



EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS  
EN LA CLASE DE FÍSICA:  
UNA PROPUESTA DE LOS  
ESTUDIANTES DE GRADO ONCE  
DEL GIMNASIO WILLIAM  
MACKINLEY A PROPÓSITO DE  
LOS FENÓMENOS MAGNÉTICOS Y  
ELECTROMAGNÉTICOS

Significant experiences in physics class: a proposal from eleventh grade students of the Gimnasio William Mackinley regarding magnetic and electromagnetic phenomena

*Vargas – Rojas, Néstor*

## Resumen

El presente trabajo hace parte de la investigación desarrollada en estudios de “Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales” titulada “El espacio como elemento estructurador de fenómenos físicos” que se lleva a cabo por el “grupo de Investigación de Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias” de la Universidad Pedagógica Nacional y tiene como finalidad permitir a estudiantes de grado once de la institución educativa Gimnasio William Mackinley de la ciudad de Bogotá, socializar sus experiencias en la clase de física y dar cuenta de lo significativas que resultan para la comprensión de conceptos nuevos, pero sobre todo para la construcción de argumentos y explicaciones que conllevan a la formalización de fenómenos físicos asociados a dichas experiencias. En el desarrollo se da evidencia de cuatro momentos particulares como lo son el proceso de clasificación de materiales en función de sus propiedades magnéticas, la construcción de la noción de lo magnético y lo ferromagnético, un acercamiento a la noción de campo magnético y finalmente la estructuración de las nociones de campo electro magnético con base en la construcción de artefactos mecánicos y eléctricos como lo son el levitrón, el motor eléctrico y el generador eléctrico; los anteriores son base fundamental en la elaboración de argumentos y explicaciones por parte de los estudiantes en la clase de física.

## Palabras claves

Campo magnéticas, corriente e inducción.

## Abstract

The present work is part of the research developed in studies of “Master in Teaching of Natural Sciences” entitled “Space as a structuring element of physical phenomena” that is carried out by the “Research Group of Critical Historical Studies and Teaching of the Sciences” of the National Pedagogical University and aims to allow eleventh grade students of the William Mackinley Gymnasium educational institution in the city of Bogotá, socialize their experiences in physics class and realize how significant they are for understanding of new concepts, but above all for the construction of arguments and explanations that lead to the formalization of physical phenomena associated with these experiences. In the development there is evidence of four particular moments such as the process of classification of materials according to their magnetic properties, the construction of the notion of the magnetic and the ferromagnetic, an approach to the notion of the magnetic field and finally the structuring of the notions of electro magnetic field based on the construction of mechanical and electrical



devices such as the levitron, the electric motor and the electric generator; The above are fundamental basis in the elaboration of arguments and explanations by students in the physics class.

**Keywords:** Magnetic field, current and induction.

## I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de estas dinámicas ha sido posible organizar la fenomenología<sup>1</sup> de lo magnético con base en la construcción y explicación de montajes y de artefactos didácticos, que de forma intencionada enriquecen la experiencia de los estudiantes, permitiendo construcciones como la noción de campo magnético, líneas de fuerza magnética, corriente eléctrica e inducción electromagnética y cobrando un significado particular para cada miembro del grupo en relación a su entorno inmediato.

Es de resaltar que en esta experiencia nueva (metodológicamente hablando), cobra otro sentido la consulta y la exposición de argumentos; además el debate y la opinión resultan ser un indicador de la forma en que los estudiantes van complejizando sus niveles de comprensión en torno a los fenómenos magnéticos y electromagnéticos [2]

### **Desarrollo de una propuesta para la comprensión de fenómenos magnéticos y electromagnéticos.**

Para la realización de las actividades se proponen cuatro grupos de trabajo. El primer grupo de trabajo tiene la tarea de plantear experiencias que den cuenta de la tridimensionalidad del campo magnético; el segundo grupo debe construir y dar cuenta del funcionamiento de un levitrón, el tercero grupo debe construir y dar cuenta del funcionamiento de un motor solenoide (Motor de inducción), finalmente el grupo cuatro debe organizar y además dar cuenta del funcionamiento de un generador eléctrico.

A continuación se presenta una breve construcción escrita realizada por cada grupo de trabajo, en la cual se quiere dejar la claridad sobre tres aspectos importantes; el primero es dar cuenta de los cambios percibidos en cada uno de los montajes, el segundo es dar cuenta de los conceptos asociados a las explicaciones que se proponen para dar cuenta de la experiencia; en el tercero se reconoce cada propuesta como un sistema organizado y es necesario dar cuenta de dicha organización como garante de la experiencia.

