

agua sube, la paja se hincha, levanta el buque de su cama, y la arena, así de fuera como de dentro, llena el fondo del foso: se saca la paja, se pone a secar en hoces y se continúa en la misma forma; la arena que queda se extrae luego fácilmente.

La arena que penetra en el interior de los buques naufragos en este género de playas, es una de las mayores dificultades con que se tropieza, sobre todo si no es posible tapar las vías de agua por donde penetra; en otro caso conviene al subir la marea, cerrar las aberturas que se dejan al barco, abriéndolas en el refluo cuando ya haya alguna diferencia de nivel entre el interior y el exterior.

Cuando el buque ha sido llevado por los golpes de mar a una altura tal que no es posible ponerlo a flote, se ensaya el medio de colocar a su costado camellos ó piperia que aumenten el poder de flotación, y si esto no da resultado, emplear medios mecánicos que lo atrastran hasta que sea posible aplicar cualquiera de los anteriores.

Si el buque ha naufragado en un punto en que no hay mares sensibles, se apelará á los camellos, piperia, etc., y en general á todos los ya descritos (1), por cuya razon no entramos en mas detalles.

Para enderezar un buque tumbado de un costado, deben aplicarse á este todos los medios de flotación llevando el lastre al opuesto; tan pronto como el barco, por la acción de los flotadores, se va levantando, debe apuntalarse para que no vuelva á tumbar de nuevo.

Si el barco estuviese con la quilla al sol y se dispone de un punto fijo en tierra, se preparan aparejos que obren, los de babor por la parte de estribor y vice-versa; si, por ejemplo, se quiere levantar por la parte de babor, se guarnece esta con piperia ó camellos, y á medida que se va levantando se hacen obrar los aparejos de estribor: cuando ya el buque está sobre el costado, se cobra rápidamente por todas partes de babor, teniendo á bajarlo, y de estribor á elevarlo, con lo cual se imprime una sacudida al buque, cuya oscilación lo levanta. Si no fuese posible conseguir un punto fijo en la costa, se dará por medio de un barco ó pontona.

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.

Resultados experimentales y teorías diversas.

I.

Al exponer en los artículos precedentes las teorías modernas de la luz y del calor, no hemos dudado en afirmar que son ciertas, y que constituyen los fundamentos de la nueva Física; al ocuparnos hoy de

de los fenómenos eléctricos y magnéticos, tendremos por el contrario que presentar dudas, que hacer salvedades, que consultar opiniones, que sustituir en fin al dogmático, pero científico es, el prudente y tímido quizá.

Y no ciertamente porque los trabajos experimentales, que en lo que va de siglo se han ejecutado sobre la electricidad y el magnetismo, sean escasos en número, ó pobres en mérito; sino por la índole especial de la materia, por las circunstancias que en ella concurren, y porque no siempre es dado hallar una *idea madre*, fecunda y comprensiva, como lo fué la elevada concepción de Huighens, ó la feliz inspiración de Mayer.

Por otra parte, no creemos separarnos de la verdad al decir que, en la Historia de la ciencia, el estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos es posterior al de los caloríficos ó luminosos; y se comprende que así debe ser, porque el calor y la luz se hallan mas á nuestro alcance que la electricidad y el magnetismo; escitan mas directamente la atención del físico; y tan comunes y tan vulgares son, y tan íntimamente ligados están á todas nuestras sensaciones, que es imposible dejar de percibir su poderosa influencia.

¿Cómo no ver cuando se tienen ojos?

¿Cómo no sentir calor en verano y frío en invierno?

Pero la electricidad y el magnetismo, sin ser, en la economía del universo, menos importantes que el calor y la luz, están mas ocultos ó pasan mas rápidos: no se presentan espontáneamente, y es fuerza que á la observación se sustituya la experiencia, combinando á este fin medios relativamente complicados y sutiles.

El calor y la luz son como el agua de los ríos: corren estos á nuestra vista, sobre la superficie de la tierra, bajo el azul del cielo; el magnetismo y la electricidad son como las corrientes artesianas, que fluyen á grandes profundidades, y que han de ser buscadas por la industria humana á 400 ó 500 metros bajo el nivel del terreno.

El fluido calorífico y el lumínico circulan libremente salpicándonos con su oleaje; el fluido eléctrico y el magnético circulan silenciosos sin que podamos sospechar su existencia, y el ingenio del hombre, solo tras multiplicados ensayos, logra al fin descubrirlos en la aguja imantada, en la máquina eléctrica, en la pila galvánica, ó en el estampido, terrible pero fugaz, del rayo.

Y no es esto solo: las palabras *magnetismo*, *electricidad*, y las ideas que expresan, suponen un inmenso trabajo de concentración: no son primeras denominaciones de unas cuantas *apariencias físicas*, sino poderosas síntesis en las que se ha conseguido encerrar al fin, multitud de fenómenos en un principio esencialmente distintos, á saber: la electricidad estática, las corrientes eléctricas, el magnetismo, el galvanismo, la inducción, el diamagnetismo y otros varios grupos de hechos, que es inútil detallar.

