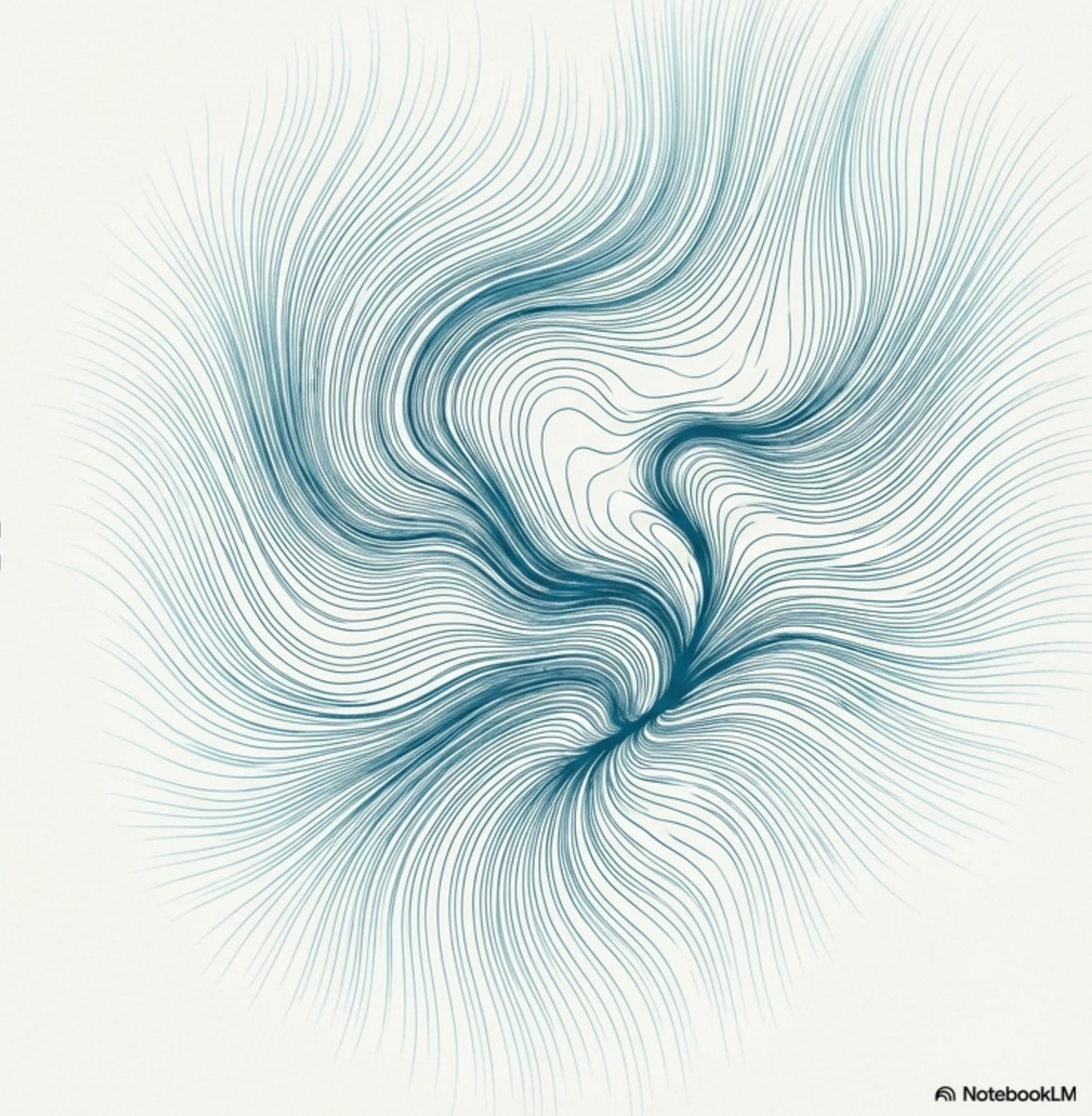


Campo Magnético: La Fuerza Invisible

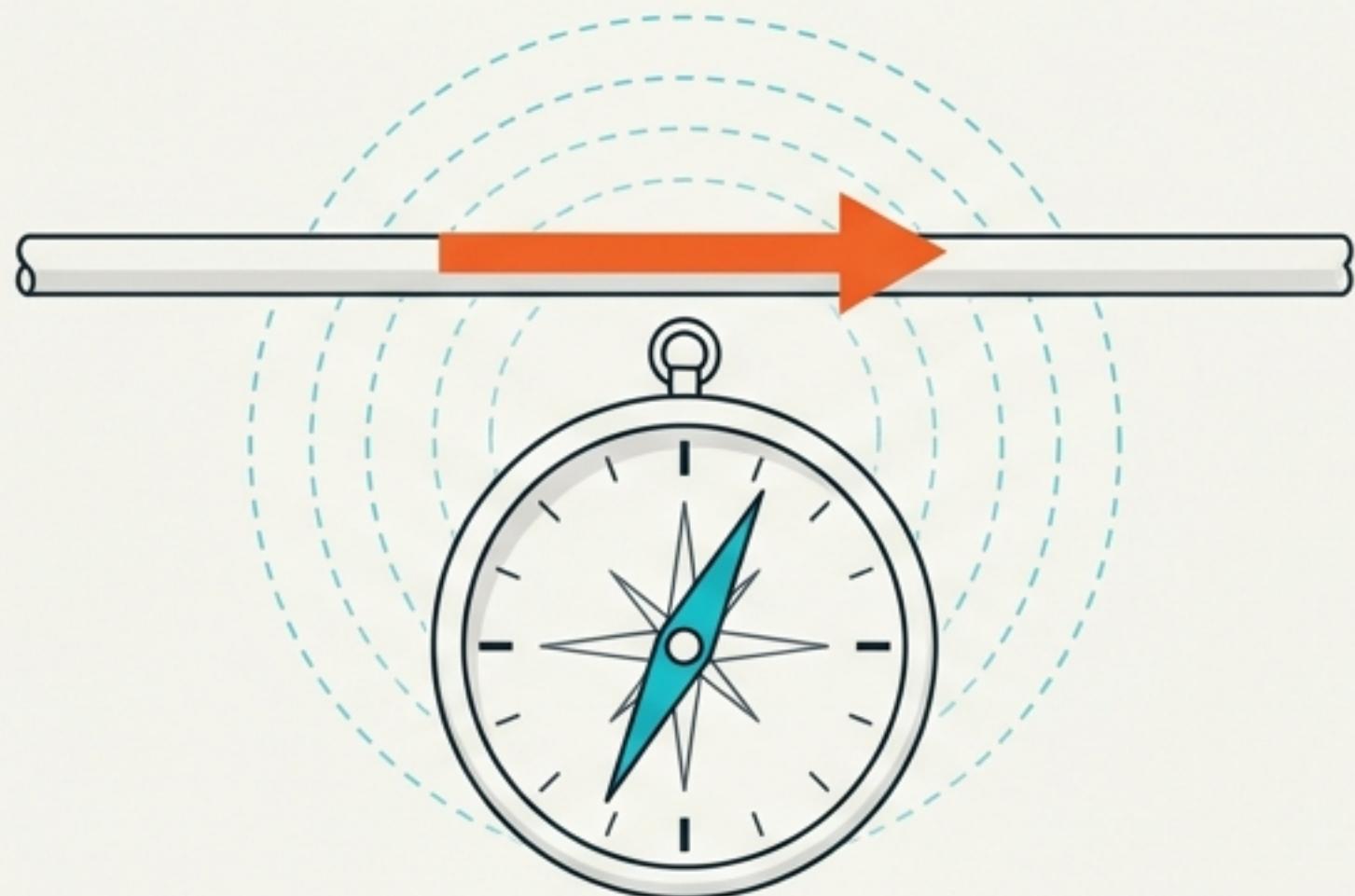
Interacción Electromagnética II | Física 2º
Bachillerato

Una exploración de la fuerza que mueve desde la aguja de una brújula hasta las partículas subatómicas. Un viaje desde el fenómeno observable hasta la tecnología que domina la energía moderna.



