

LA FÍSICA Y SU ENSEÑANZA *

POR D. TOMÁS ESCRICHE Y MIEG

Catedrático en el Instituto de Bilbao

III.

SUMARIO: La hipótesis de Ampère sobre el magnetismo.—Modelos para explicar los imanes.—Polos en los rectos y de herradura.—Pequeños enunciados y reglitas.—Ventaja de los enunciados muy generales.—Gran principio electro-magnético.—Orientación y atracción de las corrientes unas por otras.—Trasporte y rotación de las corrientes.—Acción de una corriente sobre otra, sobre un solenoide y sobre un imán.—Acción de un imán sobre una corriente, sobre un solenoide y sobre otro imán.—Atracciones magnéticas.—Polo derecho y polo izquierdo.—El polo Norte de la tierra es un polo magnético Sur.—Explicación de la atracción mútua entre polos del mismo nombre.—Crítica del enunciado sobre las atracciones y repulsiones de los polos contrarios.—Electro-ímanes é imanación.—Atracción del hierro en la línea neutra de un imán.—Comparación entre el hierro dulce y el acero.

En el artículo anterior cité de pasada unos modelos huecos de cartón que me sirven para explicar con suma facilidad los imanes, sin tener que apelar para nada á la antigua hipótesis de los dos flúidos magnéticos, que va siendo hora de que desaparezcan de la ciencia. Es verdad que la analogía entre los imanes y los solenoides parece fallar en algún que otro caso rarísimo, y á estas excepciones se han agarrado los que se resisten á que la teoría del magnetismo se rehaga por completo sobre la magnífica base de la hipótesis de Ampère. Digo mal, la nueva teoría está hecha há largo tiempo, y lo que en mi opinión se necesita es prescindir resueltamente de la antigua, que real y verdaderamente para nada sirve ya. Los raros fenómenos que, al parecer, no cuajan bien dentro del nuevo molde, no son de aquellos que forzosamente invalidan una hipótesis, ni aun siquiera de los que por lo menos obligan á aplazarla hasta nuevo examen, para darles cabida en ella. De antemano puede asegurarse que la tienen; y sin que yo pretenda haber resuelto semejantes dificultades, no creo sea menester una gran sagacidad para hacerlas desaparecer.

En cambio el magnetismo explicado por corrientes eléctricas pone en claro algunos hechos que en la hipótesis de los dos flúidos no quedan satisfactoriamente explanados, como se verá á continuación; y por otra parte se presta á un desarrollo, al par que sencillísimo, en alto grado científico, relacionando y haciendo entrar en la categoría de casos particulares de un sólo principio físico, un crecido número de fenómenos que suelen aparecer desligados y como debidos á agentes enteramente distintos.

Las figuras 40 y 41 representan los modelos de imanes á que he hecho referencia. Con ellos á la vista es muy sencillo fijar la atención del discípulo hacia la circunstancia de que la corriente en el polo *Sur* va siempre en el mismo sentido que las manecillas de un reloj, y en el contrario en el *Norte*; y distinguidos así los polos por el sentido de dicha corriente, es claro que los fenómenos de atracciones y repulsiones entran de lleno en las leyes de la electro-dinámica, como es corriente y familiar para todos los profesores.

* Continuación, véanse las páginas 281, 321 y 473.

Ciertamente para que los discípulos comprendan esta explicación de las atracciones y repulsiones magnéticas no son indispensables los modelos; pero son ventajosísimos, como verá el que lea todo lo que voy á decir en este artículo, sobre todo si tiene experiencia de la dificultad con que los alumnos de 2.^a enseñanza se asimilan, cosas, que hasta parecen evidentes.

Lo que es indispensable y vale más que los modelos, ha habido quien me ha dicho, son verdaderos y enérgicos imanes. «No quita lo cortés á lo valiente», podría yo decir aquí; no se opone lo uno á lo otro, y creo que en efecto son precisos los imanes para que la enseñanza del magnetismo sea experimental. Pero si no nos hemos de contentar con presentar á los ojos del alumno hechos, sino que le hemos de enseñar también á explicárselos, á darse cuenta de ellos, refiriéndolos á otros hechos más generales como causas, y si aspiramos, como es natural, á ponerle en posesión de las hipótesis más razonables y admitidas, no podemos excusarnos de darle la de Ampère y para ello estos modelos son de una utilidad que no puede ponerse en duda ni un solo instante, porque en manera alguna hay posibilidad de suplirlos con los verdaderos imanes en que nada indica directamente á la vista el sentido de las corrientes hipotéticas de Ampère.

Y para que se juzgue de la facilidad con que por este medio se desvanecen todas las dudas del discípulo, que *materialmente ve* lo que de otro modo habría de *imaginarse*, basta fijarse en un detalle como ejemplo. Se ha dicho que en los polos opuestos las corrientes son contrarias; y como las corrientes contrarias se repelen, es consecuencia legítima é ineludible que los polos opuestos se deben repeler, precisamente al revés de lo que ocurre y enseña la experiencia, de conformidad con la antigua hipótesis de los dos flúidos. Pero pongamos los dos imanes figurados (fig. 40) en línea recta y de modo que

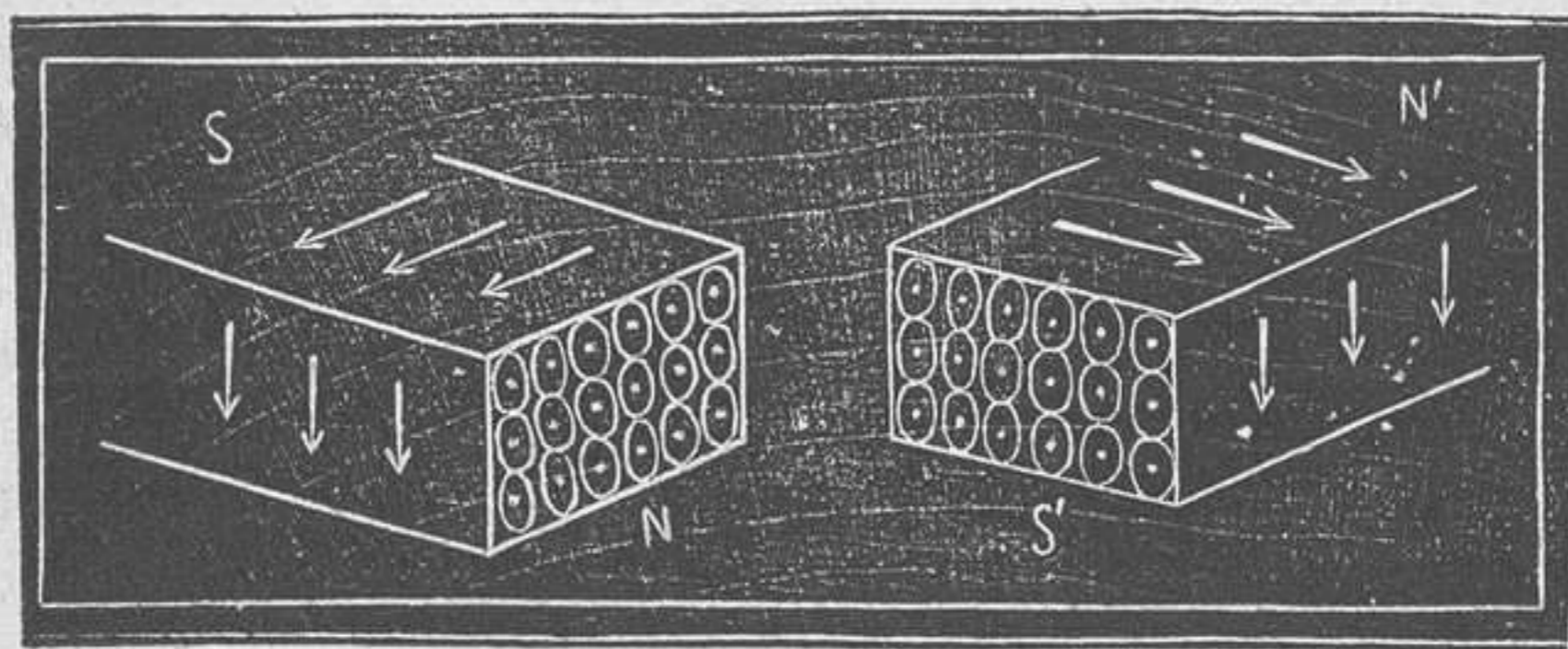


Fig. 40.—MODELOS DE IMANES RECTOS.

se aproximen por los polos visibles *N* del uno y *S'* del otro, y luego al punto notaremos que sus corrientes van en el mismo sentido y que por tanto deben atraerse. Se ve que la aparente contradicción está en que cuando miramos los polos para ver en qué sentido va en cada uno de ellos la corriente del imán, lo hacemos siempre desde fuera naturalmente, y por lo tanto, ó volvemos el imán, ó, de estar éste fijo, nos volvemos nosotros mismos, y la corriente, que tiene un solo sentido en todo el barrote, aparece cambiada á nuestra vista cuando cambiamos de polo. La oposición del sentido de la corriente en los dos polos, siendo el mismo en toda la barra, se echa de ver en el acto sin necesi-

dad de volvernos ni dar vuelta al modelo, en el de un imán de herradura, porque está doblado y nos presenta á la vista simultáneamente los dos polos. (Fig. 41).

Esto me da ocasión de llamar la atención de mis compañeros hacia una inexactitud que suele cometerse al hablar de los electro-ímanes, la cual hace concebir á los discípulos una idea vaga y aun equivocada acerca de éstos. Se les dice (los libros así lo dicen) que el alambre conductor, para que puedan formarse en los extremos de la herradura, polos opuestos, se halla envuelto en sentido contrario en una y otra rama. Parece la cosa más natural del mundo que para obtener polos contrarios, el sentido del hilo debe ser también opuesto; pero no diciendo más que eso, es bien seguro que la mayor parte de los discípulos, si se les diera un alambre aislado para formar sobre un cilindro de hierro un electro imán recto, al llegar á la mitad del barrote, cambiarían de sentido para obtener polos contrarios. Si éstos se obtienen por la inversión del

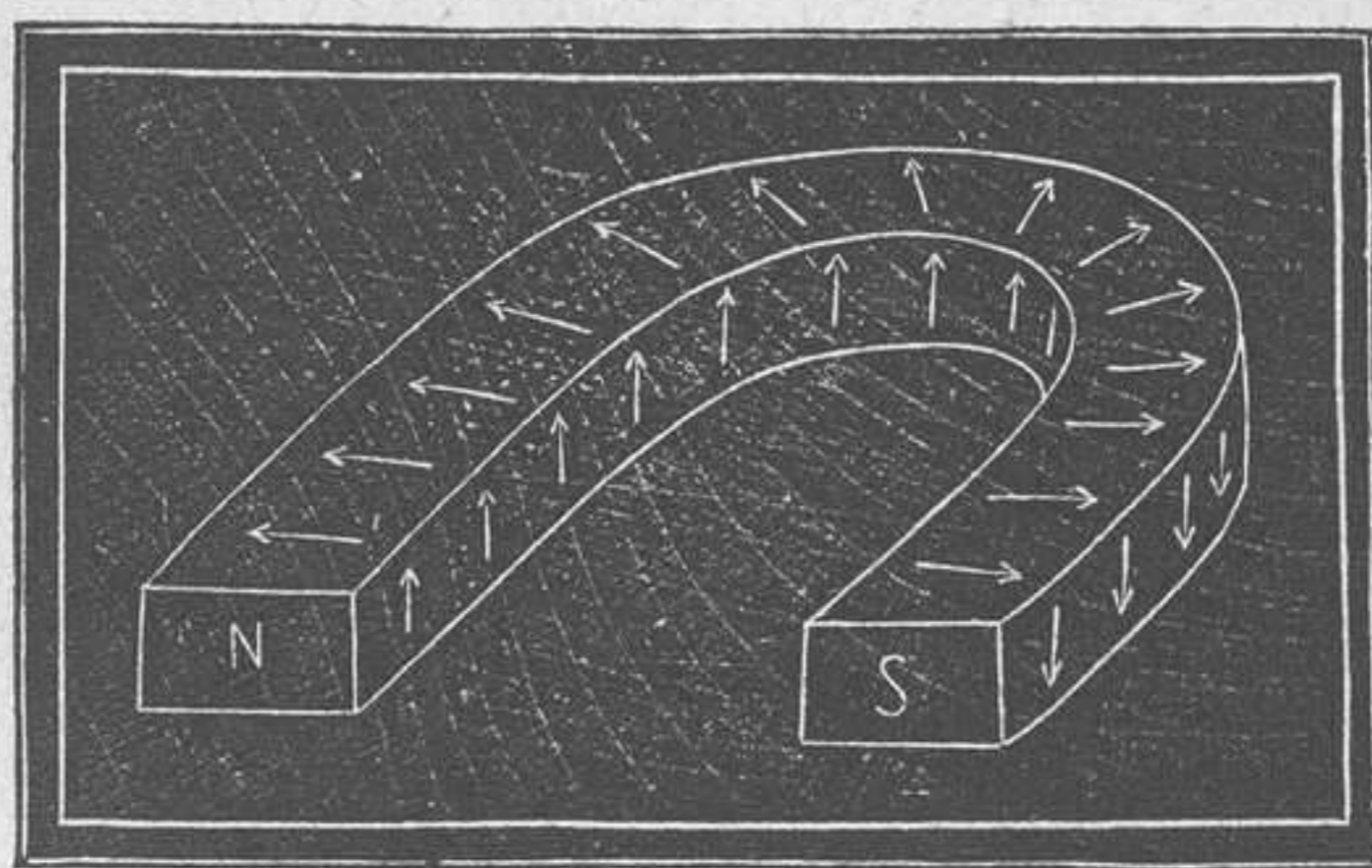


Fig. 41.—MODELO DE IMAN DE HERRADURA.

hilo en el de herradura ¿por qué no es así también en los rectos? Hecha la aclaración de que he hablado, no hay duda posible. A mayor abundamiento imagínese el imán ó electro-imán de herradura como un rectilíneo doblado: pónganse en línea recta los dos modelos como formando un solo imán y luego vuélvase uno de ellos como para formar la herradura, y se verá bien claro que la inversión del hilo es aparente.

