

# REVISTA DE TELEGRAFOS.

**PRECIOS DE SUSCRICION.**

En España y Portugal 6 rs. al mes.  
En el Extranjero y Ultramar 8 rs. id.

**PUNTOS DE SUSCRICION.**

En Madrid, en la Redaccion y Administracion, calle de la Aduana, núm. 8, cuarto 3.º  
En Provincias, en las estaciones telegráficas.

**SOBRE LAS TEORIAS MODERNAS DE LA LUZ.**

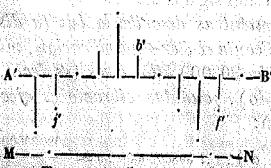
**INTERFERENCIAS Y TRASFORMACIONES.**

(Conclusion).

V.

I. Fácil será ya hacer que el lector comprenda cómo es posible medir el espesor de la onda luminosa.

No intentamos explicar de qué suerte se realiza operacion tan increíble; sólo aspiramos á dar una ligera idea del principio en que se funda.



Sean AB y A'B' dos rayos de luz, que para mayor facilidad representamos separados, pero que suponemos superpuestos y coexistentes, como se superponen, y acumulan ó destruyen, las olas del mar.

En el instante que consideramos, el movimiento vibratorio del rayo AB, tiende á colocar á la molécula *b* á la mitad de su excursion *ascendente*, y si dicho rayo estuviera aislado tal seria el efecto producido; pero sobre la molécula *b* actúa tambien el segundo rayo A'B', que tiende á situarla en el punto medio *f'* de su oscilacion *descendente*; y como por otra parte ámbas tendencias son iguales en cuanto á intensidad, pero opuestas en direccion, no pudiendo la molécula estar á la vez en *b* y *f'*, queda en su posicion média de equilibrio, es decir, en la recta AB.

En la línea de luz MN (que es la misma AB, ó A'B', representada aparte para evitar confusion), aparece pues un punto en sombra *m*, como aparecerán otros en *n* y *p*, por ser los caminos *b'* y *f'*, *b* y *f''* iguales y opuestos tambien.

De aquí se deduce, que si se pudiera recoger en una pantalla el rayo de luz MN, -resultado de superponer los AB y A'B', -en ella aparecerían una serie de puntos en sombra  $m, n, p, \dots$  y la distancia  $mp$  entre dos no consecutivos sería el espesor  $bb'$  de la onda luminosa.

Estos puntos de sombra son, por decirlo así, los jalones entre los que ha de medir el observador la distancia que busca; y así como el maestro marca al discípulo dos puntos sobre el papel, y le dice: «mide del uno al otro,» así la naturaleza, eterno maestro del hombre, le fija con misteriosa tinta, entre ondas de luz, dos puntos negros, y le dice también: *advina y mide, y obtendrás por la fuerza divina de tu razón cosas que jamás alcanzarán á ver los pobres cristales de tus ojos.*

Esto indica la manera, y demuestra la posibilidad de medir el espesor de la onda luminosa; pero es claro, que el método que acabamos de exponer es de todo punto *irrealizable*, mientras no se modifique en su parte práctica, toda vez que los puntos de sombra  $m, n, p$  huyen en la dirección AB con rapidez infinita.

Basta sin embargo lo dicho, para dar una idea de los principios en que se fundan los varios procedimientos realmente empleados en el gabinete del físico.

Hasta aquí lo relativo al espesor de la onda; pero nos resta todavía algo por decir respecto á la *velocidad* de la luz, y al *número de vibraciones* de cada molécula etérea.

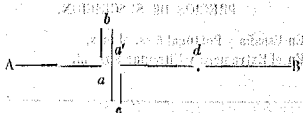
II. Nada más sencillo en principio que medir la *velocidad* de la luz. Gira el primer satélite de Júpiter alrededor de este planeta, y al dar la vuelta por detrás de dicho astro, desaparece de nuestra vista; pero se sabe y se conoce con rigorosa exactitud el momento preciso en que debe *aparecer*, y hecho el cálculo, resulta, por ejemplo, que el instante de emersión es á las 3 horas, 15 minutos y 2 segundos: sin embargo, hasta las 3 horas 48' y 22" no aparece en el campo del anteojo: resultando por consiguiente un retraso de 33 minutos y 20 segundos. Ahora bien, el

cálculo astronómico es infalible, luego el satélite salió de la sombra de Júpiter á la hora calculada, y si nuestros ojos no lo vieron, consiste en que esos 33' y 20", ó sean 2000" de retraso, es el tiempo que la luz tardó en llegar hasta nuestra retina. Si, por último, suponemos que la distancia del satélite hasta la tierra es, por ejemplo, de 616 millones de kilómetros, dividiendo este número por 2000" tendremos la *velocidad* de la luz.

