

## Guía de estudio 4° medio (Electromagnetismo)

Nombre del estudiante:

Objetivos:

- **Reconocer la relación que existe entre campos magnéticos y corrientes eléctricas.**
- **Establecer expresiones matemáticas para determinar la intensidad de campo magnético y la fuerza magnética.**

### Contexto Histórico

Las primeras observaciones de fenómenos magnéticos son muy antiguas. Se cree que fueron realizadas por los griegos en una ciudad de Asia menor, denominada Magnesia.

Encontraron que en tal región existían ciertas piedras que eran capaces de atraer trozos de hierro. En la actualidad se sabe que dichas “piedras” están constituidas por óxido de hierro (magnetita); y se denominan imanes naturales. El término magnetismo se usó entonces para designar el conjunto de las propiedades de estos cuerpos, en virtud del nombre de la ciudad donde fueron descubiertos.

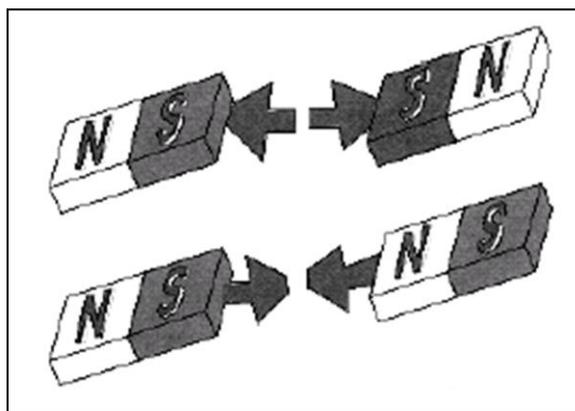
Se observó que un trozo de hierro colocado cerca de un imán natural, adquiriría sus mismas propiedades. De esta manera fue posible obtener imanes “no naturales” (artificiales) de varias formas y tamaños, utilizando trozos o barras de hierro con formas y tamaños diversos.

El magnetismo es una propiedad de la carga en movimiento y está estrechamente relacionado con el fenómeno eléctrico. De acuerdo con la teoría clásica, los átomos individuales de una sustancia magnética son, en efecto imanes con los polos norte y sur.

La polarización magnética de los átomos se basa principalmente en el espín de los electrones y se debe, sólo en parte, a sus movimientos orbitales alrededor del núcleo.

Los átomos en un material magnético están agrupados en microscópicas regiones magnéticas conocidas como dominios. Se piensa que todos los átomos dentro de un dominio están polarizados magnéticamente a lo largo de un eje cristalino. En un material no magnetizado, estos dominios se orientan en direcciones al azar y si un gran número de dominios se orientan en la misma dirección, el material mostrará fuertes propiedades magnéticas.

Todo imán tiene dos polos; el **polo norte** magnético (N) y el **polo sur** magnético (S). Entre estos polos se cumple la misma relación que entre las cargas eléctricas: **polos del mismo nombre se repelen y polos de distinto nombre se atraen**. Además cada vez que un imán se divide, de los trozos resultan nuevos imanes, cada uno con un polo norte y un polo sur. Por lo tanto un imán no puede tener un único polo.



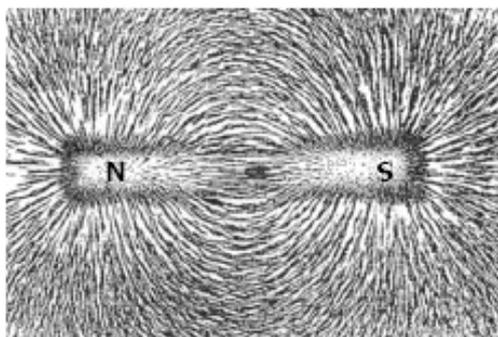
En general cuando un cuerpo magnético se acerca a otro material tiende a producirse un reordenamiento de los momentos magnéticos de los átomos del material. Sin embargo, la respuesta depende del tipo de material. Un material ferromagnético que permanezca durante un cierto tiempo junto a un imán, adquiere propiedades magnéticas y se transforma en un imán y el material se dice magnetizado o imantado. El acero es un material que, después de ser imantado, mantiene las propiedades magnéticas durante largo tiempo. La tabla siguiente muestra una clasificación de materiales en relación a como se comportan en presencia de cuerpo magnético.