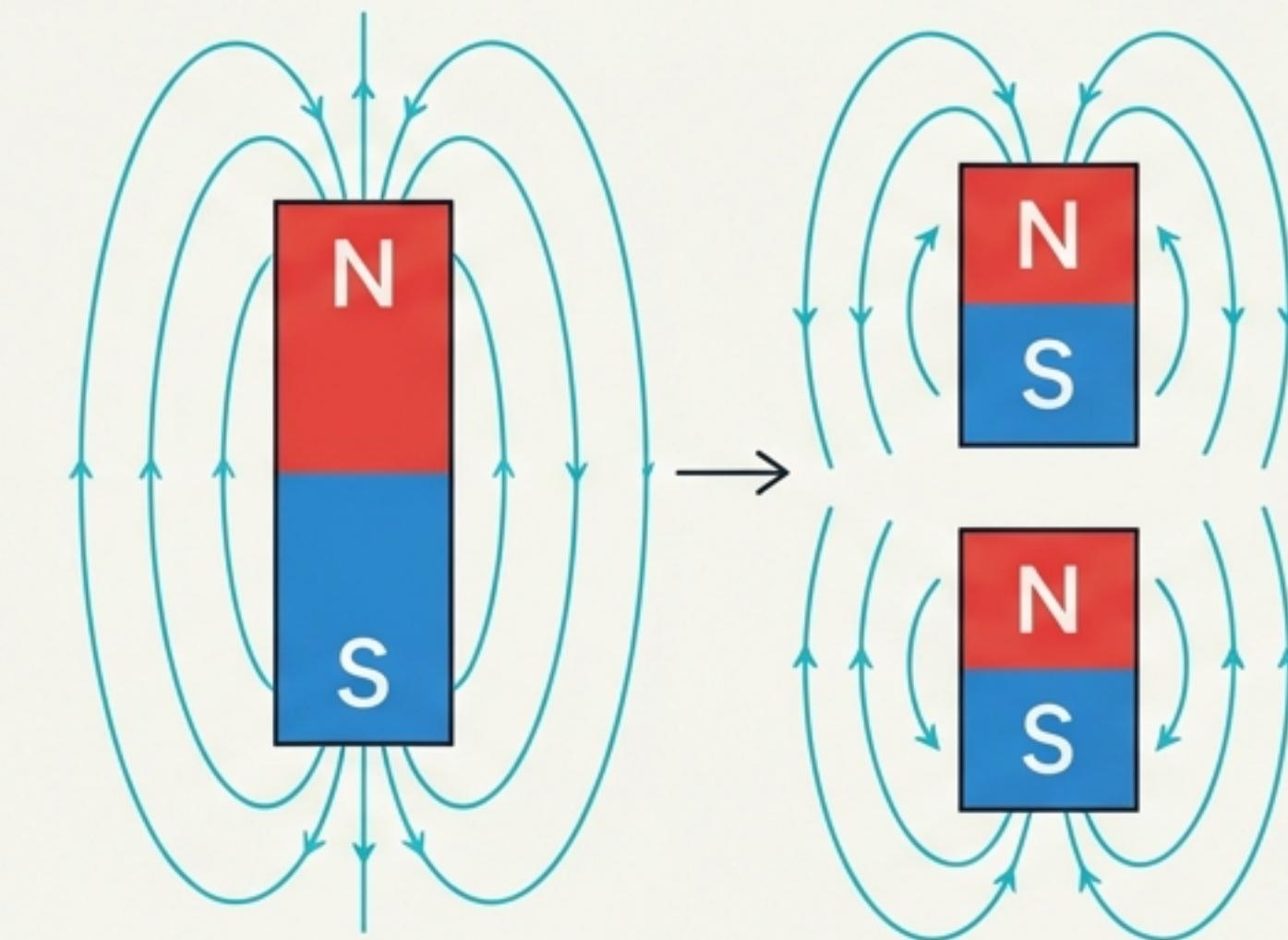
El Vínculo Perdido: Electricidad en Movimiento

El Experimento de Oersted (1819)



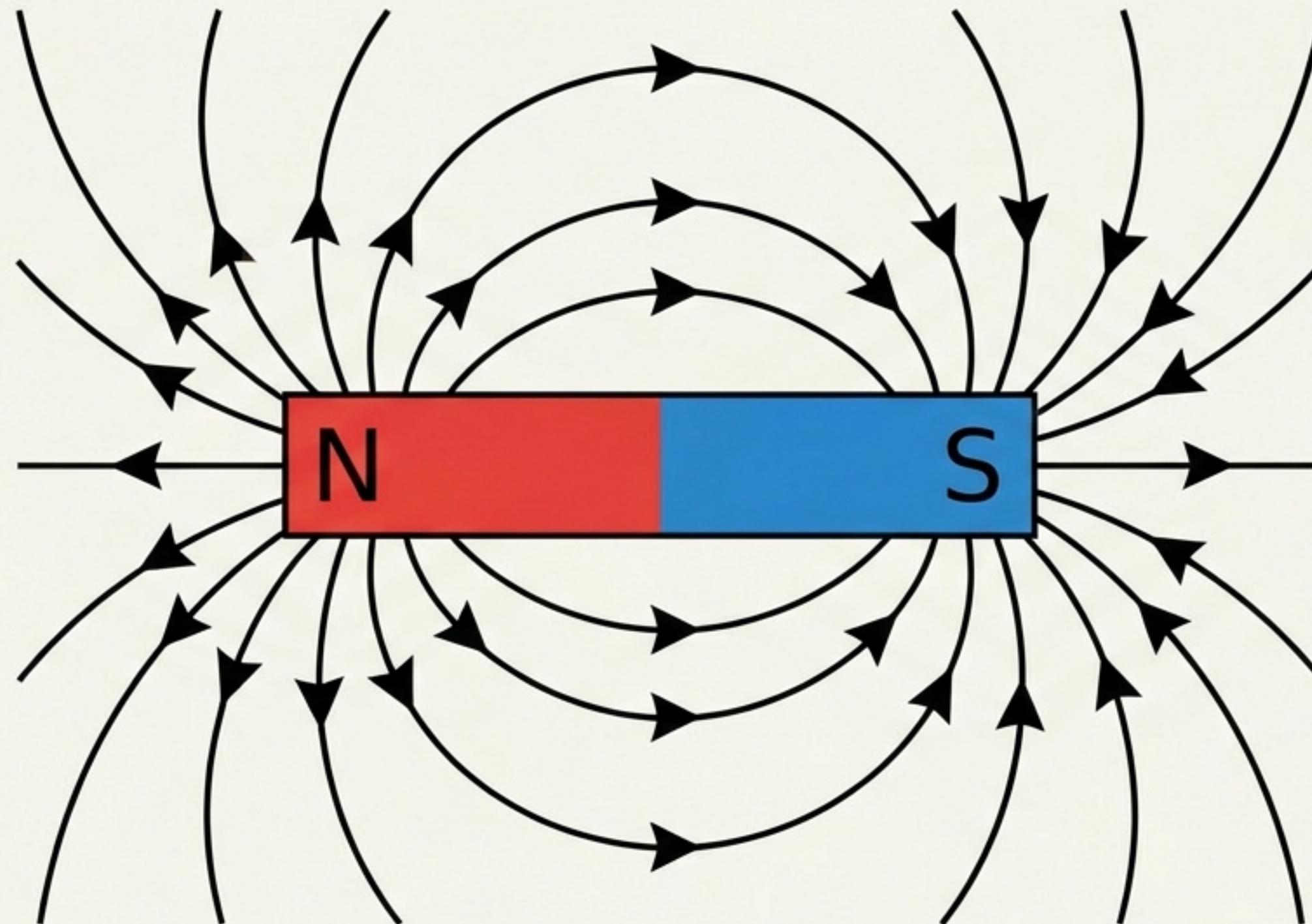
Hans Christian Oersted descubrió que una corriente eléctrica desvía una brújula. Conclusión:
El magnetismo es electricidad en movimiento.

Dipolos Inseparables



No existen los monopolos magnéticos. Un imán siempre posee Polo Norte y Polo Sur. Al dividirlo, se crean nuevos dipolos.

El Vector Inducción Magnética (\vec{B})



Definición y Propiedades

El campo magnético \vec{B} es una magnitud vectorial que permea el espacio.

