

## LOS PRIMEROS FENÓMENOS MAGNÉTICOS

Es probable que una de las referencias más antiguas sobre los fenómenos magnéticos sea la debida a **Tales**. Este erudito vivió en la primera mitad del siglo VI a. de C. en Mileto, una ciudad costera del Asia Menor, no lejos de Magnesia (en lo que hoy es Turquía). En esta última colonia era muy abundante un mineral de hierro, de fórmula  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , llamado magnetita -la piedra imán-. Tales fue el primero en destacar la capacidad de dicho mineral para atraer a los objetos de hierro.

El uso de la magnetita daría lugar al nacimiento, en China, de la brújula. Su origen hay que rastrearlo en las técnicas de adivinación geománticas, consistentes en hacer girar una cuchara para observar en qué dirección se detiene. Las cucharas chinas tienen el mango corto y pueden sostenerse en equilibrio. Ya en el año 83 se menciona una cuchara tallada en magnetita que, después de girar sobre una placa de bronce pulimentado, señalaba hacia el Sur. Brújulas de aguja suspendida, flotante o sobre soporte aparecen descritas en los siglos IX al XII; inicialmente, su uso estaba restringido a la realización de proyecciones terrestres. Parece que fueron los geománticos los que transmitieron la brújula a los marinos.

Hacia el año 1200 la brújula llegó a Europa. Este aparato nos proporciona dos enseñanzas de interés. En primer lugar, la propiedad de la piedra imán -su poder de atraer al hierro- se puede transmitir a otros cuerpos fabricados con acero templado. Para ello basta con frotarlos, reiteradamente y en la misma dirección, con aquella. Se habrá obtenido así un imán permanente. Sin embargo, si lo que se frota es un objeto hecho de hierro dulce (casi exento de carbono), la condición magnética sólo dura mientras la magnetita -el inductor- se encuentra cerca. Al alejarla, el objeto se desimana enseguida.

En segundo término, una varilla o aguja imanada que pueda girar libremente en un plano horizontal se orienta, espontáneamente, en la dirección del meridiano; de ahí, como se ha dicho más arriba, su importancia a la hora de servir de guía en la navegación.

En 1269, el ingeniero flamenco **Pedro de Maricourt** (alias Petrus Peregrinus) hizo importantes contribuciones al desarrollo del magnetismo, plasmadas en su obra *Epístola de Magnete*. Una vez que había dado forma esférica a un trozo de magnetita, colocó encima una aguja de hierro en diversas posiciones y trazó sobre la piedra las líneas sugeridas por las direcciones tomadas por la aguja. Observó que estas líneas se cruzaban en dos puntos opuestos, al igual que los meridianos terrestres, por lo que los denominó **polos** del imán. En efecto, la mayoría de los imanes tiene dos polos, norte y sur, en los cuales la fuerza magnética es más intensa. Trabajando con un imán flotante, pudo apreciar que su polo norte siempre apuntaba hacia el Norte geográfico, mientras que su polo sur lo hacía hacia el Sur. (En realidad, Peregrinus creía que la aguja se dirigía hacia el polo del firmamento, en dirección al eje del universo tolomaico vigente en aquella época).

Mediante experiencias realizadas con la piedra imán esférica y con barras imanadas de hierro, llegó a enunciar la conocida **ley de las atracciones y repulsiones**: polos magnéticos iguales se repelen y polos magnéticos distintos se atraen. Como es lógico, intentó aislar los polos partiendo las barras o varillas por la mitad. No obstante, los dos trozos obtenidos son de nuevo imanes completos con dos polos de carácter opuesto. Y esto es así aunque sean muchas las veces que se repita el proceso. El monopolo magnético no puede aislarse por este procedimiento.

A partir del siglo XIV se empleó sistemáticamente la brújula en la navegación. Pronto se observó que la aguja no se orientaba exactamente en la dirección Norte-Sur. La diferencia entre la lectura de la aguja y el verdadero Norte determinado mediante las estrellas se denomina **declinación magnética** (fig. 1).

Otra observación interesante fue puesta de manifiesto por el fabricante de brújulas **R. Norman** en 1581. Resulta que la aguja de una brújula que puede moverse en el plano vertical no se mantiene horizontal, sino que su punta norte se inclina hacia abajo, más o menos según el lugar. Este efecto se conoce con el nombre de **inclinación magnética** (fig. 2).