Tipo de material	Características	Comportamiento	Ejemplos
<b>Ferromagnéticos</b>	Son atraídos por un imán	Reordenamiento y alineación de los momentos magnéticos de los átomos	Hierro y sus aleaciones con Cobalto, Níquel y Aluminio
<b>Paramagnéticos</b>	Son atraídos débilmente por un imán	La alineación de los momentos magnéticos es mínima	Platino, Aluminio, Calcio Sodio y Tungsteno
<b>Diamagnéticos</b>	No son atraídos por un imán natural, e incluso pueden ser repelidos por él	Alineación de los momentos es nula o contraria a la dirección del momento del material magnético	Mercurio, Plata, Oro, Cobre, Plomo y Silicio

### CAMPO MAGNÉTICO

Un imán genera en su entorno un campo magnético que es el espacio perturbado por la presencia del imán. El campo magnético se representa por líneas **de campo magnético que van desde el polo norte hacia el polo sur**, la magnitud del campo es máxima en los polos y disminuye al alejarse de ellos y del imán. Es a través del campo magnético que el imán puede ejercer fuerzas sobre otros cuerpos.

En la figura se muestra el campo magnético de un imán de barra. Observe que *las líneas de campo son continuas y cerradas*, de acuerdo al hecho que no existen las cargas magnéticas.

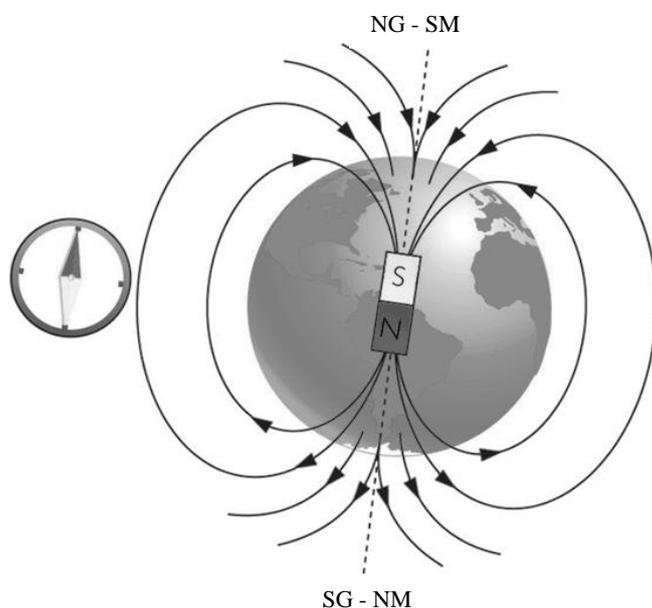


Un poderoso campo magnético rodea a la Tierra, como si el planeta tuviera un enorme imán en su interior y cuyos polos magnéticos no coinciden con los polos geográficos de su eje. Esto se produce porque las posiciones de los polos magnéticos no son constantes y muestran notables cambios de año en año. El magnetismo de la Tierra es el resultado del movimiento que se produce dentro de ella.

La teoría sugiere que el núcleo de hierro es líquido (*excepto en el mismo centro, donde la presión solidifica el núcleo*) y que las corrientes de convección, que se producen dentro del mismo, crean un gigantesco campo magnético.

La orientación del campo magnético se ha desplazado a través del tiempo con respecto a los continentes, pero se cree que el eje sobre el que gira la Tierra ha sido siempre el mismo.

Mediante estudios realizados en rocas, y en las anomalías magnéticas de las cuencas de los océanos, se ha calculado que el campo magnético ha invertido su polaridad alrededor de 170 veces en los últimos 100 millones de años. Esto se ha podido realizar a partir de los *isótopos radiactivos* de las rocas.