Por sabido y claro que todo esto sea para los profesores, hay aquí, como en otros muchos puntos de la Física, un tropiezo para el alumno, pero un tropiezo que no existe cuando ve manejar los modelos á que me refiero, los cuales, por lo demás, tienen otros varios usos, y de no escasa importancia, como podrá juzgar muy pronto el lector. Y dada ya la idea de estos modelos, podría pasar desde luego á desarrollar la teoría que me he propuesto de los fenómenos electro-magnéticos. Pero permítaseme decir previamente dos palabras acerca de un asunto de que en artículos posteriores habré de hablar con más especialidad.

Siempre, desde que estoy consagrado á la enseñanza, he sostenido la opinión, combatida por muchos amigos, cuyo parecer respeto, de que hay que abandonar la costumbre de tantos pequeños enunciados y reglitas como suelen prodigarse en toda clase de obras didácticas, y que muchas veces no se excluyen, sino que son casos particulares unos de otros, cuando no son en el fondo una misma cosa presentada bajo puntos de vista diferentes. El exámen

atento y detenidísimo que en el trascurso de largos años vengo haciendo, principalmente de las leyes físicas y de los preceptos gramaticales en algunos idiomas, me da la convicción, cada vez más arraigada, de que hacen falta menos enunciados y éstos más comprensivos. Convengo en que es más fácil para los niños, y aun para no pocos jóvenes, aprender de memoria muchos enunciados, sin buscar entre ellos relación alguna, que entender á fondo lo que en sí abarca uno solo mucho más general y que comprenda todos aquéllos como simples casos particulares; aun concedo que con una retentiva regular y un poco de empeño y diligencia en el repaso de última hora, sea fácil, por este medio, contestar con cierta lucidez en los exámenes. Pero no es en verdad este el resultado principal á que aspiran los profesores celosos; porque todos sabemos bien lo que valen y representan esos conocimientos *prendidos con alfileres*, como gráficamente se dice. Aspiramos á inculcar á nuestros escolares una instrucción más duradera, y para ello precisa que sea más sólida, y para que lo sea no basta que se adquiera, como quien dice, con la sola memoria, es preciso que penetre y profundice en la inteligencia. Ahora bien, no es esto posible con enunciados sueltos y aislados, que presentan las cosas bajo un solo punto de vista, dejando pasar inadvertidos otros muchos aspectos en que se relacionan y hasta algunas veces se fundan en un mismo hecho primordial. Un principio fundamental, que comprenda como meros casos particulares tal vez esos numerosos enunciados que parecían independientes al pronto, será, no lo niego, un tanto más penoso de asimilar, porque obliga á poner en juego la razón perezosa de la mayor parte de los discípulos; pero prescindiendo de que ésta es ya por sí sola una circunstancia importante para hacer recomendable tal sistema, es el hecho que el principio fundamental así adquirido por el esfuerzo intelectual de algunos minutos, no es efímero y se graba profundamente en la memoria. Y á poco que el alumno esté familiarizado con la lógica deducción de consecuencias, evidente las más veces para una inteligencia regular, se ve en posesión segura y duradera de todos aquellos enunciados y el lazo común, que los convierte, de hechos independientes y fatigosos para la retentiva, en un hermoso organismo, cuyas partes aparecen armónicamente ligadas entre sí.

Un elocuente ejemplo de lo que afirmo aquí, nos va á suministrar la comparación de los fenómenos del magnetismo, electro magnetismo y electro-dinámica expuestos en la forma ordinaria ó bien basándose en un *principio fundamental* único, cuyo enunciado, en sumo grado general y comprensivo, quiero dar. Nada más fácil que reconstruir sobre esta base toda esta curiosa é importantísima parte de la Física; me limitaré, sin embargo, á hacer brevísimas indicaciones, de pasada; porque el desenvolvimiento completo y detallado del asunto me llevaría demasiado lejos, toda vez que no puede uno salirse impunemente de los caminos trillados, y que el innovador se ve por todos lados asaltado por dificultades y tropiezos á que no se obvia sin remover por completo el orden é ilación de las materias, siendo á veces necesario variar algunos enunciados, como nos sucede aquí, para presentar los fenómenos bajo un punto de vista diferente del usual. La ilustración y competencia de los que tengan la paciencia de leer estos artículos, me dispensa, por lo demás, todo género de desenvolvimientos.

Para estar en disposición de aplicar el principio que á continuación voy á

enunciar, y deducir las consecuencias que de él dimanar, es necesario saber previamente lo que es un solenoide y un imán en la hipótesis de Ampère. Hay que tener en cuenta asimismo que la palabra *corrientes* del enunciado, se refieren tanto á las *reales* que circulan por los alambres, como á las *hipotéticas* de Ampère en el hierro y el acero, en los imanes, en la tierra, y que lo que se dice de *una corriente sencilla* se dice con mayor razón de una *corriente multiplicada* en un carrete ó un circuito helizoidal.

Principio electro-magnético. «Las corrientes eléctricas tienden á confundirse, haciéndose de igual sentido y aproximándose».

Puede considerarse como *corolario* de esta proposición la siguiente: «Si se las hace contrarias tienden á separarse.»

Para que esta tendencia se traduzca en hecho, es preciso que por lo menos una de las corrientes esté *libre* ó sea *móvil siquiera sobre un eje*.

La palabra *confundirse* de este enunciado abarca la *orientación* y la *atracción* de las corrientes; porque éstas no pueden confundirse si antes no se *hacen de igual sentido* (orientándose) y después *se aproximan* (atrayéndose). No hablo explícitamente de *repulsión*, porque entra ésta implícitamente en la expresión *hacerse de igual sentido*. En efecto, para que esto se verifique basta unas veces que haya atracción, como lo indican las figuras 42 y 43 en que *F* y *M* son las corrientes fija y móvil, supuestas en diferente plano, la primera sobre el papel y un poco más adelante la segunda, *E* la proyección del eje de rotación de ésta, perpendicular al papel, y *A* un resorte ó muelle tirante que representa la atracción en cuya virtud se produce la orientación; otras veces se añade á la atracción de un lado la repulsión del otro para favorecer y acelerar la igualdad de sentido, como lo indica la fig. 44, en la que *R* es un muelle comprimido y que por tanto tiende á alargarse produciendo una repulsión que concurre á la orientación; otras veces, por último, sólo esta fuerza repulsiva puede dar origen á la igualdad de sentido, como lo da á comprender la figura 45. Hasta puede darse el caso de que la fuerza repulsiva produzca verdadero alejamiento de la corriente móvil (fig. 46), si este alejamiento es nece-

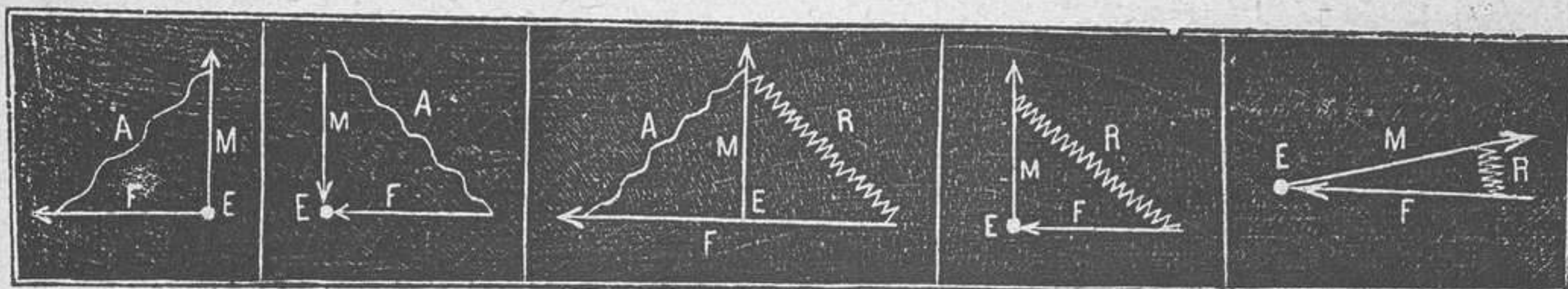


Fig. 42.

Fig. 43.

Fig. 44.

Fig. 45.

Fig. 46.

sario para la aproximación posterior con igualdad de sentido para que puedan por fin llegar á *confundirse* las corrientes.

En todos estos casos, la móvil, luego de orientada en la misma dirección y sentido que la fija, se acercaría á ella hasta el contacto, *confundiéndose* las dos por tanto, si no lo impidiese la resistencia opuesta por la rigidez del eje de rotación; sólo se confundirán realmente cuando ambas corrientes que se cortan se hallen en el mismo plano.

Cuando, siendo de igual sentido las corrientes F y M (fig. 47), el eje de giro es paralelo á ellas, ésta se aproxima lo más posible á aquélla y persiste entre ambas el estado de tensión atractiva, si el radio no permite el contacto, según aparece en la figura; cuando son opuestas, como se ve en la fig. 48, (límite del caso que representa la fig. 46) la móvil se separa todo lo posible de la fija y quedan en estado de repulsión.

Me alejaría mucho de mi objeto el detenerme á examinar los diferentes casos de acciones mútuas entre las corrientes eléctricas, explicados todos por medio del principio general que he sentado, y no me faltará ocasión de volver

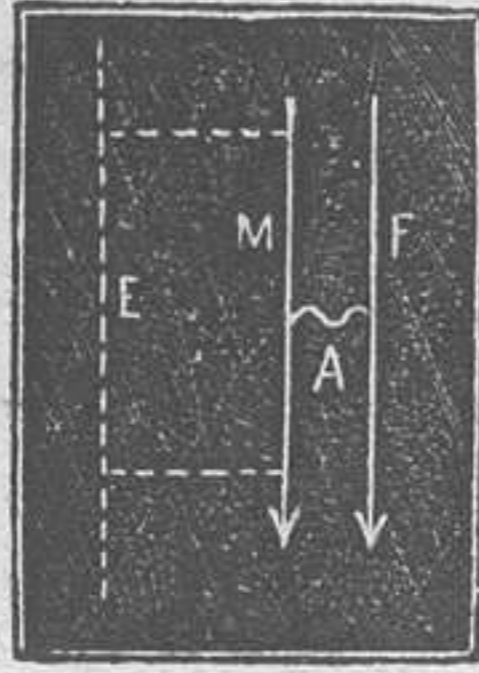


Fig. 47.

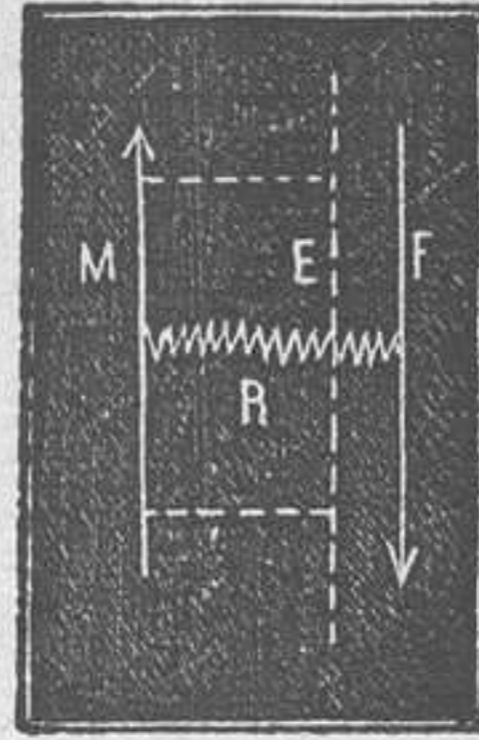


Fig. 48.

sobre este punto, puesto que he de hablar de corrientes en otros artículos y tengo que tratar con especialidad de las de inducción. No quiero sin embargo dejar de consignar que es muy fácil dar explicación de la rotación de las corrientes horizontales y verticales sin salir del principio único que he sentado. Así, sea (fig. 49) F la corriente fija y M la móvil (*indefinida y finita* que suelen decir los autores, valiéndose de un tecnicismo poco exacto) y supongamos que la última esté libre para correr, paralelamente á si misma, de izquierda á derecha y de derecha á izquierda: la «tendencia á confundirse, haciéndolas de igual sentido» se manifestará por una atracción á la izquierda y una repulsión á la derecha, como indican los resortes estirado y comprimido de la figura teórica; ambos esfuerzos concurrirán á *arrastrar* la corriente móvil hacia la izquierda, es decir, en el mismo sentido en que va la fija. El transporte sería retrógrado con respecto á esta misma, si la móvil marchase hacia la fija (fig. 50);

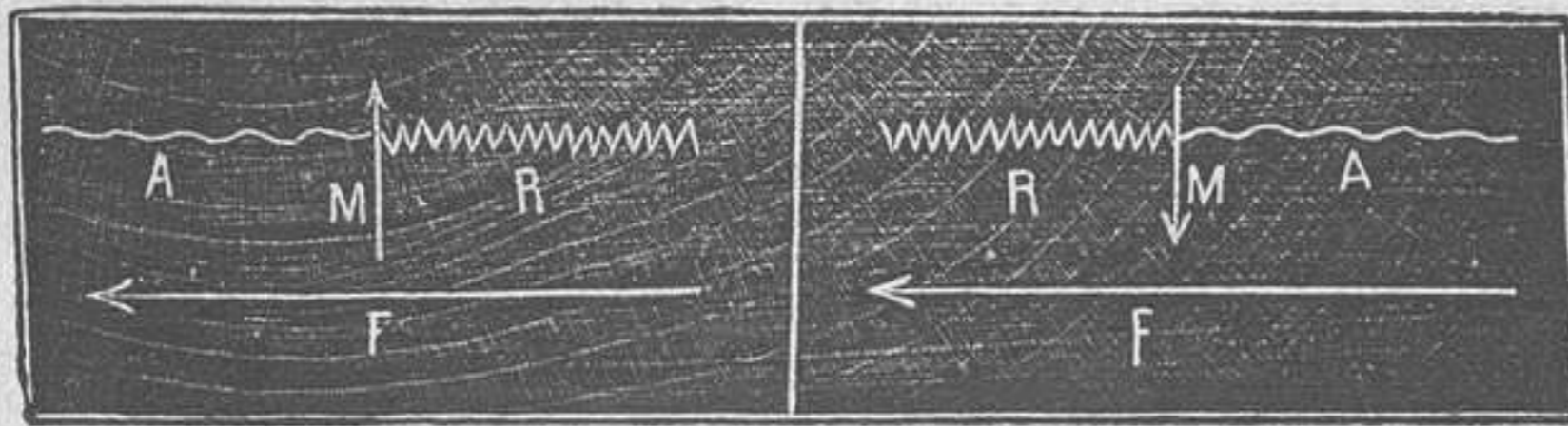


Fig. 49.

