

MADRID 15 DE AGOSTO DE 1867.

TOMO XV.

NÚM. 16.

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.

Resultados experimentales y
teorías diversas.

(Conclusion.)

XI.

La hipótesis del P. Secchi no es una *teoría definitiva*, lo acabamos de decir, pero es algo mas que una *hipótesis ingeniosa*.

No debe aceptarse incondicionalmente, pero fuera imperdonable ligereza rechazarla sin someterla á pruebas terminantes.

Y si no puede presentar en su abono fórmulas y comprobaciones numéricas, hay en su favor hechos por todo extremo notables, que hemos de citar aunque de paso y á la ligera.

La corriente eléctrica, dice el padre Secchi, es una verdadera corriente: es el éter que circula por el conductor.

Hé aquí algunas pruebas en apoyo de esta hipótesis.

I. La *cantidad* de agua que pasa por un tubo depende, á igualdad de las demás circunstancias, de la *longitud* de la cañería: cuanto mas larga, menor es la masa de líquido que pasa en 1" por cada sección.

La experiencia prueba que la *cantidad* de fluido eléctrico, que pasa por el conductor, varía inversamente con la *longitud* de este.

Hay pues analogía entre ambos casos.

II. La *masa* de agua que corre por un tubo crece con el *diámetro*.

La *intensidad* de la corriente crece tambien con el diámetro del hilo metálico.

Continúa la concordancia entre ambos fenómenos.

III. Para la misma longitud y el mismo diámetro, el agua que lleva un conducto es tanto mayor cuanto menores son los rozamientos.

La *intensidad* de la corriente eléctrica varía con el *coeficiente de conductibilidad*, que mide en rigor la resistencia propia del hilo.

En resumen, el diámetro, la longitud y la resistencia influyen, no diremos de la misma manera, pero si en el mismo sentido, sobre el movimiento del agua por un tubo, que sobre el movimiento de la electricidad por un circuito

La comprobación sería mas terminante si las ex-

presiones analíticas de ambas leyes fuesen las mismas.

IV. A todo lo largo de una cañería la presión es variable y decreciente, y la línea de carga es rectilínea.

En armonía con este mismo principio, las tensiones eléctricas varían, según la teoría de Ohm, en todo conductor homogéneo y de diámetro constante, con sujeción á la misma ley lineal.

V. Si en un conducto de agua se cierra repentinamente una llave, la masa de la columna líquida en movimiento tiende á continuar su marcha, y determina, contra la extremidad cerrada de la cañería, un violento choque, muy superior á la presión ordinaria. Este choque es el que se denomina *golpe de ariete*.

Al interrumpir una corriente etérea se presenta tambien en el extremo una mayor presión, tan grande á veces, que salta la *chispa eléctrica*. Puede decirse que el fluido golpea el extremo del conductor, y rompiendo la válvula atmosférica que lo cierra, se escapa en forma de surtidor luminoso, como en la fuente de la Puerta del Sol sale un penacho de espuma, al encontrar abierta la extremidad del tubo.

VI. En toda corriente de agua la velocidad aumenta en los estrechamientos y disminuye en los ensanches; pues un efecto análogo se observa en los conductores eléctricos. Donde el diámetro del alambre es menor, la *temperatura* aumenta, y decrece allí donde es mayor.

¿Pero qué relación existe, se preguntará, entre la velocidad del éter en un circuito, y la temperatura de este?

La relación es bien natural. El éter circula entre las moléculas del hierro, empapando, por decirlo así, la masa del metal; va al través de las partículas ponderables, en cierto modo, como el agua va por un macizo de arena, aunque con extraordinaria rapidez gracias á su esencia eminentemente sutil: en su movimiento choca con las moléculas del metal, y las arranca de su equilibrio, y las pone en vibración, y esto es, según lo que ya sabemos, aumentar el calórico del hilo metálico; de ahí el hecho reconocido y demostrado, de un desarrollo mas ó menos notable de calor en todo circuito sometido al paso de una corriente eléctrica.