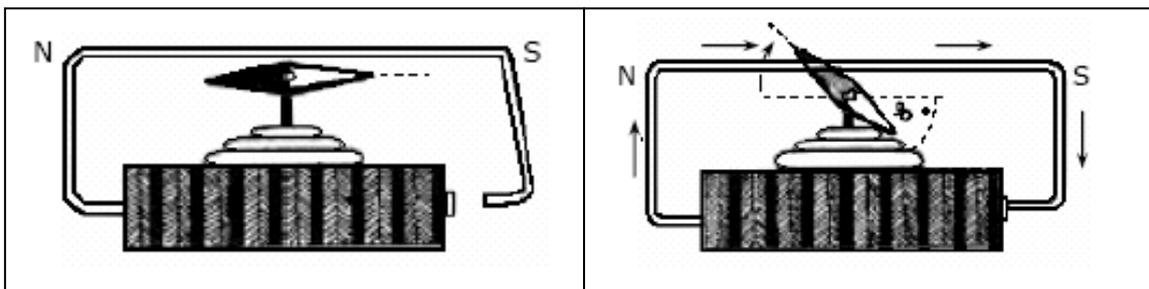


*El polo norte geográfico (NG) corresponde al sur magnético (SM) y el polo sur geográfico (SG) corresponde al norte magnético (NM)*

## El experimento de Hans Christian Oersted

En 1820, mientras trabajaba en su laboratorio, Oersted montó un circuito eléctrico, y colocó cerca una aguja magnética. Al no haber corriente en el circuito (circuito abierto), la aguja magnética se orientaba en la dirección Norte – Sur, como ya sabemos. El montaje que se presenta en la figura es similar al que hizo Oersted. Observe que una de las ramas del circuito debe colocarse en forma paralela a la aguja, es decir, también se debe orientar en la dirección Norte-Sur.

Al establecer una corriente en el circuito, Oersted observó que la aguja magnética se desviaba, tendiendo a orientarse en dirección perpendicular al conductor. Al interrumpir el paso de la corriente, la aguja volvía a su posición inicial, en la dirección N-S. Estas observaciones realizadas por Oersted demostraron que una corriente eléctrica podía actuar como si fuese un imán, originando desviaciones en una aguja magnética. Así se observó por primera vez que existe una relación estrecha entre la electricidad y el magnetismo: **una corriente eléctrica es capaz de producir efectos magnéticos.**



Al darse cuenta de la importancia de su descubrimiento, Oersted divulgó el resultado de sus investigaciones, que inmediatamente trajeron la atención de importantes científicos de la época. Algunos de ellos comenzaron a trabajar en investigaciones relacionadas con el fenómeno, entre los cuales destaca el trabajo de Ampere. En poco tiempo, gracias a dichas investigaciones, se comprobó que todo fenómeno magnético era producido por corrientes eléctricas; es decir, se lograba, de manera definitiva, la unificación del magnetismo y la electricidad, originando la rama de la Física que actualmente conocemos como **Electromagnetismo**.

### El hecho básico del electromagnetismo

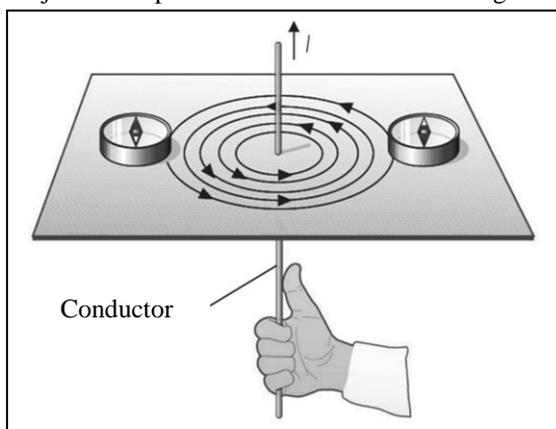
Como resultado de los estudios que acabamos de citar fue posible establecer el principio básico de todos los fenómenos magnéticos: *cuando cargas eléctricas están en movimiento, entre ellas surge una fuerza que se denomina fuerza magnética.*

Ya sabemos que cuando dos cargas eléctricas se encuentran en reposo, entre ellas existe una fuerza denominada electrostática, la cual estudiamos en la unidad de electrostática (ley de Coulomb). Cuando las dos cargas están moviéndose, además de la fuerza electrostática o eléctrica, surge entre ellas una nueva interacción, la **fuerza magnética**.

