

## GUÍA DE LOS MAESTROS

### ACTIVIDAD: A CONSTRUIR UN ELECTROIMÁN

**Tiempo Sugerido:** 250 minutos (5 períodos de 50 minutos)

**Objetivo General:**

Conocer que hay una fuerza magnética asociada a toda corriente eléctrica que pasa por un alambre.

**Objetivos Específicos:**

- a. Construir electroimanes.
- b. Conocer que la dirección de la fuerza magnética es perpendicular al alambre por el que pasa la corriente eléctrica.
- c. Describir lo que sucede con los polos de un electroimán si cambia la dirección de la corriente.
- d. Determinar la localización de los polos en los electroimanes.

**Conceptos:** Conductividad, circuitos, fuerza magnética, polos

**Procesos De La Ciencia:** observación, predicción, formulación de inferencias, formulación de definiciones operacionales, comunicación, experimentación

**Técnica De Enseñanza:** trabajo en grupo

**Materiales: (Preparación previa)**

Para cada subgrupo de estudiantes

**Parte A**

1 roseta construida en actividad

**Enrosca la bombilla**

1 interruptor construido en actividad

**Interruptores**

1 bombilla de 1.5 ó 6 voltios

1 batería de 1.5 ó 6 voltios

3 pedazos de alambre de cobre aislado de 15 cm (6 pulgadas) de largo, sin aislador en los extremos

1 pedazo de alambre de cobre aislado de 80 cm (32 pulgadas) de largo, sin aislador en los extremos

1 transportador

1 brújula

**Parte B**

materiales de la parte A

objetos magnéticos (clavos pequeños, presillas metálicas, etc.)

1 alicate pequeño con aislador en los mangos

papel de construcción o pedazo de cartulina

**Parte C**

materiales de la parte A

**Parte D**

materiales de la parte A

1 tornillo de acero 8cm x 6mm (3" x 1/4")

presillas de metal

cinta adhesiva eléctrica

---

**Trasfondo:**

El descubrimiento de la relación que existe entre la electricidad y el magnetismo ocurrió por accidente. Para el año 1820 el danés Hans Christian Oersted era profesor de física en la Universidad de Copenhague. Hasta ese momento los científicos consideraban que el magnetismo y la electricidad eran dos fenómenos separados que no guardaban relación alguna entre ellos. Oersted era uno de estos científicos que creía que no había conexión entre ambos.

Para demostrárselo a sus estudiantes él siempre colocaba un alambre conductor, conectado a los terminales de una batería, encima de una brújula . El alambre siempre se colocaba perpendicular (90°) a la aguja de la brújula. Se observaba que cuando el conductor estaba en esta posición, no ejercía ninguna fuerza sobre la brújula. En una de sus clases Oersted, por accidente, colocó el alambre que conducía la corriente paralelo (0°) a la aguja de la brújula. Observó que, de inmediato, la brújula rotó y cuando llegó a reposo se encontraba en una posición perpendicular, es decir, formando un ángulo recto (90°) con el alambre conductor. Oersted movió el alambre y observó que no importaba como colocara el alambre la aguja siempre quedaba perpendicular a aquél, siempre y cuando por el alambre pasara una corriente. Si no pasaba corriente por el alambre, el efecto no se observaba.

Oersted continuó sus experimentos y demostró que si se cambiaba la dirección de la corriente en el conductor para que fuera opuesta a la que originalmente pasaba por él, la aguja aún quedaba perpendicular al conductor pero apuntaba en la dirección opuesta a la original.

También descubrió que cuando el alambre se colocaba debajo de la brújula, su efecto sobre la aguja era el opuesto al que se lograba si el alambre estaba encima de la brújula.

Después de innumerables experimentos, Oersted reconoció los efectos magnéticos asociados a toda corriente eléctrica: cuando una corriente eléctrica pasa por un conductor ésta crea un campo magnético similar al de un imán.

Este descubrimiento estimuló a varios científicos a proseguir estudios en el campo del electromagnetismo.

Uno de los beneficios prácticos del descubrimiento de Oersted fue la invención del electroimán. Este fue inventado, independientemente, por Joseph Henry, un científico norteamericano, y William Sturgeon, un físico inglés, alrededor del 1825. Hoy es considerado

uno de los grandes inventos de los tiempos modernos.