Casi es inútil advertir, que ni las cifras que acabamos de presentar son exactas, ni es este el método seguido por Roëmer.

III. Ocupémonos, para terminar este punto, de la determinación del número de vibraciones en los diferentes colores del iris.

Sea  $a$  una molécula etérea del rayo de luz AB:



obedeciendo al movimiento vibratorio describe la línea  $ab$ , llega á su posición extrema  $b$ , retrocede hasta  $c$ , y vuelve á su punto de partida  $a'$ , completando de este modo una vibración. Pero mientras la molécula  $a$  ha descrito el camino  $abca'$  (que en rigor debía ser una línea única, pero que desdoblamos para más claridad), el movimiento vibratorio ha llegado hasta  $d$ ; y por tanto  $ad$ , distancia entre dos moléculas que ocupan iguales posiciones relativas, es el espesor de la onda luminosa.

De aquí se deduce esta consecuencia importantísima: *el tiempo de una vibración es el empleado por la luz en recorrer la longitud de una onda luminosa.*

Nada más sencillo ahora que formar la proporción siguiente:

*Si mientras describe la luz la distancia  $ad$ , ejecuta el éter una vibración, mientras describa 308000 kilómetros (es decir, en un segundo), ¿cuántas vibraciones ejecutará?* O bien:

$$ad : 1 :: 308000000 : x = \frac{308000000}{ad}$$

Divídase, pues, la velocidad de la luz, 308000 kilómetros, por los números que expresan los espesores de las ondas, y hallaremos los que representan las vibraciones ejecutadas por cada molécula etérea en un segundo.

¡Un problema, al parecer, difícilísimo y profundo, queda reducido á una simple división; y un admirable misterio de la naturaleza, queda explicado plenamente por una elemental operación aritmética!

Casi siempre lo más sublime es lo más sencillo.

## VI.

Hemos dicho que los colores son, en cierto modo, las notas musicales del éter. La vista llama azul, verde, rojo á lo que la ciencia llama tantas vibraciones por segundo.

Los colores no existen como sustancias; son formas del movimiento, que apreciadas por nuestros sentidos de cierta manera especial, reciben nombre con arreglo á las impresiones que en nosotros producen.

Lo azul, una nota musical, el color de un cuerpo, todos estos fenómenos son idénticos en el fondo; porque todos ellos se reducen á vibraciones de la materia.

La primera impresión que estas ideas causan en el ánimo, —no lo negamos,—es de profunda tristeza. Al saber que los colores no existen en la realidad, vemos palidecer al universo: los astros de fuego, los bellos celajes, la verdura de los campos, el azul de los cielos, todo desaparece como ligera neblina, dejando en cambio, en polvareda infinita, el eterno bullir de moléculas incoloras. ¡En vez del mundo real, tan lleno de vida y de luz, átomos que van de una parte á otra, movimientos que se cruzan, vibraciones que se repiten! ¡La mecánica ahogando en nubes de polvo á la Poesía; la Estética concluyendo con la Estética!

Pero no: la belleza que vemos, ó creemos ver, en el mundo material que nos rodea, es un hecho, y es inútil negarla: explicarla es lo que importa. Si al hacer la disección de la

materia sólo encontramos un esqueleto, es porque prescindimos del ser humano que la anima y la vivifica; es porque la belleza, los encantos, las armonías del mundo físico no son exclusivamente suyos, sino que en ellos tiene gran parte nuestro espíritu. ¿Cómo y por qué, se preguntará, al ponerse en contacto con el hombre esa dinámica fría é insensible del espacio, se transforma y sublima?

¿Cómo la vibración del éter se convierte en color?

¿Y la vibración del aire en armonía?

¿Y los colores y las armonías en un ideal de belleza?

Las Cuestiones son estas ajenas á nuestro objeto: nos complace mirarlas de cuando en cuando: creemos necesario oponerlas como saludable correctivo á lo que pueda haber de peligroso (por abuso) en las nuevas teorías físicas, pero ni es esta la ocasión de abordarlas, ni á tanto alcanzan nuestras fuerzas.

