

MAGNETISMO

LA MAGNETITA

Recordemos que hace aproximadamente 2000 años el hombre observó en la naturaleza el primer fenómeno magnético: una piedra, el imán, que atraía pedazos de hierro. Pasarían muchos años para aprender que todos los materiales tienen algún tipo de comportamiento magnético. El imán, cuyo nombre científico es magnetita, pertenece al tipo de material que tiene un ordenamiento magnético espontáneo. Es apenas en nuestro siglo que empezamos a entender el origen microscópico del magnetismo y que podemos decir algo sobre esta misteriosa piedra que despertó el espíritu investigador de nuestros antepasados.

Actualmente sabemos que la materia está formada por átomos. Como ya vimos, el átomo y aun los electrones, también pueden considerarse como pequeños imanes. Los átomos están distribuidos en el espacio en algún tipo de arreglo que recibe el nombre de red y que, en el caso de los materiales cristalinos, es periódica. Esto es, basta con conocer la colocación de los átomos en una cierta celda unitaria, ya que ésta se repite igual en el espacio: su traslación genera el sólido. En la mayoría de los materiales, los pequeños imanes están orientados al azar y el material no manifiesta magnetización neta. En el caso de los materiales *ferromagnéticos*, los imanes se alinean en una cierta dirección.

El imán o magnetita es un material *ferrimagnético* de las llamadas "ferritas" u "óxidos ferrimagnéticos", Fe_3O_4 que son materiales aislantes con muchas aplicaciones industriales. Desde luego que su primera aplicación tecnológica fue la brújula. El descubrimiento de la brújula llevó al hombre al segundo gran fenómeno magnético: el comportamiento de la Tierra como un gran imán. Sin embargo, el por qué de este comportamiento fue un misterio durante muchos años.

LA TIERRA COMO UN IMÁN

Fue Gauss el primero en describir el campo magnético terrestre. Publicó la obra *Intensitas vis magnetical terrestris ad mensuram absolutam revocata* en 1832. Como resultado de sus estudios concluyó que más del 97% de la fuerza magnética que se observa en la superficie de la Tierra se origina en su interior. Un campo magnético puede ser producido por un imán permanente o por corrientes eléctricas, y alguna de esas dos causas debe ser la responsable. El núcleo de la Tierra parece estar compuesto principalmente de hierro y níquel, que son materiales ferromagnéticos a temperaturas ordinarias. Sin embargo, la temperatura del núcleo terrestre es sin duda superior a la crítica, arriba de la cual los ferromagnetos dejan de presentar un orden magnético. No puede suponerse, por lo tanto, que dentro de la Tierra hay un imán permanente. La explicación del magnetismo terrestre tendría que estar relacionada, por tanto, con las corrientes eléctricas que se generan en su núcleo.

Hace más de 130 años que fueron medidas en forma sistemática la magnitud y la dirección del campo magnético terrestre. En la actualidad se usan aviones especiales para este propósito, además de satélites artificiales. Puede decirse ahora que la descripción es casi perfecta. Con base en los análisis de estos resultados se ha demostrado que el campo observado puede presentarse en forma aproximada como el producido por un imán hipotético cuyo eje se inclina ligeramente con respecto al eje de rotación. Sin embargo, la intensidad, ubicación y dirección de este imán hipotético han cambiado apreciablemente.

Los datos han llevado a la conclusión de que el campo magnético terrestre es sumamente variable. Existe una indicación para estimar la intensidad del campo magnético terrestre que fue descubierta ya hace algunos años. En 1853, Melloni, en Italia, descubrió que las rocas volcánicas tienen una magnetización permanente bastante fuerte. Supuso que este magnetismo se debía a la acción que sobre ellas tuvo el campo magnético terrestre en el momento en que se enfriaban. Esta suposición fue posteriormente comprobada: la fuerte magnetización remanente de las rocas volcánicas recientes puede ser reproducida exactamente mediante el enfriamiento desde una temperatura alta, en presencia del campo magnético de la Tierra, resultando que la intensidad de la magnetización remanente adquirida es proporcional a la intensidad del campo magnético aplicado.

Las rocas ígneas se componen principalmente de magnetita con algo de óxido de titanio. Como ya lo hemos discutido al hablar de materiales ferromagnéticos, la magnetización de la magnetita y de las rocas que la contienen disminuye con el incremento de la temperatura y desaparece a una temperatura crítica llamada de

Curie. Las partículas magnéticas en las rocas pueden ser magnetizadas fácilmente aun en presencia de un campo relativamente débil, a una temperatura justo por debajo del punto de Curie. Con un descenso en la temperatura se incrementa la intensidad de esta magnetización adquirida y a temperatura ordinaria se produce una magnetización estable y fuerte. En la figura 1 se muestra un resumen de las medidas de la intensidad del campo magnético de los últimos 9.000 años, a partir de estudios en ladrillos, cerámicas y lavas volcánicas. Comparado con datos actuales, se puede concluir que el campo magnético ha fluctuado desde el pasado alrededor de valores semejante a los de hoy.