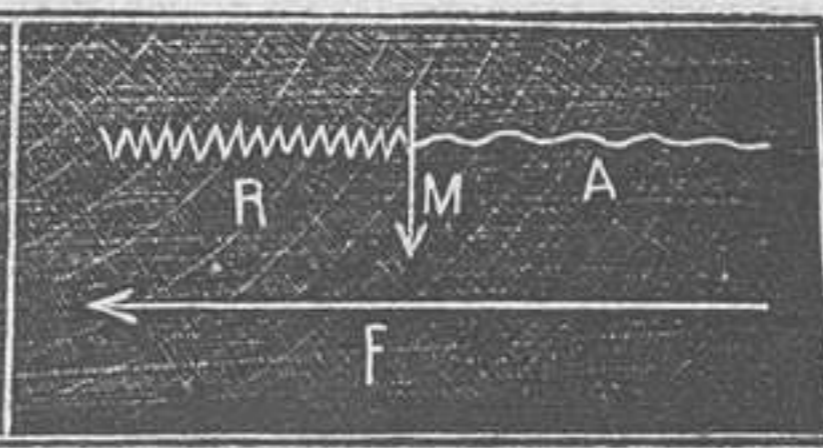


Fig. 50.

pues aunque obtendríamos también arrastre de derecha á izquierda; considerando aplicadas la atracción y la repulsión en el extremo inferior (en la punta de la flecha), en cuyo caso para tender al paralelismo de igual sentido había de estar la atracción á la izquierda y la repulsión á la derecha, hay que observar que el eje de giro hipotético (si no hubiese resbale y fuese posible la rotación) había de estar arriba, y para hacer la corriente móvil paralela de igual sentido que la fija, empezariamos por alejarla de ésta, contra el principio

fundamental. Sólo considerando el eje de giro abajo y la atracción y repulsión como indica la figura 50, es como se lograría hacer á la corriente móvil del mismo sentido que la fija, aproximándola á ella. Esta consideración determina de qué lado están la atracción y la repulsión: y como no hay tal eje de giro, sino tan solo la posibilidad de deslizarse la corriente móvil paralelamente á sí misma, resulta que ha de ser necesariamente arrastrada en sentido inverso al de la fija. Si la móvil fuese vertical sucedería exactamente lo mismo.

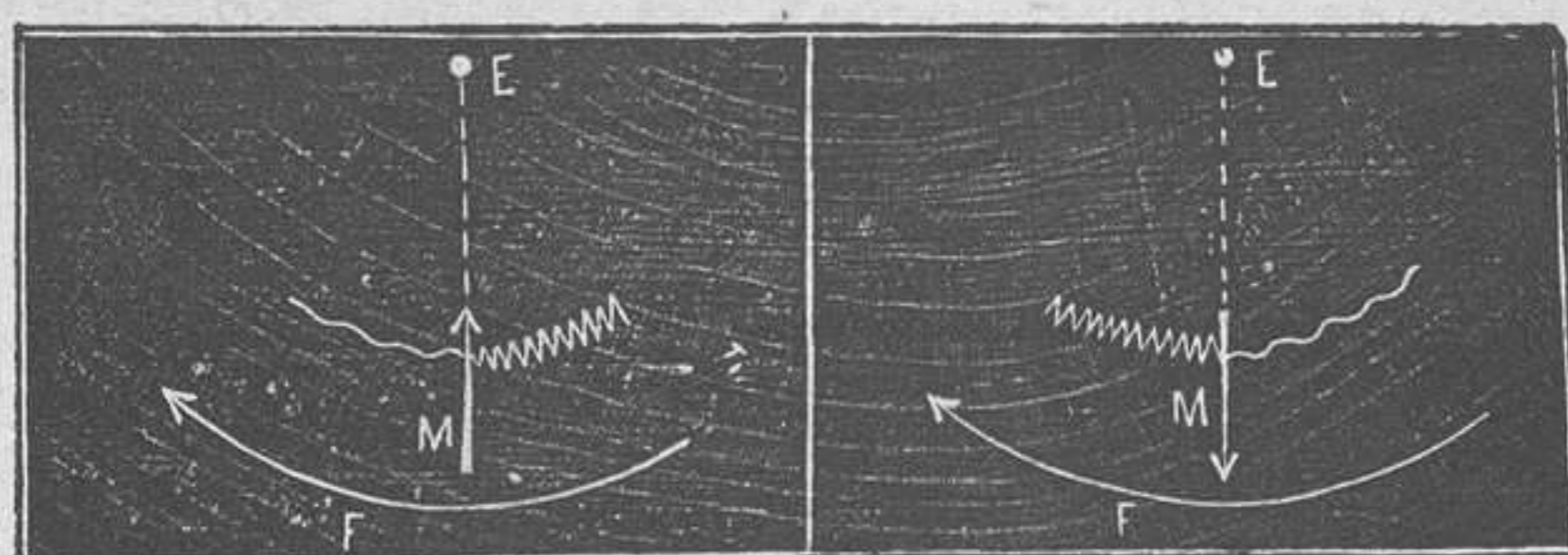


Fig. 51.

Fig. 52.

Supongamos ahora que la corriente fija se encorva hasta formar una circunferencia y que la móvil tiene en *E* un eje de giro (figs. 51 y 52); y sin necesidad de nuevas explicaciones se comprenderá que ésta ha de tomar un movimiento de rotación directo en el primer caso é inverso en el segundo.

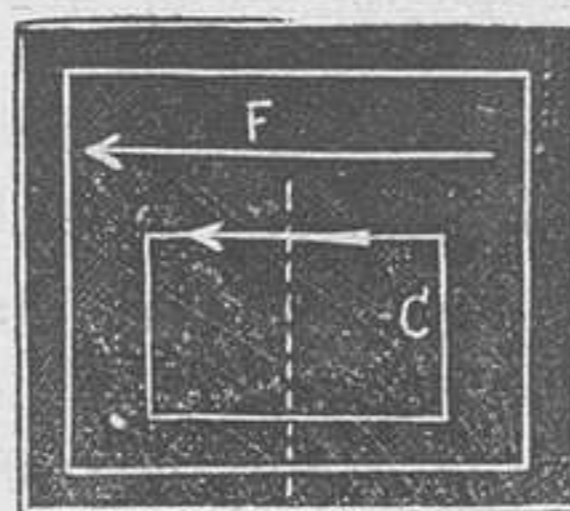


Fig. 53.—ORIENTACIÓN DE UNA CORRIENTE POR OTRA.

Hagamos ahora aplicación del principio fundamental á la explicación de los fenómenos capitales del electro-magnetismo, del magnetismo mismo y de algunos de electro-dinámica directamente enlazados con aquellos. Todo se reduce á una serie de deducciones lógicas.

(Fig. 53). Toda corriente fija *F* orienta á un circuito móvil *C* de tal modo que la corriente en éste sea de igual sentido *por la parte más próxima*; (es

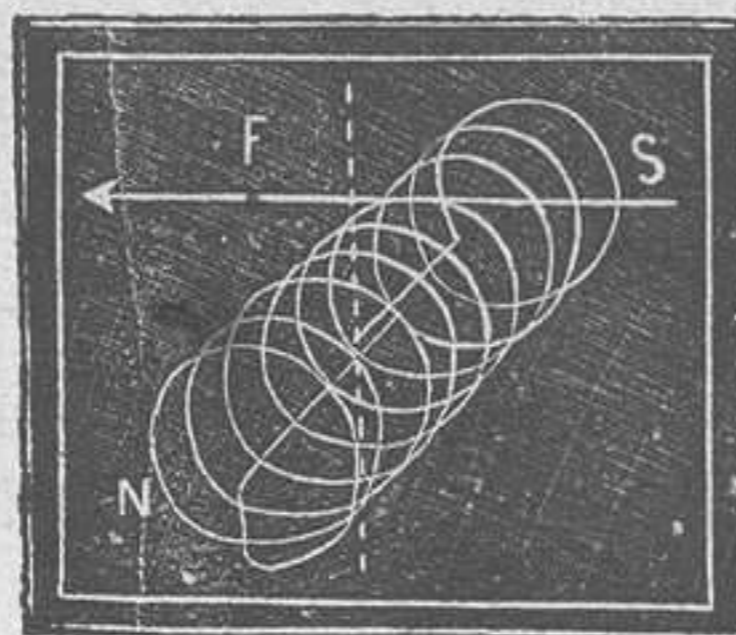


Fig. 54.—ORIENTACIÓN DE UN SOLENOIDE POR UNA CORRIENTE.

evidente que cuando hay *circuito*, y por tanto corriente en diferentes sentidos, según los lados que recorre, las palabras *haciéndose de igual sentido* del enunciado fundamental se refieren siempre á la *parte más próxima*) además, entre ambas persiste un estado de tensión atractiva.

(Fig. 54) Toda corriente fija F orienta á un circuito helizoidal móvil NS (solenoides) de tal modo que la corriente en éste sea de igual sentido por la parte más próxima, quedando la corriente y el solenoide en estado de tensión atractiva. Orientado el solenoide se ve luego al punto donde están sus polos N y S y lo mismo puede imaginarse, sin necesidad de hacerlo materialmente. Pero en la práctica resulta inútil hacer referencia á la posición de los polos, si se saben la dirección y sentido de la corriente. El solenoide queda en cruz con ésta.

(Fig. 55). Toda corriente fija F orienta á un imán móvil ó una aguja imantada A de tal modo que el sentido de la corriente hipotética de Ampère en ella sea de igual sentido que el de la fija por la parte más próxima á ella, per-

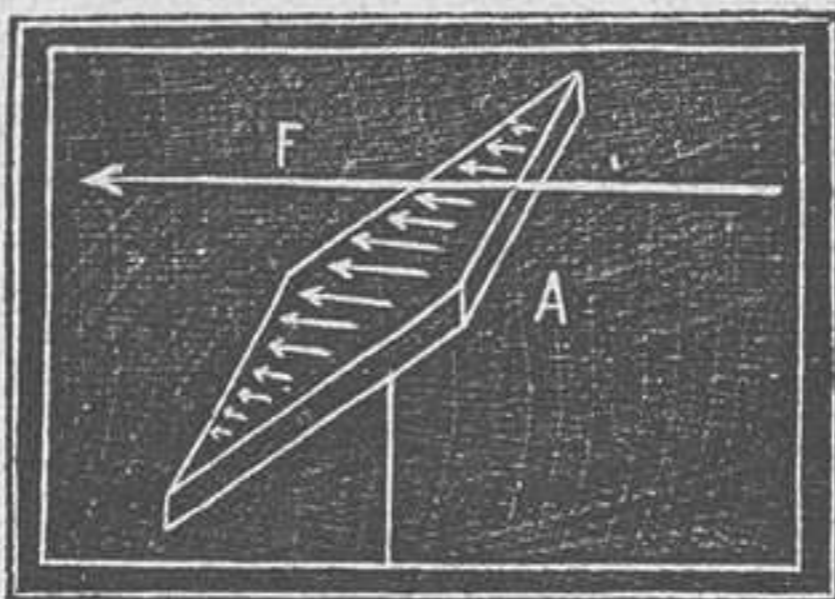


Fig. 55.—ORIENTACIÓN DE LA AGUJA POR UNA CORRIENTE.

sistiendo entre la corriente y el imán un estado de tensión atractiva. Conociendo bien el sentido de la corriente hipotética con relación á los polos (para lo que es de gran utilidad el manejo de los prismas de cartón que representan imanes, de que hablé antes), se sabe desde luego á qué lado de la corriente debe quedar cada uno de esos polos, y resulta ocioso el enunciado de Ampère y la personificación de la corriente, así como la designación del polo norte por el dedo pulgar de la mano derecha tendida sobre la corriente, con la palma vuelta hacia ésta é imaginando que sale por la punta de los dedos, procedimiento más sencillo, que emplean hace muchos años los profesores alemanes. Es mucho más clara la aplicación de nuestro principio fundamental, para saber á qué lado de la corriente (sin derecha ni izquierda) se encuentra cada polo, puesto que la aguja ha de quedar en cruz con aquélla. Nótese bien

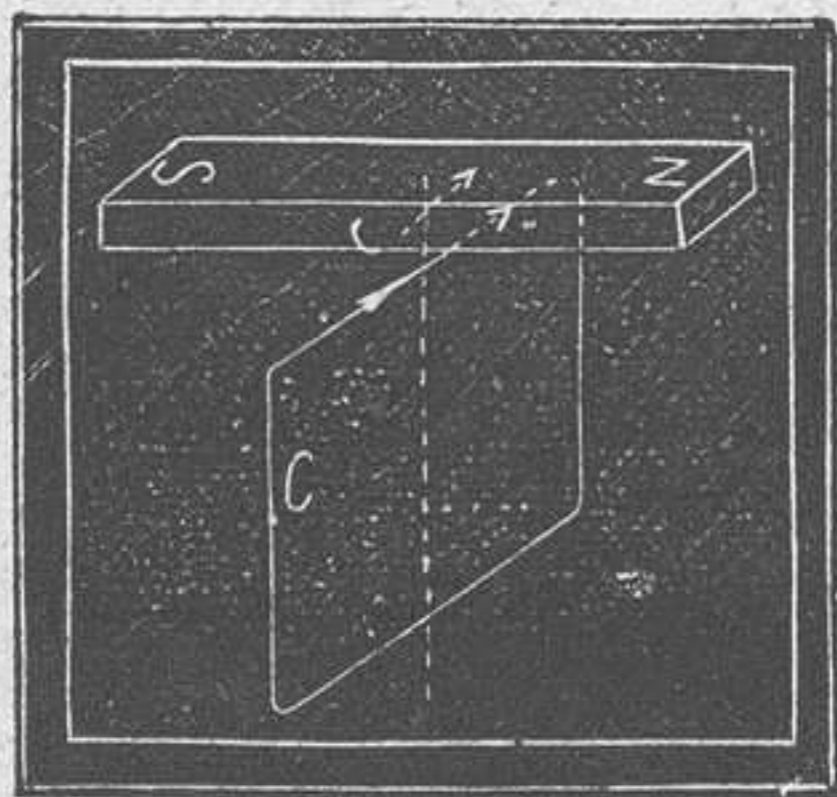


Fig. 56.—ORIENTACIÓN DE UNA CORRIENTE POR UN IMÁN.

que en todos estos casos, como en los siguientes, el enunciado del principio que nos guía no nos permite olvidar, cuando tratamos de orientación, que existe también atracción luego de obtenido el equilibrio de la corriente móvil ó la aguja, lo mismo que antes ha de haber oscilado. Hay *tendencia á confundirse* las corrientes; luego se atraerán mientras no se hayan confundido.