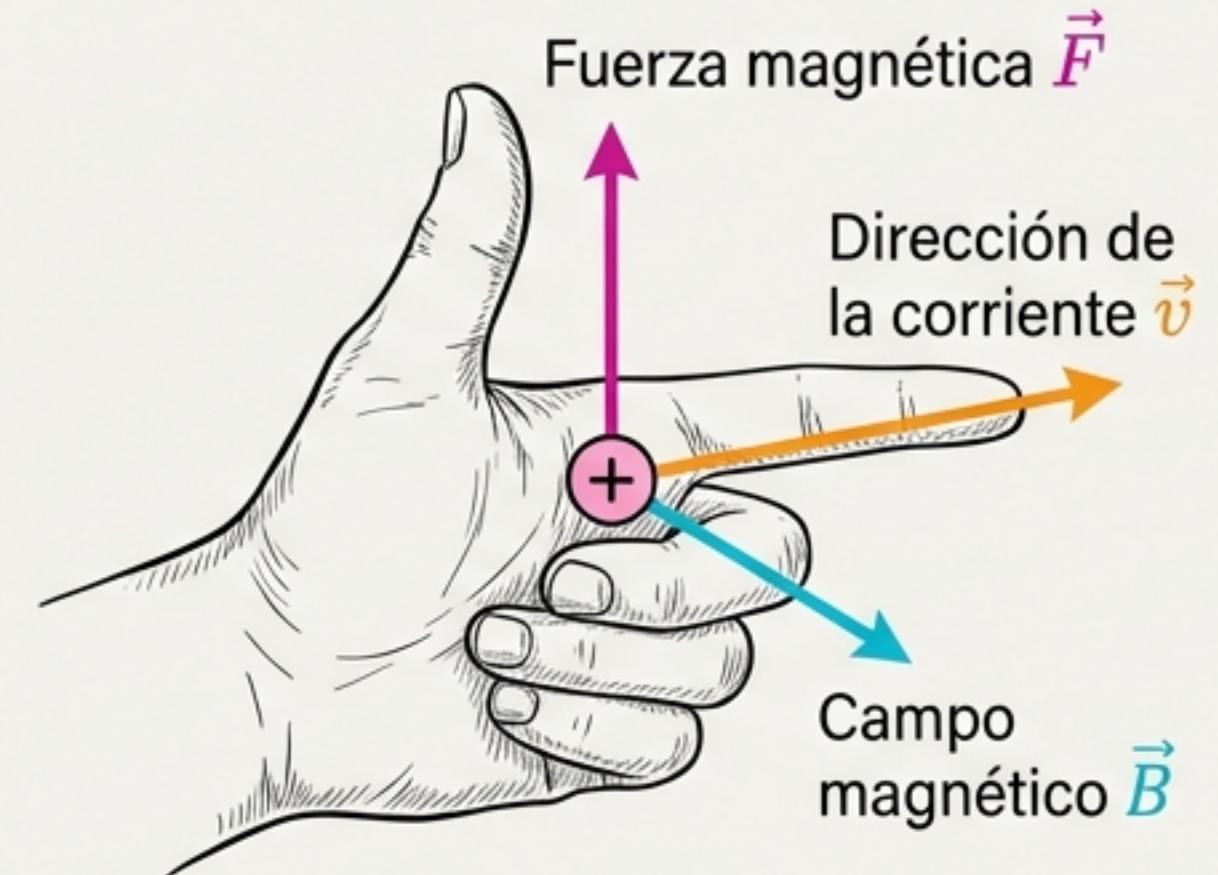
- **Unidad SI:** Tesla (T). Es una unidad muy grande.
- **Unidad CGS:** Gauss (G).
 $1 G = 10^{-4} T$.
- **Líneas de Fuerza:** Son curvas cerradas. Salen del Norte, entran al Sur.
- **Notación 2D:**
 - Saliente (•)
 - ⊗ Entrante (x)

La Danza de las Partículas: Fuerza sobre Carga Móvil

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

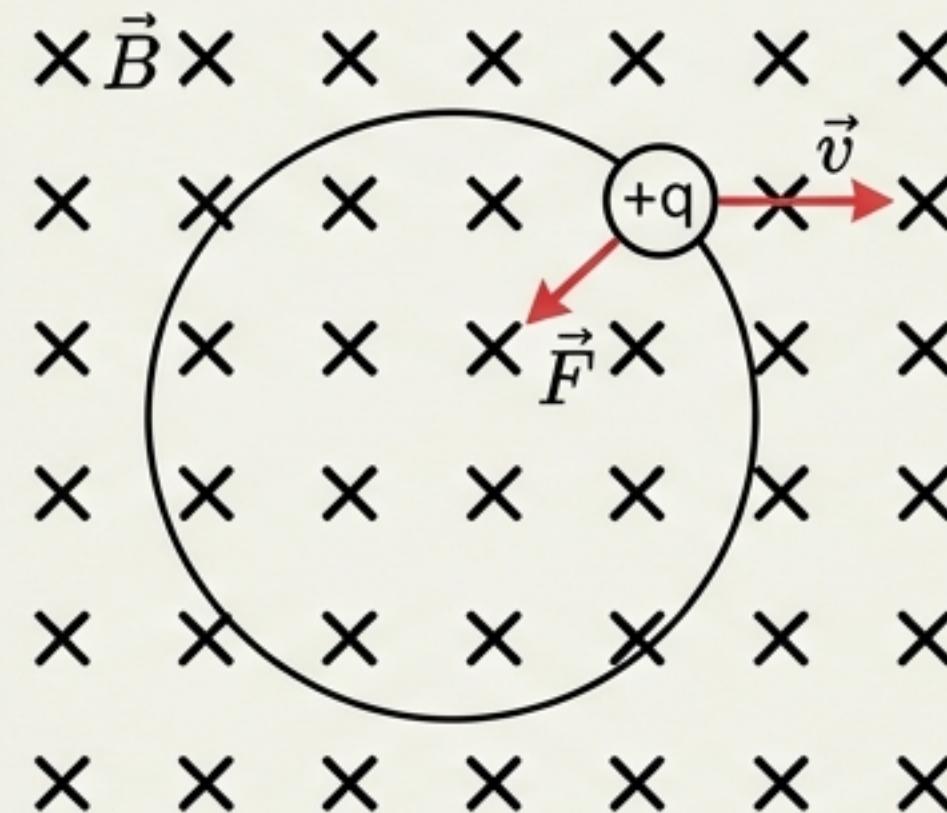
Un campo magnético no afecta a una carga en reposo ($v = 0$). La fuerza depende del ángulo α entre velocidad y campo:

- **Fuerza Máxima:** Si $\vec{v} \perp \vec{B}$ ($\alpha = 90^\circ$) $\rightarrow \vec{F} = qvB$
- **Fuerza Nula:** Si $\vec{v} \parallel \vec{B}$ ($\alpha = 0^\circ$) $\rightarrow \vec{F} = 0$



Geometría del Movimiento

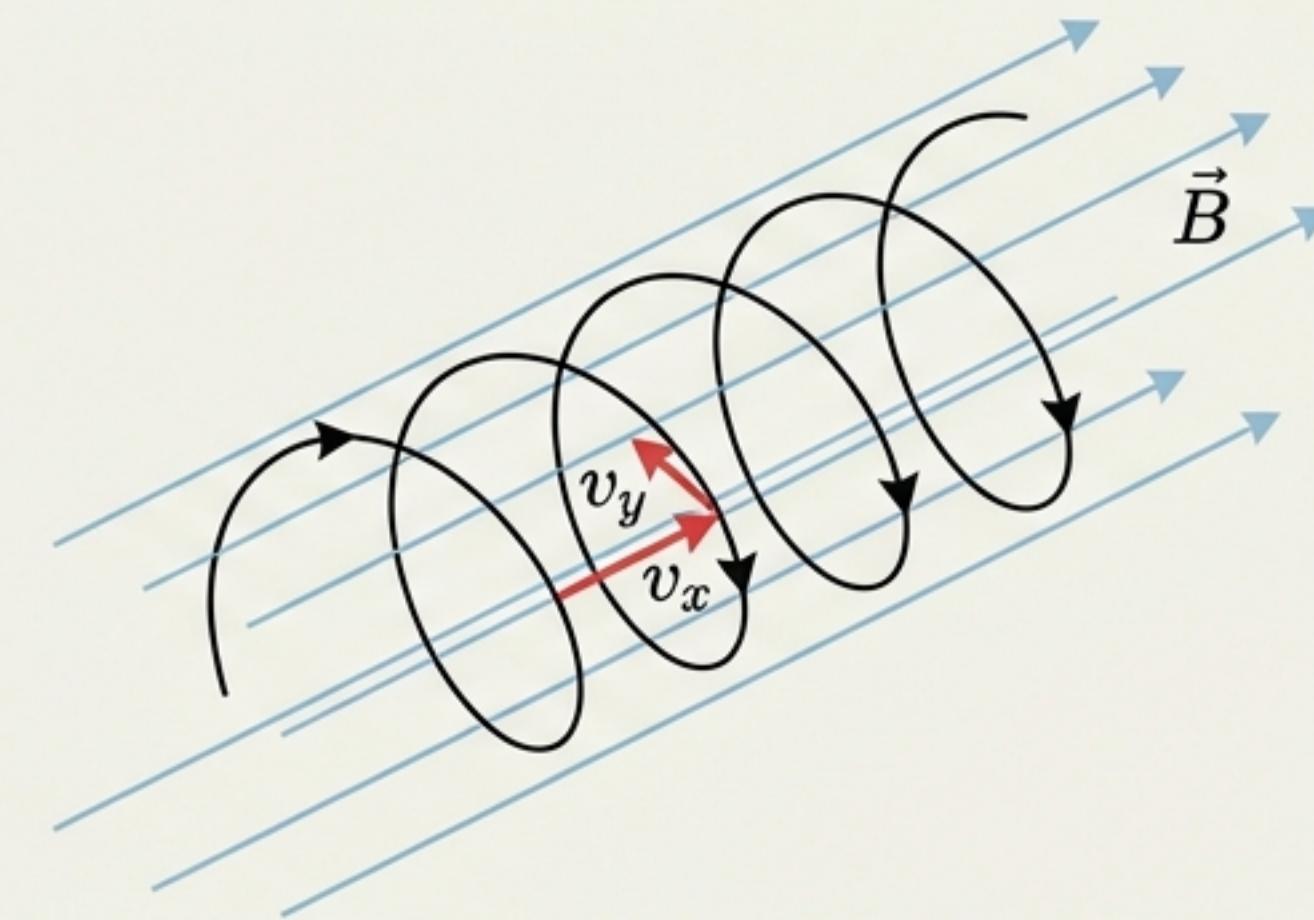
Entrada Perpendicular ($\alpha = 90^\circ$):
Movimiento Circular Uniforme.