## VII.

Quizá algun lector habrá notado en las explicaciones que poco há dimos sobre las interferencias, una aparente contradicción;

Llegan, dijimos, dos movimientos vibratorios hasta una molécula etérea, y por ambos se encuentra solicitada. Pugna el primero por sacarla de su posición de equilibrio inclinándola hácia la derecha: trata el segundo de arrastrarla hácia la izquierda; y si ámbos tienen igual intensidad, se destruyen sus efectos, y el átomo etéreo queda inmóvil; pero en el artículo sobre el calor dijimos que nunca las fuerzas y los movimientos se anulan por completo: ¿cómo, pues, armonizar estas dos proposiciones contradictorias?

1.ª proposición. «Nunca un movimiento se anula: cuando más, pasa y se transforma.»

2.ª proposición. «La interferencia es la anulación de dos movimientos opuestos.»

La dificultad es aparente, y la explicación sencillísima.

Dos cuerpos blandos chocan en sentido contrario, sus movimientos totales se destruyen, y quedan en reposo ámbas masas: hé

aquí una aparente destrucción de movimientos; pero no destrucción real; porque si el movimiento de avance desaparece, es porque penetra en la masa, y se individualiza en las moléculas, y ó se convierte en calor, ó se transforma en trabajo molecular. Pues análogamente podríamos decir, viniendo al caso que nos ocupa, que si los movimientos vibratorios del éter, al llegar á uno de los átomos, se destruyen, y cesa por lo tanto el fenómeno luminoso, la fuerza viva de ambas vibraciones en alguna otra parte, y bajo alguna otra forma, estará: tal vez dentro del mismo átomo penetre, transformándose en algo que aún ignoramos; ó se disperse en el éter en forma de electricidad; ó sufra, en fin, mil otros cambios difíciles de adivinar. ¿Quién sabe!; Quizá esas líneas negras que aparecen en los experimentos sobre transferencias, son centros de infinitas y misteriosas transformaciones.

Sea cual fuere la nueva forma que tome el movimiento del éter, es lo cierto que al cesar la vibración, cesó como luz, y por eso apareció como línea de sombra; otros sentidos podrán tal vez apreciarlo; para el sentido de la vista, dejó de ser.

Nunca está por lo demás la única ocasión en que la luz se extingue: si hay cuerpos transparentes que dan paso á los rayos luminosos, casi de una manera perfecta, ninguno deja en rigor de absorber cierta cantidad; si quiera sea mínima, de la fuerza viva acumulada en las ondas etéreas; y en general todos los cuerpos opacos detienen y anulan gran cantidad de luz. Pero cuenta que al afirmar que anulan el movimiento del éter, no suponemos que lo anulen en absoluto; sino en el concepto de vibración luminosa.

Llegan en ondas vibrantes los rayos del sol á una masa de hierro: unos se reflejan, otros penetran la primera capa de metal, mas bien pronto el movimiento de estos últimos queda totalmente destruido, y hé aquí una cierta cantidad de luz anulada.

Queda anulada, sí, como luz, pero no como movimiento y fuerza viva. En este último concepto, abandonó al éter; es cierto, pero fué

porque pasó á las moléculas del metal, y las puso en movimiento, y las hizo vibrar, y lo que como luz vino del sol; absorbido y transformado es calor en el hierro.

Precisamente por esta facultad de absorción se eleva tanto la temperatura de las masas metálicas cuando se hallan expuestas á las radiaciones solares. Y hé aquí un ejemplo patente de transformaciones luminosas: la luz desaparece, se anula, deja de ser; pero cuanto en luz se pierde, se gana en calor. Si pudiéramos expresar en números la luz perdida y el calor ganado, tendríamos el *equivalente lumínico* del calor y el equivalente *calorífico* de la luz; como obtuvimos en nuestro primer artículo el equivalente *mecánico* del calor, ó el calorífico del *trabajo*. Relación natural y lógica; porque estos tres elementos del mundo material, — *trabajo, luz y calor*, — son en esencia *fuerza viva*, es decir, producto de *masas por cuadrado, de velocidades*. Tal es la *gran unidad* de la materia.

Mas aún; el ejemplo que acabamos de estudiar, no sólo demuestra con fuerza irresistible que luz y calor son una misma cosa, pues que se transforman y equivalen, sino que es uno de los infinitos casos en que el éter se pone en relación con la materia ponderable; así la fuerza viva del primero (luz), ha pasado al segundo, engendrando calor.