Del mismo modo que un río corre tranquilo donde el cauce es ancho y abierto, y donde se estrecha y cierra se precipita la corriente, arrastrando gravas y arenas, revolviendo el fondo, cubriendo de espuma la superficie, así el éter, en los conductores de gran diámetro, pasa tranquilo, haciendo apenas *vibrar* la masa; en los hilos extremadamente delgados, se

precipita impetuoso, pone en violenta vibración las moléculas, eleva por consiguiente la temperatura del metal, y tal vez lo enrojece, cubriendo la superficie de espuma luminosa.

VII. Una *pila eléctrica*: un *hilo metálico* que une sus dos polos, ya directamente, ya por el intermedio de la tierra, como sucede en los telégrafos; y á lo largo de este circuito, uno, dos ó mas *voltímetros*, en los que la corriente eléctrica descompone el agua ú otros cuerpos, *máquinas electro-motrices*, *galvanómetros*, etc.; este conjunto de aparatos, repetimos, trae á la memoria por semejanza admirable, la imagen de un río con sus vados y sus angosturas, sus caídas de agua, sus molinos harineros y sus artefactos de toda clase.

Como el agua corre gastando la fuerza viva en socavar las márgenes, en hacer girar las piedras de los molinos, en mover las máquinas hidráulicas que encuentra en su curso, y al fin termina en el mar; así el éter, corriente maravillosa é invisible, pasa también por su férreo cauce agitando las moléculas del conductor (aumento de temperatura), trasformando su fuerza viva en operaciones químicas en los voltímetros (reducción del agua), y en trabajo mecánico en los aparatos electro-motores, y en giros circulares en los galvanómetros, y al fin vierte en la tierra, océano infinito de fluido etéreo.

Si aun se quiere mayor semejanza, interrúmpase el hilo conductor de trecho en trecho por pequeños intervalos, y del mismo modo que, donde falta la continuidad de la pendiente en el río, salta el agua en espumante cascada, donde falte la continuidad del conductor saltará el éter en forma de chispa eléctrica, verdadera *cascada de luz*.

VIII. No es lo que precede una vana y violenta analogía, que hay, por el contrario, gran fondo de verdad en todo ello; porque así como las presas establecidas, los artefactos construidos, las pendientes y las secciones de un canal, ó de un río, determinan el *gasto* de la corriente, su *velocidad* y sus *presiones*. así también la *longitud* del circuito, sus *tensiones* extremas, *diámetros*, *coeficientes de conductibilidad*, *voltímetros* y otros mecanismos establecidos en él, determinan y fijan la *intensidad* de la corriente, ó sea la *masa de éter en circulación*, y al propio tiempo sus *velocidades* y *tensiones*.

IX. Considerando á las corrientes eléctricas como verdaderos *transportes* de éter, pueden aun explicarse las *atracciones* y *repulsiones* de los conductores y los fenómenos de *inducción*.

Permitásenos á este fin presentar algunos ejemplos, no como demostraciones, sino para dar relieve á nuestro pensamiento, y que se comprenda con facilidad.

Imaginemos un río corriendo por su cauce: nadie ignora que, por lo general, son eminentemente porosos los lechos de las corrientes naturales, y que por lo tanto, á mas de la corriente que se ve, circulan otras subterráneas, empapando el terreno ambiente: entre la corriente libre y las corrientes de filtración existe forzosa dependencia: nunca se alteran la altu-

ra, la velocidad, las condiciones generales del movimiento en la primera, sin que se modifique á la vez el régimen de las segundas, extendiéndose en ciertas ocasiones esta acción á distancias considerables.

Pues bien, toda corriente eléctrica, que circula por un conductor, es como un río de éter que fluye por un cauce metálico, y la atmósfera que le rodea es como la arena del ejemplo precedente, que rodeaba á la corriente libre. Así los movimientos del éter en el circuito se transmiten, aunque difícilmente, á todo alrededor, llegando á los conductores próximos y determinando corrientes inducidas.

No entraremos en mas detalles respecto á este punto, muy interesante sin duda, pero que no aparece en la obra del padre Secchi con el rigor que fuera de desear.

XII.

MAGNETISMO. Las manifestaciones mas vulgares del magnetismo son el *iman* y la *aguja imantada*, y ambos fenómenos no son en el fondo otra cosa que *atracciones* ó *repulsiones*, y en suma, *movimientos* de la materia.