$$R = \frac{mv}{qB}$$

La fuerza magnética actúa como fuerza centrípeta.

Entrada Oblicua: Movimiento Helicoidal.



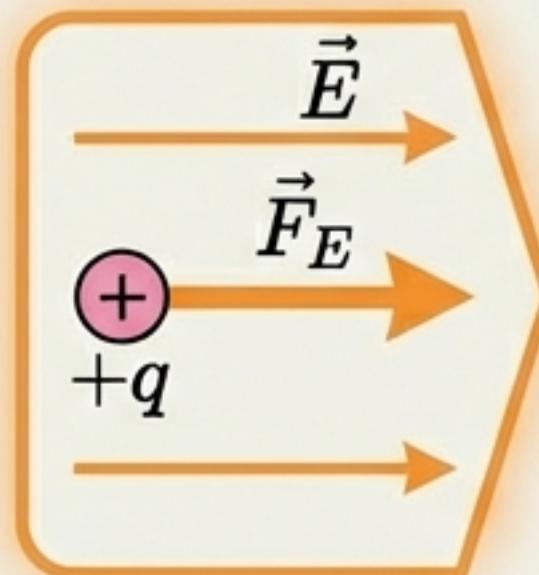
La componente paralela de la velocidad (v_x) mantiene el avance constante. La componente perpendicular (v_y) genera el giro.

Ley de Lorentz Generalizada

$$\vec{F}_{total} = q\vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B})$$

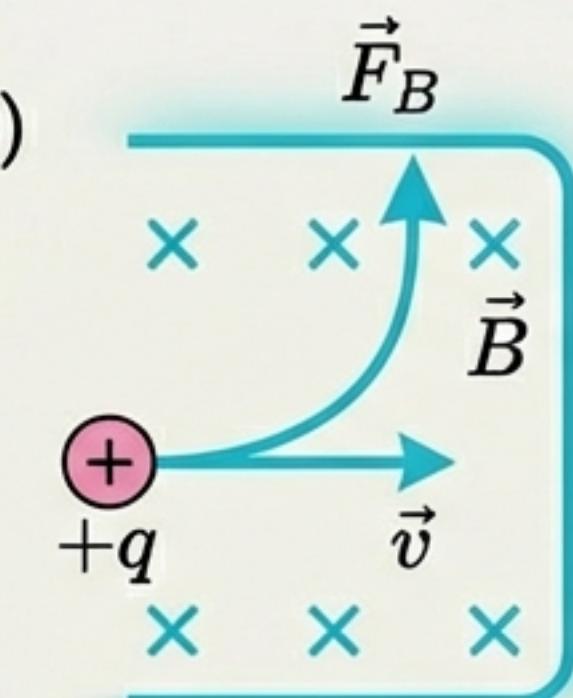
Campo Eléctrico \vec{E}

- Realiza trabajo ($W \neq 0$).
- Cambia la energía cinética (acelera o frena la partícula).
- Actúa sobre cargas en reposo o movimiento.



Campo Magnético \vec{B}

- No realiza trabajo ($W = 0$) porque $\vec{F} \perp \vec{v}$.
- No cambia la rapidez, solo la dirección (desvía).
- Solo actúa sobre cargas en movimiento.

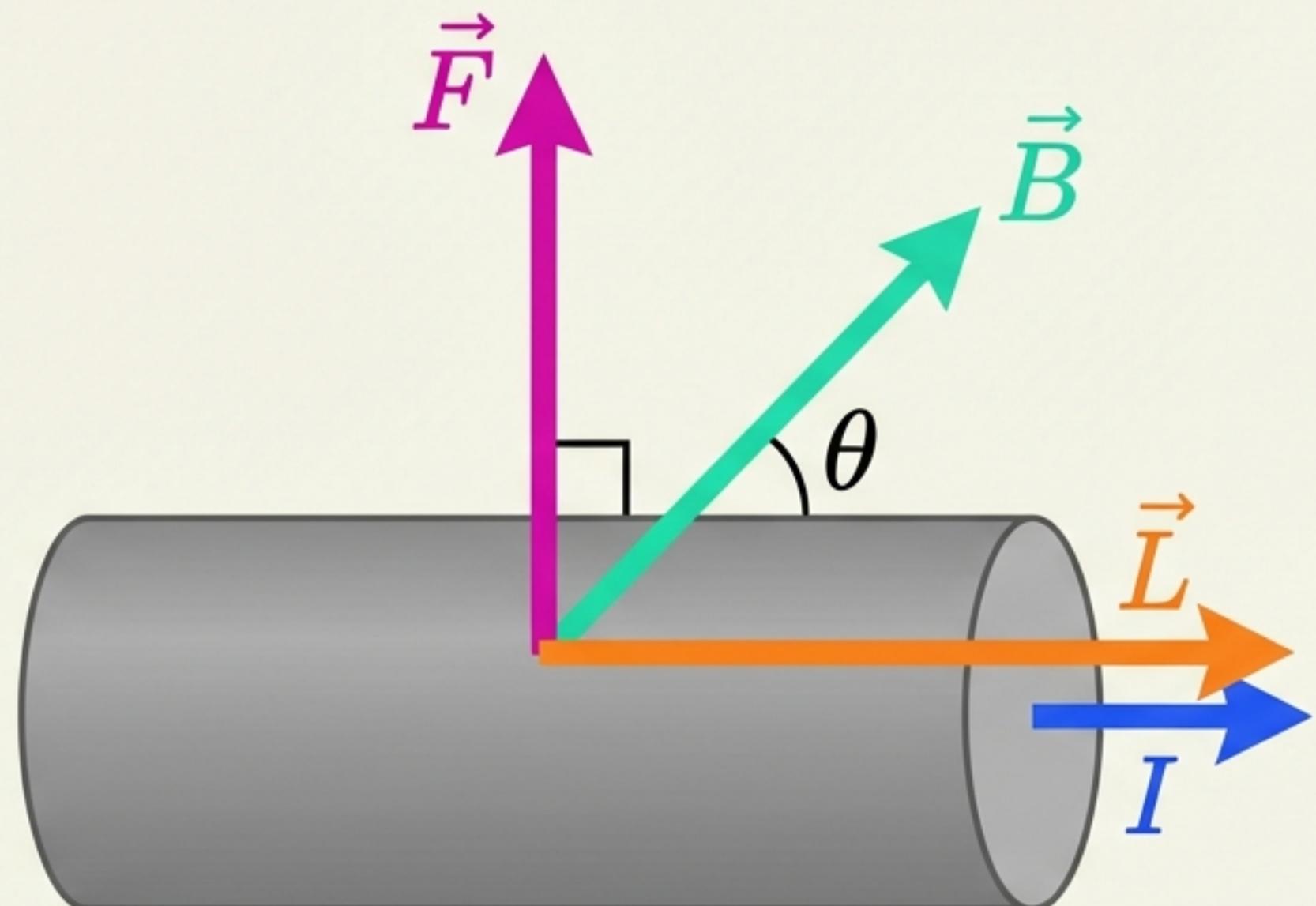


Del Micro al Macro: Fuerza sobre Conductores

Una corriente eléctrica es un río de cargas. La suma de las fuerzas microscópicas sobre cada electrón se convierte en una fuerza mecánica sobre el cable.

