lado norte y el lado sur de la brújula, mientras que el palo de plástico no logra definir ninguno de los dos.
PFS.11	El efecto imán presenta mayor atracción entre los objetos de propiedades metálicas mientras que el efecto ámbar muestra mayor atracción ante los objetos livianos. Aunque tuvieron en común la atracción con las limaduras de hierro, el imán tuvo mayor atracción.
PFS.12	El imán trabaja de una manera diferente a la barra de plástico. El imán actúa como una brújula.
PFS.13	Que los objetos que se unen al imán son los objetos que no se unen a la barra de plástico (viceversa). Que los objetos metálicos son los que se unen al imán y los que no son metales son los que se unen a la barra de plástico. Que el imán se puede saber cuál es su norte y el sur, y en la barra de plástico no. Que el imán se mantiene estable en el soporte universal y la barra de plástico no.
PFS.14	El efecto ámbar es más débil pues este no atraía con intermediarios, en cambio el efecto imán es más potente ya que atraía sin importar intermediarios en él. No es necesario hacerle nada al imán para que atraiga, en cambio al plástico si debemos frotarlo.

- ✓ ¿De acuerdo a la lista anterior el efecto ámbar y el efecto de un imán son o no son fenómenos de la misma naturaleza? Justifique ampliamente su respuesta.

	Justificación
PFS.1	No son de la misma naturaleza pues su comportamiento es diferente con materiales metálicos y no metálicos.
PFS.2	No son, porque el imán tiene carga permanente y la barra de plástico o el efecto ámbar se requiere frotar constantemente el objeto.
PFS.3	No son de la misma naturaleza pues el efecto de cada uno aunque parecido atraen objetos diferentes, además al imán no hay que frotarlo para que atraiga objetos metálicos.
PFS.4	Aunque ambos efectos atraen, no son de la misma naturaleza pues es diferente la acción que los hace funcionar. Y el efecto imán es mucho más fuerte que el efecto ámbar.
PFS.5	No lo son, ya que el efecto ámbar se carga por frotación en cambio el efecto imán no se tiene que cargar. Aun así solo tienen algo en común y es que atraen pero el efecto imán con duración y el efecto ámbar momentáneo.
PFS.6	No, ya que lo que hace cada efecto es diferente, el efecto imán solo atrae objetos metálicos y el efecto ámbar solo objetos no metálicos y de manera más débil.
PFS.7	No son de la misma naturaleza porque el imán ya está cargado y el efecto ámbar (barra de plástico) debe ser cargado previamente antes de utilizarlo.
PFS.8	No son de la misma naturaleza porque uno atrae metales y el otro no.
PFS.9	Si, ya que lo que hace la brújula es teniendo en cuenta el magnetismo de la tierra y el ámbar se encuentran en la misma naturaleza. Porque la naturaleza crea el magnetismo no el hombre.
PFS.10	El efecto ámbar y el efecto imán, son de la misma naturaleza ya que ambos logran atraer diferentes objetos.
PFS.11	Para que la barra de plástico atraiga objetos se debe frotar, y si es muy fuerte la frotación también será fuerte la atracción, en cambio el imán atrae lo mismo sin tener que hacerle nada, así se pongan obstáculos entre él y los objetos que atrae,

	por eso no son de la mismas naturaleza.
PFS.12	Pues la verdad ambos pegan o atraen sustancias, aunque de diferentes propiedades y el efecto ámbar de manera muy baja. Parece que no es el mismo efecto.
PFS.13	No son fenómenos de la misma naturaleza porque uno atrae los metales y el otro no.
PFS.14	No son de la misma naturaleza ya que el imán no necesita ser cargado mientras el efecto ámbar si lo requiere, además el imán atrae objetos solo de su tipo y la barra de plástico atrae objetos con propiedades parecidas, livianas ya que tiene menor intensidad de atracción.