Dividen Oersted y Ampere la gloria de haber reducido la electricidad y el magnetismo á una sola teoría. El *primero* por haber descubierto las influencias atractivas ó repulsivas de las corrientes eléctricas sobre las agujas magnéticas, el *segundo* por haber creado, con su gran talento y sus profundos conocimientos matemáticos, la admirable teoría *electrodinámica*.

Dos fenómenos al parecer diversos,—la corriente eléctrica, y la dirección constante de la aguja,—han sido al fin resueltos en un hecho único, la *acción de las corrientes sobre las corrientes*, resultando de aquí la síntesis filosófica de la electricidad y el magnetismo.

El magnetismo no existe ya: el fluido magnético es un ente de razón, una palabra tan solo, una creación inútil; y con él se desvanecen los dos fluidos secundarios (el boreal y el austral), que al entender de los antiguos físicos constituían los elementos fundamentales de su doble y misteriosa esencia.

El magnetismo no existe, repetimos: sólo existe la electricidad, y así Ampere, semi-dios de la ciencia, ha creado el *iman* por medio del *solenoides*, es decir, haciendo circular por un hilo en espiral una corriente eléctrica.

Los imanes artificiales se dirijen al polo norte, como la aguja imantada: se atraen por sus polos opuestos, y se rechazan por los del mismo nombre: se desvian bajo la acción de las corrientes, como la aguja de un galvanómetro: y aun ¡admirable comprobación! las agujas imantadas y los solenoides se atraen y rechazan del mismo modo y obedeciendo á las mismas leyes numéricas que si ambos fuesen solenoides, ó ambos fuesen imanes. Son pues individuos de la misma familia.

De aquí resulta este gran principio: *los cuerpos magnéticos son conjuntos de corrientes eléctricas en espiral*.

Por eso decíamos, al comenzar este último y larguísimo artículo, que la electricidad, aun sin ponerse en relación con la luz y el calor, era ya una gran *unidad*, y una gran *síntesis*. puesto que era el resultado de la fusión de tres series de fenómenos, muy distintos en la apariencia: los fenómenos estáticos, las corrientes eléctricas y los fenómenos magnéticos.

Conclusion.

I.

Resumamos:

El CALOR es la vibración de la materia ponderable.

Las RADIACIONES CALORÍFICAS son vibraciones del éter, aunque se ignora qué clase de vibraciones sean.

La LUZ es la vibración trasversal del fluido etéreo.

La ELECTRICIDAD ESTÁTICA es, probablemente, éter condensado ó éter dilatado.

Las CORRIENTES ELÉCTRICAS son, según el padre Secchi, verdaderas corrientes de éter; según otros físicos, movimientos vibratorios.

El MAGNETISMO no es un nuevo fluido, y sus varias apariencias se explican con facilidad suma por la teoría de las corrientes.

En una palabra, todos los fenómenos comprendidos bajo los nombres de calor, luz, electricidad y magnetismo se reducen á un fenómeno único: MATERIA EN MOVIMIENTO; sea esta, materia ponderable ó etérea.

Pero si las nuevas hipótesis, que nos hemos esforzado en explicar, son exactas, y todo nos induce á creerlo, fuerza es convenir en que las teorías físicas van mucho más allá que las teorías matemáticas. La ciencia pura, en su estado actual, es impotente para reducir á fórmulas las infinitas combinaciones dinámicas de que tan pródiga se muestra la naturaleza, y casi siempre los problemas de Física, reducidos que son á ecuaciones, se estrellan contra una cuestión de *Análisis*. Ya es una integración que no se sabe efectuar (y esto es lo más frecuente); ya un problema no resuelto sobre la teoría de los números (ejemplo, las vibraciones de las placas elásticas y las líneas nodales); ya son las condiciones relativas á los límites (dificultad constante de la Mecánica analítica), las que no halla manera de expresar el analista.

Véase, pues, cómo la ciencia pura nunca va demasiado aprisa, y cuán torpemente se equivocan los que la acusan de perderse en vagas abstracciones.

II.

Hemos dicho que la materia y el movimiento explican satisfactoriamente gran parte de los fenómenos físicos hasta hoy conocidos: el rayo que estalla en las nubes, el ámbar que atrae los cuerpecillos ligeros, la aguja que se dirige al polo norte, el telégrafo

eléctrico que cruza los abismos del Océano, el vapor que hierve en las entrañas de la locomotora, el carbono que se deposita en la fibra vegetal, el sol que fija las imágenes en la plancha fotográfica, todo es una misma cosa, un solo fenómeno, un hecho único pero universal: *materia que se mueve*.

Pero aquí surge una cuestión importantísima, trascendente, base de la Filosofía natural: cuestión de la que poco ó nada hemos dicho, y que solo nos es dado ahora plantear, no resolver.

¿Existe tan solo *materia*, pero materia inerte, desprovista de fuerza, que toma y da y trasmite movimientos, pero sin sacar nada de su fondo propio; ó, por el contrario, son los átomos materiales centros de acción y de fuerza?

¿No hay en el mundo físico otra cosa que MATERIA muerta y MOVIMIENTO transmitido, que por ella circula; ó es preciso añadir á estos dos elementos otro más, la FUERZA; pero no como resultado de movimientos anteriores, sino como elemento vital, por decirlo así, de la materia?

¿Existen la cohesión, la afinidad química, la pesantez, la atracción planetaria, las fuerzas vitales del mundo orgánico, centros de acción, que no ya transmiten, sino que de sí propios sacan el esfuerzo que en rededor esparcen; ó no son tales fuerzas sino apariencias varias de la misma materia en movimiento?

¿Basta realmente con los átomos materiales, la inercia, la impenetrabilidad y el movimiento para explicar las misteriosas é infinitas transformaciones de los mundos, ó es preciso echar mano,—para dar cohesión y elasticidad á los cuerpos, explicación á las reacciones químicas, y vida á los cuerpos orgánicos,—de las fuerzas abstractas é ideales que el padre Secchi rechaza?

Tal es el gran problema de la Filosofía natural, problema que conviene resolver, ó que conviene por lo ménos plantear, por que él da nueva forma, ó arruina para siempre, á las escuelas materialistas, que pretendiendo explicarlo todo, nada han comprendido, y que con admirable inconsecuencia aceptan en la serie de las *fuerzas abstractas* las que bien les parece, y siempre las más bajas y rastreras, rechazando las de orden superior.

El problema está ya profundizado hasta lo más hondo, y el padre Secchi ha clavado su penetrante vista en las entrañas mismas de la dificultad. No es ya cuestión de escoger entre las *fuerzas abstractas* de la naturaleza las que bien nos plazcan, y rechazar las restantes: no. *Es preciso saber si hay fuerzas abstractas ó si son apariencias del movimiento*.

¿Es el mundo material océano infinito, pero inerte, sobre el que pasó un día el *soplo de Dios*, y por el que hoy circula, en misterioso oleaje de fenómenos, aquel impulso soberano, origen del movimiento; ó es la naturaleza un ser en cuyo seno infinito palpita la vida, y en el que se preparan para el porvenir sublimes transformaciones, como gigantescos abortos de potencias ocultas y hasta hoy desconocidas?

El dilema es terminante: la solución, ni está en la

medida de nuestras fuerzas, ni es para dada de paso, ni aun suponiendo que osáramos, no resolver sino estudiar el problema, fuera esta la ocasion oportuna.

José ECHEGARAY.

EXPOSICION UNIVERSAL DE 1867.

LA EXPOSICION DE OBRAS PÚBLICAS DE ESPAÑA.

No hay que insistir en el atraso en que se ve la industria española cuando se compara con las de las naciones principales de Europa, porque es cosa bien conocida; pero el que la juzgase por el aspecto que nuestra seccion presenta en el Campo de Marte en Paris, formaria una opinion en extremo desfavorable, porque ni se han remitido muestras proporcionadas, en general, á la importancia de los diversos ramos que en nuestro suelo se cultivan, ni el local que se nos ha asignado permite hacer la debida ostentacion de los productos, que quedan por estas causas á un nivel comparativo mucho mas bajo que el que les corresponde. No sucede enteramente lo mismo, por fortuna, en todos los ramos, y el de Obras públicas es uno de ellos. A pesar de lo estrecho del local, y de la prisa y de la falta de recursos con que se ha organizado la exposicion de esta clase en España, se puede asegurar que en el conjunto solo le excede la francesa, que es, por decirlo así, la *de casa*, y en cuanto á los detalles tal vez se vea superada únicamente por la de faros de Inglaterra.

Hacia el medio de la galería VI, y dirigida á lo largo de la calle de España, se encuentra una mesa, de 11 metros de largo, que contiene casi todos los modelos remitidos por la Comision. En el extremo de ella, empezando por la parte exterior, ó del Parque, está el faro del Cabo de Palos, ocupando con su base todo el ancho del tablero. Por el lado de la calle de España sigue el modelo del puente de Grado, y delante de él los cinco pequeños del Canal de Isabel II de Madrid; despues la seccion transversal del puerto de Tarragona; luego los faros del puerto de Soller, de la isla del Aire, y de Corrobedo sucesivamente, y delante del primero la cimbra del puente de la Horadada. Por el borde opuesto de la mesa se ven el faro de las islas Sisargas y el provisional de Alicante detras de él; el modelo del depósito del Campo de Guardias de Madrid, el muelle de la Coruña, las esclusas de Valdegurriana, en el Canal imperial de Aragon, el faro de Finisterre y el faro de Hércules en la Coruña. Ocupa el extremo, del lado del centro, el hermoso modelo del faro de Buda en las bocas del Ebro, que llama justamente la atencion de cuantos visitan el local; y sobre los ángulos de la mesa están colocados los dos modelitos de vagones para el trasporte de piedra al puerto del Grao de Valencia. En el medio de las dos filas de modelos se encuentran los del andamio y má-

quina para clavar los pilotes en el puerto de la Coruña, del acueducto de la Sima, en el Canal de Isabel II, y del bote salvavidas; y por encima de los dos primeros está el puente provisional de Renedo, construido en veinte dias, en el ferro-carril de Alar á Santander.

Los 10 tomos de planos y de fotografias están extendidos en un atril de dos caras, colocado en el medio de la galeria, perpendicularmente á la mesa de los modelos, y colgados encima están los cuadros que contienen planos del puerto de Valencia y del Canal de Isabel II. El proyecto del puerto de refugio de Asturias y el tomo de contabilidad del puerto de Valencia están en la mesa de los modelos, apoyados contra el pié del faro de Palos, y el armario con el proyecto de ferro-carril de Cádiz á Gibraltar está en una mesita inmediata, que contiene además otros objetos. El plano de relieve del puerto de Tarragona aparece colgado á grande altura en la pared del frente, y arremoto á ella está tambien el modelo de locomotora Vaessen, tan delicadamente construido en los talleres de Santander. El trozo de via del sistema de Bergue se encuentra en el Parque, al aire libre, á un lado del anejo de España, uno de los mejores edificios que decoran la Exposicion, y en el que causa lástima ver, al lado de la hermosa coleccion de minerales expuesta por los Ingenieros de Minas y perfectamente arreglada por la Comision, los trofeos relativos á la tauromáquia, presentados sin duda como muestras de industria española, sin que esta vez sean los franceses los que hacen creer que todo español es mas ó menos torero (1).

Algunos otros objetos figuran en las clases 63 y 65 que son relativos á las Obras públicas, y han sido presentados por particulares. En la misma mesa en que está el proyecto de ferro-carril de Gibraltar hay un modelo de bastidor de locomotora y ténder para grandes pendientes y curvas de pequeño radio, presentado por Mr. Plainemaison, Ingeniero del ferro-carril de Córdoba á Málaga, cuyo sistema consiste en acoplar todos los ejes de máquina y ténder, añadiendo otro eje comun á los dos bastidores, que sirve de director de los movimientos, con un freno movido á mano que consiste en dos grandes zapatas de hierro que oprimen los costados de los carriles. El freno de Bergue, de aire comprimido, descrito no hace mucho en la REVISTA, está representado en un cuadro medio escondido en el suelo, cerca de los atriles. Otro modelo de ferro-carril señala el catálogo en la clase 63, pero equivocadamente, porque no fué admitido por la Comision. Los modelos de cortes de maderas (clase 65, número 2) se reducen á unos lazos, sin mas valor que un juego de ingenio, que han sido colocados en la galeria II. Lo demás son materiales de construccion, principalmente cales y cementos, y entre ellos se ven los ejemplares de

(1) Véase la agria censura que esto nos vale en el *Engineer* del 21 de junio último.