---

1 Las descripciones e interpretaciones que demanda la comprensión de una fenomenología exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental. [1]

***Cabe aclarar que los dispositivos y montajes que se presentan a continuación son elaboraciones funcionales realizadas por los estudiantes***

Grupo 1: Tridimensionalidad del campo magnético

En la experiencia se reconoce que los imanes (cuerpos magnéticos) pueden cambiar el estado de movimiento de otros cuerpos que se denominan ferromagnéticos, sin embargo esto no parece tener alguna causa aparente ya que no es posible percibir de forma visual aquello que genera dichos cambios de movimiento (atracción o repulsión). A partir de las experiencias que se proponen a continuación es posible mostrar de forma progresiva que el campo magnético aunque no es visible se puede percibir al afectar otros cuerpos, además que estas afecciones se pueden dar en todas las direcciones del espacio de forma ordenada de acuerdo a lo que se conoce como líneas de campo. [3]

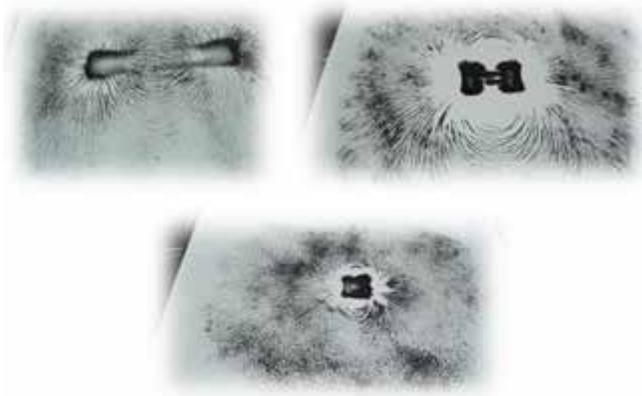
Experiencia 1: Propiedades magnéticas



**Fig. 1.** Actividad de selección.

Esta actividad consiste en la clasificación de materiales, aquí se reconocen y se escogen aquellos materiales que pueden ser atraídos por los cuerpos magnéticos (imanes); de tal forma que son solo estos los que interesan para el fin de reconocer la tridimensionalidad del campo magnético, siendo el campo que se menciona el causante del movimiento de algunos cuerpos. Lo anterior se ha propuesto con el fin de justificar el uso de la limadura de hierro y los alfileres en las distintas representaciones del campo magnético, pues solo un material ferromagnético nos permite describir tales líneas de fuerza.

## Experiencia 2: Diagrama de líneas de fuerza



**Fig. 2** Líneas de fuerza magnética.

Esta actividad consiste en esparcir limadura de hierro sobre una hoja de papel blanco que cubre un imán de barra, aquí la intención es ver como se organizan las limaduras de hierro sobre la hoja (en forma de líneas), aquí los efectos son a lo largo y a lo ancho de la hoja (2D) y aun cuando no es posible ver el campo se puede pensar que corresponde a la forma en que se organiza la limadura y es evidente que a mayor distancia del imán el efecto es menor y que es mayor en los extremos (polos) del imán; además si se comparan dos imanes del mismo material pero de distinto tamaño es evidente que el campo magnético es mayor en el de mayor tamaño. Con esta experiencia es posible hablar de un campo bidimensional generado por el imán.

## Experiencia 3: Agujas suspendidas



**Fig. 3** Experiencia agujas suspendidas.



**Fig. 4** Montaje experimental agujas suspendidas.

Para esta experiencia se emplea un imán de neodimio (muy potente) y se cuelgan agujas (cuerpos ferromagnéticos) apuntando en todas las direcciones del imán, de tal forma que estas no se caigan sobre la mesa formando ángulos con ella. Aquí es posible pensar que el campo magnético genera un efecto en todas las direcciones del imán; a lo largo, ancho y alto del espacio que rodea el imán, por lo tanto el campo magnético del imán es tridimensional, pues aunque no se puede ver (por ser invisible) sus manifestaciones (atracción de las agujas) son evidentes en todas las direcciones del espacio.

#### Experiencia 4: Erizo magnético



**Fig. 5** Formación “erizo magnético”.

Para esta actividad en un caso se hace una mezcla de limadura de hierro y agua en una botella plástica y se acerca un imán potente; en otros tres casos se cubre completamente el imán con cuerpos ferromagnéticos (limadura de hierro o alfileres) y es evidente que son atraídos en todas las direcciones del imán sin dejar espacios, formándose una especie de erizo; sin embargo, aunque el efecto es en todas las direcciones llega un punto en el que no se adhieren más cuerpos ferromagnéticos y esto es debido a la distancia, pues como se mencionó anteriormente la intensidad del campo magnético depende de la distancia y si los cuerpos están muy alejados el efecto es mínimo y no es posible ver las manifestaciones del campo magnético, aunque exista campo magnético en esas regiones del espacio.