Y la explicación del fenómeno se comprende sin dificultad; parece casi que se está viendo lo que dentro del metal sucede.

Llega la vibración luminosa hasta la superficie del hierro, y el éter, que entre molécula y molécula de esta sustancia se halla, comienza á vibrar también; pero no encuentra espacio á su alrededor, ni la forma de los huecos intermoleculares es la que la vibración luminosa exige, y así se ve entorpecido en su movimiento, y choca contra una molécula, y mas allá torna á chocar con otra, y de esta suerte sus oscilaciones se van *apagando*, y su fuerza viva va pasando al metal, hasta que al fin queda en reposo (ó dicho de otra manera, se extingue la luz); mientras las moléculas del hierro, cargadas con la fuer-

za viva que en ellas dejó el éter, vibran dentro de la masa metálica con mayor rapidez que antes. A este aumento de fuerza viva del hierro es precisamente á lo que llamamos calórico, y hé aquí cómo la *luz* se ha transformado en *calor*.

**VIII.** Innumerables son los ejemplos que pudiéramos presentar en apoyo de esta teoría; citemos algunos:

— Caen un rayo de sol sobre las partes verdes de un vegetal; ó dicho de otra manera, llega á la materia orgánica de la planta una masa de éter animada de cierta fuerza viva, y esta fuerza viva pasa al ácido carbónico que se halla en los tejidos verdes; de manera que las moléculas de oxígeno y carbono, que componen el ácido, entran en vibración tan rápida, que así como se rompe y salta una cuerda cuando vibra con excesiva rapidez, así rompen dichas moléculas la fuerza de afinidad que las ataba, salen fuera de su mútua esfera de atracción, y desprendiéndose el oxígeno en la atmósfera, queda el carbono depositado en el vegetal. La fuerza viva de la luz empleada en esta reaccion química, al parecer es fuerza viva perdida, pero en estado *potencial* se halla en las moléculas de carbono y oxígeno, y todo el fenómeno queda reducido á la transformacion de *luz* en *trabajo*, ó sea en *reaccion química*.

Explicuémonos con más claridad.

— Cuando una máquina de vapor, por ejemplo, se utiliza en elevar un peso, una cierta cantidad de *calor* desaparece, y en apariencia se anula.

— Cuando, no por medio de una máquina, sino con mi fuerza muscular, elevó este mismo peso, el *trabajo mecánico* desarrollado por mí, como el calor del caso anterior, desaparece tambien.

— Pero no olvidemos que un peso ha sido elevado á determinada altura, y que al abandonarlo á su propia accion caerá sobre la superficie de la tierra, desarrollando un trabajo exactamente igual ó equivalente, al calor de

la locomotora, ó á mi accion muscular. Aquel y esta no quedaron anulados, sino latentes, ocultos, ó como decíamos poco há, en estado *potencial*.

— Así sucede con las moléculas de carbono y oxígeno que el trabajo de la luz separó.

— Próximos, unidos, enlazados, por decirlo así, y formando una molécula de ácido carbónico, estaban el oxígeno O y el carbono C (prescindimos en la figura del número de átomos de cada cuerpo simple); y como la máquina de vapor empleó su trabajo en separar la tierra y el peso, y en colocarlos á mayor distancia, la fuerza viva de la luz separó los dos componentes del ácido; dejó al carbono C en el vegetal, lanzó

al oxígeno O (ó á parte de él) en la atmósfera; y en aumentar la distancia, ó sea hasta la O: C consumió toda su fuerza viva.

— En el oxígeno O, y en el carbono C, separados, se halla el trabajo mecánico de la luz, no en *acto*, sino en *potencia*; potencia que aprovechará más tarde la industria, ó que dará vida á la parte material del organismo humano.

— Porque algun día ese carbono depositado en la fibra vegetal, y conservado en las entrañas de la tierra durante siglos, estará hecho áscua en el hogar de una locomotora, y al combinarse con el oxígeno, devolverá en *calor* toda la fuerza viva que consumió la luz en descomponer el ácido.

Fijemos las ideas y comprendamos claramente esta série de transformaciones.

1.º Vibran las moléculas de la masa solar, y esta vibracion pasa al éter que rodea el astro; hé aquí un primer cambio entre la materia ponderable y el éter, una primera transformacion del *calor* en *luz*.