(Fig. 56). Todo imán fijo NS orienta á un circuito móvil C de modo que

la corriente de éste sea del mismo sentido que la hipotética de aquél en la parte más próxima, quedando entre ambos un estado de tensión atractiva.

(Fig. 57). Todo imán fijo NS orienta á un solenoide $N'S'$ de tal modo

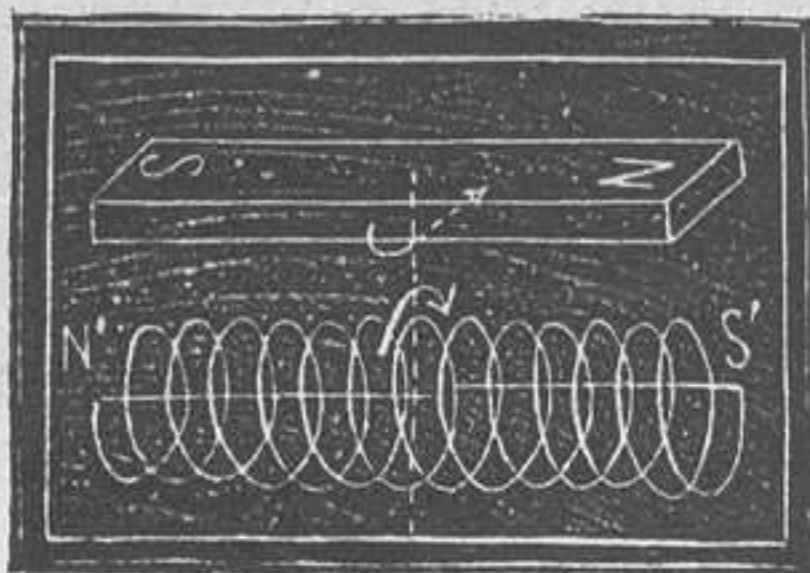


Fig. 57.—ORIENTACIÓN DE UN SOLENOIDE POR UN IMÁN.

que la corriente en éste sea en la parte más próxima de igual sentido que la hipotética de aquél, y quedan atrayéndose. Se ve que el imán y el solenoide quedan paralelos pero con los polos invertidos.

(Fig. 58). Todo imán fijo NS orienta a otro móvil ó una aguja imanada $N'S'$ de tal modo que el sentido de la corriente hipotética por la parte mas

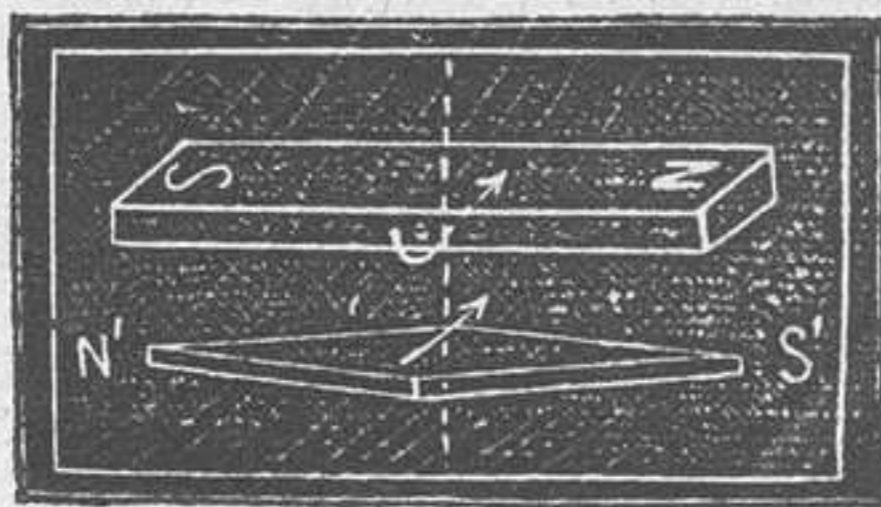
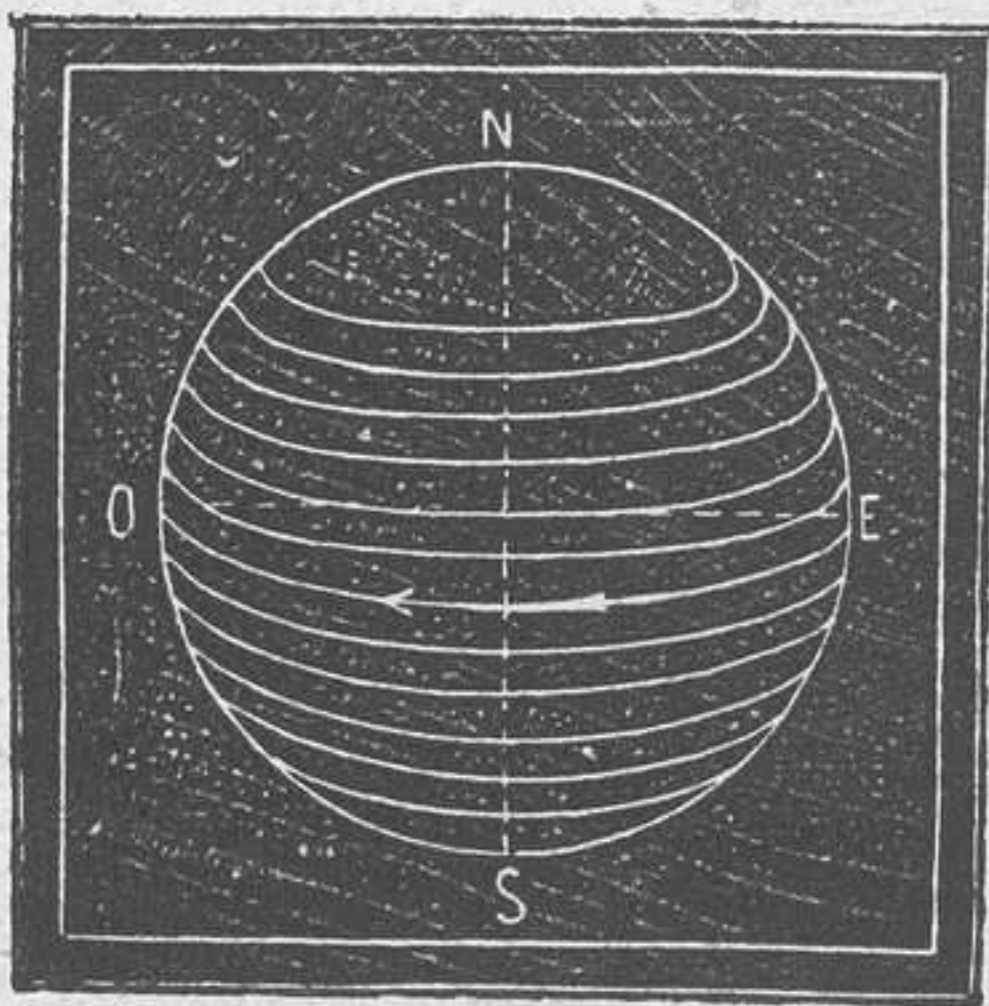


Fig. 58.—ORIENTACIÓN DE UN IMÁN POR OTRO.

próxima sea el mismo en ambos, permaneciendo en estado de tensión atractiva. Quedan paralelos y con sus polos invertidos.

De igual manera exactamente se deduciría la acción de un solenoide, ó de la tierra misma considerada como tal, (fig. 59) sobre una corriente, sobre otro



Eig. 59.—SOLENOIDE TERRESTRE.

solenoide ó sobre un imán. Detenerse en esto sería perder el tiempo, repitiendo siempre el mismo enunciado *mutatis mutandis*. Pasemos á fenómenos, al

parecer, de otro orden, á las atracciones (é implícitamente también las repulsiones), aunque en rigor es siempre lo mismo.

(Fig. 60). Sean un solenoide SN y un imán $S' N'$, éste libre y fijo aquél.

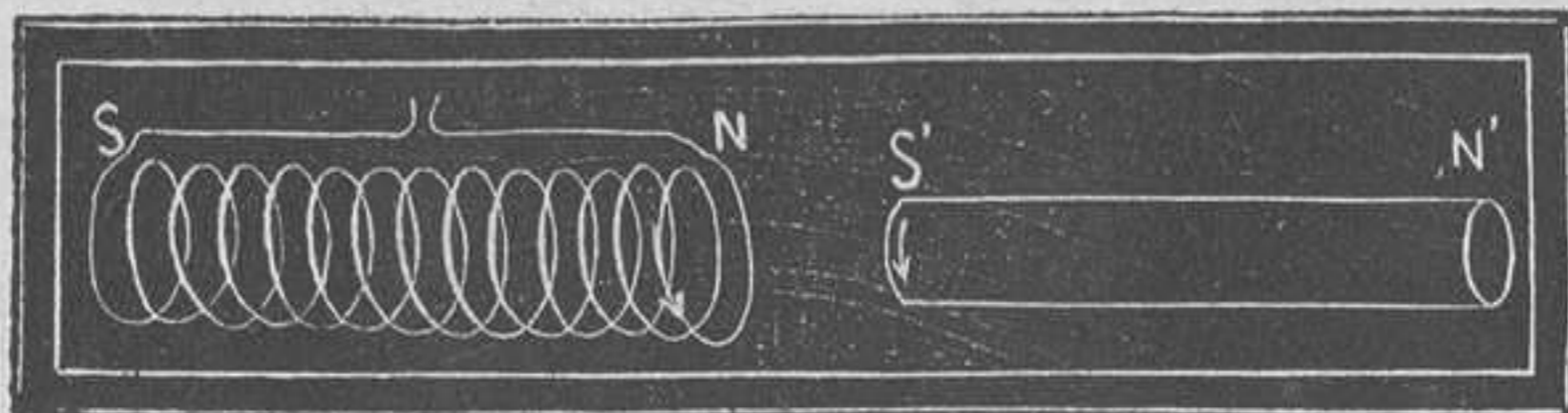


Fig. 60.—ATRACCIÓN DE UN IMÁN POR UN SOLENOIDE.

Sabemos que los polos de nombre opuesto N y S' se atraen y por lo tanto el imán ha de aproximarse al solenoide; para nosotros esta atracción se debe á que dicho imán (que supondremos pequeño y por tanto de poco peso, flotando, si se quiere, sobre un disco de corcho en la superficie del agua), se ha orientado bajo la acción del solenoide hasta presentar en S' su corriente hipotética *en el mismo sentido* que la real de éste.

Lo mismo exactamente explicaríamos la atracción de un imán sobre otro imán, y sobre la aguja imanada. Para esto último supondremos que SN sea una barra imanada y $S' N'$ la aguja magnética. Esta girará hasta que se coloque enfrente del polo que se le presenta, el suyo contrario, porque solo así serán de igual sentido las corrientes en ambos (recuérdese que esto sucede cuando son exteriores, figs. 57 y 58). Además, la tensión atractiva subsiste porque no han llegado al contacto.

(Fig. 61). Supongamos ahora que el imán se halla suspendido y equilibrado con un contrapeso (un vaso lleno de mercurio) por medio de una polea fija de muy poco rozamiento. Si nos atenemos al enunciado corriente de que «los polos de nombre contrario se atraen y los de igual nombre se repelen», hemos de inferir que luego de llegar el extremo S' (supuesto al principio arriba el barrote imanado) á la altura de N ha de cesar toda atracción y debe sobrevenir el equilibrio. No es esto, sin embargo, lo que sucede, sino que el imán continúa descendiendo por el interior del solenoide, hasta que sus polos S' y N' coincidan con los S y N de aquél. He ahí, pues, un fenómeno imprevisto y que la teoría de los dos flúidos no explica: «los polos de igual nombre se atraen», puesto que desde el momento en que el extremo S' pasa bajo el N y sigue el descenso del imán, no podemos dudar de que es atraído por S , ó N' por N , y aun pudiéramos sospechar que S' es repelido por N de nombre contrario.