La explicación teórica del funcionamiento de un electroimán es la siguiente. Observamos que cuando una corriente eléctrica pasa a través de un alambre se produce un campo magnético alrededor del alambre. Observamos la existencia del campo magnético alrededor del alambre sólo cuando hay cargas eléctricas en movimiento: lo que llamamos un flujo de cargas o corriente eléctrica. Cuando una corriente eléctrica pasa por un alambre enrollado o que se ha doblado para formar un círculo, el campo magnético asociado es similar al que existe en un imán de barra. Un lado del círculo ("loop") actúa como un polo norte y el otro como un polo sur. De hecho, si este alambre se suspendiera en el aire, tendería a alinearse con las posiciones Norte-Sur de la Tierra. Este tipo de imán interactúa con una brújula o con limaduras de hierro y otros objetos magnéticos, de la misma manera que lo hace un imán de barra.

Cuando el alambre se envuelve alrededor de un pedazo de hierro blando (el núcleo del electroimán), el campo magnético imanta el hierro. Cuando la corriente deja de pasar y el campo magnético cesa, el material (hierro) pierde casi todo, pero no todo, su magnetismo. El magnetismo que queda se conoce como magnetismo residual y su cantidad depende de la capacidad del material usado para retener el magnetismo. El hierro blando se usa por ser fácil de imantar y desimantar.

Los electroimanes son, pues, imanes temporeros que pueden atraer (o repeler) y, dejar de hacerlo, con mucha facilidad. Los electroimanes pueden, además, hacerse mucho más fuertes. Su fuerza magnética depende del número de vueltas del alambre enrollado en el núcleo central (clavo, tornillo, etc.), y de la cantidad de corriente que pasa por el alambre. También depende del material en sí de que esté hecho el núcleo y del diámetro de este último. Otro factor que afecta la fuerza magnética es la resistencia del alambre conductor que, como hemos visto anteriormente, depende del área transversal del alambre, su largo y del material del que esté hecho el alambre.

El uso de electroimanes hoy en día es muy común. Se encuentran en los timbres, los auriculares telefónicos, bocinas, relojes eléctricos, abanicos, neveras y un sinnúmero de otros aparatos.

**Reglas de Seguridad:** Recuerde a los estudiantes las precauciones que deben observar al manipular circuitos cerrados. Debe recordarles, además, que como los alambres pueden calentarse no mantengan el circuito cerrado por mucho tiempo. Esto también ayudará a no agotar las baterías demasiado pronto.

**Procedimiento:**

**Preparación Previa:** Coteje que las rosetas estén en buenas condiciones. Debe tener bombillas y baterías extra ya que se usarán extensamente en esta actividad. Recuerde que las bombillas y baterías deben ser del mismo voltaje.

1. Discuta con los estudiantes la introducción de la **Guía de los Estudiantes**.

Aproveche para repasar lo que los estudiantes conocen sobre circuitos eléctricos, fuerza magnética y polos magnéticos. Deben tener estos conceptos presentes al realizar esta actividad. También deben recordar que la fuerza magnética actúa a distancia y sus efectos sobre una brújula. Puede recurrir a imanes de barra al repasar algunos de estos conceptos.

2. Cada parte de la actividad representa, aproximadamente, un período de clases. Las preguntas de discusión deben asignarse y discutirse antes de entrar en la próxima parte de la actividad. La discusión grupal, entre unos y otros subgrupos, puede ayudar a aclarar conceptos matemáticos que están integrados a esta actividad (perpendicularidad, paralelismo, etc.).

3. En las preguntas de la parte A, se espera que el estudiante observe que cuando hay una corriente eléctrica la aguja de la brújula se alinea siempre perpendicular (90°) al alambre por el que pasa la corriente eléctrica. La alineación se invierte (N-S a S-N o vice-versa) al pasar el

alambre por encima y luego por debajo de la brújula. El estudiante debe inferir la presencia de una fuerza magnética por los cambios de posición que observa en la brújula y la dirección de la fuerza, a partir de la alineación de la brújula (perpendicular a la corriente).

4. En la parte B, reforzamos la idea de la existencia de un campo magnético asociado al campo eléctrico y añadimos los elementos siguientes: (a) la forma del alambre tiene que ser no lineal para que exista el campo magnético, (b) la fuerza magnética que se produce es semejante a la que se produce con otros imanes ya que atrae objetos magnéticos de igual manera y (c) sólo cuando pasa corriente eléctrica -circuito cerrado- se observan efectos que implican la presencia de una fuerza magnética.