2.º La vibracion, y con ella la fuerza viva, corre y descende con extraordinaria rapidez desde el sol á la tierra.

3.º Llega la vibracion etérea hasta el vegetal, y cede el ácido carbónico su fuerza viva; segunda transformacion del movimiento:

como pasó del sol, al éter, pasa de este á la materia ponderable.

4.° Vibran el oxígeno y el carbono, y su fuerza viva vence la fuerza de afinidad, separando ámbos cuerpos simples. La luz se ha convertido, por decirlo así, en reacción química, y ha operado una reducción.

5.° Aquel vegetal, andando el tiempo, está en el hogar de una locomotora; aquellas moléculas de carbono están en presencia de las moléculas de oxígeno (ó de otras iguales) de las que fueron separadas por la acción de la luz; y como el peso que se elevó cae y resiste el trabajo que en elevarlo hubo de consumirse, así caen el oxígeno sobre el carbono y éste sobre aquel, desarrollando en este choque microscópico y gigantesco, una cantidad de calor equivalente al trabajo mecánico que exigió la descomposición química; á la fuerza viva que venía en la luz; á la que el éter trajo por los espacios interestelares; á la que recibió del sol; á la que las potencias soberanas de los mundos comunicaron al astro soberano de nuestro sistema.

Siempre el mismo principio; la invariabilidad de la suma total de fuerzas vivas.

El mismo medio: la transformación del movimiento.

Las mismas leyes: las de la Mecánica.

IX. Continuación del caso anterior.

Otro ejemplo más.

Supongamos que se repiten las primeras transformaciones del caso anterior: á saber, transformación del calor solar en luz; de la luz en acción química; condensación del carbono en la fibra orgánica, y desprendimiento del oxígeno. Prescindamos, para mayor sencillez, de las nuevas combinaciones en que el carbono entra, combinaciones en general, *ménos estables* que aquella (el ácido carbónico) de que formaba parte, y que la fuerza viva de la luz destruyó.

Resulta de aquí, como decíamos ántes, una fuerza viva latente, un trabajo *potencial*, condensado en las moléculas de carbono y oxígeno, accidentalmente separadas, y que apro-

vecharán,—si se nos permite esta manera de expresarnos,—la primera ocasión que se presente para volver á unirse.

El tiempo pasa, y *aquellas moléculas de carbono*,—cuya historia, por decirlo así, estamos refiriendo,—constituyen un fruto de la tierra, llegan á ser alimento del hombre, forman parte de su organismo, y con admirable compás circulan en la sangre por la complicada red de sus venas. Así llegan al pulmón; y en él, como el combustible y el aire en el hogar de la locomotora, se encuentran al fin el *carbono* y el *oxígeno*, y precipitándose con toda el ánsia de la *afinidad química*, recomponen el ácido carbónico y desarrollan una cantidad de calor equivalente al consumido por la luz para su descomposición. *Este calor es nuestra fuerza*, y la transformamos de mil maneras, ya en los usos de la vida material, ya como instrumento de que el espíritu se sirve para ponerse en relación con el mundo físico.

Así pues, no en sentido poético, sino con entera verdad, podemos decir, que del sol vino gran parte de la vida y de la fuerza que anima nuestro maravilloso mecanismo en su parte material. El movimiento de mi mano al trazar estas líneas era tal vez un año há, vago bullir de unas cuantas moléculas solares. Y no se tema que esta teoría, bien aplicada, pueda conducir al materialismo. Si el universo, en su parte material, pudiera explicarse con los átomos y el movimiento, un abismo incolmable quedaba abierto entre el mundo físico y el espíritu. ¡Qué triunfo mayor para el espiritualismo!

Porque *todo, absolutamente todo* lo que la inercia, la impenetrabilidad, y el movimiento pueden dar de sí, ya lo sabe el mecánico: trayectorias, aceleraciones, velocidades, fuerzas vivas; en resúmen, movimiento; y nada más que movimiento; y por más que se divida ó se condense ó se transforme, jamás brotará de él, en los límites de las leyes mecánicas, un átomo de vida inteligente. Podrá la Mecánica explicar todos los fenómenos del mundo material; no explicará nunca la conciencia, el pensamiento, la voluntad ó las mil

otras manifestaciones del espíritu. Así el padre Secchi en su magnífica obra, — *L'unità delle forze fisiche, esaggio di filoso fa naturale*, — acepta sin titubear la teoría atomística, y con gran copia de razones la defiende: quizá la exagera, quizá se deja arrastrar por su poderosa imaginación y su deseo de obtener la gran unidad de todos los fenómenos naturales.

No en la teoría de los átomos inertes, y de movimientos anteriores, cuya impotencia para explicar los hechos psicológicos es manifiesta, — sino en las fuerzas abstractas, vagas, oscuras, veladas, es donde tiene su punto de apoyo la escuela materialista.

La afinidad, el calor, la electricidad, el magnetismo, considerados como potencias misteriosas, son capaces de todo, mientras se ignore de lo que son capaces.

¿Cómo negar que el fluido eléctrico pueda dar pensamiento a la materia, mientras no se sepa lo que es la electricidad?

Pero si el misterio se desvanece y se explica; si el velo se rasga; si al fin resulta que la electricidad no es otra cosa que unos cuantos átomos que se mueven, ¿quién ha de ser tan insensato que á un movimiento le pida ideas, sensaciones y voluntad?

Decíamos que la teoría de los átomos y el movimiento no es un peligro para la doctrina espiritualista; y por lo demás, como teoría física, ni debemos aceptarla incondicionalmente, ni rechazarla por completo. Con ella se explica la luz, se explica el calor, se explican aun buena parte de los fenómenos eléctricos; pero ¿debemos por esto desechar como inútiles las fuerzas abstractas, según el padre Secchi las llama?

El problema es demasiado complejo para resuelto á la ligera. Hay una dificultad que el padre Secchi pasa por alto; una dificultad que no resuelve la teoría de Poinso't sobre el choque de los cuerpos duros, y es esta la relativa á la pérdida de fuerza viva.

## X.

La materia que estamos tratando es tan

rica, que por decirlo así, rebosa y se extiende más de lo que quisiéramos.

Mucho nos resta por decir, y sin embargo fuerza es que terminemos este larguísimo artículo.

La teoría general de la transformación de radiaciones, como la fosforescencia y la fluorescencia; la absorción y la emisión; el análisis del espectro luminoso; y otros muchos que excusamos mencionar, son puntos importantísimos, pero no para estudiados de paso.

Contentémonos con decir que todos ellos comprueban más y más la teoría de las ondulaciones: ligan estrechamente los fenómenos luminosos á los caloríficos; establecen aun importantísimas relaciones entre la acción química y las vibraciones etéreas, y tienden á ensanchar la esfera de acción del gran principio de la Física, que hoy aspira al dominio universal: el movimiento de la materia.

JOSÉ ECHEGARAY.

## ALEJANDRO VOLTA.

(Continuacion.)

BIOGRAFIA LEIDA EN LA SESION PÚBLICA DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARIS, EL 26 DE JULIO DE 1831, POR FRANCISCO ARAGO.

Este descubrimiento debía hacer creer que ciertos fenómenos naturales, como los ferrosos inflamados y fuentes ardientes, debían tener una causa parecida; pero Volta sabia hasta qué punto se burla la naturaleza de nuestras frágiles concepciones, para abandonarse ligeramente á simples analogías. Se apresuró (1780) á ir á visitar los célebres terrenos de *Pietra Mala*, de *Velleja*; sometió á severo examen cuanto se leía en distintas descripciones de localidades análogas, y llegó á establecer con completa evidencia, contra las opiniones admitidas, que estos fenómenos no dependían de la presencia de petróleo ó betun, demostrando que su única causa es un desprendimiento de gas inflamable.

La chispa eléctrica ha servido para inflamar ciertos líquidos, vapores y gases, tales como el alcohol, el humo de una luz recién apagada, el gas hidrógeno; pero todos estos experimentos se hacían al aire libre. Volta fué el primero que los hizo en vasos

cerrados (1777). A él correspondió pues el aparato de que se valió Cavendish en 1781, para efectuar la síntesis del agua, para engendrar, este líquido por medio de sus dos principios constituyentes gaseosos.

Volta poseía en el más alto grado dos cualidades que rara vez van reunidas; el génio creador y el espíritu de aplicacion. Nunca abandonó un punto sin haberle mirado por todas sus fases, sin haber descrito ó señalado cuando ménos, los distintos instrumentos que la ciencia, la industria ó la simple curiosidad podria sacar de él.

El descubrimiento de la composición del aire atmosférico, ha dado lugar en nuestros dias á esta gran cuestion de filosofia natural: ¿La proporcion en que se encuentran reunidos los dos principios constitutivos del aire, varian con la sucesion de los siglos, segun la posicion de los lugares, segun las estaciones?