Esto último no es verdad, pero sí lo es la atracción de los polos de igual nombre S y S' , N y N' . Nuestro principio fundamental nos da fácilmente cuenta de este hecho, que á primera vista parece excepcional. Las leyes de la naturaleza no tienen excepciones; éstas son hijas de

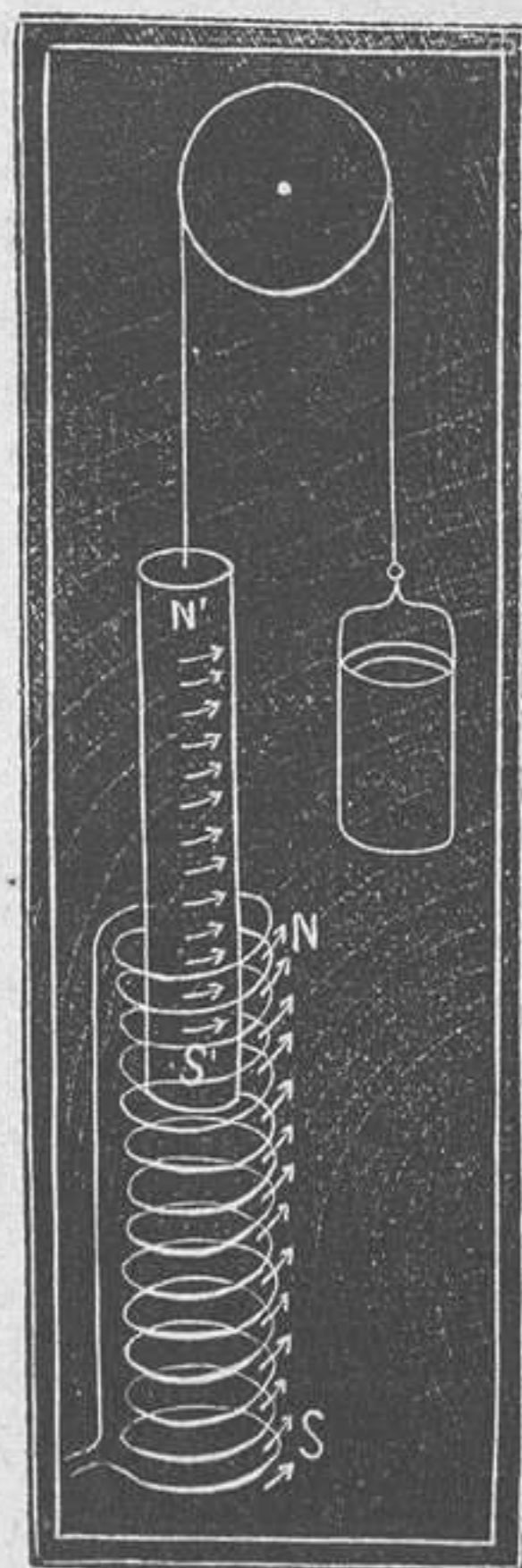


Fig. 61.—ATRACCIÓN DE LOS POLOS DE IGUAL NOMBRE.

nuestra manera de interpretarlas. Si nos contentamos con la hipótesis de los flúidos contrarios, tendremos que admitir que los fenómenos de polaridad magnética, atracciones y repulsiones se invierten cuando el imán móvil (sea una aguja imanada) está dentro de un solenoide fijo ó de un imán hueco, que daría el mismo resultado. Aun más. Si hallándose hueca la tierra, manejásemos en su interior una aguja magnética, ésta funcionaría al revés que en la superficie: su polo sur se dirigiría al norte y el norte al sur de la tierra. Y para fijar bien las ideas y evitar dudas, nótese bien que llamo siempre *sur* al polo que, mirado desde fuera, presenta las corrientes hipotéticas de Ampère en el mismo sentido que las manecillas de un reloj, y *norte* al que las tiene al revés. La inspección de los modelos huecos de cartón, de que hablé al principio de este artículo, fija muy pronto esta noción electro-dinámica de los polos de una manera indeleble. Yo creo, sin embargo, que tal vez fuera preferible llamarlos *polo derecho* y *polo izquierdo* (*dextropolo*, *sinistropolo*); porque, prescindiendo de que en los imanes que no son agujas imanadas, los extremos nada tienen que ver con los puntos cardinales, porque no se los suspende nunca para que se orienten, ni sería fácil, dado su peso, ni posible, siendo de herradura, es el caso que en la tierra, considerada como solenoide, el polo norte, es decir, el boreal ó septentrional, es realmente un polo sur, porque mirándole desde fuera, la corriente terrestre va en el mismo sentido que las manecillas de un reloj, como que va de éste á oeste, siguiendo el movimiento aparente del sol; y por lo mismo el polo sur geográfico, es un polo magnético norte. Desaparecerían todas estas aparentes excepciones y con ellas toda ambigüedad y vacilación, dejando á un lado las palabras *norte* y *sur*, como vamos dejando ya un poco las denominaciones de *austral* y *boreal* respectivamente para los polos magnéticos, y contentándonos con decir *extremo* ó *polo derecho* é *izquierdo*, según la corriente vaya hacia la derecha ó la izquierda; esto facilitaría la exposición de los fenómenos magnéticos por corrientes eléctricas. Las denominaciones *norte* y *sur* podrían conservarse, y aun sería conveniente hacerlo, para las agujas imanadas, cuyos extremos se vuelven realmente hacia el norte y sur de la tierra. Se ha visto, (figs. 57 y 58) que *siendo exteriores* los imanes y solenoides (y lo mismo sucede evidentemente con los solenoides ó los imanes entre sí), los polos ó extremos que se atraen son los de denominación contraria, porque así las corrientes en ambos son *del mismo sentido en la parte más próxima*. Nada más claro, por lo tanto, que siendo el *polo norte* geográfico de la tierra un *polo* ó *extremo derecho* magnético, se dirija hacia él el *extremo izquierdo* de la aguja, que es exterior á la tierra.

Pero he dicho y aun no lo he probado, que nuestro principio fundamental explica la atracción de los polos de igual nombre cuando un imán es interior al otro, por la misma ley que la de los polos contrarios, cuando son exteriores, y casi es ya inútil que me detenga á hacer ver una cosa que considero evidente para el lector. Cuando el imán (fig. 61) empieza á entrar en el solenoide (ó en otro imán hueco) no se han *confundido* todavía las corrientes y pueden acercarse más, como se ve por las flechas del solenoide y las del imán; la atracción no puede cesar ni sobrevenir el equilibrio, hasta que, llegado el imán al fondo del solenoide, se encuentran las corrientes de uno y otro lo más próximas posible. Entre los extremos *N* y *S'* no hay repulsión ni puede haberla sino también atracción, porque son de igual sentido todas las corrientes; pero

dominan las atracciones entre S y S' , N y N' , que se suman. Sin embargo, á medida que el imán penetra en el solenoide disminuye esa suma de corrientes aun distantes y con ella la intensidad de la atracción hacia abajo, hasta que todo el imán ha penetrado, en cuyo caso, como no hay contacto, sino aproximación máxima, subsiste en el equilibrio un estado de tensión atractiva. De la misma manera se explicaría la inversión de polos magnéticos que se manifestaría, según he dicho, en una aguja que estuviese en el interior del globo terráqueo imaginado hueco.

Las anteriores consideraciones ponen de manifiesto la inexactitud del enunciado absoluto de la atracción y repulsión de los polos, y ha hecho que me pregunte yo más de una vez si convendría prescindir también de este enunciado, pues al fin y al cabo las acciones no son de los polos sino de las corrientes de todo el imán. No me atrevo á responder que sí, pues reconozco las ventajas prácticas del mismo, que resulta exacto en la generalidad de los casos, puesto que los imanes suelen ser exteriores uno á otro. Sin embargo hay por de pronto la excepción de la tierra, cuyo polo *norte geográfico* debería llamarse *sur magnético* (lo es por el sentido de la corriente terrestre, no se olvide); y al decir, por ejemplo, que los polos de igual nombre se repelen, es preciso para no decir las cosas á medias, añadir: excepto en el imán terrestre, cuyos polos atraen á los de igual nombre de los imanes, y repelen á los de contrario si es que no se quieren invertir las denominaciones *norte* y *sur* en la tierra, lo cual siempre repugna. Por supuesto que al establecer esta excepción habría que decir también que en el imán terrestre está invertido el concepto electro-dinámico de polo y que en él es *norte el que tiene las corrientes en el sentido de las manecillas de un reloj* y *sur el que las tiene al revés*. Todo esto resulta por lo menos molesto y expuesto á equivocaciones, y por mi parte encuentro menor el inconveniente de llamar *sur magnético* al *polo norte geográfico*, aunque esto sea ilógico y tampoco satisfaga. Lo que de aquí se infiere es la conveniencia de renunciar á las denominaciones *norte* y *sur*, sustituyéndolas por las de *derecho* é *izquierdo* ó *dextrorsum* y *sinistrorsum* que propuse antes.

Para prescindir del enunciado corriente sobre atracciones y repulsiones de los polos, habría también otras razones, entre ellas la de que hoy no puede ya decirse que todos los imanes de que se hace uso son exteriores. El prodigioso número de disposiciones á que han dado lugar los incesantes inventos sobre electricidad, particularmente en la telefonía y en el alumbrado eléctrico, han hecho variar hasta el infinito las formas de los imanes y su relación con los carretes ó corrientes helizoidales, y se ven á cada paso imanes fijos ó móviles dentro de los solenoides (teléfono de Bell, reguladores de luz eléctrica). En estos casos se tropieza luego con la excepción de que he hablado; y no pocas dudas y vacilaciones se evitarían los que no han visto bastante claro en esto de la polaridad, si en vez de empeñarse en buscar polos contrarios siempre en los próximos (que se atraen) se acostumbraen á ver *corrientes de igual sentido, que tienden á confundirse*.

Para terminar esta rápida enumeración de los fenómenos electro-magnéticos más conocidos, cuya explicación pudiera verificarse con gran sencillez y ventaja para la enseñanza, tomando como fundamento un principio único, el que he enunciado ú otro análogo, quizá mejor hallado, pues no pretendo haberlo

formulado de la mejor manera posible, voy á decir algunas palabras acerca de los electro-imanés y la imanación por corrientes y otros imanes, porque es éste un punto en que resultan algunas ventajas manifiestas de la unificación con que trato de presentar todos los fenómenos en que hay alguna manifestación magnética.

(Fig 62). Nos dice la teoría de Ampère que las moléculas de las sustancias magnéticas (hierro y acero) están circuidas por innumerables corrientes eléctricas en todos sentidos. ¿Qué sucederá, pues, cuando por la hélice que rodea el barrote de hierro dulce pasa la corriente de una pila, por ejemplo? Sucederá lo mismo que cuando por la proximidad de un circuito móvil pasa una corriente: éste se orienta de modo que las corrientes sean de igual sentido en la parte más próxima. Aquí en vez de un circuito móvil al rededor de un eje vertical, tenemos un sinnúmero de pequeños circuitos móviles al rededor de un punto cada uno, y en lugar de una corriente sencilla una helizoidal ó sea multiplicada. Luego todos esos pequeños circuitos se orientarán de modo que sus corrientes sean en la parte más próxima de igual sentido que la excitadora del carrete: el barrote estará imanado; y como es interior á aquel carrete, sus extremos derecho é izquierdo (polos sur y norte) corresponderán con los de aquél. Tendremos un electro-imán en actividad; pero, gracias al principio fundamental que nos sirve siempre de guía, nos imaginamos á un tiempo los polos S' y N' del barrote y los S y N del carrete, de los que en los electro-imanés se suele prescindir; y no sería extraño que se vieran perplejos algunos

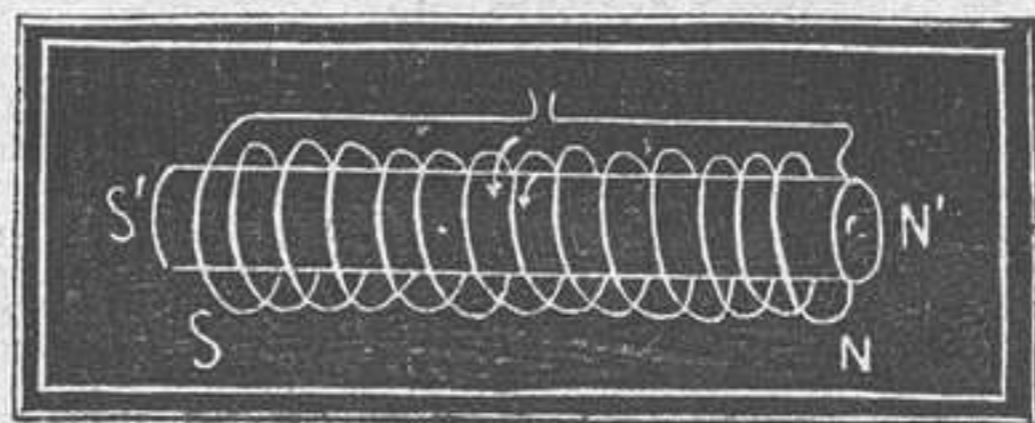


Fig 62.—ELECTRO-IMÁN.

al preguntarles si son iguales ó contrarios los del mismo lado. Si en vez de ser el barrote de hierro dulce fuese de acero, lo consideraríamos como un sinnúmero de circuitos móviles, pero con cierto rozamiento que hiciese lenta su orientación, ni más ni menos como ocurre con esos circuitos móviles pesados que se orientan despacio y con dificultad si no se dispone de una pila energética. Es la fuerza coercitiva.

(Fig. 40). Si en vez de introducir la barra de hierro dulce $S' N'$ en un carrete por el cual circule una corriente eléctrica, lo aproximamos á un imán $S N$ la corriente hipotética izquierda (polo norte) de N orientará los pequeños circuitos móviles hipotéticos del hierro dulce de modo que sean de igual sentido por lo menos en la parte más próxima, lo que produce polos contrarios, porque son exteriores una á otra las dos barras. Además existirá por supuesto un estado de tensión atractiva, insuficiente las más veces, para vencer los rozamientos y hacer que se confundan las corrientes hipotéticas de los dos extremos puestos frente uno á otro N y S' . Claro es que esta atracción será más energética cuando el barrote de hierro esté alineado en la prolongación del imán, porque entonces habrá igual sentido de corriente en todo el perímetro del polo, como sucede en la figura 60.

Importa mucho que nos fijemos aquí en una circunstancia en que, á pri-

mera vista, podrá alguno pensar que falta la analogía de los imanes con los solenoides, invalidando la teoría que, con más detalle del que me proponía, vengo desarrollando. ¿Dónde está la línea ó sección neutra de los solenoides? Si presentan la corriente por igual en toda su longitud, deben orientar y atraer por todos sus puntos.

Así es en efecto, y lo mismo sucede con los imanes, á pesar de la línea neutra. Lo que hay es que la atracción disminuye hasta hacerse *insensible* en el centro.