5. En la parte C, los estudiantes construyen un tipo de electroimán y descubren la presencia de polos. Además deben descubrir que, al cambiar la dirección de la corriente, la polaridad se invierte. Este último punto se sugirió ya en la parte A con la observación de la alineación original de la brújula y el cambio que se produce al cambiar la localización del alambre.

6. En la parte D, los estudiantes construyen otro tipo de electroimán, con un núcleo de acero -que pudo haber sido de hierro (clavo) u otro material imantable.

7. Regrese a la Introducción y discuta ahora las preguntas finales de la actividad.

8. La asignación le dará la oportunidad de integrar con aspectos de tecnología y, a la vez, con otras materias (Estudios Sociales, Música, etc.).

### **Actividades Para Estudiantes Con Necesidades Especiales**

Estos estudiantes pueden realizar esta actividad con ayuda de un tutor. Sin embargo, es necesario que en cada parte se le haga bien consciente de cuándo lo que está observando es con el circuito abierto y cuándo éste está cerrado. Debe hacerse una lista, en cada parte, de las observaciones con el circuito abierto y al lado con el circuito cerrado. Pueden hacer dibujos de lo que observan para poder recordar más tarde lo que observaron. Además, deben usarse, por

ejemplo, más objetos magnéticos (Parte B) que con otros estudiantes, para reforzar el concepto. Con ellos, en la parte A, debe usarse el transportador y anotar el ángulo que leen.

En la parte C y D sería conveniente tener un imán de barra para recordar lo que ocurría cuando interaccionaba con la brújula y cómo se determinaban los polos. Así podrá hacerlo con el imán de barra y con el electroimán uno detrás de otro para que lo que observe con uno, le refuerce lo que observa en el otro.

**Actividades De Extensión O Suplementarias:**

Usted puede plantear a grupos de sus estudiantes realizar un experimento donde estudien las diferentes variables que afectan la fuerza de un electroimán. El diseño del experimento: formulación de hipótesis, identificación de variables, control de las mismas al realizar las experiencias, etc. debe ser discutido por usted. Sería deseable que el estudiante recopilara sus datos en tablas y presentara sus datos y correlaciones mediante gráficas. Las variables que podrían estudiarse son: número de vueltas del alambre enroscado alrededor del núcleo; el diámetro del núcleo (e.g. diámetro del tornillo-escala que se use es preferible en mm o cm y no en fracciones de pulgadas); el largo del núcleo (e.g. largo del tornillo); material de que esté hecho el núcleo (hay que recordar que el núcleo de hierro es el preferible). Si bien puede considerarse como variable el diámetro del alambre esto representa un problema al estudiarlo a este nivel, pues los alambres demasiado finos se calientan demasiado y los muy anchos tienden a ser difíciles de enrollar y son más caros. Por eso, sugerimos se descarte el estudio de esta variable (se mantenga controlada usando siempre el mismo tipo de alambre). Finalmente los estudiantes pueden explorar el efecto de usar varias baterías iguales conectadas en serie. Los estudiantes pueden demostrar cómo varía la fuerza observando el número de objetos (presillas, arandelas, etc.) que logra levantar el electroimán. Cada grupo podría estudiar una variable. Posteriormente los grupos deben presentar su trabajo y debe llegarse a una conclusión general sobre cómo lograr el funcionamiento óptimo de los electroimanes.

## **GUÍA DE LOS ESTUDIANTES**

### **ACTIVIDAD: A CONSTRUIR UN ELECTROIMÁN**

#### **Introducción:**

El papá de Jorge trabaja arreglando equipos de música. Un día trajo a su casa un objeto que llamó un electroimán. Jorge había estudiado en su clase de ciencias, acerca de circuitos eléctricos. También había estudiado el comportamiento de los imanes. Pero no había estudiado que existiera una relación entre ambos. )Podrías

explicarle a Jorge la relación entre la electricidad y el magnetismo? )Cuándo se observa? )Qué es un "electroimán"? Piensa en la palabra. )Qué significa?

En esta actividad lo descubrirás.