### Grupo 2: Levitrón



**Fig. 6** Montaje “levitrón”.

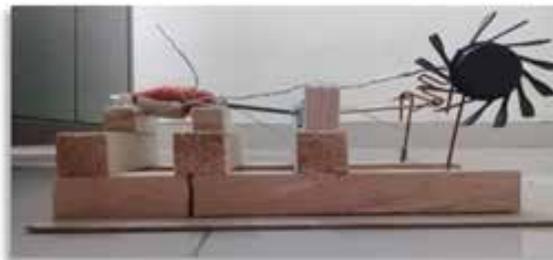
En este experimento fue necesario indagar sobre las características de los cuerpos magnéticos siendo fundamental para tal caso la idea de polo magnético; esta idea no solo ayuda a entender cómo funciona el levitrón, sino que además permite que sea claro el funcionamiento de otros instrumentos que se reconocen en el común como lo son las brújulas y los trenes de levitación magnética [4].

Este montaje es una aplicación que articula lo que se conoce como líneas de fuerza generadas por un cuerpo magnético y la noción de polaridad, pues el funcionamiento consiste a grosso modo en ubicar dos cuerpos magnéticos con polaridades opuestas uno sobre el otro y de acuerdo a las leyes del magnetismo las acciones que se deben percibir son de repulsión por las dos fuerzas que interactúan [5].

Sin embargo mediante este experimento es posible reconocer que el fenómeno no solo se debe a la interacción entre fuerzas magnéticas sino que entra también en juego el peso (fuerza), pues en realidad el levitrón lo que buscas es que la fuerza magnética del imán inferior sea mayor al peso del imán suspendido, de tal forma que este pueda flotar debido a la interacción de los campos magnéticos de cada imán [6].

Entonces para que el sistema esté en equilibrio (imán superior levite) es necesario tener en cuenta la intensidad del campo magnético y la fuerza ejercida por los cuerpos por acción de la gravedad (peso), de tal modo que el tamaño, la distancia y la forma resultan relevantes al momento de la construcción pues un imán muy pesado no flota, si dispongo los imanes muy lejos el montaje no funciona ya que la intensidad del campo magnético depende de la distancia al cuerpo magnético que lo genera y en cuanto a la forma es más fácil trabajar con imanes circulares por la manera en que se generan las líneas de campo en estos y la uniformidad de las superficies a la hora de girar.

### Grupo 3: Motor Solenoide y de Rotor



**Fig. 7** Vista lateral, superior y frontal de “motor solenoide”.

Estos experimentos son una forma de aplicación para entender de forma más clara el principio de inducción de Faraday propuesto inicialmente por Oersted, Ampère, Biot y Savart cuando exponen una relación entre electricidad y magnetismo, de tal forma que una corriente eléctrica genera un campo magnético [4].

Para estos experimentos hay una corriente que circula por la bobina y al interior de esta se genera un campo magnético suficiente para atraer la puntilla (cuerpo ferromagnético) o para hacer girar los embobinados en cada instante que el interruptor se cierra [7], en el caso del motor Solenoide generando un movimiento rectilíneo de la puntilla, sin embargo el sistema de este motor está organizado para que por medio de una manivela sujeta a la puntilla el movimiento lineal de la puntilla se transforme en movimiento circular y por inercia continúe el movimiento hasta que se cierra de nuevo el interruptor. En tanto que para el caso del motor de Rotor, al activar el interruptor circula corriente por cada una de las espiras generando campos magnéticos, que al interactuar con los imanes que le rodean generan un efecto de repulsión produciendo un movimiento circular; lo anterior es un claro ejemplo de la interacción entre dos campos magnéticos, uno natural y uno inducido [6].



**Fig. 8** Motores de rotor en funcionamiento.

Para estas experiencias fue importante reconocer que las distancias, tamaños y formas de cada uno de los componentes, así como su disposición, influían en el funcionamiento del motor, además que dependiendo de la cantidad de corriente que circule por la bobina el motor es más efectivo ya que el campo magnético que se genera al interior de la bobina depende de esta.