$$\vec{F} = I(\vec{L} \times \vec{B})$$

Módulo: $F = ILB \sin \alpha$



El Principio del Motor: Momento sobre una Espira

El Principio del Motor: Momento sobre una Espira

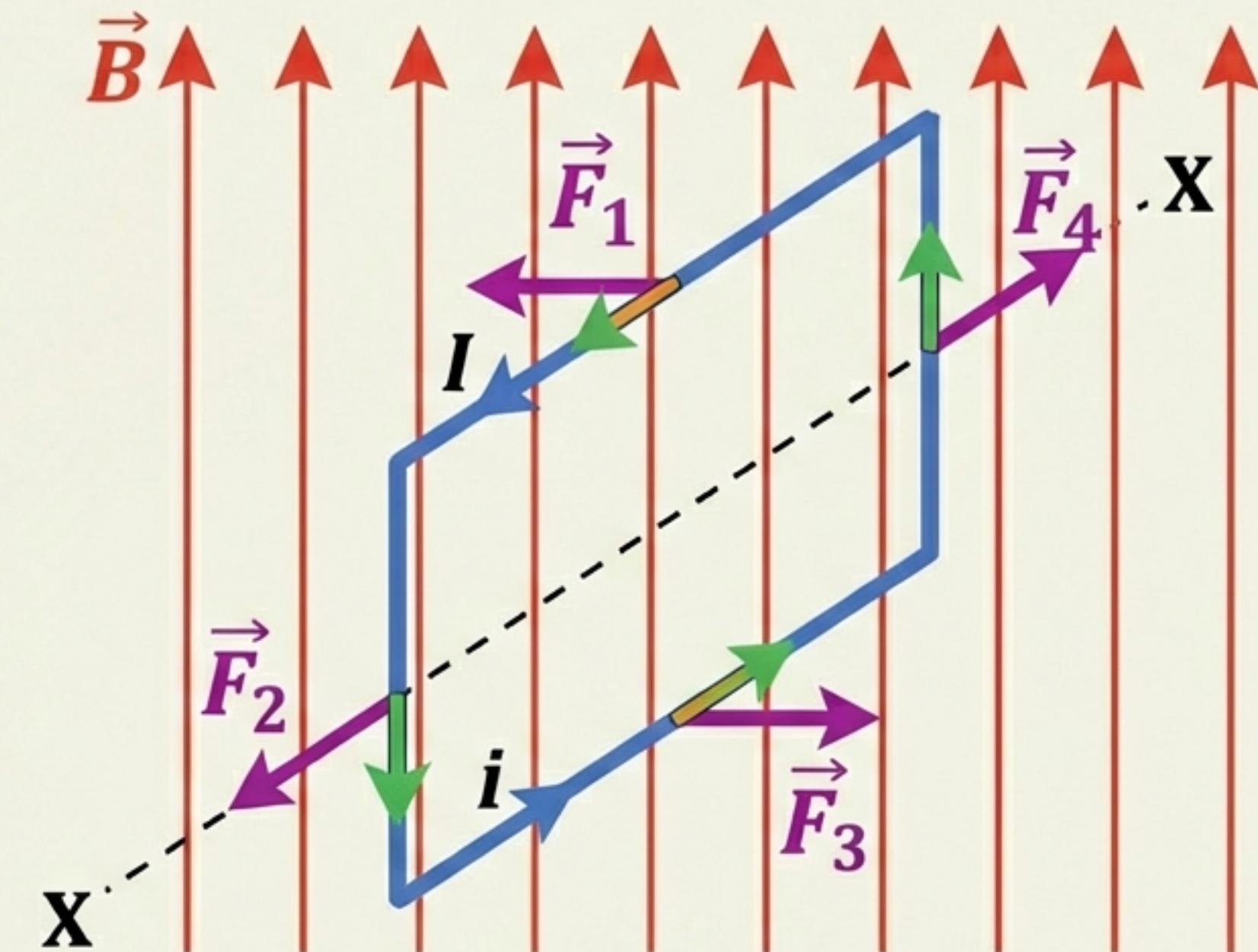
El Par de Fuerzas:

Las fuerzas en los lados opuestos son iguales y opuestas.

No desplazan la espira, pero la hacen girar.

$$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$$

Momento magnético: $\vec{m} = I \cdot \vec{S}$
(Intensidad \times Área).



La Fuente del Campo: Ley de Biot y Savart

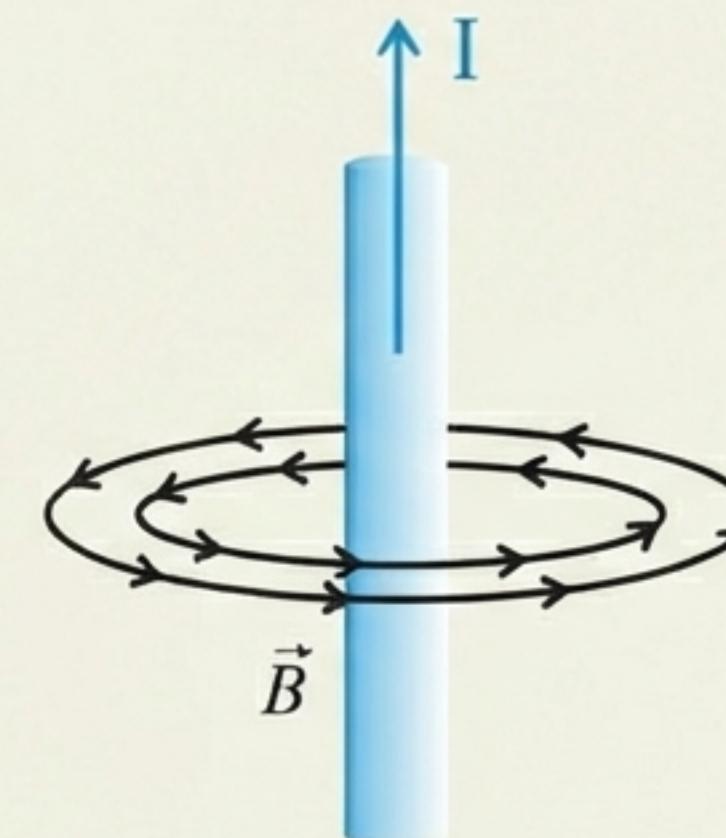
¿Cómo crean campo las cargas?

Teoría

Simétricamente a la fuerza de Lorentz, una carga en movimiento genera un campo magnético a su alrededor.

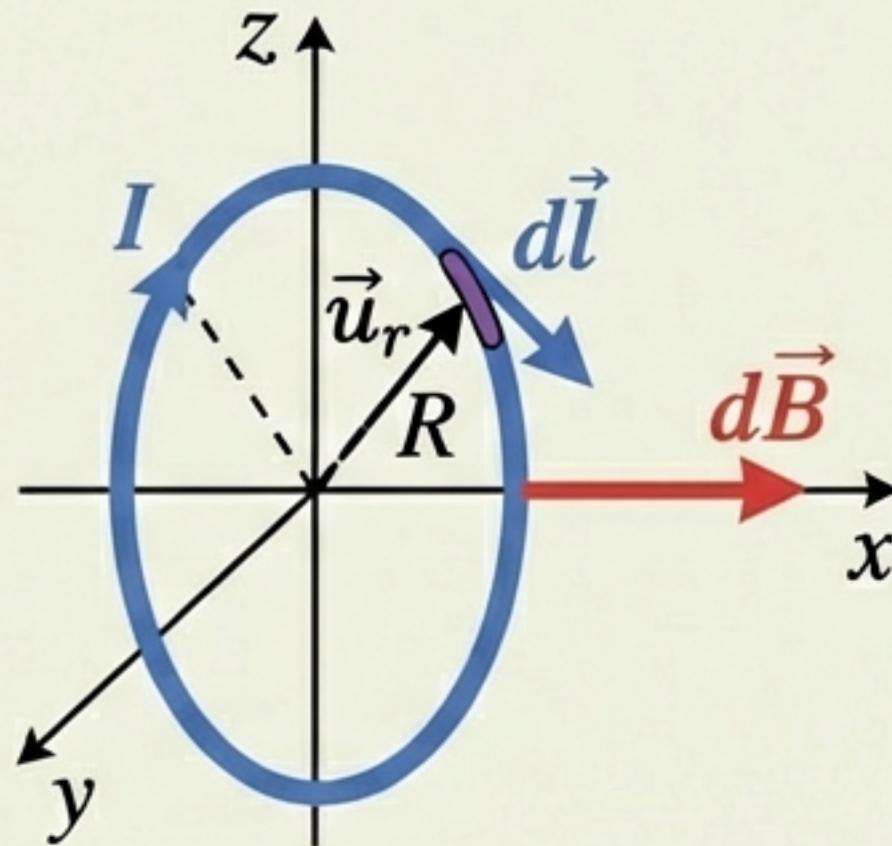
Conductor Rectilíneo

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$



Las líneas de campo son círculos concéntricos.
La intensidad disminuye con la distancia (R).