## **Materiales**

Para cada subgrupo

### **Parte A**

1 roseta construida en actividad **Enrosca la bombilla**

1 interruptor construido en actividad **Interruptores**

1 bombilla de 1.5 ó 6 voltios

1 batería de 1.5 ó 6 voltios

3 pedazos de alambre de cobre aislado de 15 cm (6 pulgadas) de largo, sin aislador en los extremos

1 pedazo de alambre de cobre aislado de 80 cm (32 pulgadas) de largo, sin aislador en los extremos

1 transportador

1 brújula

### **Parte B**

materiales de la parte A

objetos magnéticos (clavos pequeños, presillas metálicas, etc.)

1 alicate pequeño con aislador en los mangos

papel de construcción o pedazo de cartulina

### **Parte C**

materiales de la parte A

### **Parte D**

materiales de la parte A

1 tornillo de acero 8cm x 6mm (3" x 1/4")

presillas de metal

cinta adhesiva eléctrica

**Reglas de seguridad:** Recuerda no tocar los materiales no aislados de un circuito, mientras éste se encuentre cerrado. Debe tener precaución al tocar los materiales aislados pues los alambres se calientan. Para conservar la batería, abre el circuito cuando no lo estés usando.

## **Procedimiento:**

### **Parte A**

1. **Construye** un circuito eléctrico usando tu roseta, la bombilla y la batería. **Coteja** que esté funcionando adecuadamente. Recuerda la actividad **Enrosca la bombilla**.
2. **Añade** el interruptor a tu circuito. **Coteja** que se encienda la bombilla al cerrar el



circuito.

3. **Quita** la roseta y la bombilla del circuito. Reemplázalas con el pedazo de alambre de 80cm de largo.

4. **Coloca** la brújula debajo del alambre de 80cm de largo, de tal manera que la aguja de la brújula quede paralela al alambre. **Predice:** )Qué ocurrirá al cerrar el circuito? **Anota** tus predicciones.

5. **Cierra** el circuito. )Qué observas? )Qué ángulo formó la aguja de la brújula con el alambre? **Anota** tus observaciones en la Tabla #1.

6. **Coloca** la brújula encima del alambre de 80cm de largo, de tal manera que su aguja quede paralela al alambre. **Predice:** )Qué ocurrirá al cerrar el circuito? **Anota** tus predicciones.

7. **Cierra** el circuito. )Qué observas? **Anota** tus observaciones en la Tabla #1.

8. **Repite** las instrucciones #4 a la #7, pero haciendo que la aguja quede perpendicular al alambre. **Anota** tus observaciones en la Tabla #1.

**Tabla 1: Interacción observada entre brújula y alambre al cerrar el circuito**

<b>Alambre</b>	<b>Ángulo entre Alambre y Brújula Paralela</b>	<b>Ángulo entre Alambre y Brújula perpendicular</b>
encima		
debajo		
Observaciones adicionales		

### **Preguntas de discusión:**

1. )Qué observaste al colocar el alambre paralelo a la brújula y cerrar el circuito?  
)Ocurrió lo mismo con el alambre encima que debajo de la brújula?
- 2.)Coincidió la observación anterior con tu predicción? Explica.
- 3.)Qué observaste al colocar el alambre perpendicular a la brújula y cerrar el circuito?  
)Ocurrió lo mismo con el alambre encima que debajo de la brújula?
4. )Coincidieron las observaciones anteriores (#3) con tus predicciones al respecto?  
Explica.
5. )Qué explicación darías para lo que observaste al colocar el alambre paralelo a la brújula? )Cuál puede ser la causa para lo que sucedió?

### **Parte B**

1. **Dobla** el alambre de 80cm aproximadamente por la mitad y forma un círculo con la parte doblada. Agárralo con el alicate como a 5cm (2 pulgadas) del doblez para formar el círculo. **Predice:** )Qué sucederá si acercas la parte curva (círculo) del alambre a los objetos magnéticos (limaduras de hierro, etc.), cuando el circuito está abierto? **Anota** tus predicciones.
2. **Acercas** la parte doblada del alambre a alguno de los objetos magnéticos. )Qué observas? **Repite** con otros objetos de los disponibles. **Anota** tus observaciones en la Tabla #2. **Identifica** en la tabla los objetos que utilizaste.
3. **Predice:** )Qué sucederá si repites el paso #2 con el circuito cerrado? **Anota** tus predicciones.
4. **Repite** la instrucción #2 cerrando el circuito antes de acercas el alambre al objeto. **Anota** tus observaciones en la Tabla #2. **Abre** el circuito tan pronto hagas tu observación. Vuelve a cerrarlo para acercas el alambre al próximo objeto.

