

todas las precauciones convenientes al someter estas masas á la imanación, los imanes artificiales no tendrán más que dos polos situados á corta distancia de sus extremos. Se les suele dar también la forma de láminas tenues de acero, cortadas en rombos muy alargados, y merced á una pequeña cavidad practicada en su punto medio, se les puede colocar sobre una varilla vertical, sobre un eje, de suerte que estas *agujas imanadas*

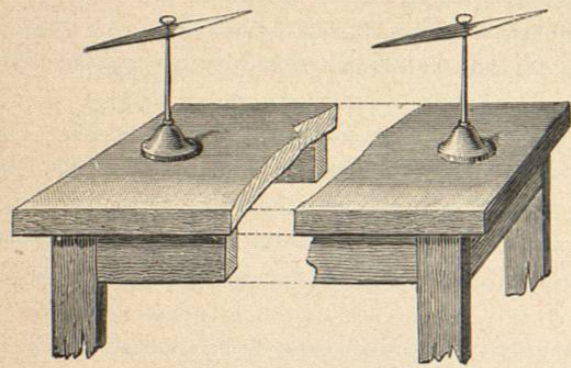


Fig. 6.—Dirección magnética de la aguja imanada

se mueven libremente alrededor de su punto de suspensión, que es su centro de gravedad. Tomemos una de dichas agujas suspendida de tal suerte, y abandonémosla á sí misma. Después de cierto número de oscilaciones de amplitud decreciente, quedará fija en una posición de equilibrio tal que el eje de la aguja tendrá siempre la misma dirección en el mismo lugar, es decir, formará con el meridiano un ángulo constante. Al decir que esta dirección será *siempre* la misma, que el ángulo del eje de la aguja imanada con el meridiano es constante para un mismo lugar, hacemos abstracción de las variaciones periódicas que experimenta, ya en el mismo día ó ya con el tiempo, y sólo tenemos en cuenta la dirección media en un espacio de tiempo limitado. Si se suspenden otras agujas del propio modo y se las coloca á distancias bastante grandes entre sí (fig. 6) para que no influyan unas en otras, también tomarán esta dirección única; sus ejes seguirán siendo paralelos, y si se las separa de su posición de equilibrio, volverán naturalmente á ocuparla tan luego como la causa perturbadora de aquél haya cesado de obrar.

Se puede hacer este experimento del mismo modo con una barra imanada suspendida por un cartón ó una chapa de cobre de un hilo sin torsión. Hay otro modo que consiste en poner la barra ó la aguja sobre un flotador de corcho

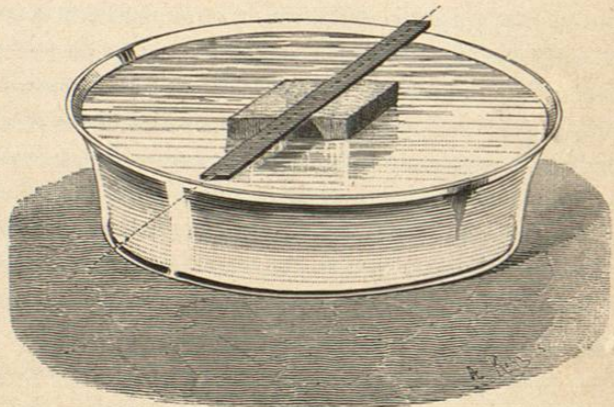


Fig. 7.—Dirección magnética de un imán flotante

en la superficie de una vasija llena de agua (fig. 7). El imán, después de girar sobre sí mismo y de efectuar algunas oscilaciones alrededor de su centro de gravedad, tomará la dirección constante indicada en el primer experimento.

Esta propiedad fundamental es la que sirve de base para la construcción y el uso de la brújula; más adelante veremos que dimana de la acción magnética del globo terráqueo, y entonces diremos lo que se sabe acerca de la historia de su descubrimiento.

Por el pronto, va á servirnos para establecer una primera distinción entre los dos polos de un imán. En efecto, no tan sólo es constante la dirección del eje de una aguja

ó de una barra imanada, sino que siempre se dirige el mismo extremo hacia igual punto del horizonte. Si se obliga á la aguja á hacer una rotación de 180° alrededor del punto de suspensión, de modo que la dirección de su eje no cambie, y luego se la abandona á sí misma, al punto se la ve volver á su posición anterior y quedar fija en ella después de una serie de oscilaciones. Si, como es costumbre, se marca con una N el polo que mira siempre al Norte y con una S el que se vuelve al Sur, se notará que estos polos se colocan siempre é invariablemente del mismo modo.

Así pues, cualquiera que sea la fuerza directriz que haga tomar á los imanes libres una orientación constante, es posible distinguir sus dos polos. Al estudiar la acción de unos imanes sobre otros, encontraremos esta misma distinción.