Supongamos (fig. 63) que aproximamos al imán $N S$ por su centro el cilindro de hierro dulce H : la sola inspección de la figura pone de manifiesto que las corrientes que nacen en este cilindrito aparecen contrarias y destruyéndose; luego no hay imanación, no hay polos, y el cilindro cae por su peso, sin que parezca existir la más mínima señal de atracción. Si este cilindrito se coloca en $S N'$, fuera del centro del imán, habrá imanación y atracción, tanto mayor, cuanto más cerca se halle del extremo; porque si bien es verdad que mientras no se llegue á este extremo, hay desarrollo de corrientes contrarias, la de la derecha del cilindro (representada con una flecha más gruesa) es más

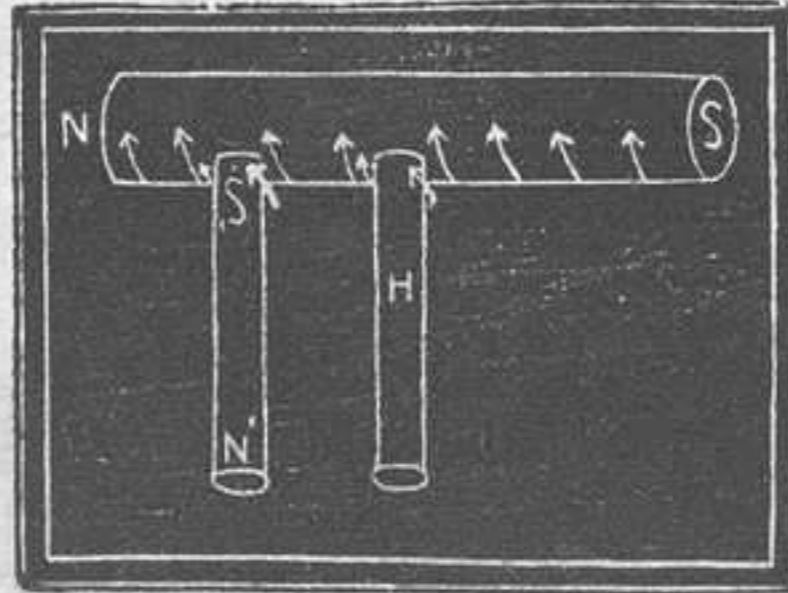


Fig. 63.—ACCIONES EN UN IMÁN.

vigorosa, porque nace de la resultante de mayor número de corrientes del imán (las de la derecha de éste) que la de la izquierda (las de la izquierda del imán). Y como la esfera de acción de las corrientes hipotéticas de éste no es muy grande, resulta que no hay al parecer atracción hasta cierta distancia á derecha é izquierda de la *línea neutra*, lo que ha hecho que muchos prefieran la denominación de *sección neutra*.

Sin embargo la atracción existe en toda la longitud del imán sin excepción. Para convencerse de ello basta aproximar precisamente por la sección neutra, un cilindro de hierro dulce al barrote imanado, con tal de que sean ambos paralelos; y por corto que sea este cilindrito, se verá que siempre es atraído y queda adherido al imán (fig. 64). Las flechas explican muy claramente este

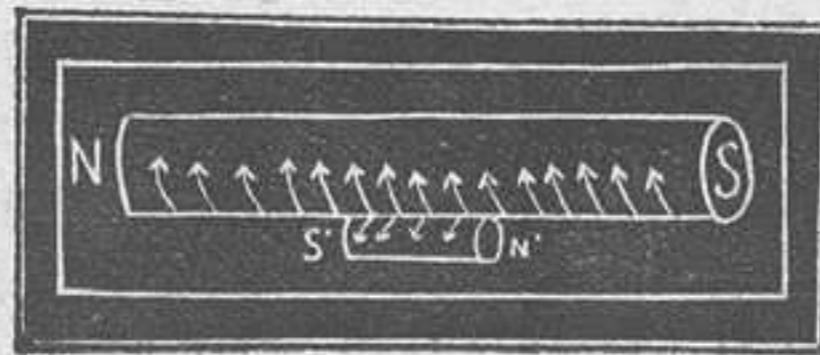


Fig. 64.—ATRACCIÓN DEL HIERRO DULCE POR LA LÍNEA NEUTRA DE UN IMÁN.

fenómeno en que muchos no se habrán fijado. En rigor lo mismo debe ocurrir en el caso del cilindro H (fig. 63) cuyas corrientes, indicadas por las dos flechitas, en vez de destruirse, puede admitirse que bajan, formando los polos norte y sur á derecha é izquierda de la barrita respectivamente: esto equivale

á dos polos muy prolongados como los de los electro-ímanes Siemens. Y si el hierro dulce no se sostiene adherido es porque su peso no puede ser equilibrado por el corto número de corrientes que hay en la proximidad del imán de igual sentido que las de éste. El lector debe tener en cuenta que las corrientes hipotéticas de los imanes y las que por la influencia de éstos se orientan en las barras de hierro, no van exactamente en la dirección transversal en que las representan las flechitas de los dibujos, sino que se desvían más ó menos por influencias complejas y mútuas, y que el sentido de cada una proviene, no de la que tiene más próxima sino de la resultante de cierto número de ellas. Por estas influencias se explica fácilmente, entre otras cosas, el que los polos no coincidan con los extremos de los barrotes; pero no hace falta ni es oportuno entrar en tales detalles para discípulos jóvenes, como los de los institutos.

Conviene, por último, establecer una aproximación entre el hierro dulce y el acero. Hemos considerado á éstos como conjuntos de circuitos móviles alrededor de un punto cada uno. Lo mismo sería para el caso imaginar en vez de circuitos sencillos, pequeños solenoides, pequeños imanes, pequeñas agujas imanadas. Para fijar bien las ideas, imaginemos una tablita de madera suspendida de un hilo por su centro, sobre la cual se han colocado numerosas agujas imanadas (fig. 65). Aproximando el polo *N* de un imán á un extremo de la tabla, se orientarán todas las agujas de la manera que sabemos, y la tabla será atraída, hasta el contacto con el imán. Si presentamos el otro polo de éste, se invertirán inmediatamente las agujas y la tabla será atraída del mismo modo. Hé ahí una imagen de la imanación por influencia en el hierro dulce: siempre atracción.

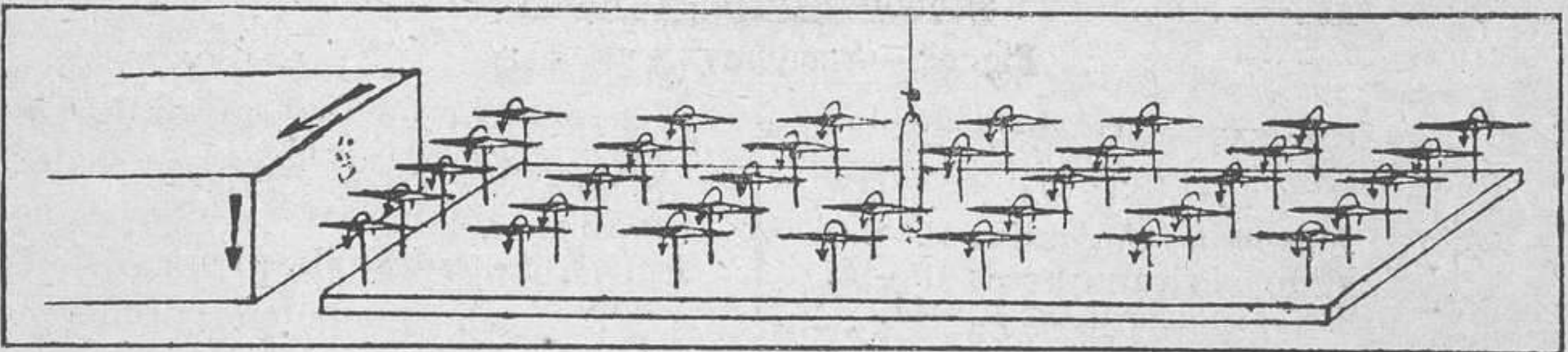


Fig. 65.—IMAGEN DE LA IMANACIÓN POR INFLUENCIA.

Supongamos ahora que las agujas imanadas no pueden volverse con la rapidez exigida por la acción enérgica del imán, sino que experimentan rozamiento en sus pivotes, hallándose además orientadas desde luego á lo largo de la tabla. Admitamos asimismo que ésta se halle en vez de suspendida, apoyada sobre un pivote y que, haciéndola girar sobre éste, la apartamos de la posición en que está representada en la figura. Si no hubiese rozamientos, todas las agujas girarían hasta presentar á *N* su polo opuesto y la tabla quedaría en cualquier posición; mas no pudiendo verificarse este movimiento múltiple y hallándose, como quien dice, invariablemente unidas á la tabla y entre sí, son todas solidarias, forman un verdadero sistema y la tabla entera girará sobre su pivote hasta presentar al polo *N* las contrarias de todos los imanes móviles. Si se presenta el polo *S* del imán fijo, tienden á volverse todas las agujas; pero no siendo esto posible, se vuelve el sistema en conjunto y siempre queda en definitiva satisfecho el principio de que las corrientes

tienden á confundirse, haciéndose de igual sentido y atrayéndose; la resistencia del pivote impide que se junten los extremos de la tabla y del imán, y aquélla oscila cierto tiempo. Hé ahí la imagen de la acción de un imán sobre el acero imanado, sobre otro imán, sobre la aguja imanada; siempre atracción también. Si hay por un lado repulsión, es como corolario de aquélla.

Se ve, pues, que en rigor está la diferencia magnética entre el acero y el hierro en que los pequeños imanes moleculares (ó circuitos hipotéticos) no pueden formar sistema en éste y sí le forman en aquél. Obedeciendo, por tanto, siempre en el hierro estos imanes elementales libres á la acción del imán excitador, ponen sus corrientes concordantes con las de éste y hay por lo mismo siempre atracción. En el acero imanado, por el contrario, los imanes elementales no pueden obedecer al polo excitador; de suerte que si se impide el movimiento de la tabla sobre el pivote y se presentan las corrientes de estas agujillas en sentido opuesto á las de aquel polo, tiene que haber repulsión.

(Se continuará.)

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL

EXTRACTO DE LAS ÚLTIMAS SESIONES.

El Sr. BOLIVAR leyó la siguiente lista de las especies que había encontrado en Burdeos durante el mes de setiembre, algunas de las cuales no se han citado de esta región de Francia.

<i>Labia minor</i> L.—Bordeaux.	<i>Platyphyma Giornæ</i> Rossi.—
<i>Forficula auricularia</i> L.—Id.	Bordeaux.
<i>Periplaneta orientalis</i> L.—Id.	<i>Phaneroptera quadripunctata</i>
<i>Mantis religiosa</i> L.—Cenon.	Brunner.—Lormont.
<i>Paracinema tricolor</i> Th.—Id.	<i>Xiphidum fuscum</i> F.—Id.
<i>Stenobothrus dorsatus</i> Zett.—Id.	<i>Conocephalus mandibularis</i> Ch.
— <i>elegans</i> Ch.—Id.	—Cenon, Lormont.
— <i>parallelus</i> Zet.—Id.	<i>Platycleis grisea</i> F.—Id.
— <i>bicolor</i> Ch.—Id.	<i>Ephippigera Durieui</i> Bol.—
<i>Epacromia thalassina</i> F.—Id.	Bordeaux.
<i>Edipoda cærulescens</i> L.—Id.	<i>Gryllus domesticus</i> L.—Lor-
<i>Caloptenus italicus</i> L.—Id.	mont.

El Sr. GONZALEZ y G. DE MENESES leyó la nota que sigue:

«A unos 3.000 m. al NO. de Hornachuelos (provincia de Córdoba), en el sitio llamado «Mesa del Cerro de la Constanza,» se encuentra la capa de caliza terciaria que constituye el suelo de dicho pueblo, y una gran parte de su término, infiltrada de depósitos de fosforitas, que alcanzan una ley media en fosfato tricálcico de 70 por 100.

El mayor de los depósitos reconocidos hasta ahora, mide unos 100 m. de longitud por 20 de ancho y 1½ á 2 de profundidad (dimensiones medias).

De dicha fosforita y del terciario calizo que le sirve de caja entregué algunos ejemplares para el Gabinete de Historia Natural de la Universidad de Sevilla donde pueden verlos los señores socios que gusten.»

El Sr. CALDERÓN dijo que había examinado dichos ejemplares y que encontraba interesantísimas las noticias comunicadas por el Sr. González y G. de Meneses, pues confirmaban las ideas que emitió hace años ¹, sobre la edad relativamente moderna de la actividad geysericiana que ha producido ese sin número de filoncillos de fosforita dispersos en toda esta parte de Andalucía. Todos ellos á vueltas de in-

¹ Calderón: Contribuciones al estudio de la fosforita de Belmez.—*Anales de la Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. VII.

finidad de aspectos, estructuras y diversa ley de fosfato, ofrecen como caracteres comunes una proporción de sílice con frecuencia alta, una textura concrecionada y el proceder de calizas metamorfizadas por la acción de aguas cargadas de ácidos fosfórico y silícico. La fosforita de Belmez y Espiel es un producto de transformación de la caliza carbonífera, la del Cerro del Santo lo es de una arcáica, y otras parecen de edad secundaria; pero la única fosforita de Andalucía, decididamente terciaria y con fósiles que lo acrediten que conocía era la que motivaba la nota recién leída.

Añadió que por otro género de consideraciones había sostenido la comunidad de origen y la fecha relativamente moderna de todas estas fosforitas y que había ampliado á las de Santa Eufemia y puerto de Espiel en otro trabajo ¹. Terminó haciendo un resumen sobre las opiniones emitidas hasta el día sobre el origen de las fosforitas y apatitos.

—El Sr. MEDINA dió lectura á la nota siguiente:

«Estando ocupándome actualmente en el estudio de la familia de los Esfégidos, he hallado en la colección del país que estoy formando, tres especies del género *Pelopæus* Latr. (*P. spirifex* L., *P. pensilis* Illig., y *P. transcaspicus* Rad.), de las cuales, una particularmente, ofrece especial importancia, y ninguna de las tres se encuentra mencionada como de España en la clásica obra de Ed. André.

Poseo de Sevilla y Puerto Real, recogidos por los Sres. Calderón y Paul respectivamente, varios ejemplares, todos ♀ del *Pelopæus spirifex* L., y por cierto de un tamaño bastante mayor que el que se les asigna en las obras descriptivas. Esta especie no es nueva para la fauna española, pues ya ha sido citada de Cataluña por el Sr. Cuni.

El *Pelopæus pensilis* Illig. ♀, también fué hallado en los alrededores de Sevilla, y el Sr. Gogorza le menciona de Sierra Morena, en cuyo punto le recogió nuestro consocio señor Laguna.

Pero la especie más importante que poseo del género en cuestión, es el *Pelopæus transcaspicus* Rad., ♀ hallado en Sevilla, y del cual solo se conocía una ♀ procedente de Askhabad (Turkmenia), citada por su autor el Sr. Radoskowski.

Es un hecho curioso por extremo la existencia de este insecto tan raro todavía, en localidades tan apartadas como lo son la Turkmenia y Andalucía, sin que se le conozca de otras intermedias; pero la explicación de este, como de otros muchos casos análogos, se funda en lo poco estudiado que se halla aún en el Mediodía de Europa, y particularmente en España, el interesantísimo orden de los himenópteros.»

—El Sr. CALDERÓN leyó la comunicación siguiente:

Foraminíferos fósiles de Andalucía.—«Dada la escasez de noticias que aun se poseen sobre los foraminíferos vivos y fósiles de la fauna española, he creído que quizás podrían ofrecer algún interés las que he reunido sobre los pequeños é interesantes animales de dicho orden, que se encuentran en algunos yacimientos terciarios de Andalucía. Mencionaré estos por orden de antigüedad.

»Varias calizas eocenas de canteras explotadas como piedra de construcción, que me fueron enviadas en consulta el pasado año para su examen microscópico por el diligente é inteligentísimo arquitecto director de las obras de la catedral de esta ciudad, D. Adolfo F. Casanova, reducidas á secciones transparentes, me revelaron un gran número de foraminíferos. De estos materiales citaré en primer término, las calizas oolíticas, blancas y de magníficas condiciones para la labra, empleadas de preferencia en los trabajos de restauración de dicho monumento, procedentes de Estepa, Puente Genil y Cabra. El señor profesor Steinmann, de

¹ Sur les phosphorites récemment découvertes au Midi de l'Espagne.—*Bull. de la Soc. géol. de France.*—3.^a serie, t. VII.

Freiburgo, me decía con respecto á una de ellas: «La roca de Estepa es una caliza oolítica: además de innumerables oolitas blancas, perceptibles á la simple vista, contiene muchos foraminíferos, entre ellos algunos *Miliolites*, y en gran cantidad *Rotalias* y *Textularias*. No faltan tampoco vestigios de equinodermos y briozoos y restos, aunque raros, de algas calizas (*Littoothamminas*). Por el exámen de esta caliza no se puede decidir de su edad aunque parece nummulítica, ni tampoco se advierte el predominio marcado de alguna forma que pudiera dar nombre á la roca.»

»Otras calizas bastas de igual edad, como la de Monóvar y la de la cantera de la Cruz de Navalará en Cabra, son análogas por sus caracteres y por su fauna microscópica á las ahora mencionadas, si bien en ellas, dominan las *Globigerinas*, sobre las *Orbitolites*, *Spiroloculinas*, *Nodosarias*, *Textularias* y otras formas, que más ó menos rotas y mezcladas con espículas de esponjarios y fragmentos diversos, revelan en sus secciones delgadas. Todos estos restos están trabados por una caliza semi-cristalina, cuyo abolengo orgánico descubre el empleo de las grandes ampliaciones; mediante él se comprueba también que los poros de la roca, que la hacen un tanto áspera al tacto, no son otra cosa que cavidades internas de semejantes organismos.

»En Algeciras se extrae una caliza cenicienta, de fractura concoidea y muy compacta, que presenta abundantes *Cristellarias* y *Textularias*, si bien los trozos examinados son menos ricos en foraminíferos que las calizas bastas, blancas, mencionadas hasta aquí.

»Las areniscas cuarzosas de cemento calizo del Puerto de Santa María, que se emplean en la construcción con los nombres de *pedra franca* y de *mata-sanos*, con las cuales está principalmente fabricada la catedral de Sevilla, y á ellas debe la poca duración que promete monumento tan importante, han sido mencionados ya por el Sr. Machperson ¹ como miembros del terciario inferior, notando á la par su riqueza en fragmentos de conchas y corales. Nosotros hemos reconocido también en ellas algunos foraminíferos.

»La arenisca caliza de Jerez de la Frontera llamada *martelilla*, es una roca de notable homogeneidad, que presenta restos generalmente rotos, de foraminíferos y esponjarios, con predominio notorio de las *Globigerinas*. En esta, como en otras rocas glauconosas de la provincia de Cádiz, he tenido ocasión de observar un hecho curioso. Se sabe ya que las areniscas glauconosas suelen contener granos, que los medios amplificantes descubren ser moldes internos de foraminíferos, y se supone que las conchas de estos rizópodos debieron rellenarse por el silicato verde inmediatamente después de su muerte, y que, alterándose y desapareciendo más tarde las partes calizas, dejaron libres aquellos moldes internos por ser más resistentes á la descomposición. Pues bien, en las rocas glauconosas citadas, el silicato se descompone antes que la caliza de los caparzones, volviendo porosa á la roca que los contiene. En el microscopio se puede seguir toda la transición desde los foraminíferos rellenos de glauconia, hasta los vacíos por el intermedio de otros, en que el silicato está reducido á una materia térrea más ó menos abundante.

»En el terreno eoceno de Coripe, recogí una caliza compacta, grisácea, áspera al tacto y con poros finos, empleada en la construcción en aquellos contornos. Sus secciones transparentes muestran que es una brecha microscópica de *Globigerinas*, de una belleza extraordinaria.

»Examinando todas las rocas eocenas con foraminíferos de la región, sorprende la variedad de aspectos, colores y estructuras que ofrecen, hasta el punto de que muchas veces su inspección megascópica no haría sospechar en muchas de ellas que se trata de materiales zoógenos. En sección transparente recuerdan los

¹ Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz, 1873.

más, el *pläner* de Bohemia, y como él son ricas en *Globigerinas*, en *Nodosarias* y en *Rotalias*.

»Desgraciadamente nuestro eoceno fosilífero está constituido por materiales tan compactos, que no permiten aislar los foraminíferos, siendo casi imposible, por tanto, su determinación específica; únicamente en la *moronita* es dado aislar algunos de dichos organismos; pero el examen de esta arroja escasa luz sobre la cuestión presente por ser la roca mucho más abundante en radiolarios que en foraminíferos, en lo que respecta á sus restos animales.

»Por lo que se refiere al terreno mioceno, el depósito de rizópodos más importante de Andalucía es el descubierto por el señor Orueta ¹ en los tejares de la provincia de Málaga. Distingue en ellos dos horizontes: uno inferior, contituido por arcillas azuladas de época miocena, y otro superior que lo está por gravas y arenas arcillosas pliocenas, en sentir de nuestro ilustrado consocio, y no cuaternarias, como se había creído antes. La arcilla azulada, que alcanza unos 20 m. de espesor, es la que en compañía de los variados moluscos ha ofrecido millones de diminutas conchas de foraminíferos que examinadas por los Sres. Jones y Parker, han revelado una fauna muy rica, complemento de la de las arcillas terciarias de Viena. Estos señores han extraído de dicho barro 24 especies, cuya lista puede verse en el trabajo citado.

»La base del mioceno de la provincia de Sevilla, ofrece también espesos bancos de *Orbitolites*, *Ostrœa crassissima*, *O. longirostris*, *Clypeaster altus* y *Cl. insignititis*. Yo he encontrado este banco en el helveciano de Peñaflor, y reaparece en otros muchos puntos del valle del Guadalquivir.

»Pasemos al terreno plioceno, que como se sabe, ha proporcionado ya en diversos lugares capas ricas en foraminíferos, que contienen los mismos géneros y en igual proporción numérica que los mares actuales. Sin embargo el plioceno español no se ha explorado todavía á fondo en ningún sitio, y menos en lo concerniente á los pequeños organismos que motivan la presente nota.

»La formación por excelencia para el estudio de los foraminíferos pliocenos es el valle del Guadalquivir, en la margen derecha del territorio conocido con el nombre de Aljarafe, que va desde la Rinconada y la isla Mayor hasta la provincia de Huelva. En el subsuelo de Sevilla y en toda la barrera que forma en la margen derecha del rio una especie de dique desde los cerros de Santa Brígida á Coria, se pueden seguir las dos formaciones pliocenas, ricas en foraminíferos: la inferior constituida por una arenisca célebre en la cuesta de la Mascareta por utilizarla como inmejorable fundente, y una superior de arcilla azulada, que se extrae, y emplea en diversos usos. La inmediata cuesta de Castilleja, en el sitio en que dicha arcilla se explota principalmente por ser allí muy pura, proporciona una localidad excelente para estas investigaciones y para recoger bellos fósiles, como *Naticas*, *Scalarias*, *Dentalium*, *Cardium*, *Venus*, *Cytherreas*, *Pecten*, *Ostreas* y equinodermos, en las superficies siempre renovadas por los trabajos de extracción. El sedimento arcilloso que envuelve á esta fauna, que indica haberse depositado en un mar poco profundo, ha permitido una conservación perfecta á las especies que en ella se encuentran.

»Habiéndome comunicado hace algún tiempo nuestro consocio D. Manuel de Paul, que habia visto foraminíferos en aquel famoso barro, me apresuré á recoger algunos trozos para ensayar en el gabinete de la Universidad, los procedimientos de extracción y preparación de estos organismos que vi puestos en práctica en el laboratorio de Gaudry, en París, y de que di cuenta hace tiempo en esta Sociedad ².

¹ Actas de la Sociedad malagueña de ciencias físicas y naturales, 1874.

² Nota sobre la extracción y colección de las conchas microscópicas de moluscos y foraminíferos. *Anales de la Soc. Esp. de Hist. Nat.*; tomo XII Actas; páginas 33 y siguientes.

»Otro yacimiento interesantísimo para la exploración de la fauna rizopódica pliocena se halla en Huelva, en la capital misma, y sobre todo en un banco prodigiosamente fosilífero situado á espaldas del Hotel Colón, del cual posee el Gabinete de Historia Natural de esta Universidad, además de un magnífico paladar de *Myliobatis*, preciosos *Balanus concavus* Bron., *Turritella terebra* Lmk., *Fusus*, dos especies de *Natica*, *Cancellaria*, *Cerithium*, *Dentalium elephantinum* Brochi, *Venus*, *Cardium*, tres especies de *Pecten*, dos de *Ostrea*, *Cytherea*, *Fungia*, *Coralium* y otros reconocidos por nuestro diligente consocio D. Antonio de Seras, y por el profesor D. Gregorio G. de Meneses. Estas rocas fosilíferas así en la capital como en los famosos *cabezos* de Huelva, consisten en márgas arenosas, que desleídas en el agua, proporcionan abundantes foraminíferos.

»Empleando procedimientos sencillos de extracción, pues desde luego se comprende que las múltiples tareas en que tenemos que ocuparnos en el Gabinete de la Universidad, no permiten consagrar mucho tiempo á ninguna manipulación; han bastado, sin embargo, para extraer de las citadas rocas y particularmente de la arcilla de la cuesta de Castilleja, multitud de individuos en un estado admirable de conservación, correspondientes á los géneros *Triloculina*, *Nodosaria*, *Lagena*, *Dentalina*, *Cristellaria*, *Textularia*, *Globigerina*, *Rotalia*, *Operculina*, *Polystomella*, etc.

»Habiendo separado un crecido número de ejemplares, tanto el Sr. Paul como yo, envié algunos de ellos así como de la roca en que se hallan, al eminente y amabilísimo especialista de París, M. Schumberger, quien me ha comunicado además de dos bellísimas preparaciones de ellos, algunas noticias que me parecen importantes. Estima muy interesante esta fauna rizofórica pliocena de Sevilla y Huelva, y nota el predominio en ella de las *Cristellarias*, asociadas á variados géneros, aunque ninguno de estos, ni de sus especies, difieran mucho, si es que no son idénticos á los actuales descritos en la clásica obra de Brady¹. Ha reconocido pocas *Dentalinas* y *Lagenas*, pero esta escasez la atribuye al procedimiento que hemos seguido en la extracción; y así recomienda que en lo sucesivo dejemos secar bien la roca, y que después se la eche en agua, la cual pasada por un tamiz fino de seda, abandonará muchas de esas formas que flotan en el líquido y que él supone deben abundar en estos yacimientos rizopódicos pliocenos. En efecto, por el ensayo que ha practicado con los trozos que le envié, ha logrado obtener algunas formas de las que solo poseía algunos ejemplares.

»Las investigaciones sobre los foraminíferos son tan difíciles como prolijas, y esta es la principal razón del escaso número de especialistas que á ellas se consagran; y como todavía entre estos algunos, como el mismo Sr. Schumberger, prefieren los estudios morfológicos á los descriptivos, se hace sumamente difícil consultar con personas verdaderamente entendidas las frecuentes dudas que sugiere la determinación de seres tan pequeños y tan numerosos en especies. No pierdo, sin embargo, la esperanza de poder comunicar en un plazo más ó menos largo nuevas y más detalladas noticias sobre los foraminíferos de esta región.

»Es sabido que en el Mediterráneo, desde la orilla hasta más de 100 brazas de profundidad, pulula un grupo de rizópodos muy semejante al del plioceno indicado, y ciertamente estudiando las especies actuales de las costas andaluzas, fáciles de recoger en varios puntos, como las playas de la provincia de Huelva y la de Chipiona, de donde el Sr. Paul ha tenido un depósito muy rico en *Triloculinas* y otros géneros se podrían comparar con las formas fósiles, investigación que ofrecería ancho y nuevo campo á quien quisiera dedicarse aquí al estudio de tan bellos é interesantes organismos.»

El Sr. GONZALEZ y G. DE MENESES dijo que la playa de Ayamonte era notabel

¹ On some of the Reticularien Rhizopoda of the Challenger's expedition I, II, III. — Quart. Journ. Microsc. Society; vol. XIX-XXI.

por su abundancia en foraminíferos y moluscos diminutos, ofreciendo encargarse de procurar algunas cantidades de ellos para su reconocimiento seguramente importante y fecundo.

El Sr. BOLIVAR presentó un ejemplar de una Memoria que ha publicado en los «Anales de la Sociedad Zoológica de Francia,» titulada *Énumération des orthoptères de l'île de Cuba*, y con este motivo hizo las siguientes consideraciones sobre la fauna de la referida isla.