Todas las manifestaciones de fenómenos magnéticos se pueden explicar mediante esta fuerza existente entre cargas eléctricas en movimiento. De manera que la desviación en la aguja del experimento de Oersted, se debió a la existencia de dicha fuerza; también esta es la responsable de la orientación de la aguja magnética en la dirección N – S; la atracción y repulsión entre los polos de los imanes es incluso una consecuencia de esta fuerza magnética, etc. Como vimos en un comienzo, en la estructura atómica de un imán existen cargas en movimiento que originan las propiedades magnéticas que presenta.

### Campo magnético de un alambre recto y largo

Un sencillo experimento realizado por Hans Oersted en 1820 demuestra con claridad que un conductor que transporta corriente produce un campo magnético. En este experimento, se colocan varias agujas de brújula en un plano horizontal cerca de un largo alambre vertical, como en la siguiente figura.



Cuando no hay corriente en el alambre, todas las agujas apuntan en la misma dirección. Sin embargo, cuando el alambre transporta una corriente constante e intensa, todas las agujas se desvían en direcciones tangentes al círculo. Estas observaciones muestran que la dirección de  $B$  (el campo magnético) es congruente con la conveniente regla siguiente: “si se sujeta el alambre con la mano derecha, con el pulgar en el sentido de la corriente, los dedos se curvan en la dirección de  $B$ , esta es la regla de la mano derecha”

Cuando la corriente se invierte, también lo hacen las agujas de la figura anterior. Puesto que las agujas apuntan en la dirección de B, se deduce que las líneas de B forman círculos en torno al alambre. Por simetría, la magnitud de B es la misma en todos los puntos de una trayectoria circular centrada en el alambre y que yace en un plano perpendicular al mismo. Si se modifica la corriente y la distancia respecto al alambre, se encuentra que la intensidad de B es proporcional a la corriente (I) e inversamente proporcional a la distancia respecto al alambre. Poco después del descubrimiento de Oersted, los científicos dedujeron una expresión de la intensidad del campo magnético debido a la corriente que pasa por un alambre recto y largo. La intensidad del campo magnético a una distancia (r) de un alambre que conduce la corriente I es

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \times I}{2\pi r}$$

Este resultado muestra que la magnitud del campo magnético es proporcional a la corriente y disminuye con la distancia respecto al alambre, como uno esperaría intuitivamente que fuese. La constante de proporcionalidad  $\mu_0$ , llamada **permeabilidad del espacio libre**, tiene por definición el valor siguiente:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (T m/A)}$$

**Aplica:**

Un hilo largo y recto es recorrido por una corriente eléctrica constante. La intensidad del campo magnético producido por la corriente a 5 cm del hilo es B. La intensidad del campo magnético a 10 cm de ese hilo será

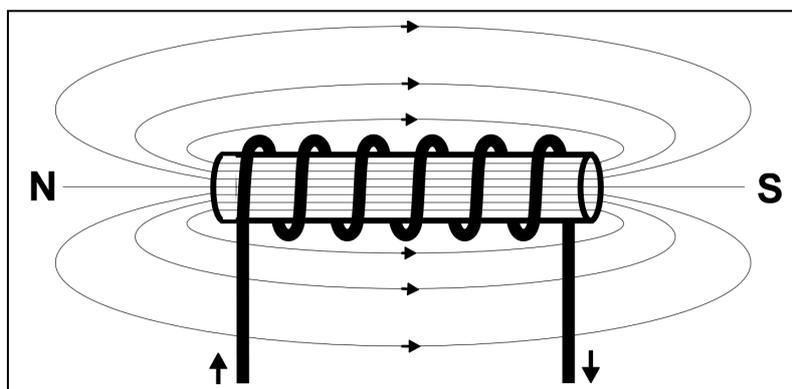
- A) B/4
  - B) B/2
  - C) B
  - D) 2B
  - E) 4B
- ¿Por qué?