## Grupo 4: Generador eléctrico



**Fig. 9** Generador eléctrico de manivela suministrando energía a cuatro led.



**Fig. 10** Montaje generador eléctrico de aspas.

Par este montaje se emplea un motor eléctrico como fuente de generación de corriente y se realiza un circuito en paralelo que permite suministrar de corriente algunos led. Aquí la idea no es decir qué es un generador eléctrico, pero si describir cómo funciona y para esto se acude a la ley de inducción de Faraday, que plantea que un campo magnético variable induce una corriente eléctrica en una espira (para este caso es una serie de bobinas), esto se evidencia en la siguiente experiencia. Si se tiene una bobina (espira de alambre de cobre esmaltado) conectada a un multímetro de aguja y se introduce un imán dentro de la bobina (en lo posible a gran velocidad) con su polo norte hacia la bobina, ocurre que cuando el imán se esté moviendo el medidor registra un cambio, lo que indica que está circulando una corriente por la bobina. Ahora si el imán se aleja de la bobina el medidor se desvía nuevamente pero en sentido contrario;

esto nos indica que nuevamente hay una corriente circulando pero en la dirección opuesta. [8]

Lo anterior es el principio del funcionamiento del generador que se expone. La diferencia de este montaje con la explicación anterior, radica en que los imanes están fijos a las paredes y lo que se mueve son las bobinas internas del motor, generando una variación del campo magnético con respecto a las espiras, e induciendo una corriente sobre las mismas y es esta corriente la que circula por el circuito al conectarse en los bornes o terminales del motor (escobillas) para finalmente encender los led.



**Fig. 11** Estructura interna de motor eléctrico [8]

## II. CONCLUSIONES

La construcción de montajes experimentales y de artefactos eléctricos son herramientas que enriquecen la experiencia de los estudiantes, promoviendo la construcción de explicaciones y facilitando la comprensión de formalizaciones conceptuales, como lo son la noción de campo magnético, líneas de fuerza magnética, corriente eléctrica e inducción electromagnética.

Cambiar cuestionamientos como ¿qué es...? Por ¿cómo se puede dar cuenta del funcionamiento de... y la disposición específica de cada elemento que lo compone? Permite pasar del plano de la definición a la construcción y formalización, no solo de elementos o dispositivos sino de teorías que giran en torno a los fenómenos magnéticos implícitos en el desarrollo tecnológico de una nación.

Pasar del texto o la consulta como única herramienta de trabajo, a las mismas como herramientas de apoyo para la construcción de propuestas experienciales o construcción de prototipos didácticos, motiva a los estudiantes a ser partícipes del conocimiento científico en la construcción de sus propios conocimientos.

## REFERENCIAS

- [1] J. Malagón, S. Sandoval y M. Ayala, “Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias,” *IEEE Praxis Filosófica Nueva serie*, no. 36, ene-jun 2013, pp. 119 – 138.
- [2] A. Candela, “Argumentación y conocimiento científico escolar,” *IEEE Infancia y Aprendizaje* (55), 1991, pp. 13 – 28. [Accedido: May-2019]
- [3] “Campo Magnético,” pp. 1-61 [En línea]. Disponible en: [kimerius.com/app/download/5783170156/Campo+magnético-.pdf](http://kimerius.com/app/download/5783170156/Campo+magnético-.pdf). [Accedido: May-2019]
- [4] “Electromagnetismo,” *IEEE UNLP – Fac. de Bellas Artes – Diseño Industrial*, pp. 1 – 18, [En línea] disponible en: <https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/cys/DI/electromagnetismo.pdf>. [Accedido: abr-2019]
- [5] “Estudio de las aplicaciones prácticas de la levitación magnética (trenes maglev,” [En línea] disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/~fisica3/MagLev.pdf>. [Accedido: abr-2019]
- [6] “aspectos históricos: orígenes y desarrollo de la teoría del magnetismo,” [En línea] Disponible en: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/sec\\_3.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/sec_3.htm). [Accedido: jun-2019]
- [7] “Instalando un circuito eléctrico básico,” [En línea] disponible en: [https://energypedia.info/images/c/c6/Manual\\_de\\_instaladores\\_el%C3%A9ctricos\\_-\\_2012.pdf](https://energypedia.info/images/c/c6/Manual_de_instaladores_el%C3%A9ctricos_-_2012.pdf). [Accedido: jun-2019]
- [8] “Tecnología tipo de motores eléctricos,” [En línea] disponible en: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html>. [Accedido: May-2019].

## Biografía. Autor 1: Néstor David Vargas Rojas

Licenciado en física, de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia; Docente de Física del Gimnasio William Mackinley de Bogotá, Colombia; Estudiante de Maestría de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia; Miembro del grupo de investigación de Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia.