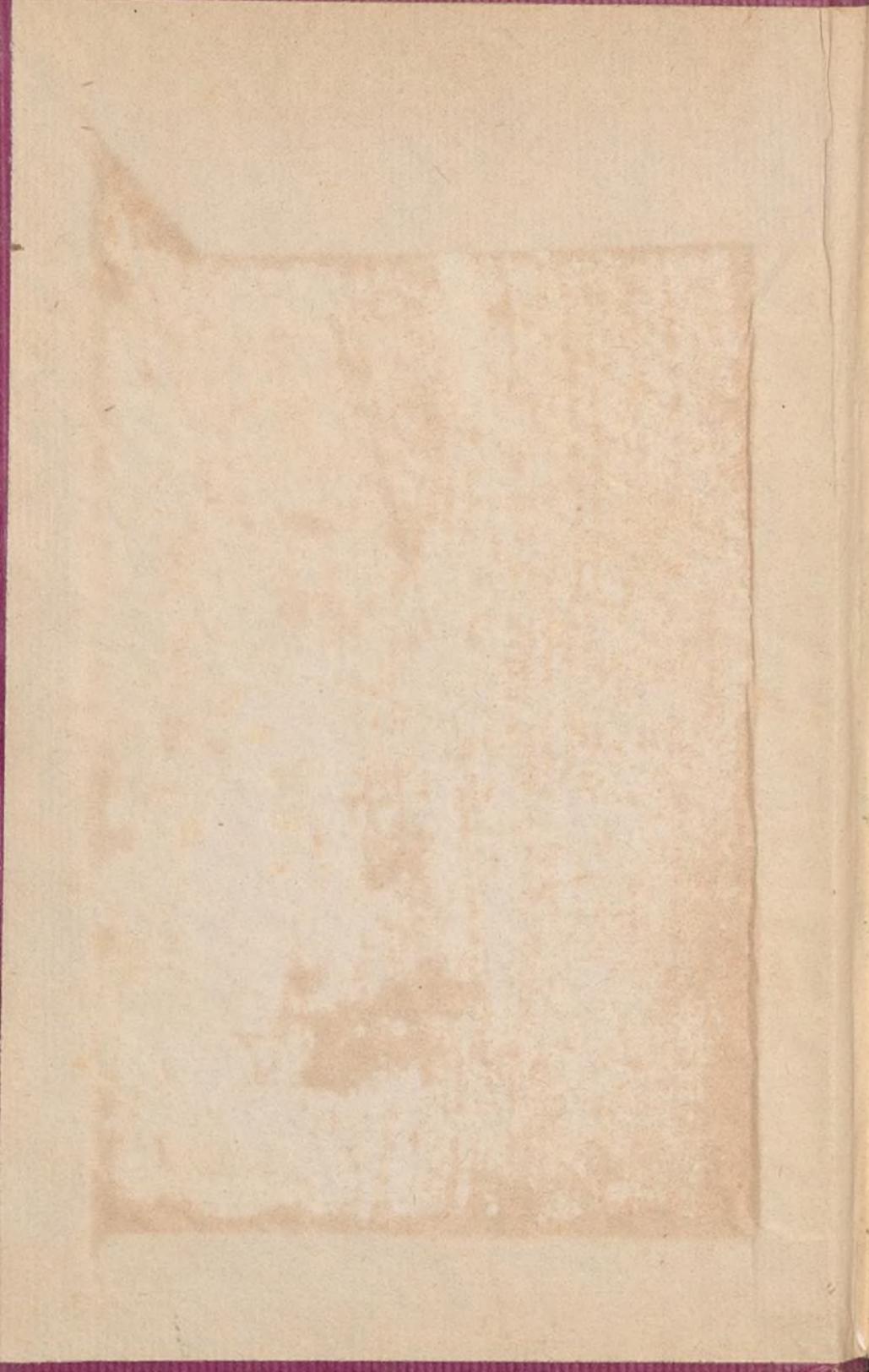


BIBLIOTECA  
DE LA  
JUVENTUD



L47-4439 April 2/70

52-7

2282

24-9<sup>a</sup> n<sup>o</sup> 20.

8882



ELECTRICIDAD — MAGNETISMO — GALVANISMO —  
GALVANOPLASTIA



BIBLIOTECA DE LA JUVENTUD

---

NOCIONES ELEMENTALES

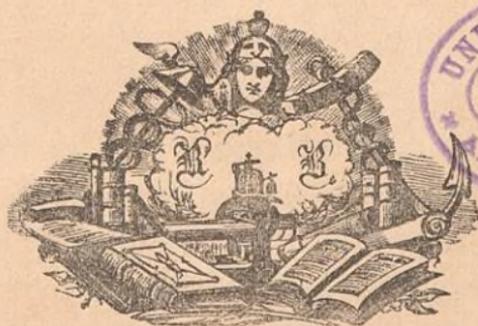
DE

# CIENCIAS

---

ELECTRICIDAD — MAGNETISMO

GALVANISMO — GALVANOPLASTIA



PARIS

LIBRERIA DE ROSA Y BOURET

23, CALLE VISCONTI, 23.

—  
1866

REVISTA DE LA BIBLIOTECA

DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

DE LA PLATA

DE LA BIBLIOTECA NACIONAL

DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

DE LA BIBLIOTECA NACIONAL

DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

1911

# NOCIONES DE CIENCIAS

---

## I

### INTRODUCCION

Promediaba el mes del Julio de 1865 : los ardientes rayos de sol canicular habian cerrado las puertas de las aulas y liceos y la cohorte de jovencillos escolares se habia esparcido acá y allá como una bandada de alegres pajaritos que en un momento dado levanta el vuelo llevando en el pico un grano fecundo y bienhechor.



La nube de niños se desparramó acá y allá en pos del hogar paterno y de la fresca sombra de las aldeas, gozosos con los ricos laureles alcanzados en los certámenes de estudios elementales. Sí, que dulce recompensa os aguarda al llegar á vuestros hogares : el beso de una madre. Infelices aquellos que no pueden recibir tan tierno galardón!

---

## II

## LA QUINTA

Nos encontramos en una lindísima quinta situada en el centro de un valle frondoso circuido de pintorescas montañas. En el piso bajo de la quinta se ve un hombre como de cuarenta años, sentado á su bufete, revolviendo libros y papeles: por las ventanas de su cuarto abiertas de par en par sobre un jardín entran las dulces emanaciones de la mañana y el suave aroma de las flores. Al trino de los pajarillos se mezclan infantiles y lejanos gritos que se van acercando poco á poco.

El hombre seguía consultando notas y escribiendo, cuando de repente tres niños, ágiles como unos gamos, saltaron por la ventana y fueron á caer á la vez en sus brazos.

**La alegría del padre por la aplicación  
de sus hijos**

— Papa, papa!

— Hijos míos!

Y el cariñoso padre, arrasados en lágrimas los ojos, estrechaba sobre su corazón aquellos seres queridos. Hacía tantos siglos que no los había visto! Y ellos le prodigaban sus caricias y hablaban todos á la vez, contaban sus afanes y su triunfos y le enseñaban los premios

que en sus brazos traia su madre, orgullosa con tales hijos, apareciendo en el dintel de la ventana. Redobláronse allí las caricias y ternezas que cortó al cabo de media hora la venturosa madre diciéndoles:

— Vamos, dejad á papa y á almorzar.

Saltaron otra vez por la ventana los niños en pos de su mamá y dejaron al padre que, mal repuesto de su emocion, volvió á su trabajo ; mas no tardaron ellos en volver, y viéndole absorto en su ocupacion se colocaron silenciosamente al rededor del bufete, y este cogia el cortaplumas, aquel la regla, y el otro la barrita de lacre. Así permanecieron largo rato hasta que el menor que llamaremos Julio, y que se divertia maquinalmente en frotar el lacre en la manga de su levita, le acercó á los polvos de serrin del recado de escribir y vió que volaban al rededor de la barrita. Un grito de júbilo se escapó de su pecho :

— Mira, mira, papá !

—A ver! dijeron sus dos hermanos, Juan y Tomás.

Y despues de haber sacudido y frotado contra su vestido el lacre le acercaron de nuevo á los polvos de serrin, reproduciéndose el mismo fenómeno.

### Por la curiosidad el descubrimiento eléctrico

— Porqué vuelan asi los polvos? preguntó Tomás.

Quiso imitarle con la regla Tomás y dijo con descontento :

— Pues con la regla no vuelan, ¿porqué papá?

No le disgustó á este la curiosidad de sus hijos, y aprovechando la ocasion de darles ciertas nociones de física, suspendió su trabajo diciendo á Julio :

— Acabas de hacer un descubrimiento : has dado con la *electricidad*.

— Pues que me den un privilegio esclusivo.

Sonrióse el padre y repuso :

— Lo malo es que otros la han descubierto ántes que tú y no es corta la fecha : 600 años ántes de Jesucristo.

— Ah !

### Clases de electricidad

— Varios filósofos observaron, como tú con el lacre, que el ámbar amarillo despues de frotarlo atraia los cuerpos ligeros colocados á su alrededor : del ambar amarillo llamado *electron* deriva la palabra electricidad. Notóse con el tiempo que un tubo de cristal, la resina, el lacre, etc., frotados con una tela de lana

no solo atraian los cuerpos ligeros sino que los rechazaban en seguida é hicieron muchas investigaciones largas de contar.

— Cuéntanoslas, papá, que es muy bonito.

— Hay muchos cuerpos que se electrizan fácilmente como la goma laca, el azufre, pero otros nó, como la tierra cocida, el carbon, la madera...

— Tomá, exclamó Tomás, por eso aunque la froté bien la regla no atraia el serrin.

— Es verdad, hijo mio, pero menos aun los metales. Esta diferencia de accion despues del frotamiento sirvió á dividir los cuerpos de la naturaleza en dos clases: en la primera los que frotados y tenidos *directamente* en la mano se cargan de electricidad: en la segunda los que tenidos directamente no dan despues de frotados la menor señal de electrizacion: pero esto consiste en que hay cuerpo que adbuieren solo en la parte frotada la propiedad de atraer los cuerpos ligeros,

es decir que la electricidad queda localizada : al contrario otros la propagan instantáneamente por toda su superficie : de aquí la division real de cuerpos conductores ó no conductores.

— Y el aire, papá, es buen ó mal conductor de la electricidad? — dijo Juan.

— Y yo? añadió Julio.

— Paciencia, hijos míos : voy á responderos. Todas las materias organizadas cuando están húmedas, como el cuerpo del hombre, son buenos conductores. Al tener en la mano un metal, si este se electriza, pasa por intermedio del hombre á la tierra que se llama *depósito comun*. Ya ves, Julio, que eres buen conductor de electricidad. Si el metal se pone en contacto con un cuerpo mal conductor, el metal queda aislado. Entre los malos conductores debe contarse el aire seco, y la atmósfera lo es mas ó menos segun su estado higrométrico ó sea mas ó menos húmedo.

— Pero qué es la electricidad, quien la

ha visto, cómo se conoce? preguntó Tomás con volubilidad.

— No me disgusta tu curiosidad, respondió el padre, pero todo lo quieres saber á la vez. La electricidad es un agente poderoso, cuya presencia se manifiesta por atracciones y repulsiones, por apariencias luminosas, por conmociones violentas, por descomposiciones de otros cuerpos y gran número de fenómenos. Las causas que las producen son el frotamiento, la presión, las acciones químicas, el calor, el magnetismo y la electricidad misma.

Nada se sabe acerca de la naturaleza y origen de este agente, habiéndose hecho sobre ella hipótesis y nada mas que hipótesis.

La electricidad, al menos para su estudio, se considera en estado de reposo ó *estática*, ó en estado de movimiento ó *electricidad dinámica*. En el primer caso tiene por causa el frotamiento, se acumula en la superficie de los cuerpos y se mantiene en equilibrio al estado de *tension*. En el

segundo, resulta principalmente de las acciones químicas y recorre los cuerpos en forma de *corriente* con la velocidad de la luz.

of the ...  
...  
...

...

## III

## ELECTRICIDAD

## ESPLICACION DE LA ELECTRICIDAD

Distinguese dos clases de electricidades de distinta naturaleza : una que se desarrolla en el cristal cuando se le frota con lana, otra que se desarrolla en la resina si se la restrega con un pedazo de paño ó con una piel de gato : la primera se llama *electricidad vidriosa* ó *positiva* y la segunda *resinosa* ó *negativa*.



Para explicar sus efectos contrarios supónese que estos fluidos existen en todos los cuerpos al estado de combinacion, y forman lo que se llama *fluido neutro* ó *fluido natural*: cuando se les separa entre si aparecen los fenómenos eléctricos. Así pues la accion del frotamiento ú otra causa cualquiera viene á perturbar ó descomponer el fluido neutro que existe normalmente en todos los cuerpos de la naturaleza.

Cuando se frotan uno con otro dos cuerpos, mientras estan en contacto no se nota la menor señal de reaccion eléctrica; pero en cuanto se separan, uno está electrizado positiva y otro negativamente.

Dos cuerpos cargados de la misma electricidad se rechazan, pero si su electricidad es contraria se atraen.

Tambien se electrizan los cuerpos por medio de la presion. Cuando se oprimen uno contra otro el corcho y la goma elástica, el primero toma la electricidad positiva y el segundo la negativa. Cuando se

dividen dos moléculas de un mismo cuerpo, cada una de estas toma una electricidad diferente, á menos que el cuerpo á que pertenecen sea buen conductor, en cuyo caso la separacion no puede ser bastante rápida para oponerse á la reconstitucion de ambas electricidades. La electrizacion es la que causa esa luz que vemos en el azúcar cuando se parte en la oscuridad.

Cuando un cuerpo aislado es electrizado positiva ó negativamente el fluido eléctrico forma en su superficie una capa excesivamente fina. Para probarlo, tómese una esfera de cobre hueca y abierta en la parte superior, electricese y aplíquese-la al exterior y al interior el plan de prueba, que es una varilla de goma laca que tiene en un extremo un disco de cobre con que se recoge la electricidad. Cuando el disco toca la parte exterior de la bola y se aplica en seguida á la balanza de Coulomb, que sirve para medir las electricidades, se nota atraccion. Si el plan de prueba toca el interior y se apli-

ca en seguida á la balanza, esta no da la menor señal de electricidad.

Si se electriza una esfera de cobre sostenida por un pié de cristal y se aplican dos medias esferas, coma dos cáscaras de naranja, se vé que una y otra tienen la misma electricidad, lo cual prueba que esta se difunde igualmente por toda la superficie de la esfera de cobre.

Si el cuerpo electrizado es un elipsoide, el espesor de la capa de electricidad cesa de ser igual y se acumula en las partes mas agudas, y el máximo se halla en la punta : lo cual prueba la influencia que para la electrizacion tiene la forma de los cuerpos.

Así es que los que terminan en punta adquieren mayor acumulacion, y la electricidad pasa á la atmósfera. Si se aplica la mano á la punta siéntese como un soplo ligero, y cuando se desprende la electricidad en la oscuridad se nota en la punta una lengüita luminosa.

Cuando se ponen en contacto dos cuerpos conductores, uno electrizado, el otro

al estado natural, se reparten entre sí la electricidad en una proporción dependiente de sus superficies, y al separarlos uno ha ganado y otro perdido parte de la electricidad en todos sus puntos. Si no son conductores solo ganan ó pierden en los puntos de contacto.

Los cuerpos electrizados, aunque estén aislados, pierden siempre mas ó menos su electricidad, ya por la conductibilidad del aire y los vapores que rodean á los cuerpos, ya por la conductibilidad de los cuerpos aislantes que les sirven de pié. La pérdida por el aire varia con la tensión eléctrica, con la renovación del aire con su estado higromético, ó sea de humedad. El aire seco conduce mal la electricidad; pero húmedo, es tanto mejor conductor cuanto mas vapor contiene. Los piés que sirven á aislar los cuerpos electrizados causan pérdidas constantes cuando estos lo están abundantemente, á menos que la tensión eléctrica esté muy debilitada, en cuyo caso la pérdida disminuye y llega á ser casi despreciable cuando el

pié aislador tiene las proporciones convenientes de longitud.

La pérdida de la electricidad de los cuerpos en el vacío se aumenta y aun llega á ser absoluta.

Detúvose aquí el padre en su científica narracion y dijo á sus cariñosos discípulos.

— Basta por hoy, hijos míos, la leccion ha sido larga, y aunque veo el interés con que me escuchais, dejaremos para mañana la continuacion de un estudio tan interesante y que tanta revolucion ha hecho y aun no ha concluido en las ciencias. Este siglo que los estacionarios llamaron por mofa de los fósforos, y ya ese era un titulo, se llama el siglo del *vapor* y de la *electricidad* y es una de las mas brillantes etapas en el camino que sigue la inteligencia humana para acercarse á Dios que es la fuente inagotable de la sabiduría.

---

## IV

## INFLUENCIA ELECTRICA

Reunidos los niños al dia siguiente en el cuarto de estudio rogaron á su padre que continuase sus explicaciones, hizolo asi este diciendo :

Todo cuerpo electrizado obra sobre otro que se halle en estado neutro, del mismo modo que un iman sobre el hierro dulce, como sabreis mas adelante, es decir que descompone el fluido neutro, atrae la electricidad de nombre contrario y repele la del mismo nombre. Este efecto se ex-

plica diciendo que el segundo cuerpo es electrizado por *influencia*. Demuéstrase la electrizacion por influencia por medio de un cilindro de cobre, aislado por un pié de cristal, que tiene en sus dos extremos dos pendulitos eléctricos formados por dos bolitas de médula de saúco suspendidas á dos hilos de cáñamo. Colocando el cilindro á algunos centímetros de uno de los conductores de la máquina eléctrica la cual, como veréis despues, está cargada de fluido positivo, atrae el negativo y repele el positivo, de modo que cada péndulo se vé rechazado.

Para cerciorarse de qué electricidad estan llenos los extremos del cilindro se frota una barra de lacre y se presenta al péndulo mas cercano á la máquina eléctrica: nótese una repulsion que prueba que el péndulo está cargado de la misma electricidad que la resina, ó sea de fluido negativo. Presentando asimismo al segundo péndulo un tubo de cristal hay tambien repulsion, por consiguiente el péndulo se halla electrizado positivamente. De esto

se deduce que todo cuerpo electrizado por influencia posee á la vez en dos regiones opuestas, las dos especies de electricidad al estado libre. Entre estas dos partes electrizadas existe un punto al estado neutro, como se vé colocando en el medio un péndulo que no se mueve en dicho punto.

Todo cuerpo electrizado por influencia presenta los dos principios siguientes: 1.º En cuanto cesa la influencia, los dos fluidos vuelven á constituirse, y el cuerpo no conserva ninguna huella de electricidad. 2.º Cuando se toca á un cuerpo conductor electrizado por influencia en cualquiera de sus puntos, ya sea con una varilla metálica, ya sea con el dedo, deja correr á la tierra el fluido del mismo nombre que el del manantial eléctrico, y el de nombre contrario es retenido por la atraccion del fluido del manantial.



### Máquina eléctrica

Llámanse máquinas eléctricas ciertos aparatos destinados á desarrollar en mas ó menos cantidad la electricidad estática. La mas sencilla es el *electroforo*. Compónese de dos partes: de un pastel de resina derretida en un molde de madera ó de metal y de un platillo de cobre ó de madera revestido de estaño, al cual se adopta un mango aislante que comunmente es de cristal. Conviene por una parte que la superficie del pastel de resina sea lo mas liso posible, y por otra que el platillo tenga un borde redondeado y un diámetro menos que el del pastel. Para hacer uso de este aparato, se electriza la super-

ficie de resina sacudiéndola con una piel de gato y en seguida se pone encima el platillo cogiéndole por el mango de cristal. El frotamiento desarrolla en el pastel una cantidad notable de electricidad resinosa ó negativa; pero como la resina es un cuerpo muy mal conductor resiente fuertemente su electricidad y no la abandona al platillo colocado encima del pastel. Sin embargo, esta electricidad no deja de ejercer su acción sobre este, pues obra por influencia, es decir, que descompone la electricidad natural del platillo, atrae su electricidad positiva á la superficie de este, y repela su electricidad negativa á su superficie superior. En cuanto á la electricidad positiva desarrollada en la superficie del platillo no puede neutralizar la electricidad negativa de la resina, por que no puede acumularse en un punto para vencer la resistencia del aire. Colocado el platillo encima del pastel eléctrico, se toca el primero con el dedo y salta una chispa eléctrica y es el fluido negativo, rechaza-

do á la superficie superior del platillo que va al suelo. En el platillo queda solo la electricidad positiva, por consiguiente si se levanta por el mango el platillo, presentando á este la mano se desprenderá una chispa viva debida á la recomposicion de la electricidad positiva del platillo con la negativa de la mano. Puédesse repetir este experimento centenares de veces seguidas sin que sea necesario cargar el pastel con la piel de gato. — Pero si despues de colocar el platillo sobre la resina se le vuelve á levantar sin haberle tocado con el dedo, como el platillo conservará las dos electricidades, se combinarán al punto otra vez y no se conseguirá la menor chispa. Las demás máquinas eléctricas se componen de un cuerpo que frota, de otroque es frotado, y de un conductor aislado.

La mas moderna y poderosa en la produccion de electricidad es la de M. Hempel. Consta de un disco de cristal que gira sobre un eje de cristal igualmente: el frotador, buen conductor, está montado en

una bola metálica sostenida por una peana de cristal: el conductor, que es una esfera de cobre, aislada también por un pie de cristal, atrae por uno y otro lado del disco el fluido positivo por medio de unos anillos de madera guarnecidos de puntas metálicas. Para obtener el fluido positivo se aísla la esfera grande y se pone la del frotador en comunicación con el suelo por medio de una cadena ó cordón metálico. Para conseguir, al contrario, la electricidad negativa, se aísla la bola del frotador y se da paso al fluido del disco de que se carga la esfera gruesa, por la cadena ó cordón de metal. Esta máquina produce centellas eléctricas muy gruesas.

Uno de los primeros fenómenos observados en la máquina eléctrica es que se saca del conductor con solo acercar la mano: la causa de ese fenómeno es la acción que por influencia ejerce el fluido positivo de la máquina sobre el fluido neutro de la mano: este se descompone, la atracción entre el fluido positivo de la mano y el fluido negativo de la mano



vence la resistencia del aire: los dos fluidos se componen otra vez y producen luz y ruido.

### Taburete eléctrico

Muchas son las experiencias que se hacen con la máquina eléctrica. Una de las mas curiosas es la del *taburete eléctrico*, cuyos pies son de cristal, siéntase en él la persona que se ha de electrizar: el cuerpo humano es buen conductor y se carga de electricidad así que la persona sentada en el taburete pone la mano sobre el conductor de la máquina: el cabello de la persona electrizada se eriza y si cualquiera la toca en sus vestidos ú otra parte del cuerpo deja desprender centellas ó chispas como el conductor de la máquina.

Tambien se electriza á una persona sentada en el taburete de pies de cristal con solo sacudirla con la piel de gato.

### Danza de muñecos

Otra experiencia divertida es la de la danza de muñecos ; consiste en una campana de cristal en cuya base hay un disco de metal que comunica con el suelo : la campana lleva en su parte superior otro disco que comunica con el conductor de la máquina ; en el interior de la campana hay varios muñequillos de corcho. Al empezar á funcionar la máquina eléctrica, el disco superior se carga de electricidad, atrae los muñecos y rechazándolos en seguida caen y comunican su electricidad al disco inferior que se apodera de la electricidad y le da salida al suelo : vuelve entonces el disco superior á atraer otros muñecos y rechazarlos, repitiéndose la operacion todo el tiempo que se haga andar la máquina.

### Repiqueteo eléctrico

El *repiqueteo eléctrico* no es sino la reproducción del mismo fenómeno bajo otra forma distinta. Colóquense tres campanillas ó timbres suspendidos á una varilla horizontal que comunica con el conductor de la máquina. Dos de estos timbres están suspendidos por una cadena metálica y el del medio por un hilo de seda: este comunica con el suelo por medio de una cadena sujeta por la parte inferior. Entre los tres timbres se cuelgan á la varilla con una seda dos bolitas de metal. Así las cosas, si se pone en movimiento la máquina eléctrica los timbres

de los extremos atraerán á las bolitas, y despues de puestas en contacto con ellos las rechazan y serán atraidos por el timbre de en medio que comunica con el suelo: á su contacto se descargan y vuelven á ser atraidas y rechazadas por los timbres de los lados. Esos golpes alternativos hacen vibrar las campanillas, y el repiquete continúa mientras la varilla en que están suspendidas recibe la electricidad de la máquina. En algunos países emplean este aparato para anunciar el paso de una nube electrizada.

### Molinete eléctrico

Otra experiencia curiosa es la del *molinete eléctrico*. Cuando se coloca una

punta metálica en el conductor de una máquina eléctrica que funciona, la electricidad se escapa por la punta bajo la forma de cresta luminosa. Además las moléculas del aire que están en contacto con la punta se electrizan, son rechazadas con violencia y reemplazadas por otras moléculas gaseosas que se electrizan á su vez, siendo en seguida lanzadas como proyectiles en el espacio. La punta metálica se convierte pues en una verdadera corriente de aire bastante intensa para inclinar y aun apagar la llama de una luz que se coloca cerca. Como en todos los fenómenos mecánicos, la reaccion es igual á la accion ; la punta metálica debe sentir cierta presión que tiende á rechazarla en sentido inverso del movimiento impreso á las moléculas gaseosas electrizadas. Estas sencillas consideraciones bastan á explicar el movimiento que adquiere el *molinete eléctrico* cuando se le pone en comunicacion con una máquina que funcione.

Compónese el *molinete eléctrico* de varillas metálicas horizontales fijas á una

chapa central y terminadas en puntas curvas en el mismo sentido. La chapa del centro está apoyada en un punto sostenido por una peana aislante, de modo que el conjunto de varillas curvas es en extremo móvil y puede girar fácilmente en un plano horizontal. Cuando se pone el punzon en comunicacion con el conductor de una máquina eléctrica el aparato se pone en seguida en movimiento y gira en torno del punto de suspension siguiendo la direccion de las flechas. En la oscuridad aparecen luminosas todas las puntas, y basta acercar la mano para convencerse de que cada una echa una corriente de aire cuya reaccion es la verdadera causa del movimiento de retroceso que ejecuta el sistema.

Si mientras gira, se cubre el molinete eléctrico con una campana de cristal el movimiento se amortigua poco á poco y al fin se para. Este resultado se comprende con facilidad: en efecto, siendo aislada y limitada la masa de aire, no tardan sus moléculas en verse cargadas de la misma



electricidad que las varillas metálicas; no puede pues nacer corriente de aire en la extremidad de las puntas, el frotamiento disminuye la velocidad adquirida y el aparato concluye por no moverse.

Pero si mientras sigue funcionando la máquina eléctrica se aplica en la cara externa de la campana un cuerpo conductor cualquiera que comunique con el suelo, vuelve el molinete á su rotacion y continua así durante un tiempo tanto mas considerable cuanto mas estensa es la superficie del conductor aplicado á la campana, y luego se para espontáneamente. Bajo la influencia del conductor y en una extension igual á su propia superficie, la cara interna del globo se electriza á expensas del aire que contiene. Desde ese momento las moléculas de la masa de aire encerrado no se hallan electrizadas uniformemente y se restablece la corriente de aire en cada punta, y por consiguiente el movimiento de rotacion, y continuan hasta que la parte de la campana doblada al exterior por la superficie conductora esté

cargada hasta no mas : entonces, el gas encerrado se electriza uniformemente en toda su extension, cesan las corrientes y el molinete se para por sí solo.

### Electricidad latente

No menos curiosos son los fenómenos de la *electricidad latente* : designase con este nombre el estado de neutralizacion que presentan los dos fluidos eléctricos cuando se hallan en presencia uno de otro en las superficies de dos cuerpos, pero separados entre sí por una placa delgada no conductora.

Los aparatos que sirven á acumular de este modo la electricidad se llaman condensadores.

### Condensador

El condensador se compone de dos discos de cobre verticales con sus correspondientes pies de cristal separados por una placa tambien de cristal. Juntanse los tres discos como tres hojas de papel para acumular la electricidad en los discos de cobre : uno de ellos comunica por medio de una cadena con la máquina eléctrica y el otro por medio de otra con el suelo. El primer disco se electriza positivamente, como la máquina : este fluido obrando por influencia á través el cristal sobre el segundo disco, atrae el fluido negativo y rechaza al suelo el positivo. Pero el fluido

negativo del segundo disco opera á su vez sobre el fluido positivo del primero y le neutraliza, aunque solo una parte en vista de la distancia que los separa. La tension eléctrica del primer disco no equilibra ya la tension eléctrica de la máquina, por consiguiente esta comunica á aquel una nueva cantidad de fluido positivo, el cual obra como la primera vez; y la operacion se repite aunque hasta cierto límite, porque en suma la electricidad acumulada en cada cara del condensador es proporcional á la tension de la máquina y á la superficie de los discos, aunque decrece cuando el grueso de la placa aisladora aumenta.

Cuando el condensador está cargado, se quitan las cadenas que ponian en comunicacion los discos con la máquina y con el suelo. Si se separan los dos discos la electricidad deja de ser latente en ambos.

Puestos en contacto los discos con la placa aisladora y quitadas las cadenas, se puede descargar el condensador de dos modos, ó por descarga lenta, ó por des-

carga instantánea. Para verificarlo del primer modo se toca alternativamente con el dedo uno y otro disco y la electricidad va desapareciendo por el suelo. Para operar la descarga instantánea basta establecer la comunicacion entre los discos por medio del *escitador*, el cual es un instrumento compuesto de dos arcos de laton terminados por dos bolas del mismo metal reunidos por una choquezuela y terminados por dos mangos de cristal aisladores. Acércase una bola á un disco metálico y con la otra se toca el segundo disco, y al punto se vé estallar una chispa muy viva y muy brillante producida por la recomposicion de las electricidades contrarias acumuladas en las caras del aparato. Pero la chispa es mucho mas corta que la ordinaria, porque el exceso de tension, en cuya virtud se combinan las dos electricidades, es muy débil mientras que la cantidad de electricidad es considerable.

---

### Cuadro fulminante

El *cuadro fulminante* es un condensador mas sencillo que el anterior y produce chispas mas vivas y conmociones mas fuertes. Consiste en un cristal ordinario con su marco de madera. En las dos caras del cristal se cuelan dos hojas de estaño paralelas y dejando entre sus bordes y el cuadro cierta distancia. Las hojas de estaño no comunican entre sí, pero una de ellas comunica con el marco por una tirita de estaño que se dobla de modo que la persona que tiene el cuadro la toca con el dedo pulgar. Para cargar el cuadro fulminante se presenta á la máquina eléctrica la hoja de estaño aislada, ó sea la

que no comunica con el marco de madera. Como la otra hoja comunica con el suelo por la mano, las dos hojas operan absolutamente del mismo modo que los discos del aparato anterior, aglomerándose en una y otra grande cantidad de electricidades contrarias.

El cuadro fulminante se descarga del modo que antes indiqué, con el excitador poniendo en contacto una de sus bolas con la tirita de laton y tocando con la otra la hoja aislada : prodúcese entonces una chispa viva y estrepitosa sin que el experimentador que tiene el cuadro sufra la menor conmocion, porque la recomposicion de electricidades se verifica por el arco de metal. Si al contrario teniendo el cuadro del mismo modo se toca la hoja aislada se resiente una fuerte conmocion, porque la recomposicion eléctrica se opera por los brazos y el cuerpo.

---

### Botella de Leyden

Otro condensador es la *botella de Leyden*. Tres profesores holandeses de la ciudad de Leiden, viendo que la electricidad abandona con suma rapidez á los conductores aislados, creyeron que seria posible almacenarla, diágnoslo así, recogióndola en un conductor encerrado en vaso aislante. Como el agua es buen conductor pusieron cierta cantidad de dicho liquido en una botella, tapáronla con un corcho al traves del cual pasaba un gancho de metal y colgaron la botella al conductor de una máquina eléctrica, de modo que la electricidad pasase al agua por me-



dio de la varilla de metal. Uno de los profesores quitó la botella del conductor. La mano con que la agarraba hacia el papel de uno de los discos del condensador, mientras que el agua contenida en la botella representaba el otro : aglomeróse pues en la cara interior, fluido positivo y en la porcion de la cara exterior en contacto con la mano, fluido negativo. Sucedió entonces que teniendo el profesor la botella con una mano llevó la otra á la varilla metálica, y recibió en los brazos y en el pecho tan tremenda conmocion que no le dió ganas de repetir la prueba.

Sin embargo, conocido este descubrimiento, se investigaron medios de modificarlo y se vino á parar á la botella de Leyden tal cual hoy dia se conserva, y es un frasco de cristal mas ó menos grande : su interior está lleno de panes de oro y la superficie exterior cubierta con una hoja de estaño. Una varilla de metal terminado en lo interior en una punta que toea al oropel y atravesando el tapon termina por fuera en un gancho con bola.

Es un verdadero condensador : haylos tambien de otra forma, llamados jarras con que se forma la bateria eléctrica para obtener descargas considerables de electricidad, por medio de las cuales y con conductores bien dispuestos se consigue matar un pájaro, un raton ú otro animalo colocado en el punto en que se forma la chispa combinándose las dos electricidades.

La botella de Leyden puede dar á la vez la conmocion eléctrica á varias personas que se dan la mano *formando la cadena* : la primera toca la parte exterior de la botella préviamente llena de fluido y la última el boton ó bola de la armadura interior, y todas sienten á la vez, pasar el fluido por los brazos y per el pecho.

Si se hace pasar la chispa entre dos carbonos colocados dentro de un recipiente en que se ha hecho el vacío por medio de la máquina pneumática, la recomposicion de las dos electricidades produce una luz mas ó menos intensa : este fué en realidad

3.



el punto de partida para la luz eléctrica que tantas aplicaciones tiene hoy día.

### **Tubo centelleante**

*El tubo centelleante y el cristal mágico* son dos experimentos curiosos. El tubo centelleante es un tubo de cristal de un metro próximamente, en el que se pegan una serie de hojitas de estaño recortadas en forma de losange y dispuestas en hélice lo largo del tubo de modo que no dejen entre sí mas que pequeñas soluciones de continuidad; las dos extremidades del tubo estan cerradas con guarniciones de metal con un gancho y comunican con los extremos de la hélice. Esto sentado, si

se coge el tubo por una punta y se aplica la otra á la máquina eléctrica se ven aparecer chispa simultáneamente en cada solucion de continuidad formando un brillante reguero de luz, sobre todo en la oscuridad.

### Cristal Mágico

El *cristal mágico* que se basa en el mismo principio que el *tubo centelleante*, se compone de un cristal comun en el cual se ha pegado una tira de estaño formando de un modo análogo á la aspiral del tubo centelleante un dibujo ó figura: fijase el cristal entre dos columnas tambien de cristal, pónese la extremidad superior de la tira de estaño en

comunicacion con la máquina eléctrica y la otra extremidad con el suelo : si entonces se hace girar el disco de la máquina la centella eléctrica dibujará con fuego la figura representada en el cristal.

La electricidad produce igualmente efectos mecánicos como son girones, rupturas y expansiones, violentas producidas en los cuerpos poco conductores por el paso de una fuerte descarga. Así colocando una carta ó un cristal entre dos puntas metálicas y estableciendo una corriente eléctrica la carta ó el cristal son taladrados. Así mismo determina combinaciones químicas. Cuando dos gases están mezclados en la proporcion necesaria para formar una combinacion la chispa eléctrica produce dicha combinacion. Muchos gases son descompuestos por la electricidad.

---

### La pistola de Volta

*La pistola de Volta* es un aparato de hojalata, un tubo, en el que se introduce una mezcla de dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, y en seguida se cierra herméticamente con un tapon de corcho. En la pared lateral atraviesa una varilla cubierta con cristal y que se termina en dos bolas, una exterior, otra interior. Aproximando la bola exterior de la máquina eléctrica la chispa que se desprende determina la combinacion de los dos gases. Como esta combinacion va acompañada de calor el vapor de agua que se forma adquiere tal fuerza expansiva que lanza con fuerza el tapon con una detonacion parecida á la de un pistoletazo.

— Pum!! gritó una voz conocida de la estudiosa asamblea. Era la voz de la mamá que anunciaba la hora de sentarse á la mesa. Quien no yanta no canta; añadió la madre.

Abalanzáronse á ella los niños y se levantó la sesion.

## V

## ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA

Al día siguiente el padre llevó á sus hijos á dar una vuelta aprovechando lo hermoso de la tarde. Repetían los niños entre juegos y cabriolas algunas explicaciones de los fenómenos de la electricidad explicados la víspera, y su cariñoso mentor se complacia en ver el provecho de sus tiernos discípulos, refrescándoles á veces la memoria, y rectificando algunos errores.

En tanto el cielo antes sereno empezaba á cubrirse de nubes: el calor era sofocante, y el padre acompañado de Julio, Juan y Tomás se dirigieron hácia una gruta abierta al pié de la montaña.

### La tempestad

— Apretad el paso, les dijo, que vamos á tener tormenta y desde la gruta, preservados de la lluvia podremos presenciar y estudiar los fenómenos curiosos de la electricidad en momentos de tormenta.

En esto se oyó ruido sordo y lejano que fué acercándose poco á poco y aumentando de intensidad.

— Que relampaguea !

— Que truena!

— Espícanos eso. — Dijeron casi á la voz los tres niños.

### El relámpago

— La ocasion no puede ser mas propicia, respondió el padre, puesto que hemos llegado á la gruta. Veis esas nubes? pues su electricidad obra por influencia sobre la tierra y los cuerpos que se hallan en su superficie, y se ha observado que unas nubes se cargan de electricidad positiva y otras de electricidad negativa. Al formarse las nubes por la evaporacion del agua, hay que considerarlas como cuerpos compuestos de particulas conduc-

toras y electrizadas: la electricidad libre de las partículas componentes se acumula en su superficie y la tensión llega á ser muy considerable. Esto en cuanto á las nubes positivas: las negativas pueden formarse de varios modos. No todas las nubes están á la misma altura en la atmósfera. Pero como la tensión eléctrica de las capas de aire aumenta con la elevación las nubes superiores ejercen su influencia sobre las inferiores que pierden en el aire su electricidad positiva quedándose con la negativa. Las nubes rastreras y pegadas á la tierra están bajo la influencia de la atmósfera positiva y al elevarse con el viento conservan solo la electricidad negativa.

— Bien, ¿Pero de dónde viene la electricidad — interrumpió Tomás.

— Volta opina que toda evaporación produce electricidad, y Pouillet profundizando este estudio, sienta como resultado de sus experiencias 1.º que la evaporación del agua pura no produce electricidad: 2.º que la evaporación de una disolución

alcalina la engendra y en este caso el vapor de agua es negativo : 3.º que la evaporacion de disoluciones ácidas y salinas producen electricidad y en este caso el vapor de agua es positivo.

El *relámpago* es pues un fenómeno luminoso, una centella producida por la descarga de dos nubes saturadas de electricidades contrarias. El *rayo* es la consecuencia de la descarga de una nube y un objeto terrestre. Arago divide en tres clases este fenómeno fulgureo. Primera: el que traza un sulco luminoso purpúreo, azulado ó color de violeta, ó en forma de serpiente y recorre en la atmósfera distancias considerables que en ciertos casos son de tres y cuatro leguas. Segunda; los de luz difusa poco intensa y que abraza una grande estencion de superficie: á estos fenómenos pertenecen realmente los relámpagos. Tercera: los globos de fuego que cruzan la atmósfera y á veces brotan contra la tierra como pelotas elásticas, y á veces se subdividen en varios globulillos, y otras desaparecen en silencio ó con

fuertes detonaciones y producen siempre los estragos del rayo : ignórase de que modo pueden formarse.

### El trueno

El *trueno* es un ruido que sigue al relámpago ó al rayo ocasionado por la ruptura ó solucion de continuidad de la mar gascosa de la atmósfera que abre paso al choque de las dos electricidades ; ó sea el movimiento de vibracion que comunica á las capas atmosféricas separadas un instante por el flujo de la electricidad.

---

### Distancias atmosféricas

Por el ruido del trueno puede calcularse la distancia recta de la nube á la tierra. Sabido es que á 16 grados de temperatura el sonido recorre en el aire 340 metros por segundo : multiplíquese 340 por los segundos transcurridos entre el relámpago y el momento en que empezó á oirse el trueno y tendremos la distancia de las nubes.

— Yo he oido á veces trueno — interrumpió Juan — que producen como un redoble de tambor que aumenta y disminuye.

— Eso depende de la distancia que recorre el relámpago y de la posición de las

capas de aire que recorre, y que se hallan mas ó menos lejanas, y el aumento y disminucion del ruido puede ser la consecuencia de su repercusion en los edificios, rocas, colinas y montañas.

### Relámpagos en tiempo sereno

— ¿Y como es, dijo Tomás, cuando el cielo está sereno se ven tambien relámpagos sin trueno?

— Esos relámpagos de calor, que así los llaman, pueden provenir de la reverberacion de los relámpagos comunes producidos por una tempestad situada bajo el horizonte y muy lejos para que el ruido del trueno llegue hasta nosotros. Tambien

es posible que haya relámpagos que abarquen todo el horizonte visible y crucen la atmósfera serena fuertemente electrizada.

### Truenos sin relámpagos

— Pues yo también, añadió Julio, he oído trueno cuando el cielo estaba cubierto de nubes y no he visto luz de relámpagos, ¿como es eso?

— Porque como las capas de las nubes están superpuestas y la inferior es muy espesa, puede haber relámpagos producidos por una tempestad de la capa superior sin que nada veamos: la capa inferior sirve de pantalla, digámoslo así, pero no impide que las vibraciones del trueno lleguen á nuestros oídos.

### Fuegos de San Telmo

— Mira, mira, papá — gritó Julio — señalando á cierta distancia las puntas de la verja de una quinta, que son esas llamas que se ven?

— Yo te lo diré, respondió su hermano Tomás, porque recuerdo haber leído en los comentarios de Julio Cesar que durante una tempestad que sembró el mayor desorden en las legiones romanas, aparecieron repentina mente iluminadas las puntas de las lanzas, como ahora esa verja.

— Cierto es, repuso el padre, y Seneca, Tito Livio y otros historiadores antiguos hablan de esas llamas que consideraban

como presagios al verlas en los mástiles y vergas de los buques. Una sola era de mal agüero, dos al contrario presagiaban buen viage.

— No es lo que llaman el fuego de *San Telmo*? interrumpió Juanito.

— Sí, continuó su padre. Esas ideas superticiosas se han conservado entre la gente de mar hasta principios de este siglo.

— Yo tambien he visto muchas veces de noche esas llamas en los alrededores de los cementerios, y me puse á seguirlas mas de una vez, y se alejaban, y despues cuando yo volvia venian detrás de mí, por cierto que me daban miedo.

— No, hijo mio, esas llamas no son fuegos de *San Telmo* sino exhalaciones fosfóricas que despiden los restos humanos principalmente los huesos. No has res-tregado nunca un fósforo en la pared?

— Sí.

— Pues habrás visto entonces una raya azulada y brillante en la oscuridad, que nada tiene que ver con los fenómenos

eléctricos de que vamos hablando. Pero me parece que lo mejor sería dirigirnos hácia casa que está algo lejos, la conversacion ha sido larga y la tempestad nos deja un claro para que lleguemos sin mojarnos.

### Caida del rayo

Pusiéronse pues en camino y no bien habian andado un corto trecho un relámpago brillante deslumbró á nuestros viajeros que pudieron sin embargo ver culebrear en el aire la fulgurante luz acompañada en seguida de una fragosa detonacion. Paráronse todos, enmudecieron aterrados estrechándose en torno de su padre. Vueltos en sí al cabo de breves instantes :

— Ha caído un rayo aquí cerca, exclamaron y disponíanse á correr cuando su padre los detuvo.

### Consejos para preservarse del rayo

— A donde vais? les dijo.

— A guarecernos debajo de aquella copuda encina, respondió Tomás.

— No hagais tal, al contrario vamos hácia este lado en campo raso que hay menos peligro.

— Pues yo he oído decir, replicó, que hay árboles que preservan del rayo.

— En efecto así se ha dicho; pero es un error. Tú habrás leído, Tomás, que los romanos creyeron que el laurel era un

preservativo del rayo. Así es que, según Suetonio, Tiberio poseído de este pensamiento ceñía su frente con una corona de laurel cada vez que el cielo amagaba tormenta. De allí viene el llamar al laurel *inmortal*; pero cuantas observaciones se han hecho prueban que ese árbol no está mas exento que los demás del fuego del cielo. También creían los romanos que era un preservativo la piel de buey marino y hacían con ellos tiendas para guarecerse. Augusto llevaba siempre una. Aun hoy día hay pastores que creen en la eficacia de las pieles secas de serpiente y al guardar sus rebaños cubren con ellas sus sombreros. Inútil es insistir en la inutilidad de semejantes medios.

Los Tracios acostumbraban á arrojar saetas contra el cielo cada vez que había relámpagos y truenos; verdad es que los historiadores añaden que al obrar de este modo los Tracios pretendían amenazar el cielo.

La idea de que el rayo no penetra en la tierra á mas profundidad que metro y

medio sugirió á los antiguos el arbitrio de encerrarse en las cavernas como asilo seguro; defícil es asegurar con toda certidumbre la mayor profundidad que el rayo penetra en la tierra; sin embargo la experiencia ha probado que no se propaga mas allá de diez metros de la superficie.

Como quiera, hay cuerpos que por su naturaleza ejercen cierta influencia preservadora, como son ciertas telas, la seda por ejemplo, empleada en vestidos. En efecto, un dia cayó un rayo en una iglesia á tiempo que tres sacerdotes estaban en el altar oficiando la misa: dos fueron gravemente heridos, el tercero no recibió lesion ninguna, y era el único que estaba revestido con ornamente de seda. Al contrario, las piezas metálicas de nuestros trajes, si tienen cierta dimension, pueden acrecentar el riesgo. Sirva de ejemplo lo sucedido en un presidio de Francia el 21 de Julio de 1829: cayó un rayo en medio de veintê presos y se cebó en uno que estaba encadenado por la cintura.

Indudablemente debe considerarse el cristal como preservativo, mas no de un modo absoluto pues se ven mas de una vez taladrados por un agujero circular.

Créese generalmente que las corrientes de aire favorecen el paso de los rayos : pero no es cierto ya se deje las ventanas abiertas, ya se ponga á correr.

Los árboles, y por eso os llamé ántes, descollando por cima de los objetos que les rodean son frecuentemente heridos por el fuego del cielo y es preciso colocarse cuando menos á una distancia de diez metros en cuyo caso el árbol sirve de para-rayo.

— Y el sonido de las campanas sirve tambien par alejar la tempestad? — pregunto Juanito. He visto muchas veces que las tocan cuando hay tormenta.

— La costumbre de tocar las campanas tienen su origen en un pensamiento religioso y la ciencia no ha podido admitir que el ruido y la agitacion del aire causados por las campanas sean suficientes á disipar las nubes tempestuosas ni

de guarecer una comarca contra el grani-  
zo, y es de notar que como el rayo hiere los  
objetos elevados, máxime la cúspide de  
los campanarios, como la cuerda de cá-  
ñamo conque se pone en movimiento las  
campanas es buena conductora de la elec-  
tricidad, el campanero que sube al cam-  
panario durante la tempestad se expone  
extraordinariamente: esta razon es de  
bastante peso para que no se echen al  
vuelo las campanas.

En tanto los niños llegaron á la quinta  
y despues de haber abrazado á su madre  
inquieta con su ausencia merendaron con  
apetito, y durante su sabroso refrigerio  
repetian las explicaciones que su padre  
le habia dado con tan feliz exactitud que  
probaban el vivo interés que tenian en  
seguir tan atractivos estudios.

In the year 1848, the number of persons  
 who were employed in the various  
 departments of the State, and the  
 amount of the public debt, were  
 as follows:

The total number of persons employed  
 in the various departments of the  
 State, was 1,234,567. The amount  
 of the public debt, was \$1,234,567,000.

## VI

## ESTADISTICA Y PARA-RAYOS

Concluida la pitanza corrieron al gabinete de estudio de su padre y le rogaron que siguiese hablándoles de un asunto que tanto les agradaba.

— ¿No estais cansados?

— No, respondieron todos á la vez.

— Antes que nos hables del para-rayos continuó Tomás, deseo que nos expliques lo que es.

— Bien, repuso el padre pero primero

toma en mi biblioteca las revistas científicas del presbítero Moigno que quiero indicaros una estadística curiosa de los efectos del rayo.

Abrió Tomás la biblioteca y volvió con una serie de tomos que entregó á su padre: hojeó este uno de ellos y fijándose en una página le dijo :

— Para que veais que no en vano os recomendé durante el paseo que no os refugiaseis bajo un árbol, oid :

#### **Estadística de los desastres del rayo**

1.º Durante el periodo de 1835 á 1863 ha habido en Francia 2,238 muertes repentinas ocasionadas por el rayo. 2.º El máximum anual es de 111 : mínimum de

48. Calculando que las personas heridas sean doble de las muertas repentinamente, tendremos en el período de 1835 á 1863 un total de 6,714 víctimas, ó sean por término medio 230 anuales. 4.º De 1854 á 1863, de 880 víctimas del rayo solo hubo 243 personas del sexo femenino, esto es un 26, 7 por 100. 5.º Esa proporción no llega en Inglaterra mas que al 21, 6 por 100. 6.º En muchos casos al caer el rayo en grupos de individuos de ambos sexos, hirió particularmente á los del masculino, perdonando mas ó menos al otro. 7.º En muchísimos casos cayó la centella sobre rebaños de mas de cien cuadrúpedos de astas, puercos ú ovejas, sin tocar á los pastores que se hallaban en medio de las manadas. 8.º Se han visto muchos ejemplos de hayas fulminadas, por consiguiente engañase Maxwel al asegurar la inmunidad de este árbol, error que se reprodujo en el último congreso científico de Manchester. 9.º Hay uno ó dos casos de personas fulminadas varias veces en su vida; una de ellas fué herida



dos veces en el pié izquierdo en un período de quince años; la otra lo fué tres en tres habitaciones distancias. 10.º En 1853, sobre 34 personas muertas por el rayo en la campiña, 15 ó cerca de la mitad perecieron guarecidas por los árboles: de 1841 á 1853, sobre 107 personas muertas por la centella 21 figuran bajo el mismo concepto. 11.º Evaluando á 25 por 100 las victimas bajo los árboles, tendríamos que de las 6,714 personas fulminadas en Francia, de 1835 á 1863, cerca de 1,700 (1,678) habrían podido libertarse de varios accidentes y aun de la muerte si se hubiesen alejado de los árboles durante la tormenta. 12.º Durante un periodo de algunos años el máximo de los accidentes de rayos en Francia y en Inglaterra ha sido en los meses de Julio y de Agosto, y no hubo ninguna muerte de ese género en Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero. 13.º De 53 muertes ocasionadas por rayos y cuyas horas se anotaron, 46 sucedieron desde las nueve de la mañana á las nueve de la

noche, y 7 solamente desde esta hora á las nueve de la mañana, es decir que la diferencia numérica en los dos períodos es de 7 á 1. 14.º Durante el periodo de 1835 á 1863, la proporción mas grande de las víctimas del rayo se notó en los departamentos siguientes: Lozere, Haute-Loire, Bajos-Alpes, Altos-Alpes y Alta-Saboya. Los ménos castigados fueron: Mancha, Orne, Eure, Sena, Calvados. 15.º La proporción de las víctimas fué 30 veces mayor en la Lozere que en la Mancha.

La primera observación de la acción fulminante del hombre recién fulminado data del mes de Julio de 1854. Un hombre fué muerto por un rayo en Paris, junto al Jardin de plantas, y su cuerpo permaneció algun tiempo expuesto á una recia lluvia. Pasada la tormenta, dos soldados que querian llevar el cadáver recibieron un choque violento al tocarle. El 8 de Setiembre de 1858, en Zara, Dalmacia, dos artilleros á quienes se mandó levantar dos postes del telégrafo eléctrico derriba-

dos sintieron primero ligeras sacudidas y fueron en seguida repentinamente lanzados al suelo. Ambos tenían las manos quemadas y uno de ellos ni daba señales de vida. El otro al tratar de ponerse en pié volvió á caer por solo haber tocado su codo á otro camarada que llegó á socorrerle. Este último, derribado á su vez, sintió varios accidentes nerviosos, y su brazo presentaba la epidermis quemada en la parte misma que habia recibido el contacto.

### Para-rayos

Vengamos ahora al para-rayos. Llámase así un aparato destinado á preservar del rayo los objetos sobre que descuella,

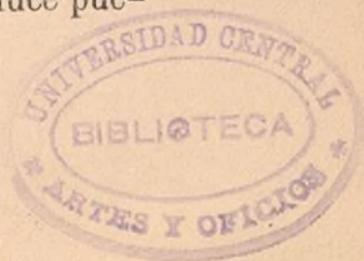
facilitando camino á la electricidad de la tierra atraida por la electricidad contraria de las nubes. El para-rayos se compone de un mástil de metal terminado en punta que se eleva en el espacio, y de un conductor que le pone en comunicacion con la tierra.

#### **Construccion del para-rayos.**

Para que el para-rayos sea bueno ha de tener las condiciones siguientes: 1.º El mástil de metal ha de terminar en una punta muy afilada. 2.º El conductor que le pone en contacto con el suelo ha de ser muy buen conductor y no ha de haber solucion de continuidad desde la punta del mástil á la extremidad inferior del conductor. 3.º Todas las partes de que

consta el aparato han de tener dimensiones convenientes. — Satisfechas estas condiciones, cuando una nube tempestuosa pasa por cima de un para-rayos, la electricidad natural del mástil y del conductor se descompone: la electricidad del mismo nombre que la de la nube es rechazada, y se dirige libremente á la tierra mientras que la electricidad de nombre contrario es atraída por el mástil cuya punta le da paso franco hácia el espacio. De este modo no es posible que se acumule la electricidad en el para-rayos. Por consiguiente, mientras este funciona, es decir, mientras le recorren en distintas direcciones las electricidades de nombres contrarios, se puede uno acercar y hasta tocar el aparato sin el menor riesgo, porque no ha y que temer descarga cuando no existe ninguna tension eléctrica. Ahora bien, supongamos que falte alguna de las condiciones precitadas, que la punta esté embotada, que el conductor comuniqué mal con el suelo ó que tenga alguna solucion de continuidad, en este

caso es evidente la acumulacion de electricidad, no solo es posible sino inevitable es un conductor que se carga de fluido y puede recibir una cantidad considerable, y producir por lo tanto al acercarse centellas ya débiles, ya fuertes, ya fulminantes. Si la punta solo está embotada y cae el rayo en el para-rayos podrá fundirla, pero por lo general seguirá el hilo conductor sin hacer estragos en el edificio. Si cae el rayo cuando el conductor comunica mal con la tierra ó presente solucion de continuidad, fundirá mas ó menos parte del mástil pero seguramente se dirigirá lateralmente á todos los cuerpos conductores circunvecinos y producirá estragos como si no existiese el para-rayos. Aun hay mas : un para-rayos que adolezca de estos defectos es muy temible aun cuando no caiga el rayo, porque desde el momento que la acumulacion de electricidad en el conductor es bastante grande, el fluido tiende á dirigirse lateralmente á los cuerpos conductores que le rodean y las centellas que produce pue-



den fulminarlos ó inflamarlos. Sirva de ejemplo el triste caso sucedido á un profesor de Física en San-Petersburgo. Para estudiar mejor los fenómenos de la electricidad de las nubes interrumpió el conductor que tenia en su propia casa, y pereció repentinamente herido por una centella que se desprendió lateralmente. Un testigo ocular dice que la chispa eléctrica que hirió en la frente al profesor Richmann tenia el grueso del puño.

### Colocacion del para-rayos

El mástil de los para-rayos consta comunmente de tres piezas unas al extremo de otras, á saber: una barra de

hierro de 8 metros y medio, una varilla de laton de 60 centímetros, y una aguja de platina de 5 centímetros. El todo constituye un cono cuya base es de 5 centímetros de diámetro y que va disminuyendo hasta la cúspide. La aguja de platina que forma la parte superior del para-rayos está soldada con plata, y esta soldadura está envuelta con una placa de cobre. Por último la varilla de laton está sujeta á la barra por medio de una tuerca atornillada en una y otra, sujeta además con dos clavijas perpendiculare al eje.

### Ventajas del para-rayos

Colócase el para-rayos en la parte mas elevada del edificio que se quiere preservar: pónese la base del mástil en comuni-

cacion directa con la tierra por medio de una barra de hierro ó de un conductor de cobre bastante grueso, ó sea una cuerda con dos tres hilos de cobre de unos dos ó tres milímetros de diámetros, y es muy esencial que la derivacion de la electricidad sea la mas completa posible ; por consiguiente si se encuentra agua ó algun pozo cercano, es menester que el conductor penetre en ella, y en caso contrario es necesario llevar el conductor por un canal lleno de carbon pulverizado hasta el sitio mas húmedo de la tierra. Un ejemplo probará la facilidad con que sigue el rayo los buenos conductores. Estalló una violenta tempestad en Bâle el 9 de Julio de 1849, cayó el rayo en una casa y siguió por el conductor hasta el suelo, pero al llegar allí saltó á un tubo hidráulico de hierro colado que se hallaba cercano y en una longitud de 1,000 metros hizo pedazos los otros tubos que comunicaban con el principal, de modo que todas las fuentes que de ellos se abastecian quedaron secas en el mismo instante.

— En cuanto á la electricidad que en gran cantidad corre por la punta del para-rayos es atraída por la nube tempestuosa y, una vez en ella, neutraliza parte de la electricidad positiva de la nube. Cuando una de estas pasa bastante cerca del para-rayos para operar sobre él descomponiendo su electricidad, la fuerza eléctrica de aquella se halla al punto debilitada por la corriente contraria que recorre el mástil.

La eficacia del para-rayos depende además de otras varias condiciones. Así, por ejemplo, puede suceder, cuando hay alrededor otros objetos mas elevados, que la electricidad de una nube opere con mas energia en estos, y por consiguiente que sean heridos por el rayo. Lo mismo puede acontecer tambien cuando se encuentran masas metálicas considerables cerca del para-rayos, como son barras de hierro ó un tejado de metal. En el último caso, conviene poner en comunicacion directa las masas metálicas con el para-rayos, para que la electricidad atrai-

da pase sin obstáculo por la punta de este. Es peligroso, aislar, como han tratado de hacerlo varios constructores, el mástil del para-rayos de la techumbre metálica del edificio. Por último la experiencia ha demostrado que un para-rayos, construido con las condiciones y dimensiones arriba indicadas, protege un espacio circular de un radio de 20 á 27 metros ó en otros términos el círculo de protección de un para-rayos tiene por radio una longitud doble ó triple de la que tiene el mástil, al que se da generalmente 9 metros á partir de la cumbre del edificio. Como última consideracion debe tenerse en cuenta que no siempre basta colocar para-rayos verticales en las partes mas elevadas de las techumbres; convendria tambien colocarlos mas ó menos inclinados en el cornisamento como medios eficaces de neutralizar la accion de las nubes bajas impelidas por el viento para preservar las paredes laterales de los edificios.

## MAGNETISMO

## VII

## SU COMPOSICION

Puntuales á la hora acostumbrada los tres niños acudieron al gabinete de estudio de su padre, el mas travieso de los tres y tambien el mas pequeño, se puso á jugar con las chucherias que colgaban de la cadena de su reló, entre las cuales le llamó la atencion una brujulita encerrada en su círculo de oro.

— Qué es esté, papá? para qué sirve?

— Eso es una brújula, y si quereis saber lo que á ella se refiere, es decir el magnetismo, será el objeto de nuestra conferencia.

— Qué? nos vas á adormecer para saber lo que pensamos? dijo Juan en tono burlon? ¿Nos vas á magnetizar?

### La brújula

— No, no es del magnetismo animal de lo que voy á hablaros, lo cual en mi juicio es una ciencia empírica contra la que debeis poneros en guardia. La brújula, me conduce directamente á hablaros de la propiedad que tienen ciertos minerales feruginosos de atraer el hierro y sus limaduras, y á los que se da el nom-

bre de imanes naturales : lo mismo sucede respecto al acero, al níquel, al cobalto etc. puestos en presencia de esos minerales y se llaman tambien *substancias magnéticas*. La experiencia ha demostrado que la acción magnética se ejerce á través el vacío y los cuerpos gaseosos, líquidos ó sólidos que no son magnéticos. Por ciertos medios que os indicaré despues, puede comunicarse de un modo permanente todas las propiedades de los imanes naturales á las agujas y barras de hierro : dicese entonces de estas que están *imantadas* y reciben el nombre de *imanes artificiales* : ellos nos servirán á estudiar las leyes de los fenómenos magnéticos.



### Panteon de Mahoma

— Ya conozco yo uno y muy célebre, interrumpió Tomás.

— Cual? preguntó su padre.

— El del zancarron de Mahoma, replicó el interruptor.

Estalló la asamblea en una franca carcajada y el padre con rostro bondadoso les dijo :

— A ver explicate.

— No está en la Meca el Sepulcro de Mahoma.

— Sí.

— No está en el aire ese sepulcro.

— Es verdad.

— No decian que estaba asi por un milagro que Alá hacia á su profeta?

— Así se ha dicho.

— Pues bien ni hay milagro ni cosa que lo valga. El sepulcro de Mahoma, que según dicen, es de acero, está suspendido en el aire por medio de dos imanes, cuyas fuerzas atractivas estarán equilibradas.

— Bravo, hijo mio ; exclamó orgulloso el padre. La cita no podía ser mas oportuna, ni mas justa, ni mejor razonada.

### Fuerza y atracción del iman

Si se suspende una bala de hierro á un hilo muy flexible y se presenta á los diferentes puntos de la superficie de una barra imantada, aunque se conserve

siempre á igual distancia este péndulo del iman la desviacion de la bala será muy distinta: en el medio del iman la desviacion será nula é irá aumentando á medida que se presenta el péndulo á los extremos.

Esta demostracion es mas clara aun si se rueda una barra imantada en limaduras de hierro : las puntas de la barra atraerán una gran cantidad mientras que en el medio apenas se notarán vestigios.

La *seccion media* se conoce con el nombre de *línea neutra* y los extremos se llaman *polos*.

Si se suspende horizontalmente á un hilo sin torsion una barra en cuya parte media se pone una chapa de papel ó de cobre para suspenderla al hilo, el sistema entra en movimiento bajo la influencia de la tierra, y despues de cierto número de oscilaciones la barra se para en una posicion tal que su eje se dirige de Sur á Norte; sometiendo varias veces la barra á la misma experiencia se nota que siempre

toma la misma posicion y que siempre mira al Norte la misma punta. Si se suspenden igualmente del mismo modo varias barritas, distantes unas de otras, todas toman una posicion paralela.

### Meridiano magnético

Llámase meridiano magnético el plano vertical que pasa por el eje de una barra libremente suspendida cuando se para en su posicion de equilibrio. El meridiano magnético no coincide con el meridiano terrestre: el ángulo que forman estos dos planos en una estacion determinada se llama *declinacion*. La declinacion es occidental ú oriental segun que la

mitad de la barra que mira al Norte está colocada al occidente ó al oriente del meridiano terrestre. La declinacion muda de valor y aun de señal segun sean los lugares de observacion : está además sujeta á continuas variaciones en un mismo punto de la superficie del globo.

La punta del iman que mira al Norte recibe el nombre de *polo Norte* y la punta opuesta de *polo Sur*.

Cuando se acercan alternativamente á los polos de una barra libremente suspendida á un hilo sin torcion, los polos de otra barra, el iman móvil se separa del plano del meridiano magnético. El sentido en que se dirige cada vez prueba que *los polos del mismo nombre se repelen, mientras que los polos de nombre contrario se atraen mutuamente.*

---

### Polos magnéticos.

Si debajo de un iman suspendido como antes dije se coloca una barra gruesa imantada, la barra suspendida girará en un plan horizontal y despues de varias oscilaciones se fijará en una direccion tal que las dos barras estarán paralelas, pero con la circunstancia que los polos de nombres contrarios se presentarán del mismo lado del hilo suspensor y uno encima de otro. Este ejemplo prueba que la tierra opera sobre una barra móvil á modo de un iman fijo. Puédese pues considerar el globo terráqueo como un inmenso iman cuyos *polos magnéticos* están

colocados, uno en su hemisferio austral, otro en su hemisferio boreal. Los dos hemisferios están así asimilados á las dos mitades de una barra imantada, el hemisferio *boreal* tiene las propiedades *magnéticas* del *polo Sur* y el hemisferio *austral* ejerce la misma accion que el *polo Norte* de un iman natural ó artificial.

Interrumpióse el paternal profesor al ver que Juanito y Tomás cuchicheaban y les dijo. — Se os ofrece alguna dificultad.

— No respondieron ambos.

— Pues entonces ¿qué hablabais?

Decíame, repuso Tomás, que no nos has indicado la época en que empezó á conocerse el iman, ni á donde se encuentra mas comunmente.

---

### Descubrimiento y estraccion del iman

Hállase el iman con mas frecuencia y en masas considerables en las minas de hierro de Suecia y de Noruega, en la isla de Elba, en España, en las Filipinas y en otras muchas localidades de la Arabia, de la China y del reino de Siam.

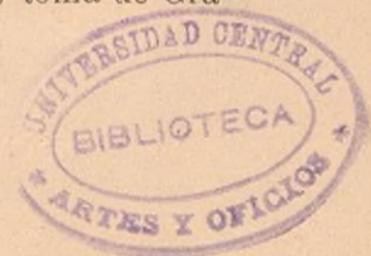
Los antiguos, ántes de la Era Cristiana, habian reconocido la propiedad del mineral de hierro en cuestion, y como este mineral habia sido encontrado en Magnesia en Lidia le dieron el nombre de *magnes*, de donde se deriva el epíteto de magnético. — Como la atraccion del iman es una fuerza diferente de las demás

que se conocian y presenta caracteres enteramente particulares, fué preciso darle un nombre especial y se la llamó *fuerza magnética*.

### Aguja imantada

Ahora bien volviendo al curso de la explicacion interrumpida en los precedentes ejemplos, el iman ha estado suspendido á una hebra de hilo sin torcer : si reemplazamos ahora la barra por una *aguja imantada* colocada en la extremidad de una punta metálica por medio de una chapita de agata en el centro ó region neutra, ó *ecuador* de dicha aguja, esta podrá dar vueltas en un plano horizontal.

Si se la abandona á sí misma hará cierto número de oscilaciones bajo la influencia de la acción terrestre, y acabará por pararse en una posición tal que la línea de los polos que coincide con su eje de figura está contenida en el plano del *meridiano magnético* del lugar. En esta propiedad estricta la construcción de la *brújula*, que ántes llamó la atención de Julio, y que fué la única guía que llevaron en el siglo xv los grandes hombres que descubrieron el Nuevo Mundo, Cristóbal Colón, Vasco de Gama y Magallanes. El descubrimiento de la *brújula*, es decir, su aplicación, data del siglo xiv, y la mente se asombra al ver al inmortal Colón, tan tenaz en su ciencia, tan infatigable en el planteamiento, luchando solo, con la rutina, la indolencia y la ignorancia de los pueblos y testas coronadas, rompiendo las olas del piélago proceloso sin más amparo, que Dios, su ciencia y su brújula, cuando la más noble de las damas de su época, la más grande de las reinas, Isabel la Católica, después de la toma de Gra-



nada, acogió á Colon, comprendió y aprobó su proyecto y viendo agotado su erario, vendió sus diamantes y preseas para adquirir los caudales y caravelas que llevaron al afortunado Colon á la realizacion de sus magníficos proyectos : la brújula le salvó y el méndigo favorecido pagó las mercedes á su protectora con un mundo nuevo mas vasto que el antiguo ; los diamantes vendidos fueron recuperados con tesoros de oro y una nueva corona. La brújula ha traído á mi memoria una de las mas brillantes pájinas de la historia, á la que debemos rendir un tributo proporcional á su grandeza. Sirva este de excusa á la digresion que me ha hecho olvidar por un instante nuestros estudios sobre el magnetismo.

---

## VIII

## LOS POLOS

Decíamos en la conferencia anterior que los polos del mismo nombre se repelen y los polos de nombre contrario se atraen.

Las acciones contrarias del polo boreal y del polo austral se demuestran prácticamente por el siguiente ejemplo: hágase soportar por un imán un objeto de hierro, una llave: póngase sobre el primer imán otro que tenga sensiblemente la misma fuerza teniendo cuidado de colocar el uno

en frente del otro los polos contrarios. La llave seguirá suspendida mientras estén alejados los dos polos, pero en cuanto se acercan bastante, la llave caerá como si la barra que la sostenía hubiese perdido de repente su propiedad magnética; pero no es así, porque puede volver á sostenerla así que se retira la segunda barra.

### Fluidos austral y boreal

Para explicar esos fenómenos, los físicos suponen que hay dos fluidos magnéticos que obran cada cual por repulsion á sí mismo y por atraccion del otro fluido. Esos fluidos se conocen con las denominaciones de *austral* y *boreal*, del nombre

de los polos de los imanes cuyas acciones preponderan.

Dáse por admitido que antes de la imantacion, estos fluidos se combinan en torno de cada molécula y se neutralizan reciprocamente, por que pueden ser separados bajo la influencia de una fuerza mayor que su atraccion mútua, y cambiar de sitio en torno de la molécula, aunque sin salir de la esfera de accion que tienen en rededor de cada una de ellas. Entónces los fluidos están orientados, es decir que en la esfera magnética que rodea cada molécula el fluido boreal se vuelve constantemente en una misma direccion, y el fluido austral en una direccion opuesta, de donde proceden dos resultantes de direccion contraria, en cuyos puntos se aplican los dos polos del iman. Pero en cuanto cesa la orientacion de los fluidos se restablece el equilibrio de cada molécula y la resultante final es nula, es decir que no hay atraccion ni repulsion.

### Hipotesis del fluido

La hipótesis de dos fluidos se presta del modo mas sencillo á la explicacion de los fenómenos: asi es que ha sido adoptada como medio de demostracion. Sin embargo los fenómenos magnéticos parecen resultar, no de las acciones encontradas de dos fluidos especiales, sino de las corrientes particulares de la materia eléctrica en los cuerpos imantados, hipótesis que presenta la ventaja de enlazar la teoría del magnetismo con la de la electricidad.

Las substancias magnéticas contienen los dos fluidos, pero alestado de neutralizacion. Los compuestos ferruginosos son generalmente magnéticos, y lo son tanto

mas cuanto mas hierro contienen. Algunos, sin embargo, como el persulfuro de hierro, no reciben la accion del iman.

### Fluido magnético

Facil es distinguir un iman de una substancia magnética. Esta no tiene polos y presentada sucesivamente á las extremidades de una aguja móvil atrae á las dos, mientras que el iman atrae á la una y repele la otra si se la presenta por el mismo polo.

Cuando se pone en contacto una substancia magnética con una barra imantada, los dos fluidos de esta substancia se separan, y la substancia se convierte, mientras dura el contacto, en un iman completo

con sus dos polos y su línea neutra al ecuador. Si se pone, por ejemplo, el polo de un imán un cilindro pequeño de hierro dulce, este cilindro puede á su vez soportar otro cilindro semejante, el segundo otro tercero, este un cuarto y así hasta siete ú ocho según la fuerza del imán. Cada cilindro es pues un imán pero solo mientras continúa la influencia de la barra imantada; porque si se interrumpe el contacto de este con el primer cilindro, al punto ó cuando menos después de un corto intervalo, los demás cilindros se desprenden y no conservan el menor vestigio de magnetismo. La separación de los dos fluidos no ha sido pues más que momentánea, lo cual prueba que el imán no ha cedido nada al hierro. El níquel se imanta muy bien bajo la influencia de un imán fuerte.

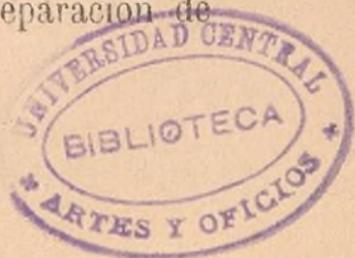
---

### Imantacion por influencia

La imantacion por influencia explica la formacion de las barbas de limadura que se adhieren á los polos de los imanes. El polvo de limadura que está en contacto con el iman obra por influencia en las partículas vecinas, estas en las subsiguientes, y así de las demás, lo cual presenta la disposicion filamentosa de la limadura.

### Fuerza ejercitiva

Llámase fuerza *ejercitiva* la fuerza mas ó menos intensa que en una substancia magnética se opone á la separacion de



los dos fluidos ó su recomposicion cuando están separados Esta fuerza es inapreciable en el hierro dulce, puesto que se imanta instantáneamente por la influencia de un iman. En el acero es mayor: imanta lentamente y pierde, una vez imantado, con dificultad sus propiedades magnéticas.

La presencia de los dos fluidos en todas las partes de un iman se demuestra por la experiencia siguiente: si tomamos una aguja de hacer calceta, de acero, y la imantamos frotándola con uno de los polos de un iman, y despues de estar asegurados de que hay en ella los dos polos y la línea neutra ó ecuador por medio de la limadura de hierro, si la rompemos por el medio, esto es, en su línea neutra, al presentar sucesivamente las dos mitades á los polos de una aguja móvil se nota, que en vez de no contener mas que un fluido, cada una de los dos mitades tiene dos polos contrarios y una línea neutra. Si se rompen otra vez estos dos imanes se volverá á encontrar en sus pedazos un

iman completo con sus polos y ecuador, y así sucesivamente mientras puedan partirse los pedazos : de aquí, se deduce por analogia que los pedazos mas pequeños de un iman contienen los dos fluidos.

### **Imantacion con el hierro**

Los imanes obran sobre todos los cuerpos con mas ó menos fuerza, fenómeno que se demuestra haciendo oscilar barritas pequeñas de diferentes substancias entre los polos opuestos de dos grandes barras imantadas, y en seguida lejos de la influencia de cualquiera iman, y comparando el número de oscilaciones en uno y otro caso en tiempos iguales. Atribuyé-

ronse desde luego estos fenómenos á la presencia de materias ferruginosas en los cuerpos sometidos á la experiencia, pero despues se probó que los imanes ejercian influencia sobre todos los cuerpos.

### Fuerza atractiva y repulsiva

Tambien se demuestra que esta accion unas veces era atractiva y otras repulsiva, los cuerpos atraidos han recibido el nombre de *cuerpos magnéticos* y los rechazados el de *cuerpos diamagnéticos*.

---

### Su influencia

Algunos físicos creyeron que el diamagnetismo era una propiedad distinta del magnetismo, pero hoy una ingeniosa hipótesis enlaza el magnetismo al diamagnetismo, admitiendo que no hay dos clases de acciones entre los cuerpos y los imanes, sino solamente imantacion por influencia, y que la repulsion ejercida sobre ciertas substancias proviene de que estas estan rodeadas de un medio mas magnético que ellas.

La brújula despues de oscilar se para en una direccion mas ó menos exacta de Norte á Sur. Lo mismo sucede si en un



tanque lleno de agua se pone un disco pequeño de corcho y sobre este una barrita imantada: el corcho oscila primero, y cuando se para la línea recta que une los dos polos del iman es sensiblemente la de Norte á Sur. Mas obsérvese en este caso que el corcho y la barrita no marchan ni hácia el Norte ni hácia el Sur. La acción de los polos terrestres sobre los imanes no es pues atractiva sino únicamente directiva.

---

## IX

## BRUJULA DE DECLINACION

La brújula de declinacion es un instrumento que sirve para medir la declinacion magnética de un punto cuando se conoce el meridiano astronómico. Consiste en un círculo horizontal dividido, en cuyo centro hay una aguja imantada muy ligera. Esta aguja está superpuesta por su centro de ágata á una punta que le sirve de eje giratorio. Como la ágata es una piedra muy dura el frotamiento es casi nulo.

Para observar la declinacion en un punto por medio de este instrumento se le orienta de modo que el diámetro Norte Sur coincide con el meridiano astronómico del punto, la extremidad Norte debe estar dirigida al Norte. Leyendo entonces en el limbo graduado el ángulo que forma la aguja con el diámetro Norte-Sur á izquierda ó derecha de cero, se tiene la medida de la declinacion occidental ú oriental.

Recíprocamente, para averiguar el meridiano astronómico, cuando se conoce la declinacion se coloca la brújula de modo que la aguja forme con el diámetro Norte-Sur un ángulo igual al ángulo de declinacion y en el mismo sentido. El diámetro Norte-Sur prolongado da entonces la direccion del meridiano astronómico. Como quiera, este medio no es mas que aproximativo á causa de las variaciones continuas que tiene la declinacion.

### Eje magnético

Las aplicaciones indicadas con la brújula de declinacion no son exactas, sino cuando el eje magnético de la aguja, ó sea la recta que pasa por sus dos polos, coincide con el eje de la figura, es decir con la recta que une sus dos extremos: en general no se llena esta condicion; puede corregirse este error. Al efecto la aguja no está fija en la chapa sino superpuesta, para que pueda quitarse y retornarse colocándola de nuevo en la chapa, de modo que la cara inferior sea la superior y recíprocamente. Tomando entonces un término medio entre la inclinacion que

marca la aguja y la que marcaba en un principio se tendrá la declinacion exacta.

Varios son los medios que se emplean para imantar de un modo permanente las barras ó agujas de acero templado.

### Toques del iman

Para imantar una aguja ligera basta hacerla resbalar en el sentido de su longitud por la punta de un iman enérgico. Cuando se han hecho de este modo varias fricciones por las dos caras, y en el mismo sentido, la aguja está imantada. El mismo método puede emplearse para imantar una barrita de acero templado : este método se llama de toque sencillo.

El método de toque separado consiste en colocar los dos polos contrarios de dos barras de igual fuerza en medio de la barra que se ha de imantar, y en hacerlos resbalar simultáneamente hácia uno de los extremos de la barra teniéndolas verticalmente. En seguida se trae cada iman hácia el medio de la barra y se repite la operacion del mismo modo. La barra queda imantada al cabo de varias fricciones por el estilo.

En el método del toque doble los dos imanes, con que se operan las fricciones, se colocan tambien en el medio de la barra que se trata de imantar, teniendo frente á frente los polos contrarios; pero en vez de resbalar en sentido opuesto hácia sus extremos, se mantienen á un intervalo fijo por medio de un taquillo de madera colocado entre los dos, y resbalan juntos del medio á un extremo, y en seguida desde este al otro extremo, y asi se continúa de modo que cada mitad de la barra reciba el mismo número de fricciones.

Nótese que en los diferentes métodos

de operar por los imanes estos no pierden nada de su fuerza, lo que prueba que los fluidos magnéticos no pasan de una barra á la otra.

### Magnetismo de la tierra

El magnetismo de la tierra tiende constantemente á separar los fluidos que se hallan al estado neutro en el hierro dulce y en el acero. Mas como en este último cuerpo es muy grande la fuerza ejercitiva la accion de la tierra es insuficiente para producir la imantacion. No sucede lo mismo con la barra de hierro dulce, sobre todo si se la coloca en el meridiano magnético paralelamente á la inclinación :

entonces los dos fluidos se separan, el fluido austral va al Norte y el fluido boreal al Sur. Sin embargo esto no es sino una imantacion instable, porque si se vuelve la barra, al punto se trastruecan los polos, lo cual prueba que la fuerza evercitiva del hierro dulce es inapreciable.

Sin embargo, consiguiese dar al hierro dulce una fuerza coercitiva muy sensible, si mientras que está bajo la influencia de la tierra, se le somete á una fuerte torsion, si se le martillea á frio en el yunque. Pero la fuerza coercitiva desarrollada de esta manera es debil y no tarda en desaparecer por completo, lo cual no sucede con el acero.

### Haces magnéticos

Llámanse haces magnéticos una reunion de barras imantadas juntas paralelamente



por sus polos del mismo nombre. Dáseles ya la forma de herradura, ya una forma rectilínea: la primera es preferible para levantar pesos porque así se utilizan los dos polos.

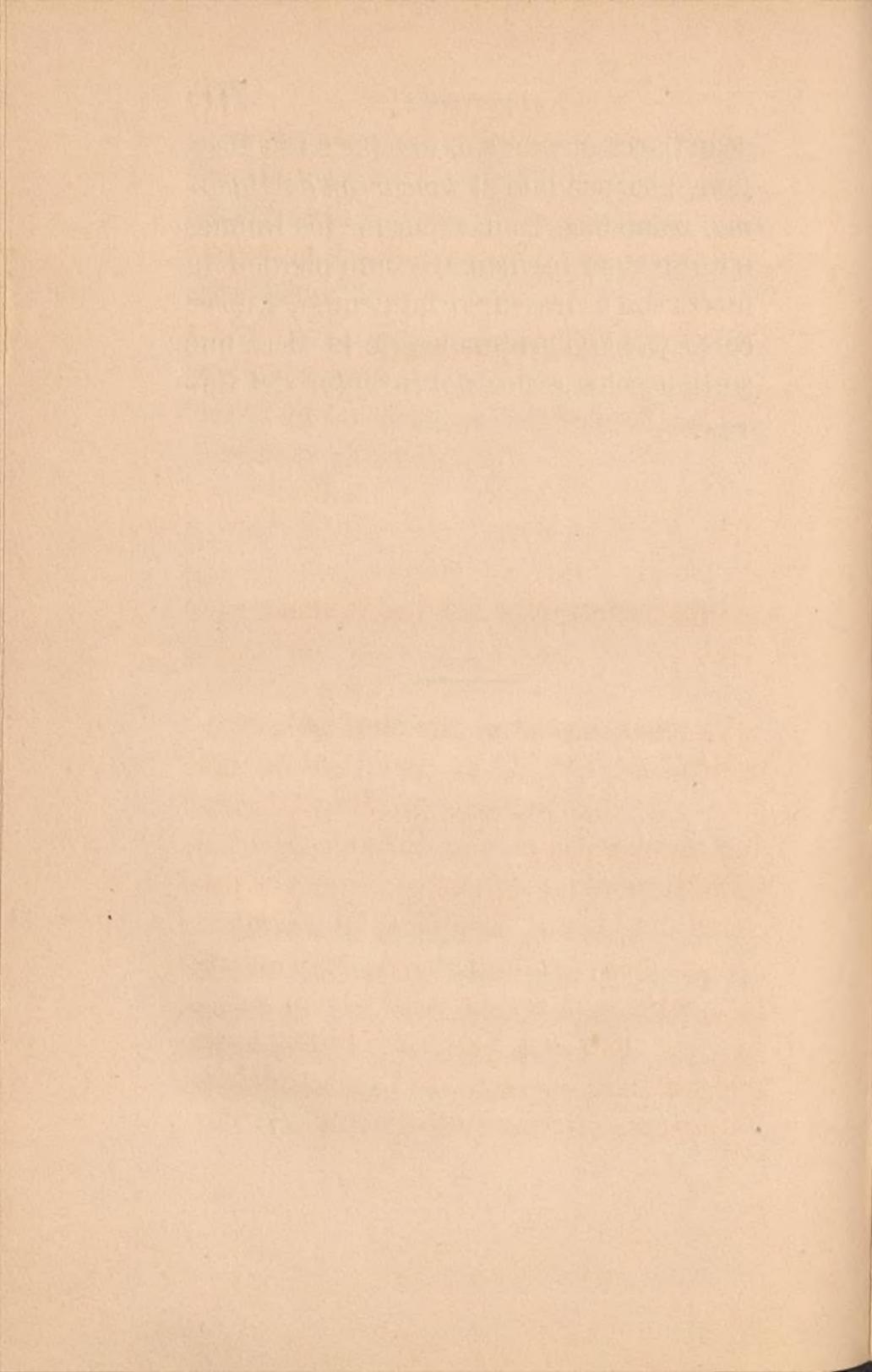
La fuerza de un haz no es igual á la suma de las fuerzas de cada barra, lo cual proviene de las acciones repulsivas que ejercen entre sí los polos.

### Armaduras de los imanes

Llámanse armadura en los imanes las piezas de hierro dulce que se ponen en contacto con los polos, sirviéndoles de abrazaderas, para conservar la potencia de estos y hasta para aumentarla. Quizás

sean haces magnéticos los que en la Meca tienen suspendido el *zancarron de Mahoma*, como dice Tomás, porque los imanes naturales se desvirtuan y aun pierden la fuerza con el trascurso del tiempo, y no es corto ya el de los imanes de la Meca que sostienen los restos del inventor del Coran.

---



## GALVANISMO

## X

## DESCUBRIMIENTO DEL GALVANISMO

Ya teneis bastantes nociones de la electricidad estática, ó en su estado de reposo y del magnetismo: pasémos á estudiar algunos fenómenos de la electricidad en movimiento ó *dinámica*: no son por cierto los menos fecundos en resultados prácticos y prodigiosos descubrimientos, como que á esta parte de la fisica se debe el rasgo mas característico de nuestro siglo, el siglo de la electricidad.

Galvani, profesor de anatomia de Bo-

lonia, fué el primero que descubrió la electricidad dinámica ó *galvanismo*. Estudiaba hacia muchos años la influencia de la electricidad sobre la irritabilidad nerviosa de los animales, y en especial de la rana, cuando en 1786 notó que se contraían enérgicamente los nervios lombales de una rana muerta que se encontraban en comunicacion por un circuito metálico con los músculos de las caderas.

Para repetir la experiencia de Galvani se desuella viva una rana, se la parte por bajo los miembros anteriores : en seguida despues de descubiertos los nervios lombales situados á uno y otro lado de la columna vertebral, bajo el aspecto de filetes blancos, se toma un conducto metálico formado de dos arcos, zinc y cobre é introducimos uno de estos entre los nervios y la columna vertebral, se toca con el otro los músculos de una de las caderas ó de las piernas, y á cada contacto se verán replegarse y agitarse los músculos en términos que parece que revive la media rana.

### Fuerza electromotriz

Galvani que sabia ya que el fluido de la máquina eléctrica, producía en las ranas muertas análogos efectos, atribuyó aquello á una electricidad inherente al animal, y considerando el músculo como una botella de Leyden y el nervio como un simple conductor, admitió que en el momento de la contracción el fluido positivo circulaba del nervio al músculo á través el circuito metálico, y del músculo al nervio en el cuerpo de la rana. Adoptóse pues generalmente como electricidad animal ó galvanismo la teoría de aquel profesor : esta encontró sin embargo contradicción á cuyo frente figuró Volta, y después de una lucha memorable entre uno y otro se vino á parar en una fuerza *electromotriz*. De aquí tomó origen la pila de Volta, ó *pila* solamente, nombre

hoy genérico para designar los instrumentos que desarrollan la electricidad dinámica. La primer pila se componia de una serie de discos apilados unos sobre otros : un disco de cobre, un disco de zinc, una rueda de paño mojado en agua acidulada : en seguida otra serie igual y despues otra y otra, siempre en el mismo orden. Se sueldan dos á dos los discos de cobre para formar lo que se llama *par*, separados por los círculos de paño y mantenidos en direccion vertical por tres tubos ó columnitas de cristal. Demuéstrase que la parte media se halla al estado natural, y que cada mitad de la pila está cargada de electricidad, una de electricidad positiva y otra de negativa, y que la tension por una y otra parte crece desde el medio á los extremos : la mitad que termina por el zinc está cargada de electricidad positiva y la que termina por cobre de negativa.

En esta teoría el agua acidulada del paño, obrando químicamente, es la que produce la electricidad.

### La tension

Llámase tension de una pila la tendencia de la electricidad, acumulada en los extremos, á escaparse y vencer los obstáculos que se oponen á su salida : no hay que confundir la tension con la cantidad de electricidad que puede producir la pila. La tension depende del número de pares, mientras que la cantidad de electricidad, en paridad de circunstancias, crece con la superficie de los pares. Tambien crece esta cantidad con la conductibilidad del liquido interpuesto entre los pares. La tension al contrario es independiente de la naturaleza del liquido.

Dicese en una pila, polo positivo, la ex-

tremidad en que tiende á aglomerarse el fluido, positivo y polo negativo el extremo en que tiende á acumularse el fluido negativo. Llámase *electrodos* los hilos metálicos fijos á los polos de la pila, y cuyas puntas se convierten en polos. Por último designase con el nombre de corriente la recomposicion de las electricidades contrarias que se opéra de un polo á otro de la pila, cuando comunican entre sí por medio de los electrodos ó de cualquiera otro conductor : las pilas producen corrientes continuas, lo cual prueba que á medida que las dos extremidades se reúnen á traves el hilo conyuntivo la fuerza electromotriz descompone una nueva cantidad de electricidad natural en la pila.

Hanse inventado despues varias pilas cuyo objeto es aumentar la produccion é intensidad de las corrientes eléctricas. Los efectos de la electricidad dinámica se dividen en fisiológicos, físicos y químicos, y resultan de la recomposicion lenta y tension debil de sus fluidos cuando se reúnen los

polos de la pila por un circuito mas ó menos conductor.

### Efectos fisiologicos

Designanse con el nombre de efectos fisiológicos los producidos por la pila en los animales ya muertos ya vivos. Si se cogen los electrodos de una pila fuerte se siente una conmocion violenta, comparable á la de la botella de Leyden, sobre todo si las manos estan mojadas con agua acidulada ó salada, lo cual aumenta la conductibilidad. Quanto mas pares hay tanto mayor es la conmocion.

Procede, como en la botella de Leyden, de la recomposicion de las electricidades

contrarias, pero con la diferencia que la descarga de la botella de Leyden es instantánea, y por consiguiente instantánea tambien la conmoción que produce, mientras que la pila se vuelve á cargar á cada instante y los sacudimientos se suceden con rapidez. El efecto de la corriente vol-táica sobre los animales varia con su di-reccion : cuando la corriente se propaga, siguiendo la ramificacion de los nervios, produce una contraccion nerviosa cuando empieza y una sensacion cuando concluye; mientras que si se propaga en sentido con-trario á las ramificaciones de los nervios produce una sensacion cuando comienza y una contraccion en el momento de termi-nar. Sin embargo esa diferencia de efectos no existe realmente sino con las corrientes débiles : con las intensas, hay tambien contracciones y dolores al empezar y con-cluir la corriente, cualquiera que sea su direccion.

Por efecto de la corriente conejos asfi-xiados media hora antes han sido vueltos á la vida : la cabeza de un guillotinado

sufrió tan espantosas contracciones que los espectadores estaban aterrados. El tronco del cuerpo sometido á la misma accion se incorporó algun tanto, agitábanse sus manos hiriendo á derecha é izquierda, y los músculos pectorales imitaban el movimiento respiratorio ; en suma todos los actos de la vitalidad se reprodujeron fielmente, pero cesaron al momento con la corriente.

### Corriente voltaica

La corriente voltaica que atraviesa un hilo metálico produce los mismos efectos que la batería eléctrica : calienta el alambre, le pone incandescente, le funde

ó volatiza, segun que su diámetro es mas ó menos grueso y mayor ó menor su longitud. Con una pila potente se funden todos los metales hasta la platina que resiste al fuego mas intenso de una forja. El carbon es el único cuerpo infusible hasta ahora por la pila. Los hilos de cobre, de oro, de plata se volatizan con rapidéz, produciendo chispas de varios colores, y se ha probado que los efectos calóricos de la pila provienen de la resistencia que encuentra la corriente para propagarse por el conductor que reune los dos polos, y que dependen tambien mas bien de la superficie de los pares que de su número.

### La pila eléctrica

La pila eléctrica es despues del sol la fuente de luz mas intensa que se conoce.

Manifiéstanse sus efectos luminosos por chispas ó por la incandescencia de las substancias que reúnen sus dos polos. Para conseguir chispas, cuando la pila es bastante enérgica, se aproximan los dos electrodos, dejando entre sí un corto intervalo, y entonces se ven saltar chispas internas que pueden sucederse con rapidez para producir una luz continua. Con ocho ó diez pares de Bunsen se obtienen brillantes rayos de luz haciendo comunicar uno de los electrodos con una lima de corchos y paseando la punta del otro por los dientes de la lima. Si en este experimento se hace pasar la corriente á la canilla de un electro-iman las chispas adquieren una intensidad notable.

Pero los efectos luminosos mas admirables se obtienen sobre todo por la incandescencia de los conductores que siguen las corrientes. Un hilo de hierro ó de platina que reúna los dos polos de una pila enérgica, bastante gruesa para que no pueda ser fundido, se pone candente y arroja un fulgor vivo mientras funcione

la pila. Dos conos de carbon bien calcinados, muy aproximados y puestos en comunicacion con las pilas, se ponen incandescentes y esparcen un fulgor tan deslumbrador que puede compararse á la luz del sol.

Entre las utilisimas aplicaciones que se ha dado á la luz eléctrica no es posible pasar en silencio al de la lámpara submarina que se descende con el buzo al fondo de los mares para descubrir el nuevo mundo que allí existe, y las riquezas que las tempestades han sepultado en su seno. No es justo tampoco olvidar la aplicacion de la misma lámpara á la pesca: miles de pescados acuden como la mariposa, á la luz que les ha de conducir á las redes, demasiado débiles quizás para tan abundante y rica carga.

---

## XI

## DEL TELÉGRAFO ELECTRICO

Hoy nos ocuparemos de un asunto que os ha de interesar en extremo, pues es un rasgo característico del siglo XIX : hablamos pues del telégrafo eléctrico. Pues antes no estará de mas echar una mirada retrospectiva y estudiar la historia de ese gran elemento.

*Telégrafo* se deriva de dos palabras griegas que significan *escribir de lejos*. Por consiguiente, el telégrafo es un apa-



rato por el cual se puede transmitir á grandes distancias y con grande celeridad cualquiera despacho ó *telégrama* por medio de signos que tienen una significacion convenida.

Antes de que se hiciera el admirable descubrimiento del telégrafo eléctrico se hacia, uso del telégrafo aereo. Data desde la mas remota antigüedad el pensamiento y la necesidad de transmitirse ciertas noticias ciertos avisos por medio de señales convencionales. Los antiguos persas se servian al efecto de hogueras encendidas de trecho en trecho en las alturas. Desde las cumbres podian verse por la noche la llama y por el dia el humo de estas hogueras. Esquilo dice que un fuego encendido en la cima del monte Ida, en Frigia, y repetido de montaña en montaña, debia anunciar la caida de Troya á Clitemnestra que residia en Argos. Por el mismo sistema, segun Diodoro de Sicilia, los Nabathéos, pueblo de la Arabia Petrea, hicieron instantáneamente conocer á su tribu la marcha de uno de los generales

de Antígona. Claro está, que sistema tan primitivo solo podía servir á transmitir previstos acontecimientos. Pero en la segunda mitad del siglo tercero antes de la Era Cristiana, los ingenieros de Felipe v, rey de Macedonia introdujeron una reforma de grande importancia. Dividieron las letras del alfabeto en cinco columnas, y representándolas por fanales, crearon un sistema de signos de noche capaces de transmitir toda clase de noticias. Así que se necesitaba hacer una comunicacion el vigia que debía trasmitirla izaba dos faroles y el vigia inmediato izaba otros dos para dar á entender que estaba pronto. Entonces el primer vigia izaba á su izquierda un número de faroles que indicaba la columna de la letra que se habia de tomar, y á su derecha un número de faroles que expresaba el rango de esta letra en la columna. Así dos fanales á la izquierda y cinco á la derecha designaban la letra K. Tal sistema exigia mucho tiempo, aunque por otra parte era en extremo preciso y claro. Como quiera, ha-

biase realmente hecho el descubrimiento de la telegrafía propiamente dicha y solo faltaba perfeccionarla. Parece que ese sistema fué imitado por los Romanos, durante la tercera guerra púnica, y supónese que les fué comunicado por el griego Polibio, comensal de Escipion. Los Galos emplearon otro método : centinelas apostados de trecho en trecho lanzaban gritos cuyo sentido estaba préviamente convenido. Así es como durante la guerra de las Galias, tuvieron noticia los Avernos en pocas horas de la toma de Genabum (Orleans) por los Romanos, á pesar de las ochenta leguas que los separaban de aquella ciudad. Mas adelante, en tiempo del imperio, cuando los romanos cruzaron con magníficos caminos sus posesiones, establecieron de distancia en distancia torres destinadas á la transmision de señales. Durante la edad media, escepto los Griegos en Bizancio y los moros de España, que á veces se valian del sistema de las hogueras por la noche, estos medios de correspondencia cayeron en desuso

por todas partes. En el siglo xiv J. Bautista Porta propuso que se estableciese un verdadero sistema telegráfico en el sentido moderno de la palabra. Quería que se levantasen torres altas ó en las cimas de las montañas y vigias que transmitiesen cualesquiera noticia, repitiendo ciertos signos. « Estas señales, dice el físico napolitano, podrian ser 4. La primera enseñada una vez representaba la A, dos veces la B, tres la C y así de las demás hasta siete veces: el segundo signo correspondia á la octava letra del alfabeto H: las veces la I etc. y por el mismo modo los otros. » El sistema se quedó en proyecto y otro tanto sucedió con el del célebre doctor Hooke. Algun tiempo despues (1690) un francés Guillermo Amontons concibió un ingenioso sistema de telégrafo, y sobre todo fué el primero que propuso se empleasen los catalejos para observar las señales aéreas. » El secreto, dice Fontenelle, consistia en colocar en varios puntos consecutivos hombres que viendo con los catalejos las señales del punto

precedente las trasmitiesen al subsiguiente y así de los demás. Estas señales eran letras de un alfabeto que solo se conocian en Roma y en Paris. El mayor alcance de los catalejos constituia la distancia de los puntos entre sí, cuyo número debia ser el mas reducido posible, y como el segundo atalayero hacia al tercero las señales á medida que se las trasmitia el primero, la noticia llegaba de Paris á Roma casi en el mismo intervalo necesario para hacer las señales en Paris. » Descuidóse este descubrimiento como los anteriores, porque entonces no se conocia la necesidad de corresponderse con celeridad. Pero en tiempo de la Revolucion francesa, la lucha de la Francia contra la coalicion europea cambió el estado de cosas. El cura A. Chappa propuso á la Convencion un telégrafo que acababa de inventar, y esta le mandó inmediatamente que le ensayase. Estos ensayos se hicieron en el año 1793, á la vista de una comision nombrada al efecto y como obtuvieron feliz éxito la Asamblea encargó al inven-

tor que estableciese una línea de París á Lille. Inauguróse el 30 de Noviembre de 1793 para anunciar una victoria contra los Austriacos. En efecto, durante la sesión del día, la Convencion recibió este sencillo despacho : *Acabamos de tomar á Conde* : al que respondió con este otro : *El ejército del Norte ha merecido bien de la patria*. Las dos trasmisiones se efectuaron en pocos minutos. La Convencion decretó al punto que se creasen varias líneas principales para enlazar la capital con los puntos mas importantes de la frontera. Cada línea telegráfica establecida segun el sistema de Chappe, se componia de una serie de puntos colocados en sitios elevados y distantes unos de otros de 12 á 15 kilómetros. En cada extremo de la línea habia un director que correspondia con París, y cada estacion contaba con dos empleados que se relevaban en determinadas horas. El empleado de faccion ó atalayero, armado de dos catalejos dirigidos hácia el punto que debia observar, y el otro hácia el punto á que

debía dirigir su trasmision, podia, estando sentado, observar las señales y reproducirlas al momento. El tiempo de cada señal variaba de 10 á 20 segundos. Fuera de cierto número de signos elementales al alcance de todos los empleados, los despachos no eran comprendidos mas que por dos traductores afectados al extremo de la línea. Podíase además variar la significacion de las señales cuando se recelaba que las habituales podian ser adivinadas ó divulgadas. El aparato que trasmitia las señales, constituyendo el telégrafo propiamente dicho, consistia en un mástil vertical que se erguia 4 ó 5 metros sobre la azotea de la torrecilla, y en cuya punta habia un brazo móvil por medio de una polea. Este brazo que se llamaba *regulador* podia describir un círculo completo sobre su eje horizontal, y por consiguiente tomar respecto al mástil toda clase de inclinaciones á derecha y á izquierda. En cada extremo habia otro brazo llamado *indicador* que tambien giraba con auxilio de una polea y

podía tomar con respecto á aquel gran número de posiciones.

### Sistemas de poleas

Trasmitiase el movimiento á la máquina por medio de un sistema de poleas y de cuerdas en un cuarto debajo de la techumbre á un manubrio dispuesto cerca de la silla del empleado; y las diferentes combinaciones del regulador y de los indicadores daban 192 figuras que combinadas entre sí proporcionaban un vocabulario, de 36,864 señales. Habíase afectado un signo á cada sílaba de la lengua así como á ciertas frases convencionales. En 1846 el sistema telegráfico de Francia constaba de cinco gran-



des líneas que partiendo de Paris iban á parar á Lille, Estrasburgo, Tolon, Bayona y Brest. Estas líneas comprendiaú 534 estaciones y ponian 29 ciudades en comunicacion con la capital : su coste de entretenimiento no pasaba de 1,300,000 francos. Para dar una idea de la celeridad con que se transmitian los despachos, baste decir que en Paris se recibian noticias de Lille (222 kilom.) en dos minutos, de Brest (596 kilom.) en 6 minutos y 90 segundos y de Tolon (840 kilom.) en 13 m. 50''. Sin embargo y apesar de los adelantos y reformas hechas en el telégrafo aéreo, este adolecia de dos grandes defectos: no podia funcionar de noche, y durante el dia, si la atmósfera aparecia obscurecida por la lluvia ó la niebla, no podian verse las señales durante una gran parte del año. Varios inventores trataron de buscar remedio á uno y otro inconveniente y habianse ya conseguido satisfactorios resultados cuando el descubrimiento de la telegrafia eléctrica hizo inútiles dichas investigaciones.

### Fluido eléctrico

El pensamiento de poder establecer un sistema de telegrafía eléctrica brotó en cuanto los físicos descubrieron la transmisión instantánea del fluido eléctrico. Respecto á los medios ideados para resolver este problema, forman tres grupos distintos, cada uno de los cuales corresponde á uno de los tres ramos grandes de descubrimientos que la ciencia ha hecho de medio siglo acá. Mas como quiera que hasta los primeros años del siglo XIX no se haya conocido mas que la electricidad estática, esto es, la electricidad pro-

ducida por el frotamiento y desprendida por las máquinas ordinarias, los primeros inventores de telégrafos eléctricos no pudieron emplear otro agente. Sus sistemas de señales estaban pues fundados en las reacciones propias á esta clase de electricidad, y particularmente en las atracciones y repulsiones manifestadas por el péndulo eléctrico. El documento mas antiguo que hasta ahora se conoce, y en el cual se plantea con precision el problema de la telegrafía eléctrica, es una carta publicada el 1º de Enero de 1753 en un diario escoces firmada con las iniciales *C. M.* que se suponen de Carlos Marchal, eminente físico de la época. Cítanse despues los ensayos y tentativas de Lesage en Génova (1774), de Lomond en Francia (1787), de Salvá en España (1796), etc. etc. mas todos estos inventores lograron solo construir aparatos de gabinete mas ó menos ingeniosos, y sus sistemas hubieron sido inaplicables en grande escala.

Abrese el segundo período con el descubrimiento del fluido eléctrico de corriente

continua y varios físicos trataron de utilizar para las transmisiones telegráficas las propiedades descomponentes de las corrientes que da la pila voltáica. Así como se combinaron los telégrafos galvanico-químicos de Coxe (1810), de Sœmmering (1811) y de otros varios. El telégrafo de cuadrante de Juan Alexandre pertenece al mismo sistema. Por fin en 1819 Oersted descubrió la acción de una corriente eléctrica sobre la aguja imantada, y desde entonces se creyó posible el telégrafo eléctrico. Ya en 1820 Ampere decia á la Acedemia de ciencias lo siguiente: « Con el auxilio de tantos alambres conductores y de agujas imantadas cuantas son las letras del alfabeto, colocando á cada letra una aguja, se podria establecer por medio de una pila colocada lejos de las agujas que se harian comunicar alternativamente por sus dos extremos á los de cada conductor una especie de telegrafia que escribiese todos los pormenores que se quisiesen transmitir á traves toda clase de obstáculos á la per-

sona encargada de observar las letras colocadas en las agujas. Poniendo sobre la pila un teclado cuyas teclas llevasen marcadas las mismas letras y estableciesen la comunicacion por su depresion se estableceria fácilmente una correspondencia que no exigiria mas que el tiempo necesario para tocar por un lado y leer por el otro cada letra. » En este pasage queda consiguado el principio de la telegrafía eléctrica actual, pero el instrumento de Ampere era demasiado complicado para poderse poner en práctica. Por otra parte las pilas, que entonces se conocian, no satisfacian á las necesidades de una correspondencia telegráfica seguida.

Sin embargo las investigaciones y las tentativas de los hombres estudiosos que por todas partes se ocuparon en hallar una solucion práctica á este problema, no lograron salir airosos en el espacio de muchos años. Los instrumentos que en su mayor parte inventaban eran muy complicados y exigian en las líneas tantos alambres cuantas eran las señales que

habia que transmitir. Para las veinticinco letras del alfabeto se necesitaban otros tantos conductores con otro mas para completar los diferentes circuitos. Finalmente en 1837 llegó la solución práctica del problema á la vez de tres partes, de Inglaterra, de Alemania y de los Estados-Unidos. El inglés Wheatstone, por medio de una ingeniosa combinación redujo, á seis el número de alambres de la línea, y con cinco agujas adaptadas á su instrumento conseguia directamente la designación de todas las letras del alfabeto y aun añadía á su telégrafo una *campanilla eléctrica* que funcionaba por medio de un electro imán. Hicieronse los primeros, ensayos del físico inglés de Londres á Birmingham, el telégrafo funcionó bien pero no la campanilla, y para corregir esta falta inventó los *relevos*, expresión que explicaré despues.

Al mismo tiempo, Stemheit hacia en Munich el ensayo en una longitud de veinte kilómetros un telégrafo que no solo funcionaba con un solo circuito sino que

escribia con tinta el despacho en una hoja de papel. Durante el curso de sus ensayos el sabio aleman hizo un descubrimiento de los mas importantes, la propiedad que tiene la tierra de conducir las corrientes. Habianse considerado hasta entonces los alambres como el solo y único medio de transmitir la electricidad. Sabiase en verdad que los líquidos conducian tambien este fluido ; mas como el líquido mejor conductor que es la disolucion del sulfato de cobre conduce en seccion igual 16 millones de veces menos que el cobre, no se habia tratado de reemplazar los metales en funcion tan necesaria. Reconoció pues que la tierra puede transmitir la corriente, cuando el hilo conductor que forma la primera mitad del transcurso, se termina en su extremidad libre por una placa de metal enterrada en el suelo y que la misma pila está en relacion con el suelo, de la misma manera. Desde entonces reconoció que podia dispensarse, en las grandes líneas telegráficas, de establecer un alambre de vuelta, lo cual

simplificaba considerablemente los gastos de construccion.

### Electricidad de la tierra

No tardó tampoco Weathone en demostrar que la tierra, lejos de ser peor conductor que el hilo metálico, favorece la marcha de la corriente, en vista de que la resistencia que opone es la misma para las grandes distancias como para las mas pequeñas.

El americano Morse propuso un telégrafo ingeniosísimo ; pero desde luego no pudo funcionar más que en una distancia de 600 metros. Solo cuando tomó á Weathone su sistema de relevos consiguió



inventar un aparato eléctrico que operase á grandes distancias. Los ensayos que precedieron tuvieron estrepitoso eco, por consiguiente por todas partes se pusieron á perfeccionar los sistemas ya conocidos, á idear otros nuevos, y á determinar todas las circunstancias susceptibles de modificar y favorecer la marcha de las corrientes. Entre los fenómenos tan curiosos como importantes que se dejaron consignados citaré la posibilidad de transmitir simultáneamente dos despachos en sentido contrario por un mismo alambre sin mezclarse ni confundirse.

#### **Instalacion del telégrafo eléctrico.**

Las primeras líneas de telégrafos eléctricos se establecieron en Inglaterra y en

los Estados Unidos, y uno y otro país estaba seguro del hecho cuando los demás se ocupaban en hacer ensayos. La más antigua de Francia fué la de París á Rouen, construida por real decreto del 23 de Noviembre de 1844; pero los grandes desensolvimientos de la nueva telegrafía eléctrica datan de 1852.

La telegrafía eléctrica estriba en el fenómeno de la imantación temporal del hierro por las corrientes eléctricas. Supongamos que se toma una barra de hierro dulce que por sí no tiene ninguna de las propiedades del iman, y que se la coloque en el interior de una canilla en que está enrollado el hilo de cobre rodeado de una cobertura aislante de seda: si entonces se pone en comunicación las dos puntas del hilo con los dos polos de una pila, la barra se imanta al momento y atrae el hierro mientras comunique la pila con las dos puntas del alambre. Pero si se corta la comunicación la barra que está en la canilla pierde su nueva propiedad.

El doble efecto de la imantación y des-

imantacion instantáneas de una barra de hierro dulce se produce invariablemente, cualquiera que sea la distancia que separe la barra de la pila, ya la primera esté en Paris y la segunda en Burdeos, con tal que no haya ninguna interrupcion en el circuito. Por consiguiente si se pone á cierta distancia de la barra de hierro dulce encerrada en la canilla otra barra de hierro dulce, móvil, sobre la cual se oprime un resorte que tienda á alejarla del iman temporal, es evidente que se podrá, desde el punto en que se halla la pila y aun de un punto cualquiera del circuito, comunicar á la barra móvil, interrumpiendo y restableciendo sucesivamente la corriente eléctrica, un movimiento de vaiven producido por la accion alternativa del resorte y del iman de que puede sacarse partido para la transmision de los signos. La variedad de mecanismos imaginados para aprovechar este movimiento, y aplicarle á la transmision de los signos, es ya muy grande y va siendo mayor cada dia. Sin embargo en todos

los sistemas de telegrafía eléctrica son indispensables tres órganos fundamentales que corresponden á las tres operaciones necesarias, á saber : la transmision del agente eléctrico entre los dos puntos que se corresponden, la produccion de signos en el punto de partida, y la reproduccion ya pasagera, ya permanente, de estos mismos signos en el punto á donde llega el despacho.

#### **Aparato de transmision**

El aparato ó instrumento de transmision, ó sea el circuito electro dinámico, se compone de un sistema de conductores aislados que enlazan entre sí los dos pun-

tos correspondientes, de instrumentos destinados á consignar el paso ó regularizar la intensidad de la corriente, y de un electro motor de fuerza bastante á sobrepajar las resistencias de la línea. Los conductores están formados por hilos galvanizados suspendidos en el aire á orillas de los caminos ó de las vías férreas, por unas piezas de porcelana fijas en poste de pino, ó en la tierra ó el agua despues de haberlos encerrado para el último caso en una capa aislante. Los alambres son mas ó menos segun la actividad y movimiento de las comunicaciones. Nótese de paso que las corrientes que llevan los despachos son por lo general voltáicas. Sin embargo en momentos dados son preferibles y dan mejores resultados las corrientes inducidas.

El aparato de la produccion de signos se llama *manipulador* y varia mucho, así en su forma como en su mecanismo. Cuando se émplea directamente la corriente voltáica para la correspondencia, ó cuando tiene simplemente por objeto desarrollar las corrientes inducidas que

circulan por el alambre de la línea, el manipulador sirve para interrumpir ó cambiar la corriente y está colocado en el circuito de la pila. Cuando se establece la correspondencia por medio de las corrientes inducidas y facilitadas por un aparato magneto-eléctrico, el manipulador es un órgano destinado á ejecutar los cambios relativos de las diferentes piezas de la máquina.

### Receptor ó recibidor

El aparato de reproducción de signos se llama *receptor* ó *recibidor*. Puédesse decir, sirviéndome de las expresiones del profesor Gavarret, que el receptor está

constituido por un sistema de electro-ímanes cruzados por la corriente de la línea, que ponen en movimiento los órganos destinados á producir los signos. Por otra parte, cada sistema telegráfico tiene su receptor especial, cuya forma y mecanismo dependen del método adoptado para reproducir los despachos. Los signos pueden ser reproducidos por el número y sentido de las desviaciones de la aguja de un galvanómetro cruzado por la corriente como en el *telégrafo de aguja* ó por una aguja que se mueve en una esfera de reló y se detiene en cada letra que señala y transmite, como en el *telégrafo de cuadrante*. Sin embargo, la correspondencia es transmitida con mas seguridad cuando los signos se imprimen en una banda de papel, como en el *telégrafo escritor*. Para que en cualquiera línea pueda establecerse la correspondencia alternativamente en los dos sentidos cada punto debe naturalmente tener su electro-motor, su manipulador y su receptor. Entre los aparatos accesorios de una línea telegráfica debe

figurar la *campanilla eléctrica* que anuncia al empleado la llegada de la corriente y por consecuencia del telégrama.

Para enviar un despacho la persona encargada de hacerlo pone en comunicacion la pila con el manipulador y empieza por hacer funcionar la campanilla : el receptor de la próxima estacion repite el repiqueteo de la campanilla que resuena en el punto de partida, é indica de este modo que está pronto á recibir el despacho. Entonces la estacion remitente empieza á colocar la aguja sobre las diferentes letras que componen la palabra que quiere transmitir, que se va repitiendo alternativamente en el receptor de la segunda estacion : concluida la transmision esta segunda comunica el despacho á la tercera y así de las demás.

### Telegrafo escritor

Hay otro sistema mas expeditivo y es el del telégrafo escritor. En este caso las letras están representadas por la ingeniosa combinacion de rayas y puntos que constituyen los caracteres de las palabras. El receptor del telégrafo escritor tiene un mecanismo por el cual una banda de papel va saliendo lentamente entre dos cilindros sobre uno de los cuales un punzon forma los puntos y las rayas marcadas por el manipulador de la estacion precedente, y de este modo se obtiene un despacho exacto y pronto. Un punto y una raya (. —) dan la letra A. Una raya y tres puntos (— . . .) la B, tres pun-

tos (...) la C, una raya y dos puntos (—..) la D, y así de las demás.

### Reloj eléctrico

Otra de las aplicaciones de la telegrafía eléctrica son los relojes cuyo movimiento, que reemplaza el muelle, es un electroiman que por medio de una corriente galvánica, sucesivamente interrumpida, constituye el motor y el regulador para la marcha por medio de un mecanismo sencillo. Todas las vías ferreas emplean estos relojes enlazados entre sí por un alambre que parte del reló de la capital, construido con la mayor precisión y que sirve de modelo. Haciendo pasar una corriente por

el alambre, todos los relojes marcarán instantáneamente la misma hora, el mismo minuto, el mismo segundo, porque sabido es que la electricidad de la pila recorre por los alambres 43 mil leguas por segundo, velocidad que hace inapreciable el tiempo que la corriente tarda en recorrer la línea de un extremo á otra de cualquiera nacion.

Tambien se han hecho muchas aplicaciones de la electricidad como motor industrial.

---

## XII

## GALVANO-PLASTICA

## SU DESCUBRIMIENTO

Ya hemos dicho que la electricidad produce efectos químicos. La descomposicion de las sales por la pila ha recibido una aplicacion importante en la *galvanoplástica*, que es el arte de modelar los metales precipitándolos en sus disoluciones salinas por la accion lenta de una corriente eléctrica. Este arte es de reciente data y se inventó simultáneamente en Rusia y en Inglaterra.



### Impresion galvánica

Quando se quiere reproducir una medalla ú otro objeto cualquiera por la galvanoplástica, es preciso tener una huella en hueco en la cual pueda irse fijando la capa metálica que ha de producir el relieve de la medalla. Si esta es de metal el modo mas sencillo de formar el molde es emplear la aleacion ó liga fusible de cinco partes de plomo, ocho de bismuto y tres de estaño. Viértese esta liga fundida en un platillo no muy hondo, y en el momento en que empieza á solidificarse se deja caer de plano la medalla de una pequeña altura, teniendo mucho cuidado

despues de dejarla en la may or inmovilidad posible. Cuando está enfriada la liga, basta dar un ligero choque para que se desprenda la medalla. Entonces se enrolla en el molde un alambre de cobre que se pondrá despues en comunicacion con el polo negativo de la pila, en seguida se cubre su contorno y su reverso de una capa ligera de cera fundida para que el depósito metálico se precipite solo en la huella del molde.

### Reproduccion del cobre

Esto sentado, para reproducir en cobre una medalla, échese mano de un barreño rectangular, llénese de una disolucion saturada de sulfato de cobre y pónganse en

los bordes del barreño dos barrillas de laton que comuniquen la una con el polo negativo y la otra con el polo positivo de un par de Bunsen : suspended en la primera el molde preparado y en la segunda una placa de cobre rojo. Como la corriente se encuentra cerrada de esta manera el sulfato de cobre se descompone : su ácido y el oxígeno del óxido van al polo positivo, y el cobre solo va al polo negativo depositándose lentamente en el molde suspendido á la barrilla : puédense suspender á la vez varios moldes. Al cabo de cuarenta y ocho horas el molde aparece cubierto de una capa de cobre sólida y resistente pero no adherente. Sin embargo para impedir del todo la adherencia conviene, antes de dar principio á la operacion, limpiar el molde con un cepillito fino ligeramente empapado en un cuerpo craso, ó pasarle rapidamente por una llama resinosa para que se deposite en él un poco de materia estraña.

### Impresion del yeso

Si la medalla que ha de reproducirse es de yeso no se puede hacer uso de la liga indicada antes. Entonces se la mete en un baño de estearina fundida á 70 grados : se retira al instante la medalla, la cual se seca inmediatamente por sí sola, lo que proviene de que la estearina penetra en los poros del yeso. Este una vez enfriado, recibirá un barniz de plombagina y para ello se le restriega con un cepillo suave impregnado de esta substancia, en seguida se le rodea de una banda de carton y se arroja en su cavidad la estearina tibia, esta al solidificarse, reproduce fielmente

en hueco la medalla primitiva. Como el molde hecho de este modo no se adhiere al yeso á causa de la capa de plombajina que le baña, puede separarse, y hecho esto se le da á su vez un barniz de plombajina para darle la propiedad de conductor. En seguida se suspende este molde, ya metalizado, á un alambre de cobre al polo negativo de la pila, como antes se dijo.

### Guta-percha

Tambien se hacen muy buenos moldes con guta percha. Al efecto, empíezase por cubrir de plombajina el objeto cuya impresion se desea para que no se pegue á

la guta percha. Luego, despues de calentar en agua hirviente cierta cantidad de esta substancia para reblandecerla, se aplica sobre ella la pieza que se quiere reproducir, teniendo cuidado de someterla á una presion un tanto fuerte. Dejándola en seguida enfriarse se separa la guta-percha que está poco adherente, y se tiene en hueco una impresion muy exacta del objeto. Resta ahora bañar este troquel de plombajina para hacerle conductor como antes se indico con la estearina. Si se suspende al polo negativo de la pila, en una disolucion concentrada de sulfato de cobre, la impresion ó molde así preparado, se tendrá al cabo de cuarenta y ocho horas una reproduccion en cobre del objeto.

La placa de cobre rojo, suspendida al polo negativo, es no solo para cerrar la corriente sino para ayudar á que la disolucion se mantenga en un estado constante de concentracion: en efecto, el ácido y el oxigeno que van al polo positivo, se combinan con el cobre de la placa y re-

producen constantemente una cantidad de sulfato de cobre igual á la que ha sido descompuesta por la corriente.

### Dorado y plateado

Antes de que se conociese la descomposicion de las sales de la pila se doraba por medio del mercurio: al efecto se amalgamaba este metal con el oro, y en seguida se aplicaba la amalgama sobre el objeto que se queria dorar. Transportábanse despues los objetos cubiertos de este modo á un horno para elevar su temperatura, el mercurio se volatilizaba y quedaba el oro bajo la forma de una capa muy ténue sobre los objetos. El mismo método se apli-

caba al plateado ; mas este método que era ya costoso y perjudicial á la salud ha sido reemplazado hoy por lo general por el dorado y plateado galvánicos. El dorado por la pila no di fiere de lagalvano-plastia sino en que la capa metálica que se hace deponer sobre los objetos que se doran ó platan es mucho mas ténue y adherente.

### Preparacion para dorar

Los objetos que se han de dorar tienen que pasar por varias operaciones preparatorias como son el recocado y decapage.

El recocado consiste en calentar los objetos para quitarles las materias grasas de

que pueden estar impregnadas con los trabajos y labores á que han estado anteriormente sometidos.

Como las piezas que se dan á dorar son por lo comun de cobre, su superficie durante el recocido se cubre de una capa de protóxido y de bióxido de cobre que desaparece para la operacion del decapage. Al efecto, se meten los objetos calientes todavia en una mezcla de doce partes de agua y una de ácido sulfúrico, en donde se la deja algun tiempo frotándolos con un cepillo duro de hilo de laton. Se lavan en agua y se ponen á secar entre serrin templado. Como aun se notan en su superficie papitas de protóxido de cobre, se ponen los objetos en un baño de ácido nítrico comun que transforma el protóxido en bióxido negro, y por último se meten en otro baño de ácido azóico compuesto de un kilogramo de ácido, 10 gramos de sal marina y otros tantos de sebo. El ácido azóico se descompone por el carbon, y se forma con el cloro de la sal una pequeña cantidad de agua régia que

transforma el bi-óxido de cobre en cloruro que es soluble. Lávase en seguida en agua corriente y sécase entre serrin.

### Electrodo negativo

Preparadas así las piezas, se suspenden en el electrodo negativo de una pila de dos ó tres pares, se meten en un baño de oro, disponiéndolas como para la galvanoplastia y permanecen dentro del baño mas ó menos tiempo segun sea el espesor de la capa que se les ha de dar.

Lo dicho respecto al dorado se aplica exactamente al plateado: la única diferencia que hay está en la composición del baño. En el electrodo positivo se sus-

pende una placa de plata para que no se empobrezca el baño, y en el electrodo positivo se ponen las piezas que se quieren platear, bien preparadas de antemano.

De un modo análogo se pueden cubrir de cobre, de plomo ó de estaño, etc., los objetos que se quiera.

### CONCLUSION

La atención que habeis prestado á mis explicaciones me prueba el deseo que teneis de saber, el interes que os inspira la ciencia : esta no solo tiene un atractivo intrínseco, sino que tambien tiene la virtud de hacer á los hombres grandes y lo que es mas todavia de hacerlos *buenos* : el estudio de las ciencias recrea nuestras horas y nos hace desdeñar los goces fútiles y delezn-

bles que no dejan en pos de sí mas que vacío ó disgusto. Cuando un niño ó un hombre ha aprendido en el dia una cosa, cuando ha adquirido una idea, puede decir como aquel emperador satisfecho en el fondo de su conciencia despues de una buena accion : hoy no he perdido el dia.

Si un solo ramo del saber humano, menos todavía, una parte mínima de la ciencia, cual es la electricidad, da tantos resultados y requiere tanto estudio, claro es que no debemos desperdiciar ninguno de nuestros instantes para enriquecer el caudal de nuestros conocimientos que nos hacen útiles á nuestra patria, á nuestro prójimo, á nosotros mismos y gratos á los ojos de Dios. Seguid pues por la senda de las ciencias ; mas nunca os envanezca vuestro saber, que si es justo caminar siempre en busca de la verdad, hay otras verdades superiores á nuestra mezquina naturaleza y que se pierden en el limbo deslumbrante del Ser Supremo : esas verdades que dicen relacion entre el ente finito, el hombre, y el Ente Infinito, el Ha-

cedor, hay que acatarlas, hay que inclinarse respetando los arcanos divinos, teniendo siempre presente que *El temor de Dios es el principio de la sabiduría.*

FIN



con los que me acordaba por que habia  
tanto pagado los gastos de los  
nuestros estudios prescrite que el honor  
de ellos es el principio de la sabiduria.

LIBRO

# INDICE

I	INTRODUCCION. . . . .	5
II	LA QUINTA . . . . .	7
	La alegría del padre por la aplicación de sus hijos . . . . .	8
	Por la curiosidad, el descubrimiento eléc- trico . . . . .	10



Clases de electricidad . . . . .	11
----------------------------------	----

## ELECTRICIDAD

III — ESPLICACION DE LA ELECTRICIDAD. . . . .	17
IV — LA INFLUENCIA ELÉCTRICA. . . . .	23
Máquina eléctrica . . . . .	26
Taburete eléctrico.. . . .	30
Danza de muñecos. . . . .	31
Repiqueteo eléctrico . . . . .	32
Molinete eléctrico.. . . .	33
Electricidad latente. . . . .	37
Condensador . . . . .	38
Cuadro fulminante. . . . .	41
Botella de Leyde . . . . .	43
Tubo centelleante . . . . .	46
Cristal mágico. . . . .	47
La pistola de Volta. . . . .	49
V — ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA. . . . .	51
La tempestad . . . . .	52
El relámpago . . . . .	53
El trueno . . . . .	56
Distancias atmosféricas. . . . .	57
Relámpago en tiempo sereno. . . . .	58
Truenos sin relámpagos.. . . .	59
Fuegos de San Telmo. . . . .	60

## INDICE

177

La caída del rayo . . . . .	62
Consejos para preservarse del rayo . . . . .	63
VI — ESTADISTICA Y PARAR-AYOS . . . . .	69
Estadística de los desastres del rayo. . . . .	70
Para-rayos . . . . .	74
Construcción del para-rayos. . . . .	75
Colocación del para-rayos. . . . .	78
Ventajas del para-rayos. . . . .	79

## MAGNETISMO

VII — SU COMPOSICION. . . . .	83
La brújula . . . . .	84
Panteon de Mahoma. . . . .	86
Fuerza y atracción del iman . . . . .	87
Meridiano magnético. . . . .	89
Polos magnéticos. . . . .	91
Descubrimiento y extracción del iman . . . . .	93
Aguja imantada. . . . .	94
VIII — LOS POLOS. . . . .	97
Fluido austral boreal. . . . .	98
Hipótesis por influencia. . . . .	100
Fluido magnético. . . . .	101
Imantación del fluido. . . . .	103
Fuerza ejercitiva . . . . .	103
Imantación con el hierro. . . . .	103
Fuerza, atractiva y repulsiva . . . . .	106
Su influencia. . . . .	107

IX — BRUJULA DE DECLINACION. . . . .	109
Eje magnético. . . . .	111
Toques del iman. . . . .	112
Magnetismo de la tierra. . . . .	114
Haces magnéticos . . . . .	115
Armaduras de los imanes. . . . .	116

### GALVANISMO

X — DESCUBRIMIENTO DEL GALVANISMO. . . . .	119
Fuerza electromotriz. . . . .	121
La tension . . . . .	123
Efectos fisiológicos. . . . .	125
Corriente voltaica . . . . .	127
La pila eléctrica. . . . .	128
XI — DEL TELÉGRAFO ELÉCTRICO. . . . .	131
Sistema de poleas. . . . .	139
Fluido eléctrico. . . . .	141
Electricidad de la tierra. . . . .	147
Instalacion del telégrafo eléctrico. . . . .	148
Aparato de transmision. . . . .	151
Receptor ó recibidor. . . . .	153
Telégrafo escritor. . . . .	156
Reloj eléctrico. . . . .	157

## GALVANOPLASTICA

XII—SU DESCUBRIMIENTO . . . . .	159
Impresion galvánica . . . . .	160
Reproduccion del cobre.. . . . .	161
Impresion del yeso. . . . .	163
Gutapercha . . . . .	164
Dorado y plateado. . . . .	166
Preparacion para dorar.. . . . .	167
Electrodo negativo. . . . .	169
CONCLUSION . . . . .	171

FIN DEL INDICE



Table-Of-Contents

101	Introduction
102	Chapter I
103	Chapter II
104	Chapter III
105	Chapter IV
106	Chapter V
107	Chapter VI
108	Chapter VII
109	Chapter VIII
110	Chapter IX
111	Chapter X