Justifica:

**Campo Magnético de un solenoide**

Un solenoide es un conductor en forma de espira tal que cuando pasa una corriente I a través de él se forma un campo magnético como lo indica la figura. La intensidad del campo magnético en su interior es directamente proporcional a la intensidad de corriente (I) y al número de espiras (n) que tenga el solenoide, a este elemento también se le conoce con el nombre de **electroimán**.

$$\vec{B} = \mu_0 I n$$



**Resuelve:**

- 1. Un imán permanente, cuyos polos norte y sur están indicados en la figura, se ha dividido en tres partes iguales, 1, 2 y 3. Es correcto afirmar que:**



- A) La parte 1 tendrá dos polos norte, porque su extremo derecho quedará muy cercano al polo norte original.
- B) La parte 2 estará constituida por un polo norte a la derecha y un polo sur a la izquierda.
- C) La parte 3 tendrá solo un polo sur, a la derecha, ya que no es posible la formación de un nuevo polo cuando el imán se corta.
- D) Cada parte constituirá un nuevo imán independiente, y los polos norte y sur se alternarán.
- E) Las partes 1 y 3 forman dos nuevos imanes, pero no la parte 2.

- 2. Una persona tiene en sus manos dos barras de hierro idénticas, una de las cuales es un imán y la otra un pedazo de hierro no imantado. Como la persona no sabe cuál es el imán, para determinarlo puede**

- I. acercar una brújula a cada hierro, cuando la aguja se desvíe estará en presencia de un imán
- II. acercar cada barra a un objeto de hierro no imantado, la que lo atraiga es un imán.
- III. suspender cada barra por su centro y la que es un imán se orientará en la dirección norte - sur.

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo I y II
- E) I, II y III

- 3. Un astronauta que desciende en la Luna, determina que no existe campo magnético en su superficie. Es correcto afirmar:**

- I. No puede utilizar una brújula para guiarse.
- II. Si él lleva un imán, éste no atraerá objetos de hierro de la superficie.
- III. Al acercar dos imanes en la superficie lunar, éstos no se atraerán ni se repelerán.

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo I y II
- E) I, II y III

- 4. El polo sur magnético de la tierra se encuentra aproximadamente en**

- A) el sur de la tierra
- B) el norte de la tierra
- C) el centro de la tierra
- D) el ecuador
- E) la Antártida.

- 5. La afirmación "Región alrededor de un imán en la cual actúa una fuerza magnética" se refiere a:**

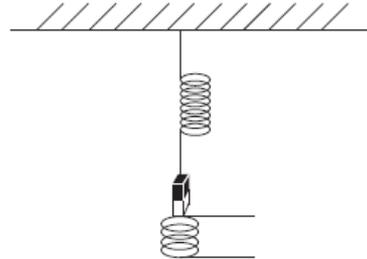
- A) Polo magnético
- B) Campo magnético
- C) Transformador
- D) Electroimán
- E) Imán

6. Si por un conductor circula corriente eléctrica, a su alrededor se forma

- A) una diferencia de potencial eléctrico
- B) una fuerza eléctrica
- C) un campo gravitatorio
- D) un campo magnético
- E) nada

7. Un imán recto se suspende como indica la figura y oscila entrando y saliendo en una bobina. Es correcto afirmar que:

- I. El imán genera un campo magnético.
- II. En la bobina se generan corrientes inducidas.
- III. El sentido de la corriente varía.
- IV. El sentido de la corriente no varía.



- A) Sólo I
- B) Sólo II y III
- C) Sólo II y IV
- D) Sólo I, II y III
- E) Sólo I, II y IV

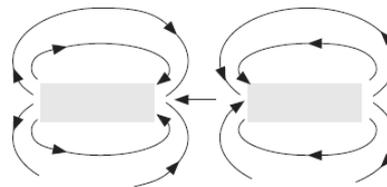
8. En relación al campo magnético representado en la figura, es correcto afirmar que la disposición de los imanes es

- I. 

N	S
S	N
- II. 

N	S
N	S
- III. 

S	N
N	S



- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo I y II
- E) I, II y III

9. Respecto al imán es correcto afirmar

- I. Es un material metálico que tiene la propiedad de atraer a otros metales.
- II. Pueden imantar a los metales que atraen si se les deja durante suficiente tiempo.
- III. Poseen dos polos magnéticos.

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo I y II
- E) I, II y III

10. El campo magnético puede ser representado por líneas de fuerza o líneas de campo, las cuales se caracterizan

- I) porque salen desde el polo norte magnético y se dirigen al polo sur magnético.
- II) son líneas cerradas.
- III) donde hay una mayor concentración de ellas, indican un campo magnético más intenso.