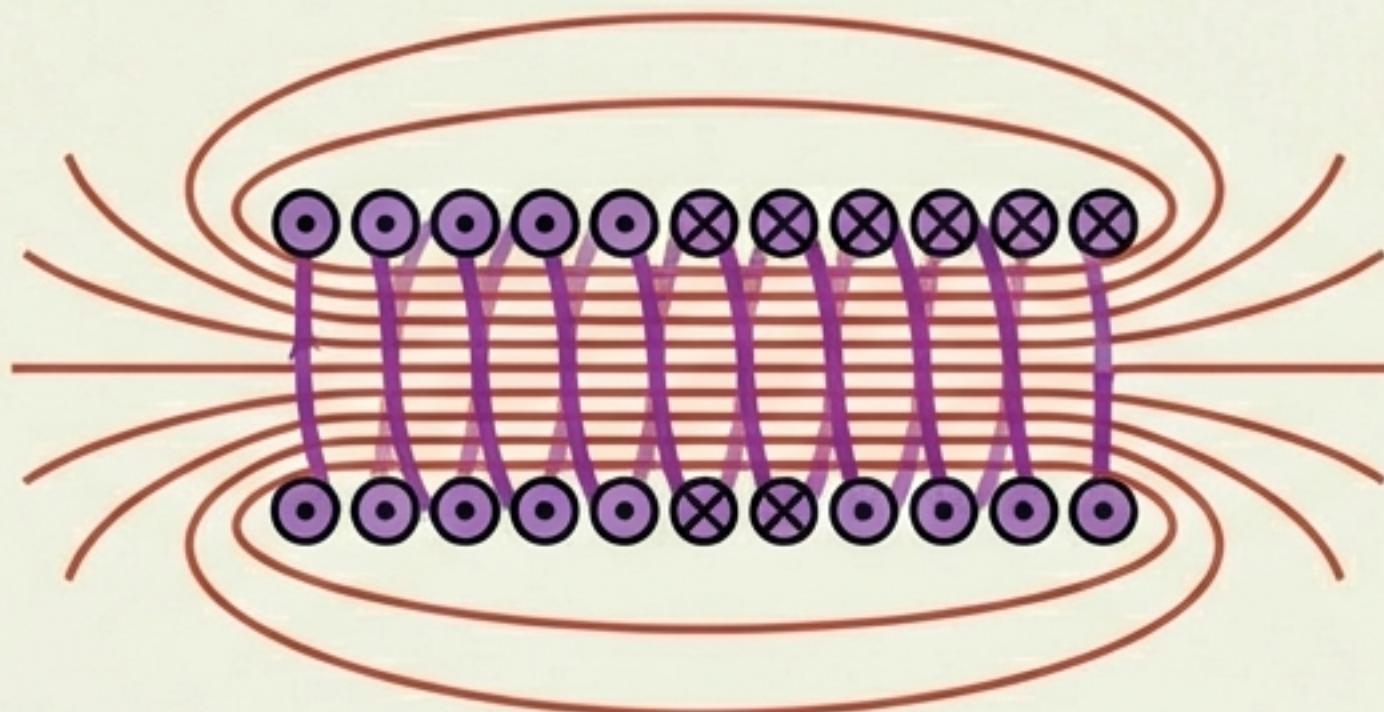
Geometría para Potenciar: Espiras y Solénoides



La Espira:

En el centro de una espira, el campo se
se concentra:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

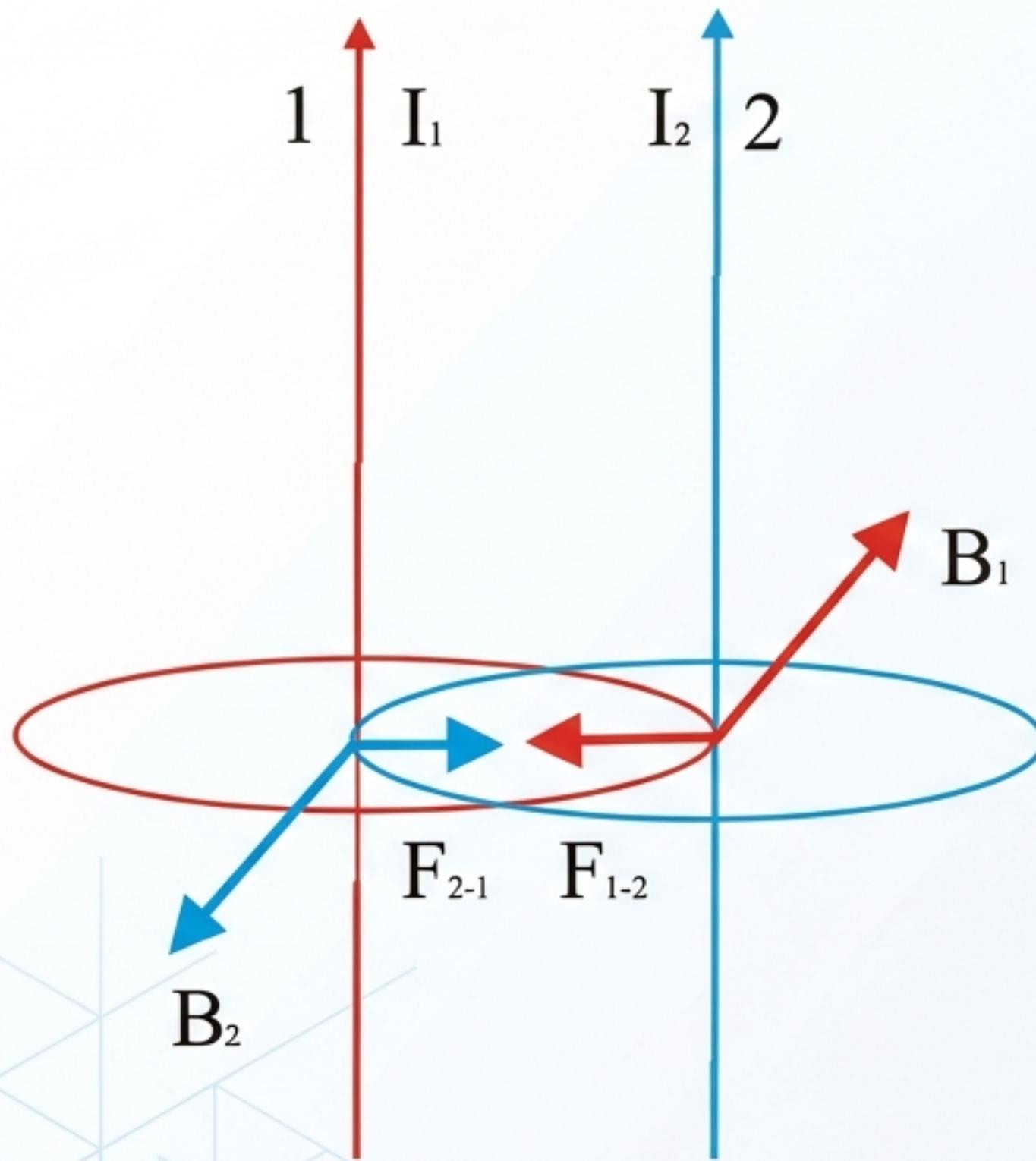


Solenoide: Crea un campo intenso
y uniforme en su interior.

$$B = \mu_0 n I$$

n = número de espiras por metro

Interacción entre Corrientes



Corrientes paralelas se atraen.
Corrientes antiparalelas se repelen.