**Tabla #2. Interacción Alambre y Objetos Magnéticos**

<b>Objetos Magnéticos</b>				
<b>Alambre</b>				
<b>circuito abierto</b>				
<b>circuito cerrado</b>				

**Preguntas de discusión:**

1. Con el circuito abierto, ¿qué esperabas que sucediera al acercar el alambre a los objetos magnéticos? ¿Por qué?
2. ¿Qué esperabas que sucediera al acercar el alambre a los objetos magnéticos con el circuito cerrado? ¿Por qué?
3. ¿Qué observaste al cerrar el circuito y acercar el alambre a los diferentes objetos?
4. ¿Qué explicación podrías dar para lo que observaste en el paso #7 de la parte B?

**Parte C**

1. **Prueba** nuevamente el magnetismo de tu circuito usando la brújula. ¿Qué le debe ocurrir a la aguja en la brújula cuando se cierre el circuito?
2. **Desconecta** el alambre de 80cm de largo del circuito. **Enróllalo** alrededor de tus dedos varias veces formando un embobinado. Sácalo de tus dedos. **Amarra** cada extremo del alambre alrededor del embobinado para que no se suelte. Asegúrate que quede suficiente alambre suelto en cada extremo (10-15 cm, 4-6 pulg.) como para poder conectar el embobinado al circuito.
3. **Conecta** el embobinado al circuito. **Observa** lo que ocurre al cerrar el circuito y acercarle la brújula. ¿Se imantó el alambre embobinado?

4. Como ya has descubierto en actividades anteriores, todos los imanes tienen dos polos: norte y sur. **Diseña** un pequeño experimento para determinar dónde están los polos del embobinado cuando está imantado. **Usa** la brújula.
5. **Representa**, mediante un diagrama de tu circuito con el embobinado, dónde se encuentran los polos del embobinado. **Identifica** los componentes del circuito mediante símbolos.
6. **Predice:** )Qué le ocurrirá a los polos del embobinado si intercambiamos los terminales de la batería en el circuito? **Anota** tus predicciones.
7. **Intercambia** los terminales de la batería. **Usa** la brújula para determinar dónde se encuentran, ahora los polos del embobinado imantado.
8. **Repite** la instrucción #5.

#### **Preguntas de discusión:**

1. Explica: En el paso #3 de la parte C, )Se imantó el embobinado al cerrar el circuito?  
)Cómo llegaste a esta conclusión?
2. Explica cómo determinaste la localización de los polos en el embobinado. )Qué hipótesis formulaste? )Qué propiedades de los imanes usaste para formular estas hipótesis? )Cuáles fueron tus observaciones? )Qué inferencias formulaste a partir de tus observaciones?
3. Compara los diagramas que construiste en los pasos #5 y #7 de la parte C. )Hay diferencia en la localización de los polos en el embobinado? De haberla, )a qué puede deberse esta diferencia? Explica.

#### **Parte D**

1. Usarás los materiales de la parte C y otros que te proveerá tu maestro o maestra. De tener el alambre aún enrollado, estíralo nuevamente. Luego, enróllalo fuertemente

alrededor del tornillo. De ser necesario usa cinta adhesiva para asegurar los extremos al tornillo, pero recuerda dejar un pedazo de alambre en cada extremo para poder unirlo al circuito.

2. **Conecta** los extremos del alambre al circuito. )Cómo podrías determinar si tu tornillo se ha imantado? **Utiliza** los conocimientos adquiridos en las parte A, B y C para determinarlo.

3. )Podrías lograr que tu electroimán recogiera y soltara presillas? )Cómo?

**Discute** con tus compañeros y lleguen a un procedimiento de consenso.

4. **Experimenta** con tu electroimán para conocer su funcionamiento.

**Preguntas de discusión (Parte D):**

1. Define lo que entiendes por un electroimán.

2. Explica cómo se construye un electroimán.

3. )Cómo se puede determinar dónde se encuentran los polos de un electroimán?

4.)Cómo se puede lograr invertir los polos del electroimán?

**Asignación**

Consigue información sobre los usos que le damos hoy en día al electroimán.

Presenta un proyecto donde ilustres estos usos. Explica a tus compañeros los

beneficios que hemos derivado de esos usos.