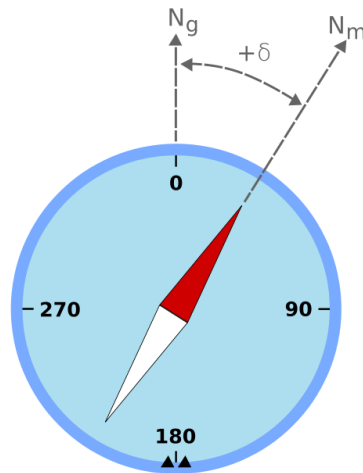


Fig. 1



Fig. 2

En 1600, **William Gilbert**, médico de la reina Isabel de Inglaterra y gran experimentalista, publicó su obra *De magnete*, en la cual sistematizó cuanto se conocía hasta esa fecha sobre el magnetismo. Gilbert trató de explicar los fenómenos de la inclinación y la declinación magnéticas; para ello supuso que la Tierra en su totalidad es un gigantesco imán. La inclinación se debe, precisamente, a su forma esférica; comprobó esta hipótesis construyendo un modelo terráqueo en magnetita y observando el comportamiento de una brújula sobre su superficie: en el ecuador la aguja es tangente a la esfera; en los polos es perpendicular. Estableció que la aguja apuntaba a los polos del Planeta y no a los cielos como afirmaba Peregrinus. Sin embargo, nuestro globo no es una esfera perfecta y homogénea, sino desigual, tanto en la disposición de sus distintos elementos (mares, continentes, etc.) como en su composición, de ahí que la aguja también "decline". En palabras de Gilbert, "esta fuerza total de la Tierra aparta los cuerpos magnéticos hacia las partes magnéticas más fuertes y elevadas". En resumen, ambos fenómenos son la consecuencia de la interacción entre dos imanes: la Tierra y la aguja del instrumento.

Gilbert analizó, asimismo, lo que ocurre en las proximidades de un imán. Concluyó que "los rayos de la virtud magnética se esparcen en todas las direcciones" de dicha región. Casi medio siglo después, Descartes esparció limaduras de hierro alrededor de un imán -experiencia que el estudiante puede repetir con facilidad-, y éstas se alinearon formando una figura geométrica que nos sugiere la existencia de líneas de fuerza de un campo magnético. Faraday se inspiraría, 200 años más tarde, en estos modelos para formular su teoría de campos.

La cuantificación de la fuerza magnética se debe a **John Michell**, de Cambridge. Utilizando una balanza de torsión demostró, en 1750, que la atracción y repulsión de los polos de dos imanes son de igual intensidad e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia.

## LOS ORÍGENES DEL ELECTROMAGNETISMO

El avance posterior del magnetismo fue posible gracias al invento de la pila por **Volta** en 1800. Sobre la base de las experiencias con ranas de **Galvani**, el físico italiano apreció que al poner en contacto dos metales diferentes (hierro y cobre), a través de una solución acuosa de una sal o un ácido, se generaba una tensión entre ellos. La pila de Volta permitió comprobar algunos efectos de la electricidad difícilmente observables con las máquinas eléctricas clásicas (basadas en la electrización por frotamiento).

Desde el primer tercio del siglo XVIII se conocía el hecho de la imanación del hierro (en objetos como cucharas, tenedores, etc.) por la acción del rayo. Por eso, los estudiosos se vieron impelidos a buscar algún tipo de conexión entre los fenómenos eléctricos y magnéticos. Inicialmente, sólo tuvieron en cuenta la electricidad en equilibrio, y los intentos fueron vanos. Sin embargo, el 21 de Julio de 1820, **Hans C. Oersted**, profesor de Física en la Universidad de Copenhague, observó, mientras impartía una clase a sus alumnos, un hecho nuevo: una brújula próxima a un alambre cuyos extremos estaban conectados a una pila tendía a orientarse perpendicularmente al alambre (fig. 3). El descubrimiento de Oersted provocó un gran impacto y desató en las semanas y meses posteriores una febril actividad experimental. Enseguida se comprobó que las corrientes eléctricas atraen limaduras de hierro y que un par de corrientes paralelas interactúan entre sí.

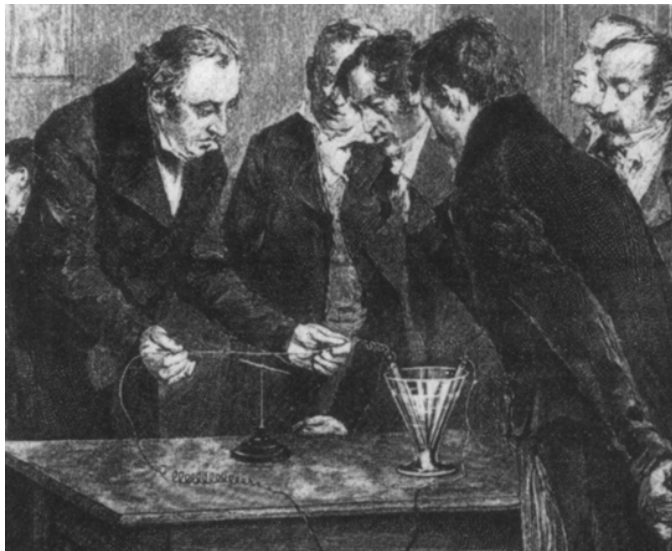


Fig. 3

En lenguaje actual, decimos que "un hilo que lleva una corriente genera un campo magnético cilíndrico en el espacio que lo rodea". Nuestro siguiente paso será, pues, definir operativamente alguna magnitud que permita caracterizar dicho campo magnético, de la misma manera que se hizo en el estudio de los campos gravitatorio y electrostático. Con la salvedad de que ahora procuraremos ceñirnos en mayor medida al desarrollo histórico de los acontecimientos.