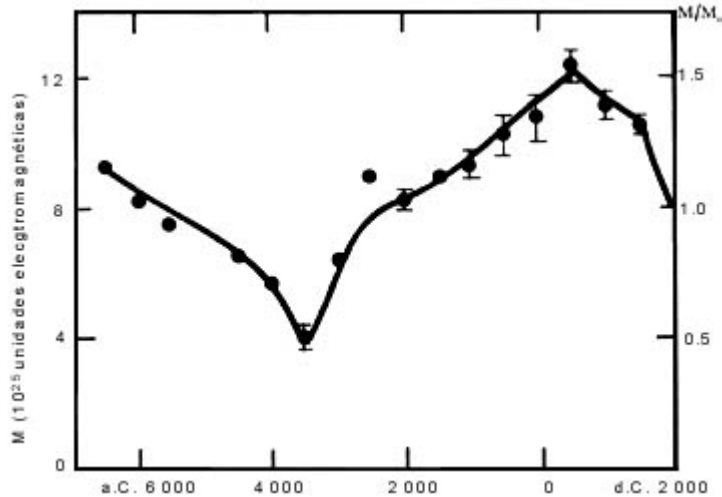


Figura 1. Movimiento del momento magnético de la Tierra (M) expresado en términos de su valor diario (M_0) a lo largo de los últimos nueve mil años.

Al estudio de la intensidad y la dirección del campo magnético de la Tierra en el pasado, por medio de rocas naturales, para determinar así sus cambios durante largos periodos de tiempo, se le conoce como *paleomagnetismo*. El desarrollo del paleomagnetismo llevó a un resultado sorprendente: el campo magnético ha sufrido diferentes inversiones en el pasado. Claramente la antigüedad de la lava aumenta con la profundidad. La dirección de la magnetización remanente de dos capas superiores (3,62 y 3,68 millones de años), así como de una muy profunda (4,5 millones de años) es prácticamente paralela a la del campo magnético terrestre actual.

Una importante utilidad del campo magnético terrestre es que nos protege del viento solar. El viento solar es un plasma, gas de hidrógeno casi perfectamente ionizado, que emana del Sol, habiendo sido parte de la corona solar. La velocidad del flujo del plasma es de 300 a 400 km/s en condiciones normales y puede llegar a 800 km/s en una tormenta. Gracias al campo magnético terrestre el plasma se desvía y se forma una cavidad alrededor de la Tierra, conocida actualmente como la *magnetósfera*, y su larga cola debida al viento solar en dirección opuesta al Sol es llamada *cola geomagnética*. Las partículas cargadas, principalmente electrones y protones, quedan atrapadas en diferentes "cinturones" de energía llamados cinturones Van Allen. Sus órbitas están confinadas en un plano ecuatorial alrededor de la Tierra debido al campo magnético. Así pues, el campo magnético terrestre constituye una defensa para la Tierra de las partículas cargadas que permanecen en órbitas que oscilan de norte a sur del ecuador magnético en los cinturones Van Allen.

¿Qué sucedería durante una inversión de la dirección del campo como la que hemos mencionado? Necesariamente habría un periodo grande de años en que el campo magnético sería muy pequeño o nulo y las radiaciones sobre la superficie muy intensas. Ha habido muchas especulaciones sobre esto, unidas a la evolución de las especies. Tal vez la radiación intensa al penetrar en las células logre alterar las moléculas de ADN de los cromosomas, modificando las características hereditarias de los seres vivos. Tal vez puedan desaparecer unas especies y aparecer otras. Ciertamente, éste no podría ser considerado como el mecanismo único para la evolución, pero podría colaborar a entender la súbita aparición o extinción simultánea de algunas especies en todo el mundo, en sitios donde los argumentos de adaptación al medio no son válidos por tratarse de medios muy variados. La verificación de estas hipótesis está en proceso y requiere de muchas observaciones en lugares adecuados en donde se pueda afirmar que el magnetismo original no ha sido alterado.

Tomado y adaptado de:

Tagüena, J. y Martina, E. (s.f.). *De la brújula al espín. El magnetismo*. Disponible en línea: <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/brujula.htm>