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi R}$$

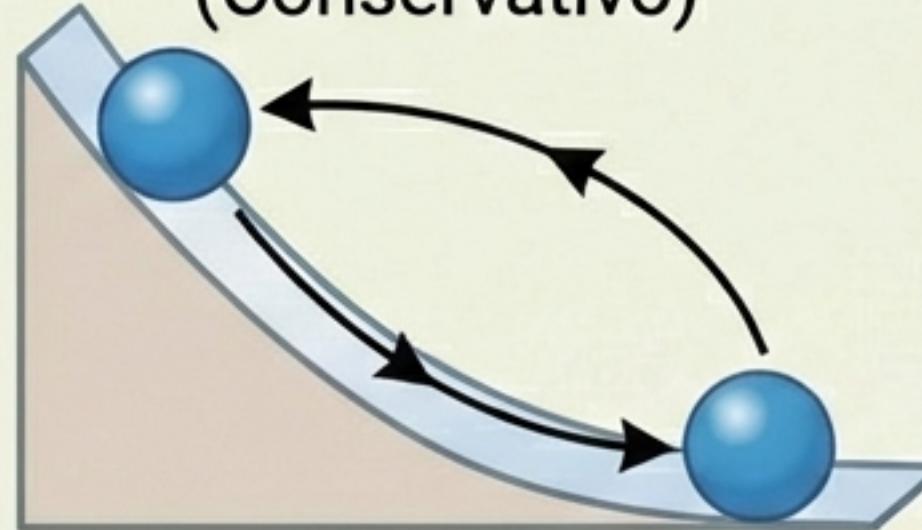
El Amperio (A):
Se define por esta fuerza. Es la **corriente que produce una fuerza** de $2 \cdot 10^{-7}$ N/m entre dos cables separados 1 metro.

Una Peculiaridad Energética

Carácter No Conservativo

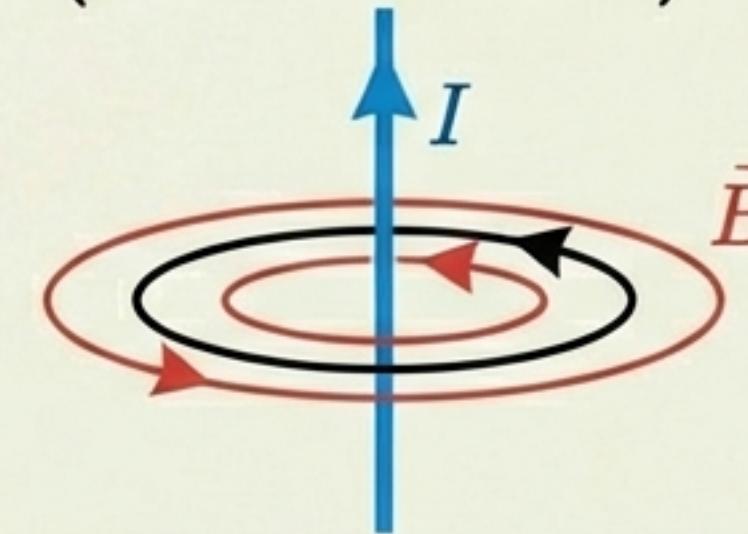
Comparison Path

Gravedad/Eléctrico
(Conservativo)



Trabajo en ciclo cerrado = 0

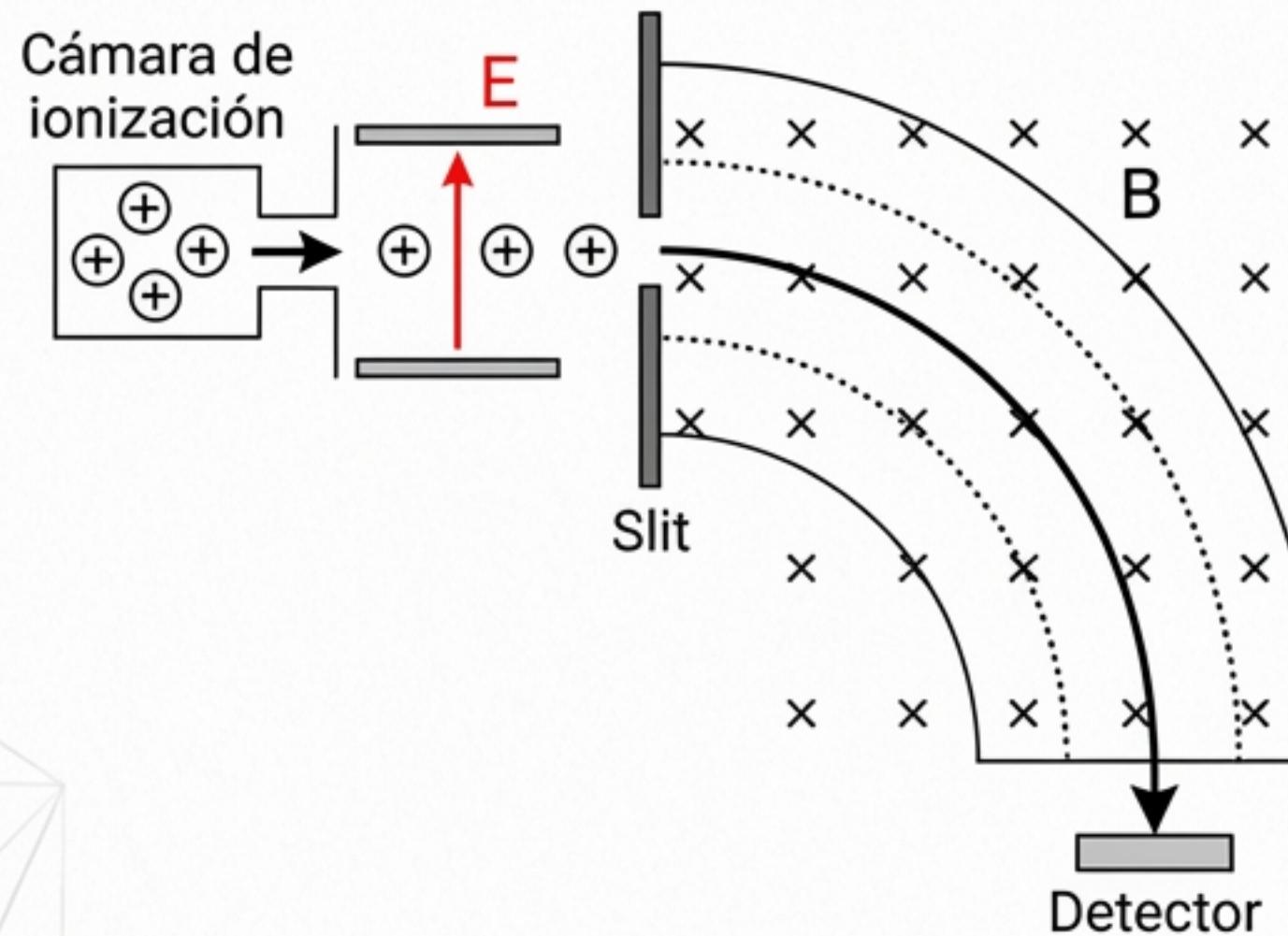
Campo Magnético
(No Conservativo)



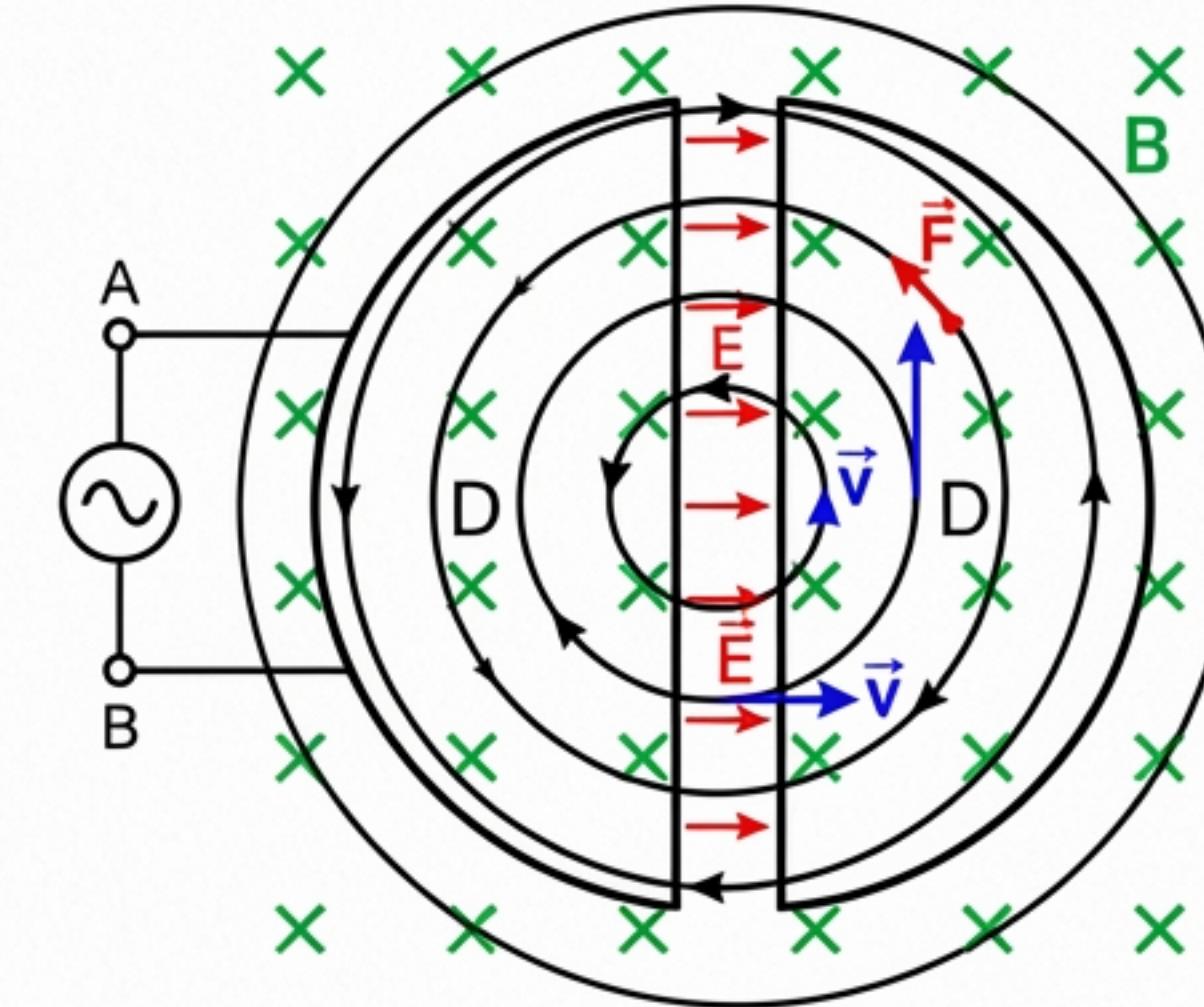
Circulación $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$