Inmensos trabajos reseña pues la historia de esta parte de la Física, y nombres tan ilustres como

(1) REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, tomo VIII, página 41.

los de Volta, Oersted, Ampère (el Newton de la electro-dinámica), Ohm, Faraday, Becquerel y otros muchos; pero casi todos los admirables descubrimientos, que constituyen hoy la ciencia de la electricidad, son de la época moderna.

Los antiguos solo conocían dos manifestaciones eléctricas, y separadas ambas en sus apariencias por un abismo: 1.º, el rayo; fenómeno magnífico, terrible, prueba patente, en aquellos tiempos, de la cólera divina: 2.º, este hecho singular, que un trozo de *ámbar* frotado con una tela de lana, adquiere la propiedad de atraer los cuerpos ligeros.

¡El rayo y la atracción del ámbar ser una misma cosa!

¡Estar ambos fenómenos dentro de una misma teoría.

¡Explicarse por un mismo principio!

¡Cuán misteriosa es á veces la *unidad*, la *suprema unidad* de la naturaleza!

¿Y cómo sospechar,—en aquellas edades en que la Física casi no existía,—relación alguna entre fenómenos naturales de tan distinta especie?

En el siglo XVI, repitiendo Gilbert la experiencia del ámbar, con el vidrio, el azufre, la goma laca y otras sustancias, pudo ensanchar los límites del hecho primitivo, y dedujo, que *no solo el ámbar, sino gran número de otros cuerpos son susceptibles de adquirir por el rozamiento, la propiedad atractiva.*

En 1726 Gray estableció la importantísima clasificación de los cuerpos en conductores y no conductores, y este fué un gran adelanto.

En 1733 Dufay descubrió las dos electricidades, ó mejor dicho, las dos apariencias eléctricas, y de esta suerte asentó la base de la teoría que ha dominado hasta hoy, y que aun domina en todas las obras de Física, no porque se crea que es la verdadera explicación de los fenómenos eléctricos, sino porque es la expresión exacta de los hechos mismos, y se presta bastante bien á presentarlos en forma regular y sencilla.

Pero aunque no podamos exponer una teoría completa y positiva de la electricidad ¿significa esto por ventura que nada se ha conseguido adelantar en este camino?

No ciertamente: y si no podemos decir á punto fijo lo que la electricidad sea, (como decíamos en nuestro primer artículo que *el calor es la vibración de la materia ponderable*, ó como afirmábamos en el segundo y el tercero que *la luz es la vibración transversal del éter*), podemos en cambio decir y afirmar, con alta probabilidad filosófica, que la electricidad y sus diversas manifestaciones,—el rayo que estalla en las nubes, la chispa que cruce en la máquina eléctrica, el fluido que circula por el hilo del telégrafo, la fuerza misteriosa que dirige la aguja imantada hacia el polo norte,—todos estos fenómenos, tan diversos en sus apariencias, son una misma cosa, un fenómeno único, á saber: el *movimiento del éter*.

¿Qué clase de movimiento?

¿Vibratorio ó de traslación?

¿Son moléculas etéreas que circulan, ó moléculas etéreas que oscilan?

En una palabra, en los fenómenos eléctricos ¿el éter *vibra* ó *marcha*?

Aquí está la duda: esta es la dificultad mas grave de la nueva teoría; y habremos de limitarnos, en este punto, á presentar la hipótesis mas satisfactoria entre las varias que han sido propuestas.

II.

Vemos sin embargo que el mismo principio que explica los fenómenos del calor y de la luz, explica tambien los eléctricos y magnéticos, y que estas cuatro fuerzas naturales no son mas que movimientos diversos de un solo fluido: el *éter*.

Y que la electricidad y el magnetismo son manifestaciones varias de la fuerza viva etérea, parécenos cosa evidentísima, pues no de otra suerte podrian verificarse tantos y tan repetidos cambios, y transformaciones tan sorprendentes, entre los cuatro fluidos imponderables, el trabajo mecánico, y la fuerza viva, que existiendo identidad de esencia y comunidad de origen entre todos ellos.

Si el TRABAJO ó LA FUERZA VIVA se convierte en *calor* (ejemplo, el rozamiento), y en *luz* (inflamación de sustancias combustibles por acciones mecánicas), y en *electricidad* (máquina eléctrica), y en *magnetismo* (fenómenos de inducción); si aun el CALOR se transforma en *trabajo* (máquinas de vapor), y en *luz* (combustión), y en *electricidad* (pilas termo-eléctricas), y en *magnetismo* (solenoides alimentados por dichas pilas é imantación por corrientes); si todavia la LUZ engendra *calor* (análisis espectral, y absorción de los metales), y se convierte en *trabajo* (acciones químicas), y en *electricidad* y en *magnetismo* (por el intermedio del calor): si la ELECTRICIDAD se convierte en *trabajo* (motores eléctricos), y en *calor* (alambres enrojecidos), y en *luz* (chispa eléctrica y tubos de Geissler), y en *magnetismo* (solenoides é imantación eléctrica); si finalmente, el MAGNETISMO se convierte en *trabajo* mecánico (motores electro-magnéticos), y en *calor* y en *luz* (corrientes engendradas por imanes), y en *electricidad* (inducción magnética); y si por otra parte estas maravillosas transformaciones se verifican siempre en *proporciones equivalentes*, conservándose relaciones constantes entre las varias unidades elegidas (kilogrametros, masas por cuadrado de velocidades, calorías, desviaciones en la aguja del galvanómetro, equivalentes de hidrógeno ó de zinc), seria cerrar los ojos á la claridad y negar la razón á la evidencia, empeñarse en desconocer que la luz, el calor, la electricidad, el magnetismo, y el trabajo mecánico son una misma cosa: es decir, *materia y movimiento*.

Esta conclusion tiene un alto valor filosófico; debe considerarse como la base fundamental de la nueva Física; y marca, por decirlo así, el sentido en que deben trabajar los experimentadores, siquiera conserven absoluta independencia de espíritu para ir consignando los resultados, sean estos favorables ó contrarios á la teoría.

La experimentación debe ser siempre *imparcial*,

si se nos permite esta manera de expresarnos, pero no debe ser irreflexiva: una *idea* debe guiarla, y esta idea es, en la Física moderna, la de unidad y armonía entre todas las partes de la ciencia.

Cierto es que todavía se ignora, ó al menos se duda, cuál sea el movimiento del éter en los fenómenos eléctricos y magnéticos; pero si esta ignorancia redundaba en atraso de la teoría, no debe ser obstáculo para admitirla en principio: á bien que casi todos los físicos admiten que el calor consiste en la vibración de las moléculas ponderables, y sin embargo la teoría matemática del calórico no alcanza aun la perfección de la óptica: vibración del éter es la luz, vibración del éter es el calor radial, y se ignora cuál es la diferencia que existe entre aquellas y estas vibraciones: físicos de gran valía sostienen que el movimiento vibratorio de la luz polarizada es perpendicular al plano de polarización, mientras otros suponen que se verifica en dicho plano; pero todas estas dudas, todas estas dificultades, no son parte para rechazar teorías racionales, filosóficas, y comprobadas por mil hechos y de mil maneras distintas.

Otro tanto podemos decir de la *electricidad* y del *magnetismo*: aceptado el principio,—movimiento del éter,—y difícil es ponerlo en duda en presencia de tantas y tan repetidas comprobaciones, la creación de una teoría matemática es cuestión de *tiempo* y de *oportunidad*, que no ha de faltar quien haga para los fenómenos eléctricos lo que Newton hizo para la *atracción*, lo que Fresnel y Cauchy hicieron para la *luz*, Ampère para la *electro-dinámica*, y tantos otros físicos están haciendo para la moderna y aun incompleta teoría del *calor*.

III.

Entremos ya en materia y principiemos por los fenómenos eléctricos.

ELECTRICIDAD.—Cuando nos ocupamos del calor fué inútil definirlo; ¿quién ignora cuáles son los fenómenos caloríficos?

Menos aun necesitamos explicar lo que por fluido luminoso se entiende, porque ¿quién no ha visto la luz, á no ser ciego?

No estamos en igual caso hoy que vamos á estudiar el fluido eléctrico, porque si bien todo el mundo sabe, de una manera vaga, que el *rayo* es una manifestación de la electricidad; que por el hilo del telégrafo marcha *algo*, y que á ese algo se le da el nombre de *corriente eléctrica*; que hay alumbrado eléctrico, y máquinas especiales en las que, dando vueltas á un disco de cristal, salta la *chispa*,—rayo en miniatura;—todas estas nociones son vagas, oscuras, y ni con mucho tan familiares como las que se tienen del calor y de la luz.

Hé aquí una primera dificultad con que tenemos que luchar: procuremos vencerla precisando las ideas.

Dos son las principales manifestaciones eléctricas: 1.ª la *electricidad estática*: 2.ª la *electricidad dinámica*. Ocupémonos sucesivamente de ambas.

I. *Electricidad estática.*—Supongamos que se frota una barra de *lacre*, un trozo de *azufre*, un tubo de *crystal*, ó un pedazo de *ámbar* con una tela de lana: todas estas sustancias, y algunas otras, adquieren por el rozamiento propiedades extrañas, y se constituyen en un estado anormal, á que se da el nombre de *estado eléctrico*. Dichas propiedades en rigor se reducen á una, que es la de atraer ó rechazar los cuerpecillos ligeros, es decir, la de crear, aunque en cantidades muy pequeñas, *movimiento y fuerza viva*. Parece que sobre la superficie de dichos cuerpos se ha depositado el *trabajo mecánico* del rozamiento, y que al acercarse á ellos masas suficientemente pequeñas, y dotadas de gran movilidad, se traslada á dichas masas, en forma de fuerza viva, este trabajo acumulado.

La electricidad estática, al menos en su forma externa, es una transformación de movimientos, una cuestión dinámica, un cambio de trabajo muscular en fuerza viva; pero la manera indirecta de efectuarse tal transformación es en extremo notable, porque ¿en qué consiste el nuevo estado de la superficie del *lacre*, del *vidrio*, del *azufre* ó del *ámbar*?

¿Por qué rechazan ó atraen después de frotados, y antes ni atraían ni rechazaban?

¿De qué manera el trabajo de rozamiento queda oculto, latente, en estado potencial, hasta que halla ocasión de convertirse en fuerza viva?

¿Qué es esa pequeña chispa que á veces salta de los cuerpos electrificados?

En una palabra, ¿cuál es la esencia del estado eléctrico creado por el rozamiento?

En la electricidad, como en el calor, como en la luz, como en el magnetismo, hay dos teorías: la *anti-na*, aceptada por casi todos los físicos, ya que no como la verdadera explicación del fenómeno, al menos como la manera mas clara de expresar y agrupar los hechos; y la *teoría moderna*, ó dicho con mas exactitud, el ensayo de teoría que con gran ingenio y gran talento desarrolla el padre Secchi en su obra ya citada sobre la *unidad de las fuerzas físicas*.

IV.

Teoría de los dos fluidos.—Fijemos nuestra atención en esta serie de hechos.

1.ª Una barra de *lacre* frotada por un paño de lana se electriza: es decir, se constituye en ese estado de que hablábamos antes, y cuya propiedad principal es la de atraer los cuerpos ligeros.

2.ª Acercando la barra de *lacre* electrificada á una bolilla A de *médula de saúco* suspendida de una seda, el *lacre* trasmite á la bolilla la propiedad eléctrica. Puede decirse que el trabajo desarrollado por la fuerza muscular pasó al *lacre*, y del *lacre*, en parte, pasó al *saúco*.

3.ª Electricemos un tubo de cristal, y la electricidad que en él se desarrolle transmitámosla á otra bolilla B, suspendida también de una seda (lo cual equivale á *aislarla*, es decir, á cerrar el paso á la

electricidad para que no se desvanezca). Hecho esto observaremos lo siguiente.

4.º El lacre rechaza á la bolilla A, electrizada por él, y el cristal la atrae.

5.º El cristal rechaza á la bolilla B, que recibió de él mismo el estado eléctrico en que se halla, y es, por el contrario, atraída por el lacre.

6.º Las bolillas A y B se atraen.

De aquí resulta que no todos los estados eléctricos son iguales: hay dos que gozan de la misma propiedad atractiva, pero que en cierto modo son distintos y aun opuestos, toda vez que convierten en repulsiones las atracciones. Es uno de dichos estados el en que se constituye el lacre; otro el que se presenta en el cristal, y de aquí el decir que existen dos electricidades: la electricidad *vitrea*, y la electricidad *resinosa*, á las que también se da los nombres de *positiva* y *negativa*.

El cristal y el lacre se electrizan pues por el rozamiento, es decir, se constituyen en estados particulares que tienen este carácter común: *atraer los cuerpos ligeros*; pero ambos estados no son idénticos toda vez que se rechazan.

7.º Agreguemos á los hechos anteriores este otro que es muy importante.

Frotando entre sí dos discos con mangos de cristal (es decir, aislados), el uno recubierto por una tela de lana, y formado de cristal el otro, *ambos se electrizan con electricidades de nombre contrario*.

Así pues, siempre que se presenta el *primer estado* eléctrico en un cuerpo, se presenta el *segundo* en el otro: las dos electricidades aparecen á la vez, y son en cierto modo complementarias: unidas ambas, los dos cuerpos se encuentran en estado normal; separadas por el rozamiento, aparecen los fenómenos eléctricos.

Hé aquí ahora la teoría de los dos flúidos.

Existen dos flúidos eléctricos que, cuando están combinados en una sustancia ponderable, se neutralizan; que separados por el rozamiento (máquinas eléctricas), por la acción química (pilas ordinarias), por el calor (pilas termo-eléctricas), se dividen, quedando cada flúido en el cuerpo que le es más propio, constituyendo á ambas sustancias en estado eléctrico, y comunicándoles las propiedades que hemos indicado anteriormente.

Por último, *cuerpos cargados de igual electricidad se rechazan; cuerpos electrizados en sentidos contrarios se atraen: ó dicho con mayor brevedad: electricidades semejantes se rechazan, y se atraen electricidades desemejantes*.

Esta teoría de la electricidad estática es sin duda sencilla é ingeniosa, coordina fácilmente los hechos, y se presta á toda clase de combinaciones; pero nada determina respecto á la esencia íntima de los fenómenos eléctricos, ni pone en relación esta nueva fuerza con las demás que en el seno de la naturaleza funcionan.

Más que *teoría* es la expresión abreviada de los hechos mismos, y si en este sentido tiene gran valor, no sucede otro tanto al considerarla bajo el

punto de vista filosófico, pues multiplica las *entidades físicas* sin necesidad, y explica por dos flúidos lo que no es imposible explicar por uno solo.

V.

Teoría del padre Secchi.—La teoría del padre Secchi,—indicada ya por otros físicos, entre los que citaremos á M. E. E. Blavier,—es una nueva *hipótesis*, pero que ofrece grandes ventajas, y si no convence por completo, atrae y seduce al menos.

Hace entrar á los fenómenos eléctricos en la misma *unidad física* que comprende los luminicos, caloríficos y magnéticos, es decir, en el gran principio de la ciencia, EL MOVIMIENTO DE LA MATERIA; no supone ningún nuevo flúido ó entidad; no admite ninguna otra fuerza abstracta sobre las muchas que existen ya en la Física; y explica por las leyes generales de los flúidos, con bastante sencillez (salvo ciertos casos) una gran parte de los fenómenos eléctricos.

Expongamos dicha teoría sin género alguno de comentarios, á fin de evitar divagaciones.

Dos elementos entran, según hemos dicho varias veces, en la constitución de los cuerpos: *primer elemento*, los átomos y las moléculas ponderables; *segundo elemento*, el éter, conjunto de átomos imponderables.

El éter penetra hasta los últimos poros de la materia, impregna toda sustancia, y como en el océano flotan millares de embarcaciones, en el océano etéreo de cada cuerpo flotan también los átomos de la materia ponderable.

Uno y otro elemento se hallan en estado perpétuo de agitación: vibra la materia y vibra el éter, y entre ambos movimientos se desarrollan acciones recíprocas y cambios infinitos. Donde más vivos son estos movimientos es en la superficie de los cuerpos, y á veces llega la excitación vibratoria á tal grado, que la capa externa vence las atracciones interiores, vence la presión exterior del éter, y se desprende en emanaciones sutilísimas. De ahí, según el padre Secchi, la evaporación de los líquidos á bajas temperaturas; la sublimación de los sólidos; los olores; las emanaciones de las esencias, y en general esa constante y marcadísima fuerza difusiva de gran número de sustancias.

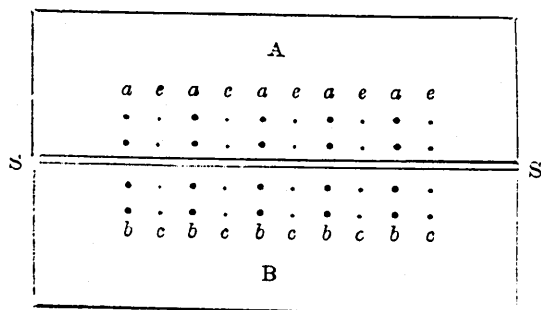
Un mayor grado de excitación, un aumento en esta fuerza difusiva, da origen á la electricidad estática.

Expliquémonos con más exactitud.

Supongamos, dice el célebre astrónomo cuya teoría exponemos, que se frotan fuertemente dos cuerpos, y es claro que según sea mayor ó menor el estado de movilidad de sus superficies, las moléculas exteriores de ambos tomarán mayor ó menor movimiento; otro tanto sucederá con el éter interpuesto entre dichas moléculas superficiales, y, consecuencia forzosa del diferente grado de agitación de las dos sustancias habrá de ser que, el flúido etéreo se reparta, mientras dure el rozamiento, desigualmente, acumulándose de un lado y abandonando en parte

el opuesto. Por lo tanto, si se separan dichos cuerpos de repente, y sin dar tiempo á que se restablezca el equilibrio, en la superficie de uno habrá *mas éter* que antes, en la del otro *menos*, y este *éter condensado* en el primero, y esta *dilatación* de la atmósfera etérea en el segundo, determinarán los dos estados eléctricos, designados con el nombre de electricidad positiva y negativa.

Materialicemos las ideas por medio de una figura.



Sean A y B dos cuerpos cuya superficie de contacto es SS.

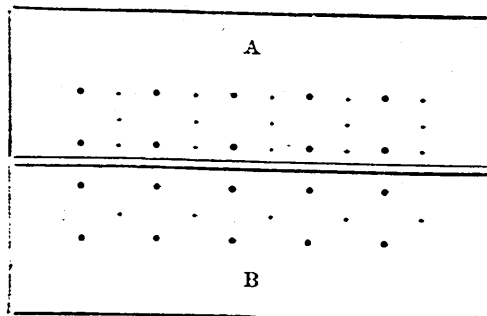
Y sean 1.º *a, a, a,* las moléculas ponderables del cuerpo A, situadas en la capa superficial inmediata á SS.

2.º *e, e, e,* los átomos etéreos de dicha capa, que llenan los intervalos de unas á otras moléculas.

3.º *b, b, b,* las moléculas ponderables del segundo cuerpo, contiguas á la superficie de rozamiento SS.

4.º *c, c, c,* los átomos etéreos superficiales de este último cuerpo B.

Al frotar un cuerpo contra otro todas las moléculas *a, a, a,* *b, b, b,* así como los átomos etéreos *e, e, e,* *c, c, c,* entrarán en rapidísima vibración; pero la *movilidad superficial de ambos cuerpos es distinta*, luego si suponemos que las moléculas del segundo entran en mayor agitación que las del primero, arrojarán con mas violencia al éter interpuesto, y resultará un nuevo estado de equilibrio en las dos zonas en contacto, estado que representaremos por la figura siguiente:



En esta figura, que es puramente *simbólica*, se observa que cada espacio intermolecular de la capa externa del cuerpo B solo contiene *un átomo* de éter

en vez de los dos que contenía antes del rozamiento; y que, por el contrario, los huecos intermoleculares de la superficie A encierran, no *dos átomos* como antes, sino *tres*. La agitación superficial del cuerpo B ha expulsado una parte de la atmósfera etérea, arrojándola al cuerpo A, en el que el movimiento es relativamente mas pausado.

Ahora bien, si separamos de repente ambos cuerpos, antes de que tengan tiempo de volver á su primitivo estado de equilibrio, el cuerpo A contendrá en su superficie *MAS ÉTER* que contenía al comenzar el rozamiento (*tres átomos*); el cuerpo B contendrá, por el contrario, *MENOS ÉTER* (*un átomo*), y uno y otro quedarán **ELECTRIZADOS**: positivamente el primero, negativamente el segundo.

¿Qué es, según lo dicho, el estado eléctrico?

Es un *exceso* ó una *falta* de éter en la superficie de los cuerpos; una carga ó un vacío de este fluido: éter condensado ó éter dilatado; es, en fin, un desequilibrio en la repartición del fluido etéreo.

A causa del rozamiento un cuerpo ha ganado éter, otro ha perdido; y así, en el primero hay un exceso de *carga* que oprime de dentro á fuera al éter de la atmósfera tendiendo á salir; y en el segundo hay un *vacío* que el éter atmosférico tiende á llenar, oprimiendo al cuerpo electrizado negativamente.

De aquí, por lo tanto, una *presión* hácia el exterior en los cuerpos cargados de electricidad positiva, una *contra-presión* hácia el interior en los cuerpos cargados de electricidad negativa.

En resumen, no existen dos fluidos ó dos electricidades, una vítrea y otra resinosa; no existe aun en los fenómenos eléctricos, otro nuevo fluido distinto del que explica la luz y el calor: el fluido eléctrico es el éter, el mismo éter, materia primitiva y en extremo sutil, que vibrando transversalmente engendra la luz, y transmitiendo las vibraciones de la materia ponderable, constituye el calor radial, y acumulado ahora en un cuerpo determina el estado eléctrico positivo, como su falta en otros cuerpos da origen á la electricidad negativa.

La electricidad positiva y la electricidad negativa no suponen diferencias sustanciales, sino modos de ser en el éter, como la luz y la sombra, como el calor y el frío; y esta idea, fuerza es confesarlo, es natural, sencilla, fecunda, y está en armonía con la tendencia de toda la Física moderna.

VI.

A la teoría que acabamos de exponer puede oponerse la siguiente duda.

Si el éter tiene en la superficie de un cuerpo mayor tensión que en la atmósfera, ¿cómo no se derrama en ella recobrando su tensión primitiva?

Si, por el contrario, el éter atmosférico tiende á llenar el vacío del cuerpo electrizado negativamente, ¿cómo no se precipita sobre la superficie de este en la cantidad necesaria para restablecer el equilibrio?

Estas dificultades se resuelven con una sola palabra: la atmósfera, cuando está seca, es sustancia

aisladora. Ni en ella penetran las cargas eléctricas sino rompiéndola, ni por ella circula, ni de ella se desprende el éter.

Pudiéramos aquí, á tener tiempo y espacio, desarrollar la teoría de los *aisladores* y de los *conductores* del fluido eléctrico; division análoga á la que en el calor se hace para todos los cuerpos (buenos ó malos conductores), ó á la que se hace en óptica respecto á los *medios* (diáfanos y opacos); pero nos es imposible entrar en detalles, y por otra parte, basta para nuestro objeto con indicar, que hay materias (los metales, la tierra, etc.) por las que el fluido eléctrico circula fácilmente buscando la forma mas propia de equilibrio, como un líquido ó un gas en vasos comunicantes; al paso que hay otras (las gomas, el cristal, la atmósfera, el vacío) que se oponen á todo movimiento del éter al través de su masa.

Esta diferencia debe explicarse por la constitucion molecular de cada sustancia, y el padre Secchi llama la atencion sobre esta circunstancia singularísima: en general los cuerpos *diáfanos* (ejemplo, el cristal) son *aisladores*; los cuerpos *opacos* (como los metales) son *conductores*. Cuando por un cuerpo pueden circular las vibraciones transversales del éter, no circulan las corrientes etéreas; cuando estas últimas corren sin tropiezo, chocan y se anulan y se destruyen las vibraciones luminosas. Diríase (y ha de entenderse que solo presentamos esta imagen para que se comprenda nuestro pensamiento) que los metales están formados por infinitos tubos de pequenísimo diámetro, y que por ellos fluye sin obstáculo el éter; al paso que toda vibracion transversal tropieza con las paredes de dichos tubos y se extingue en breve tiempo.

Supongamos aun, para materializar nuestras ideas, que las sustancias cristalinas están formadas de láminas transversales; las corrientes de éter (electricidad) tropezarán á cada paso con ellas, y no podrán continuar su camino; las vibraciones transversales hallarán espacio franco á los costados y nada se opondrá á sus movimientos de vaiven.

El padre Secchi aun penetra mas en el fondo del problema, y llega hasta la misma constitucion atómica, fundándola en el movimiento rotatorio de los átomos y de las moléculas.

Comprendidas las ideas que preceden, no es difícil explicar, al ménos para ciertos casos, la mayor parte de los fenómenos que se presentan en la electricidad estática, á saber: las atracciones y repulsiones, la induccion ó influencia á distancia, la chispa eléctrica, etc.

Pero ante todo justifiquemos esta denominacion: *electricidad estática*.

En los cuerpos electrizados el éter no circula; está, por decirlo así, comprendido entre dos macizos que no puede atravesar: *primer macizo*, hácia el interior, el cuerpo; *segundo macizo*, hácia el exterior, la atmósfera. Como el agua de un depósito se halla aprisionada por las paredes; como el aire condensado en una capacidad queda sujeto por la superficie sólida que le rodea, así el éter de todo cuerpo elec-

tro-positivo está aprisionado y sujeto por estas dos paredes, el *cuerpo mismo* y la *atmósfera*. Y así como el agua y el aire oprimen y tienden á romper toda pared, así el éter condensado se halla en constante tension, ejerce contra la atmósfera cierto esfuerzo permanente mas ó menos intenso, y cuando este es superior á la resistencia del muro atmosférico, lo rompe y sale en forma de chispa eléctrica.

Las nubes al condensarse desprenden en forma de lluvia el agua que trajeron del mar; pues al condensarse tambien, se acumula en la desigual superficie de su masa mas éter del que pueden contener, y rompiendo la resistencia de la atmósfera se derrama en forma de rayo.

¿Qué es segun esto la descarga eléctrica de las nubes?

Un depósito de éter que se rompe en la atmósfera.

VII.

Presentemos aun otro ejemplo.

En el interior de la tierra una gran masa de gases y de líquidos, masa dotada de enorme fuerza expansiva, oprime la corteza terrestre, y cuando al fin la rompe y al través de ella se abre paso, aparece la erupcion volcánica.

Pues del mismo modo, el éter encerrado entre el cuerpo sobre cuya superficie se apoya, y la capa aislante de la atmósfera, rompe algunas veces esta última, como la erupcion volcánica rompía la corteza terrestre, y como esta arrastraba lava y ceniza y pedazos de roca, arrastra la erupcion etérea pequeñas moléculas de la superficie del cuerpo en violento estado de agitacion, de donde resulta la luz de la chispa eléctrica.

Y no es esto una vana hipótesis, sino un hecho real y positivo: el análisis espectral, por el exámen de las rayas que el espectro luminoso de cualquier foco presenta, determina la naturaleza de las sustancias en combustion; de suerte que el físico en su gabinete, recogiendo y estudiando la luz que emana de un astro, conoce y fija las materias que en ese astro, y á millones de leguas, se están quemando: pues bien, este mismo método aplicado á la chispa eléctrica, demuestra, sin que haya ocasion á la menor duda, que en la luz de toda descarga hay trozos pequenísimos de los cuerpos que constituyen los polos.

El fluido del cuerpo A (figura anterior) arrastra consigo algunos de los átomos superficiales, mas con tal violencia, en tan extremo grado de agitacion, que al fin transmiten sus vibraciones al éter de la atmósfera y dan origen á la vivísima luz eléctrica.

Hé aqui en resumen una nueva série de hechos y de trasformaciones análoga á otras varias que hemos presentado anteriormente.

1.º Se frotan dos cuerpos uno contra otro, es decir, se consume cierta cantidad de trabajo ó de fuerza viva en el rozamiento.

2.º Esta fuerza viva se transmite (al menos en parte) á las dos capas exteriores de los cuerpos fro-

tados, ó sea á la materia ponderable de dichas capas superficiales, y al éter interpuesto.

Tenemos ya una primera trasformacion del trabajo muscular en fuerza viva del éter.

3.º El fluido etéreo, mientras el rozamiento dura, se distribuye desigualmente en ambos cuerpos, abandonando el uno, y acumulándose en el otro.

Puede decirse con verdad que el trabajo primitivo del rozamiento se ha dividido en dos partes: emplease una de ellas en hacer el vacío ó en dilatar el éter del cuerpo electro-negativo (ó que ha de ser electro-negativo), y sirve la segunda para condensar el fluido etéreo en el cuerpo electro-positivo. Es como si hubiéramos empleado el trabajo de una máquina de vapor en mover *dos bombas*, una para inyectar aire en un depósito, otra para extraer aire de la campana neumática: solo que en nuestro caso no es aire lo que extraemos ó condensamos, sino éter, y que las campanas de los dos aparatos,—el de condensacion, y el neumático,—son las superficies de los mismos cuerpos frotados.

4.º Se separan al fin los cuerpos sometidos á la experiencia, y la carga del *positivo* es tan grande que se abre paso el éter en la atmósfera, produciendo luz y calor; y el vacío del *negativo* es tal, que hace irrupcion el éter atmosférico sobre el cuerpo en forma de chispa, es decir, produciendo luz y calor tambien.

La fuerza viva del éter se ha convertido pues en calor y en luz.

Unamos por el pensamiento esta série de trasformaciones á la serie que al fin del artículo precedente presentamos, y tendremos este ejemplo notabilísimo de la circulacion dinámica de la materia.

1.º Trasformacion del calor solar en vibracion del éter planetario, engendrando luz: ó sea, trasformacion del *calor* en *luz*.

2.º Trasformacion de la *luz* en *reaccion química*, en el vegetal.

3.º Trasformacion del *choque atómico* en *calor*, en el pulmon de un hombre.

4.º Trasformacion del *calor* en *fuerza muscular*.

5.º Trasformacion de la *fuerza muscular* en *rozamiento*.

6.º Trasformacion del *rozamiento* en *fuerza viva* del éter.

7.º Trasformacion del éter condensado ó dilatado (electricidad) en *luz* y *calor* en la chispa eléctrica.

El movimiento ha sido pues sucesivamente, *calor*, *luz*, *reaccion química*, *choque atómico*, *calor humano*, *fuerza muscular*, *rozamiento*, *electricidad*, *chispa eléctrica*, *luz* y *calor* otra vez; y al circular de este modo por la naturaleza, siempre ha sido idéntico á si mismo, siempre ha sido *movimiento*, siempre *materia*, siempre *fuerza*, siempre ha estado dentro una magnífica y admirable *unidad*, tan espléndida en trasformaciones, como constante en su inmutable esencia.

(Se concluirá.)

JOSÉ ECHEGARAY.

PILOTAJES.

En un artículo inserto en el número de los *Annales du Génie civil*, perteneciente á marzo último, el ingeniero Mr. Batterot se ocupa de los inconvenientes que resultan en la fundacion de los puentes sobre pilotaje, por la imposibilidad de poder penetrar los pilotes en cierta clase de terrenos, efecto de las presiones laterales que ejercen estos. En dichos casos, por el rebote de la maza se cree han llegado al terreno firme, y lo que resulta es que se astillan, quedando en falso la construccion y produciendo la ruina de las obras. El medio que propone, presentando datos, por haberse ocupado en gran número de sondeos y hecho observaciones sobre lo indicado, consiste en introducir tubos de palastro por la sonda, y despues en estos los pilotes, sacándolos para su aplicacion en los demas del mismo modo.

Examina las diversas clases de terreno que pueden presentarse, los medios de verificar la operacion y el coste, anticipándose tambien á la objecion que podria hacerse por la oxidacion del palastro de los tubos, probando con experimentos hechos en Inglaterra que son más lentos los efectos. Para precaver este caso propone un relleno hidráulico, que servirá, tanto para el caso de oxidacion, como para aquel en que no pudiera extraerse el tubo, pues entonces era un exceso de gasto inútil el introducir el pilote.

BIBLIOGRAFIA.

VALAT.—Plan d'une géométrie nouvelle, ou Réforme de l'enseignement de la géométrie élémentaire; par M. Valat. In-8º, 38 p. Bordeaux, imp. Gounonilhou.

Carte de la navigation de la Marne (entre Epernay et la Seine). Gravée par Avril frères; d'après Chenel Paris. imp. Jansou.

Tableau synoptique des cartes et plans publiés par le Dépôt de la marine jusqu'au 4 décembre 1866: Carte index n.º 49. Gravée par C. E. Collin. Paris, imp. Lemerrier.

AUGE.—Supplément á la notice sur Hoëné Wronski, liste des ouvrages publiés, rares et inédits. Donation des manuscrits inédits de Wronski á la Bibliothèque impériale. circonstances actuelles attachées á cette donation: par Lazare Auge. In-8º, 20 p. Meaux, imp. Carro: Paris, lib. Gauthier-Villars.

Chefs-d'œuvre de l'art antique, architecture, peinture, statues, bas-reliefs, bronzes, mosaïques, vases, médailles, camées, etc., tirés principalement du musée royal de Naples, dessinés et gravés par les principaux artistes italiens; mis en ordre avec texte suivi d'une histoire de ce musée et des dernières fouilles de Pompéi, par H. Fèvre, architecte. 1er série. Monuments de la vie des ancêtres, texte par M. Robion, professeur de l'Université. T. 1. In-4º, 78 p. Paris, imp. Claye; lib. A. Lévy.

LA GOURNERIE (de).—Recherches sur les surfaces réglées tétraédrales symétriques; par Jules de La Gournerie, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Avec des notes par Arthur Cayley. In-8º, xviii-288 p. Paris, imp. et lib. Gauthier-Villars.

STONEV.—The Theory of Strains in Girders and si-