Es (son) verdadera(s)

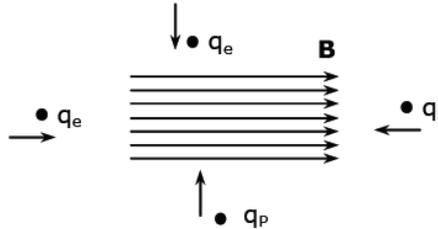
- A) sólo I.
- B) sólo II.
- C) sólo III.
- D) sólo I y II.
- E) I, II y III.

11. La figura muestra un campo magnético uniforme,  $B$ , dirigido hacia la derecha, se dirigen a este campo 4 partículas, dos entran paralela y las otras dos perpendicular al campo. Todas viajan con igual rapidez, dos de las partículas son protones  $q_p$  y las otras dos son electrones  $q_e$ , luego se afirma que

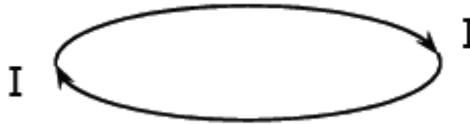
- I) al entrar al campo los dos protones tendrán la misma velocidad.
- II) sólo uno de los electrones experimentará una fuerza debido al campo magnético.
- III) uno de los protones tendrá movimiento rectilíneo uniforme y el otro movimiento circular uniforme.

Es (son) verdadera(s)

- A) sólo I.
- B) sólo II.
- C) sólo III.
- D) sólo I y II.
- E) I, II y III.



12. Por una espira circular se establece una corriente eléctrica  $I$ , con sentido horario, al respecto es correcto decir que



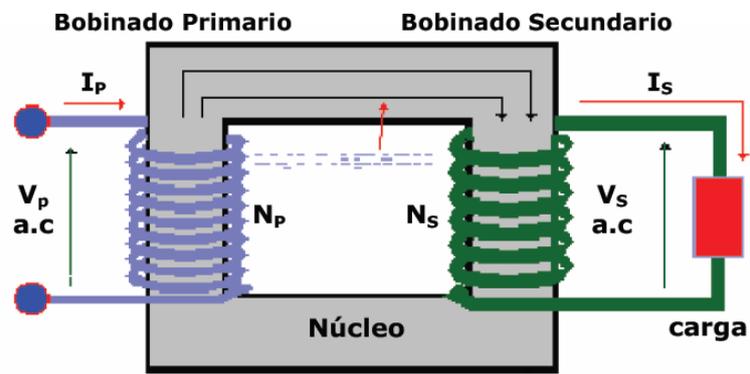
- A) a través del círculo no hay un campo magnético.
- B) sólo existe un campo magnético fuera del círculo.
- C) sólo si varía la intensidad de corriente en la espira se creará un campo magnético.
- D) se crea un campo magnético de tal forma que la cara superior del círculo es un polo sur.
- E) sólo si se introduce un imán en la espira aparecerá un campo magnético.

### Transformadores

Existen muchos tipos de transformadores los que podemos encontrar en el tendido eléctrico o en una subestación eléctrica. También para cargar un teléfono celular o dentro de los artefactos eléctricos. La función principal de un transformador es cambiar la magnitud de un voltaje alterno en otra magnitud. Un transformador se puede construir en base a dos bobinas. Una de ellas es llamada primaria y la otra secundaria. En la figura 8 se muestra un esquema de un transformador. Existe una relación entre el voltaje primario y el voltaje inducido o secundario:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

$V_p$  es el voltaje primario,  $V_s$  es el voltaje inducido,  $I_p$  es la corriente en el primario,  $I_s$  es la corriente en el secundario,  $N_p$  es el número de vueltas de la bobina primaria y  $N_s$  el número de vueltas de la bobina secundaria.



**Resuelve:**

Un transformador tiene 2.500 vueltas de espira en el primario y 50 vueltas en el secundario, si este transformador es conectado a la red eléctrica de 220 V, entregará a la salida un voltaje de

- A) 220 V
- B) 110 V
- C) 50 V
- D) 8 V
- E) 4,4 V