- A diferencia del campo electrostático o gravitatorio, el campo magnético **no es conservativo**.
- **Implicación:** No existe un “potencial escalar magnético” global. La energía depende del camino recorrido.

Tecnología de Partículas



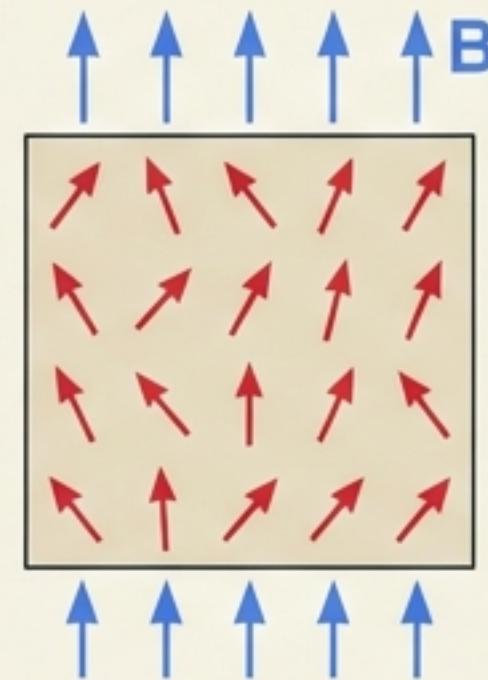
Espectrómetro: Identifica isótopos midiendo el radio de giro ($R \propto m$).



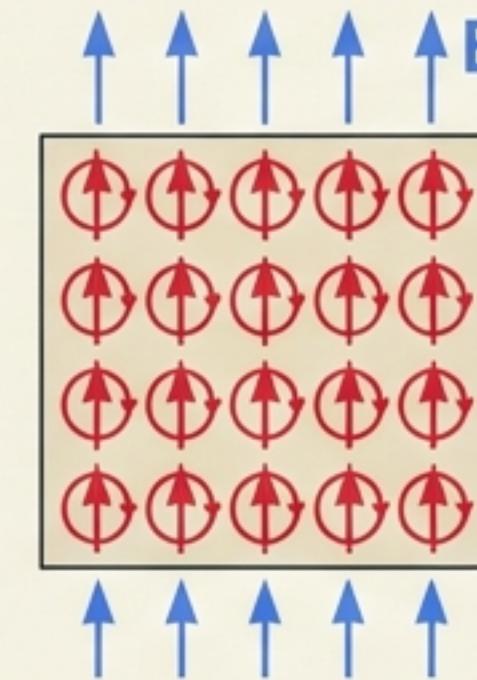
Ciclotrón: Acelera partículas mediante pulsos eléctricos y guiado magnético en espiral.

La Materia Responde: Propiedades Magnéticas

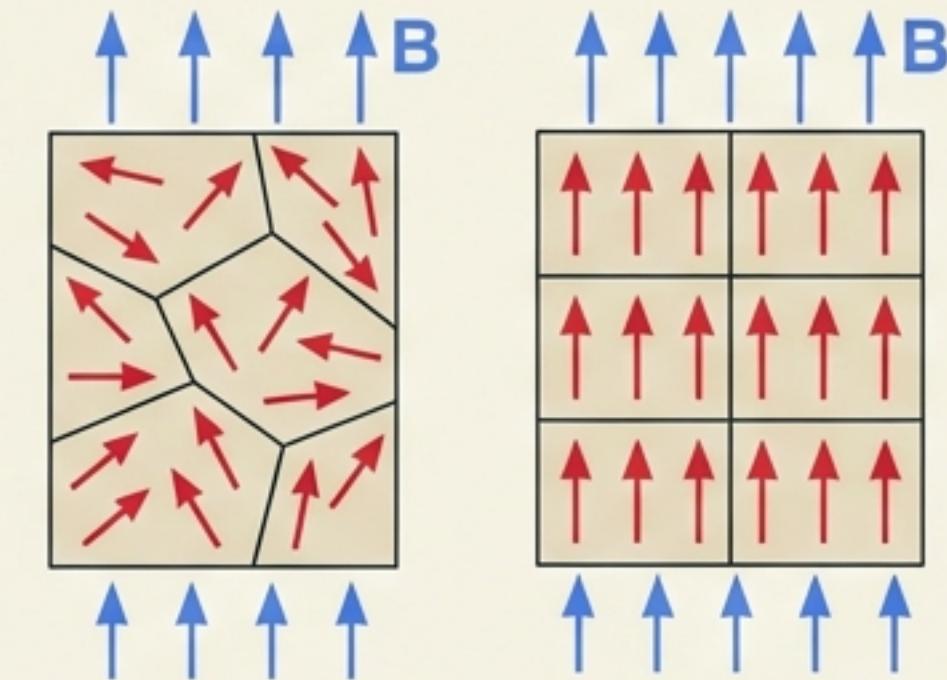
Paramagnetismo



Diamagnetismo



Ferromagnetismo

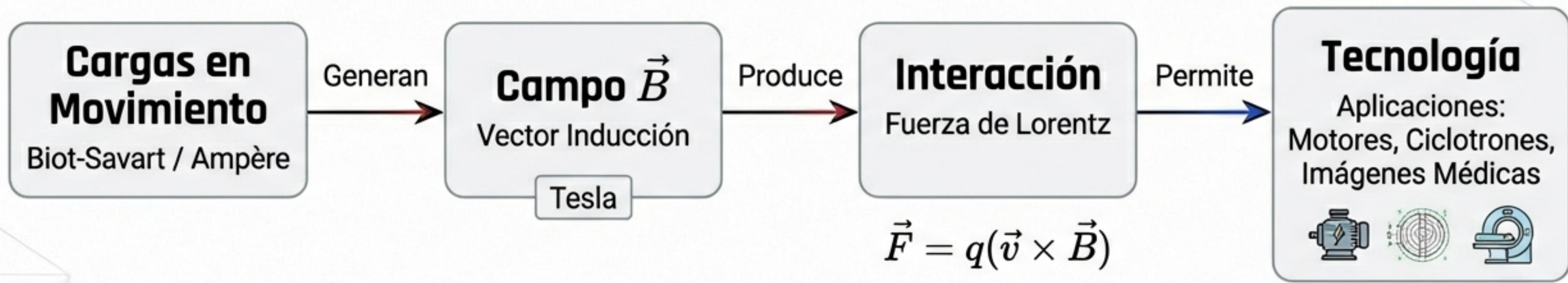


- **Paramagnéticos:** Se alinean débilmente (Aluminio, Oxígeno).

- **Diamagnéticos:** Se oponen débilmente al campo (Agua, Plomo).

- **Ferromagnéticos:** Amplifican brutalmente el campo mediante dominios magnéticos (Hierro, Níquel).

Síntesis: El Dominio del Campo



Hemos pasado de observar una brújula temblorosa a controlar los haces de partículas más energéticos del planeta. El campo magnético es el volante de la materia en movimiento.