Los ortópteros de la isla de Cuba llegan hoy á 145 especies, que se distribuyen en 77 géneros, dejando á un lado ciertas especies cosmopolitas y otras que pueden considerarse importadas en aquella isla, entre las que se cuentan, además de diversas especies de blátidos, el *Stethophyma fuscum* Pall. y el *Sphingonotus cærulans* L. La forma cubana consta: primero, de especies propias ó indígenas que forman próximamente el tercio de la totalidad; segundo, de especies que se encuentran en Méjico, en los Estados-Unidos de la América del Norte y en las otras Antillas, pero sobresaliendo por su número las mejicanas, que influyen considerablemente en el carácter de la fauna de la más grande de las Antillas. Choca en extremo el corto número de especies meridionales, y sobre todo brasileñas, y aun las citadas se encuentran muy repartidas por ambas Américas.

Añadió, por último, que el referido estudio, en el que describe 19 especies y 4 nuevos géneros, lo ha realizado sobre los materiales de su colección recogidos por el Sr. D. José Cabrera, por quien le fueron regalados, y teniendo á la vista la preciosa colección de nuestro colega el Sr. D. Juan Gundlach, el cual no ha tenido inconveniente en someter el fruto de muchos años de trabajo á los azares y riesgos de una travesía tan larga, siendo esta una nueva prueba del interés científico que siempre ha demostrado nuestro ilustrado consocio. No se limita el Sr. Gundlach á recolectar animales de todos los grupos zoológicos, sino que, aun de aquellos mismos que no constituyen la especialidad á que él se dedica, observa y anota multitud de circunstancias de gran interés para el que lleva á cabo más tarde el estudio de aquellos animales; así es que juntamente con la colección me remitió el Sr. Gundlach descripciones detalladas de la coloración en vida de casi todas las especies, muy interesantes para un estudio detenido, pero de que yo no he podido servirme todavía, porque faltándome examinar de visu algunas especies que ni en la colección del Sr. Gundlach ni en la mía existen, y ofreciendo ciertas dudas la sinonimia de otras, me ha parecido más prudente comenzar por hacer la numeración de las especies antes de pasar á la descripción detallada de todas ellas, lo que me propongo hacer más adelante utilizando entonces los datos suministrados por el Sr. Gundlach. Llevado de esta idea he publicado en francés la indicada enumeración, á fin de que los naturalistas extranjeros puedan con más facilidad hacerme las observaciones que crean necesarias en vista de sus respectivas colecciones, y llegar de este modo con mayor rapidez al conocimiento de la fauna cubana.

—El mismo Sr. BOLIVAR leyó lo siguiente:

»Estudiando las branquias del cangrejo de río (*Astacus fluviatilis* Rond.) en cortes seriados he encontrado un caso de parasitismo bastante curioso y que no es muy frecuente hallar; se trata de un vorticelido fijo en las ramificaciones de las podobranquias y aun en las sedas del coxopodio destinadas á impedir penetren en la cámara branquial, arrastrados por el movimiento respiratorio producido por el escafognato, parásitos y elementos extraños.

Esta Vorticela se presenta en las preparaciones que he examinado en numerosos individuos aislados, independientes, es decir, que no forman colonia, como sucede con otros géneros de la misma familia, tales como *Carchesia* Ehrbg. y *Zoothamnium* Ehrbg., en que un mismo pie es comun á varios individuos. Se halla contenido el animal dentro de una especie de cubierta silíceá en figura de copa, y por su

parte inferior está fijo al fondo de esta cubierta, que se implanta en la tenue capa de quitina que cubre la branquia mediante un corto pedúnculo tubular que está ocupado por el pie de la *Vorticela*. Por lo general, los individuos que he observado presentan, empleando el objetivo *DD* y el ocular núm. 4 Zeiss, un gran núcleo en forma de cinta y numerosos nucleolos. La boca, situada en el extremo superior de animal, preséntase longitudinal, como comprimida y rodeada por numerosas pestañas no muy fáciles de ver en todos los ejemplares.

Todos estos datos permiten determinar con seguridad este parásito como un infusorio del orden de los Peritricos, familia de los Vorticélidos, tribu de los Cotúrnidos y género *Cothurnia* Ehrbg., siendo muy posible la *Cothurnia astaci* Lt., que ya se ha presentado algunas veces parásita del crustáceo.

Otros parásitos también se citan, muy dignos de atención, en el cangrejo de río y que parece han causado daños de consideración en el extranjero, á los que se dedican á explotar la cría de este crustáceo, entre ellos son los principales la *Astacobdella branchiale*, que se fija, igualmente que la *Cothurnia* en las branquias y el *Distoma cirrhigero*, que por lo menos en alguno de sus estados vive parásito de los crustáceos por lo general, enquistado entre sus músculos, y en un estado indudablemente no el perfecto cuando carece de órganos de reproducción, en opinión del Dr. Zundel. Este gusano sería en sus diversos estados parásito sucesivamente de un pez, de un molusco y, finalmente, de un crustáceo. (*Le Naturaliste*, 2.^a serie, núm. 8. *La maladie des ecrevisses*. Fabre-Domergue.)

Para el examen de las preparaciones á que me refiero he empleado el procedimiento siguiente:

Las branquias con el coxopodio han sido tratadas por el ácido pícrico en disolución, adicionado con el ácido sulfuroso, ó sea el licor de Kleinenberg, en la siguiente proporción;

Agua destilada..	100 vol.
Acido sulfúrico concentrado.	2 »
Acido pícrico.	todo el que pueda disolver.

Filtrese y se diluye en tres veces su volumen de agua destilada.

En este líquido permanecieron veinticuatro horas, fueron luego minuciosamente lavadas hasta eliminar las últimas huellas del ácido pícrico y después teñidas con el carmín oxálico durante cuatro horas. La fórmula preferible de este carmín, que copiamos del libro del Sr. Castellarnau ¹, *La estación zoológica de Nápoles y sus procedimientos para el examen microscópico*, es la siguiente:

a) Se disuelve una parte en peso de carmín en otra de amoniaco y tres de agua.

b) Se disuelve una parte de ácido oxálico en 22 de agua.

c) Un volumen del líquido b) se mezcla con 12 del alcohol absoluto.

d) Un volumen del líquido a) se mezcla con 8 del líquido c) y se filtra.

Luego de sacadas las branquias de este líquido colorante, fueron decoloradas por un lavado de alcohol de 70, y después fueron sucesivamente tratadas por espacio de veinticuatro horas por los alcoholes de 70, 90 y 100 y pasaron á la esencia de trementina, donde permanecieron otras veinticuatro horas, siendo luego incluidas en parafina mediante la estufa de Mayer por espacio de cinco horas y luego cortadas al micrótopo.

Fijando las secciones mediante una mezcla en partes iguales de colodión y esencia de clavo y evaporando la última por espacio de veinte minutos ó poco más á la estufa, los cortes quedan fijos por el colodión y luego se hace desaparecer la parafina mediante repetidos lavados en la esencia de trementina, y finalmente fueron montados en el Bálsamo del Canadá disuelto en cloroformo.

¹ Véase CRÓNICA CIENTÍFICA, tomos VIII y IX.

De este modo fijado el infusorio por el ácido pícrico, no sufre las deformaciones que á veces experimentan con el ácido piroleñoso ni tiene los inconvenientes del ácido arsénico, que no permiten tomar bien los carmines, y el carmín tiñe al principio muy vivamente todo el animal, pero lavado en alcohol se decolora, quedando el protoplasma teñido y diferenciado de la cubierta y los nucleolos y el núcleo en forma de una cinta arrollada algo en espiral muy coloreados.

Es de observar que los crustáceos que presentaron este parásito permanecieron vivos muchos días en un depósito de cristal con agua, y luego todos ellos murieron casi simultáneamente, efecto sin duda del parásito á que hacemos referencia.

—El Sr. CAZURRO presentó á la Sociedad dos curiosos ejemplares, existentes en este Museo, de dos tumores en figura de cuernos, cortados de la cabeza de una persona y remitidos á este Museo, por el conde de Floridablanca, y acerca de los cuales dió las noticias siguientes:

Entre los papeles del archivo del Museo de Ciencias existe un curioso documento acerca de los ejemplares expuestos; es este una minuciosa información ante escribano, autorizada por el corregidor de Madrid D. Pedro José Valiente, en la que se atestigua que estos cuernos fueron cortados á un caballero murciano del hábito de Santiago, cuyo nombre no se especifica, por el cirujano José Correa, en el mes de Abril de 1767, el cual, lo mismo que los testigos, declaran en la citada información que el sujeto los tenía situados «en postura natural,» es decir, á ambos lados de la cabeza respectivamente, y que fueron cortados por el Correa con la sierra de amputar. A esta información acompaña la siguiente carta (cuya ortografía conservo) firmada aun cuando no escrita por el conde de Floridablanca ministro entonces de Carlos III.

Remito a Vm dos hastas pequeñas cortadas a un hombre por el cirujano Joseph Correa, segun consta del testimonio que tambien acompaña y encargo a Vm que las coloque y guarde en ese Real Gabinete con la Nota correspondiente.

Dios guarde a Vm m a El Pardo a 25 de Febrero de 1787. El Conde de Florida Blanca. Sr. D. Joseph Clavijo.

Estas astas tienen igual figura que las de un cordero, siendo su aspecto en un todo idéntico, y notándose en ellas las mismas estrias de crecimiento.

El caso, sin dejar de ser curioso, no llega á extraordinario, pues estas pretendidas astas parecen no ser sino dos tumores dérmicos probablemente de los conocidos con el nombre de papilomas.

CRÓNICA BIBLIOGRÁFICA

Obras recientemente publicadas: *Lippmann, M.*—Cours de Thermodynamique. París 1889.

Bouvier, M. Ad.—Quelques observations sur le rendement lumineux des becs de gaz usuels. París 1888.

Guirand, M. le Dr.—Des causes de depopulation dans la région sud-ouest de la France. París 1887.

Vuillemin, Paul.—Les tubercules radicaux des Legumineuses. Nancy 1888.

Baraduc, Dr. H.—Du lavage électrique et de la faradisation intra-stomacale dans la dilatation de l'estomac (maladie de Bouchard). París 1888.

Wouves, Rézard de, Dr.—Du choléra. París 1889.

Atlas stellaire. Saint Petersburg. 1888.

Comba, Domenico.—Modificazioni alla profilassi e cura del cholera in rapporto con la quarantene marittime. Milano 1887.

Berger, von Dr. E.—Vier seltenerer Fälle von Verletzung des Auges und seiner Umgebung. 1889.

Nourrisson.—Pascal, phisicien et philosophe. Paris 1885.

Nourrisson.—Pascal phisicien et philosophe. Défense de Pascal. Paris 1888.

Vogt, Carl, et Jung, Emile.—Traité d'Anatomie comparée pratique. Paris.

Brunotte, Camille.—Recherches anatomiques sur une espèce du genre *Brauchiomma*.

Gomont, Maurice.—Recherches sur les enveloppes cellulaires des Nostocacées filamenteuses.

Rézarad de Wouves, le Dr.—La Génération étudiée sur les végétaux, les oiseaux et les animaux pour la connaître chez la femme.—3 ptas.

Halphen, J.-H.—Traité des fonctions elliptiques et de leurs applications. Deuxième partie: Applications à la mécanique, à la physique, à la géodésie, à la géométrie et au calcul intégral.—20 ptas.

Lévy, A. Michel et A. Lacroix.—Les Minéraux des roches. 1.º Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique; 2.º Données physiques et optiques.—12'50 ptas.

Nylander, William.—Enumeratio lichenum Feti Behringii.—4 ptas.

Boëry, (Pascal).—Les Plantes oléagineuses, huiles et tourteaux. Les plantes alimentaires des régions intertropicales. Cacao, Café, Canne à sucre, etc.—2 pesetas.

Charpentier, (Dr. Augustin).—La Lumière et les couleurs au point de vue physiologique.—3'50 ptas.

Costantin, (J.).—Les Mucédinées simples. Histoire, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les maladies des végétaux et des animaux.—6 ptas.

Cours, de thermodynamique professé à la Sorbonne par M. Lippmann, rédigé par E. Mathias et A. Renault et précédé d'une préface de l'auteur.—9 ptas.

Durand, (Th.).—Index generum phanerogamorum usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Bethami et Hookeri «genera plantarum» fundatus, cum numero specierum synonymis et area geographica.—25 ptas.

Saporta, (A. de).—Les Théories et les notations de la chimie moderne. Avec une introduction par C. Friedel.—3'50 ptas.

Cordemoy, (J. de).—Travaux maritimes et construction des ports.—50 ptas.

Deschamps, (H.).—Les Principes de la construction des charpentes métalliques. Ponts, poutres droites, combles, etc.—12'50 ptas.

Salomon, (sir David).—Les Accumulateurs électriques, leur emploi dans les installations d'éclairage privé. Edition française par P. Clémenceau.—3 ptas.

CRÓNICA

Destrucción del «Bos Americanus».—En el Arizona acaban de capturar ó mejor dicho de destrozarse un rebaño de Bisontes, *Bos Americanus*, que se puede considerar contenía los últimos representantes de aquella especie de mamíferos tan numerosos en otro tiempo. Los individuos que han escapado del degüello los expedirán para conservarlos en diferentes colecciones donde acabarán su carrera de captividad. Las pieles y los esqueletos se han recogido cuidadosamente para enviarlos á los museos de Europa. El valor de estos ejemplares es, en cierto modo, incalculable, puesto que la raza se puede considerar prácticamente extinguida. El *Bos Americanus* no es la única forma zoológica del Nuevo Mundo cuya extinción hemos presenciado.

La anagirina.—El Sr. Schutzenberger ha presentado á la Academia de Ciencias de París una Memoria de los señores Hardy y Gallois sobre la *anagirina*, principio activo del *Anagyris fœtida*, planta venenosa que crece en la Argelia y en todo el litoral mediterráneo. Da frutos que se parecen á los de la habichuela común, de donde se han originado frecuentes equivocaciones que han ocasionado envenenamientos en los animales y á veces también en los soldados. La anagirina es una sustancia tóxica que da sales cristalizadas.

EL DIRECTOR-PROPIETARIO, R. Roig y Torres