El sabio inglés Gilbert, médico de la reina Isabel, hizo los primeros experimentos sobre tan importante punto. Para ello hacía flotar sobre el agua imanes cuyos polos había determinado de antemano, y luego los acercaba unos á otros, viéndolos desviarse ó acercarse, según los polos que ponía frente á frente. Hoy se hacen estos experimentos del mismo modo ó con más comodidad, empleando una serie de agujas imanadas movibles sobre otros tantos ejes, ó bien cierto número de barras suspendidas de hilos. Reproduzcamos estos experimentos por cualquiera de ambos medios.

Tomemos dos barras imanadas y suspendámoslas de hilos que pasen por su centro de gravedad. Si están desde luego bastante separadas una de otra, la fuerza directriz de que acabamos de hablar las mantendrá paralelas. Acercuemos ahora uno de los imanes al otro, y pongamos frente á frente los dos polos que se dirigían al Norte; al punto se verá cómo se desvían mutuamente.

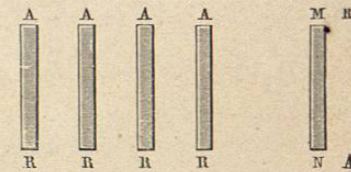


Fig. 8.—Atracción y repulsión de los polos de los imanes

Ocurrirá el mismo fenómeno de repulsión si se ponen de frente los dos polos dirigidos al Sur. Ahora acerquemos el polo Norte de la primera barra al polo Sur de la segunda, y veremos que estos polos, abandonados á sí mismos, se atraerán. Este experimento se puede hacer más fácilmente con dos agujas imanadas, equilibradas sobre sus ejes.

Se pueden comprobar los mismos hechos, sin haber distinguido previamente los polos, por la similitud de dirección magnética. Supongamos que se reúne cierto número de barras imanadas y que una de ellas MN sirve de barra de prueba; presentando un polo dado de cualquiera de las primeras ante los dos polos de ésta, habrá atracción con respecto al uno y repulsión con respecto al otro, ocurriendo el mismo fenómeno con los polos de los demás imanes. Todos los polos atraídos por el M de la barra se llaman *polos del mismo nombre*: señálemoslos con la letra A. Todos los repelidos por el mismo polo M son también del mismo nombre, puesto que la acción ejercida sobre ellos es de igual sentido en idénticas circunstancias: marquemoslos con la letra R. Ahora bien, si presentamos el polo opuesto N del imán de prueba á cada uno de los polos de las otras barras imanadas, veremos que repele precisamente todos los polos A y que atrae todos los R; y por consiguiente, de todos modos los dos polos opuestos de un mismo imán son polos de nombres contrarios.

Veamos ahora cómo actúan uno sobre otro dos polos del mismo nombre. Acerquemos dos polos cualesquiera de los señalados con la letra A, ó dos de los marcados con la R; en ambos casos observaremos que se repelen. Si por el contrario ponemos dos



polos de nombre contrario uno delante de otro, notaremos que se atraen; lo cual prueba que, en el experimento anterior, el polo M de la barra de prueba es del mismo nombre que los polos R, y el polo N de igual nombre también que los polos A.

Resumamos todo lo dicho en un solo enunciado:

*Los polos opuestos de un mismo imán son de nombre contrario; si la acción de uno de ambos sobre un polo dado es atractiva, la del otro es repulsiva;*

*Los polos del mismo nombre de dos imanes cualesquiera se repelen; los de nombre contrario se atraen.*

## IV

## FENÓMENOS DE INDUCCIÓN MAGNÉTICA. — IMANACIÓN POR INFLUENCIA

Si se pone un pedazo de hierro en contacto con un imán en la proximidad de uno de los polos, adquiere al punto el magnetismo polar, es decir, se convierte en un imán

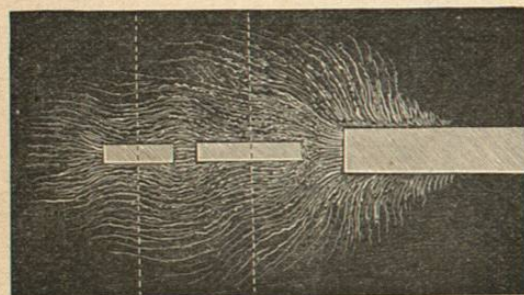


Fig. 9.—Espectros magnéticos en las barras imanadas por influencia

con sus dos polos y su línea neutra. Otro pedazo de hierro puesto en contacto con el primero se imana á su vez, y así sucesivamente. Dase el nombre de *inducción* ó de *inducción magnética* á los fenómenos de imanación transitoria que se manifiestan de este modo. Una serie de pedazos de hierro que se sostienen así mutuamente debajo de uno de los polos de una barra imanada, forma lo

que se llama una *cadena magnética*. Ya hemos visto que los antiguos conocían este género de imanación, esta comunicación momentánea de la virtud magnética.

Cada elemento de la cadena magnética forma un imán completo, con sus dos polos y su línea neutra; las extremidades de dos elementos sucesivos puestas en contacto son polos de nombre contrario. Esto explica la disposición de las partículas de limadura en los espectros. Examinando las figuras 4 y 5 que representan espectros magnéticos, vemos que las partículas de limaduras forman filas cada una de las cuales se puede considerar como una cadena magnética; las partículas en contacto con el imán se convierten á su vez en otros tantos imanes que atraen á las partículas vecinas, las comunican el magnetismo polar, y así, de unas en otras, engendran nuevas atracciones. En virtud de esto, se comprende la formación de esas líneas que Faraday llamaba, según hemos dicho, *líneas de fuerza*.

Cuando la cadena está formada, es fácil poner en evidencia el estado magnético de sus elementos sucesivos metiéndolos entre limadura, ó sacando su espectro. Entonces

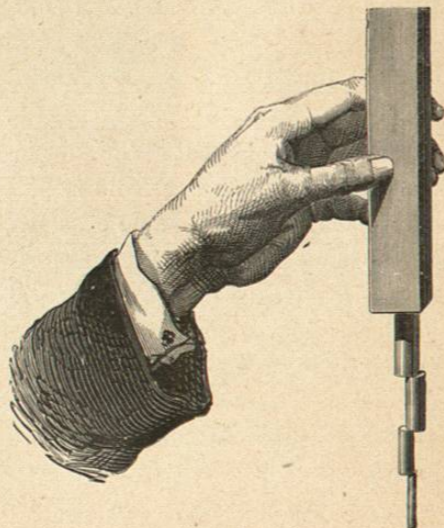


Fig. 10.—Imanación por influencia por contacto

se distinguen perfectamente los imanes transitorios por sus polos y sus líneas neutras (figura 9).

La imanación por influencia no se obtiene solamente por contacto (fig. 10), sino que se efectúa también á alguna distancia (figs. 11 y 12), aunque con tanta menor energía cuanto mayor es la distancia; si bien el límite de acción depende del poder del imán. En la serie de elementos de la cadena magnética, el primer pedazo de hierro, el que está en contacto con el imán, es el que recibe el magnetismo más enérgico; la acción imanada se va debilitando en seguida con la distancia, y un pedazo de hierro cualquiera de la cadena no puede sostener un pedazo del mismo peso que el que le precede.

Hemos dicho que la imanación por influencia es transitoria: esto supone que el hierro acercado al imán es *hierro dulce*; en este caso, sus propiedades magnéticas se debilitan y desaparecen tan

luego como se le aparta lo bastante para que se halle fuera del campo de acción del imán, ó, como se dice, fuera del *campo magnético*. Si en lugar de hierro dulce se hiciera uso de acero templado ó de hierro forjado, batido ó torcido, veríase que se imana por

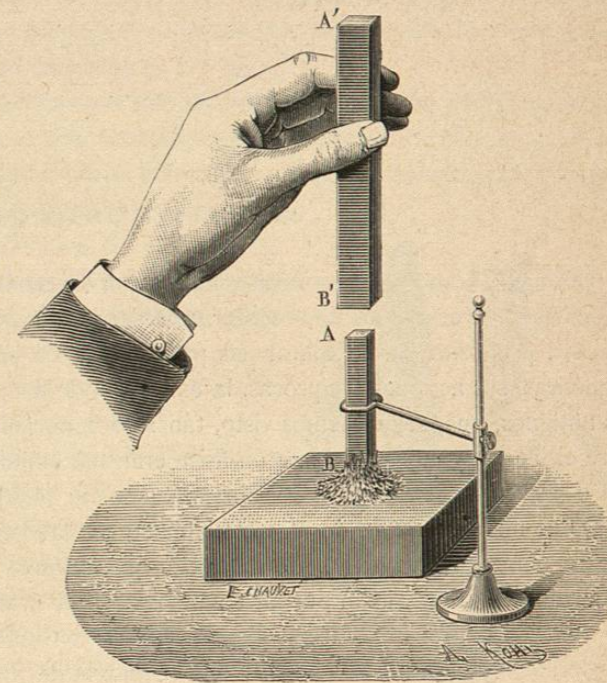


Fig. 11.—Imanación por influencia á distancia

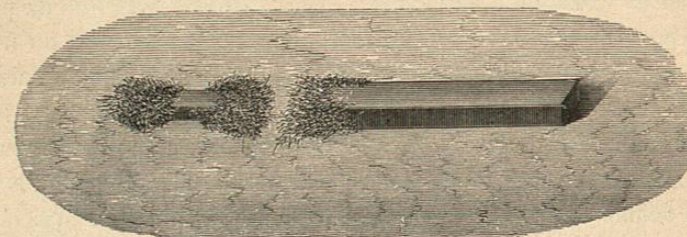


Fig. 12.—Imanación por influencia á distancia

influencia con más dificultad; en cambio, se notaría que conserva por lo menos una parte de sus propiedades magnéticas cuando está lejos del campo, en cuyo caso la imanación es permanente. El níquel y el cobalto, combinados con una corta cantidad de carbono, azufre, fósforo, arsénico ó estaño, gozan de la misma propiedad que el acero: conservan el magnetismo polar adquirido por influencia. Cuando describamos los procedimientos de imanación, entraremos en los detalles necesarios acerca de este punto.