Cuando se piensa que todos los hombres, que todos los cuadrúpedos, que todos los pájaros consumen incesantemente en el acto de la respiracion, uno sólo de esos dos principios, el gas oxígeno; que ese mismo gas es el alimento indispensable de la combustion; que el oxígeno en fin representa un papel capital en los fenómenos de la vegetacion, permitido es pensar que á la larga la atmósfera varia sensiblemente en su composicion; que algun dia será impropia para la respiracion; que entónces desaparecerán todos los animales, no á consecuencia de una de esas revoluciones físicas de las que tantos indicios han encontrado los geólogos, y que, á pesar de su inmensa estension, pueden dejar probabilidades de salvacion á algunos individuos favorablemente colocados; sino por una causa general é inevitable, contra la que serán igualmente impotentes las zonas heladas del polo, las abrasadoras regiones del Ecuador, la inmensidad del Océano, las llanuras tan prodigiosamente elevadas del Asia ó de América, las névadas cimas de las Cordilleras y del Himalaya. Estudiar todo lo que ese gran fenómeno tiene de accesible en la época actual, recoger datos exactos para los venideros siglos, tal era el deber que los físicos se han apresurado á cumplir, sobre todo desde que el eudiómetro de chispa eléctrica les dió medios para ello. Para responder á algunas objeciones á que dieron lugar los primeros ensayos de ese instrumento; la sometieron al más escrupuloso exámen, en el año XIII, los Sres. Humboldt y Gay-Lussac. Cuando jueces como estos declararon, que ninguno de los eudiómetros conocidos se aproxima en exactitud al de Volta, ni aun la duda sería á nadie permitida.

#### DILATACION DEL AIRE.

Puesto que he abandonado el órden cronológico, ántes de ocuparme de dos trabajos más importantes de Volta, ántes de analizar sus investigaciones sobre la electricidad atmosférica, ántes de caracterizar su descubrimiento de la pila, señalaré en algunas palabras los experimentos que publicó, durante el año 1793, sobre la dilatacion del aire.

Esta cuestion capital se habia atraído ya la atencion de muchos hábiles físicos, que no estaban acordes, ni sobre el aumento total de volumen que el aire experimenta entre las temperaturas fijas de hielo fundido y de la ebullicion, ni sobre la marcha de las dilataciones en las temperaturas intermedias. Volta descubrió la causa de estas discordancias; demostró que experimentando en un vaso que contenga agua, se deben encontrar dilataciones crecientes, que si no hay en el aparato otra humedad que la que ordinariamente tienen las paredes de cristal, la dilatacion aparente del aire puede ser creciente en los grados bajos de la escala termométrica, y decreciente en los grados altos; probó en fin, con medidas delicadas, que el aire atmosférico, si está contenido en un vaso perfectamente seco, se dilata proporcionalmente á su temperatura, cuando se mide esta en un termómetro de mercurio que tenga divisiones iguales; y como los trabajos de Deluc y de Crawford parecian establecer, que un termómetro de ese género, da las verdaderas medidas de las cantidades de calor, Volta se creyó autorizado para enunciar la sencilla ley que se desprendia de sus experimentos, en estos nuevos términos, cuya importancia podrá apreciar cada cual; la elasticidad de un volumen dado de aire atmosférico es proporcional á su calor.

Cuando se calentaba aire tomado á una temperatura baja, y conteniendo siempre la misma cantidad de humedad, su fuerza elástica aumentaba como la del aire seco. Volta dedujo de esto que el vapor de agua y el aire propiamente dicho, se dilatan precisamente lo mismo. Todo el mundo sabe hoy que este resultado es exacto; pero el experimento del físico de Como debia dejar dudas, porque en las temperaturas ordinarias, el vapor de agua se mezcla con el aire atmosférico en pequenísimas proporciones.

Volta llamaba al trabajo que acabo de analizar, un simple bosquejo. Otras investigaciones numerosísimas del mismo género á las que se entregó, debian formar parte de una Memoria que no llegó á publicarse. Por lo demás, la ciencia aparece hoy



completa sobre este punto, gracias á los Sres. Gay-Lussac y Dalton. Los experimentos de estos ingeniosos físicos, hechos en una época en que la Memoria de Volta, aunque publicada, no era aun conocida en Francia ni en Inglaterra, hacen extensiva á todos los gases, permanentes ó no, la ley dada por el sábio italiano. Conducen tambien en todos los casos al mismo coeficiente de dilatacion.

#### ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA.

No me ocuparé de las investigaciones de Volta sobre la electricidad atmosférica, hasta despues de haber dado una ligera idea de los experimentos análogos que las habian precedido. Para formarse una idea justa del camino que un viajero ha recorrido, es útil á veces abrazar con una sola ojeada el punto de partida y la última estacion.

El Dr. Wall, que escribia en 1708, debe ser citado el primero, porque en una de sus Memorias se encuentra esta ingeniosa reflexion: «La luz y el chasquido de los cuerpos electrizados parecen, hasta cierto punto, representar el relámpago y el trueno.» Stephen Grey publicaba en 1735, una observacion semejante: «Es probable, decia este ilustre fisico, que con el tiempo se hallarán medios para concentrar mayores cantidades de fuego eléctrico, y de aumentar la fuerza de un agente que, segun muchos de mis experimentos, si es permitido comparar las cosas grandes con las pequeñas, parece ser de la misma naturaleza que el trueno y los relámpagos.»

La generalidad de los físicos no han visto en esos pasajes más que simples comparaciones. No creen que al asimilar los efectos de la electricidad á los del trueno, hayan pretendido Wall y Grey deducir la identidad de causas. Esta duda no puede sin embargo aplicarse á las indicaciones que hacia Nollet en 1746, en sus *Lecciones de física experimental*. En efecto, segun el autor, una nube borrascosa, encima de los objetos terrestres, no es más que un cuerpo electrizado colocado en presencia de cuerpos que no lo están. *El rayo en manos de la naturaleza, es la electricidad en manos de los físicos.* Se señalan muchas semejanzas de accion; nada falta, en una palabra, á esa ingeniosa teoría, más que lo único de que no puede prescindir una teoría para ocupar definitivamente un lugar en la ciencia, la sancion de experimentos directos.

Las primeras ideas de Franklin sobre la analogía de la electricidad y del rayo sólo eran, como las anteriores de Nollet, simples conjeturas. Toda

la diferencia entre los dos físicos se reducía entonces á un proyecto de experimento, del que Nollet no habia hablado, y que parecia prometer argumentos definitivos en pro ó en contra de la hipótesis. Por este experimento debia verse, en tiempo de tormenta, si una varilla metálica aislada y terminada en punta, daría chispas análogas á las que se desprenden del conductor de la máquina eléctrica ordinaria.

(Se continuará.)

#### NEVA PILA DE AMALGAMA DE ZINC.

BAJO EL PUNTO DE VISTA DE LAS RESISTENCIAS

INTERIORES Y EXTERIORES.

La resistencia que la corriente eléctrica encuentra en el exterior de los conductores, es grande sin duda, pero la resistencia interior, que varia de  $1^\circ$  á  $90^\circ$ , es mucho más considerable. Basta por sí sola para hacer inútiles los productores más activos de electricidad.

La pila Bunsen nos ofrece un ejemplo; si sólo obra en el primer momento que se pone en accion, es evidente que experimenta una resistencia igual á  $70$  ó  $75^\circ$ . ¿A qué deben atribuirse estas resistencias interiores?

Al principiar la accion, la disolucion más concentrada y la que tiende á atravesar el diafragma, es el sulfato de cobre, que viene á reducirse sobre la superficie del zinc formando allí como un velo metálico de cobre; la accion de esta parte del zinc queda anulada, y disminuye considerablemente la de las partes próximas. Además, como el sulfato de zinc se forma abundantemente (siete veces más que el metal reducido), este sulfato de zinc tiende, á su vez, á pasar á la disolucion de cobre. Rodea el polo negativo. Entonces se verifica una doble accion sobre el cobre, la accion general de la pila tiende á reducir el sulfato de zinc, y la disolucion de sal de cobre tiende á reducir el zinc formado. De ahí nulidad completa, inercia general.

El primer remedio á este mal, consiste en poner completamente el polo negativo al abrigo de la sal de zinc, cambiando la disposicion vertical del vaso poroso, colocando los líquidos en posicion superpuesta. De este modo un sólo líquido podria filtrarse bien, pero la otra disolucion no tendria ninguna tendencia á introducirse en la disolucion inferior. Las sales, en efecto, no suben á los líquidos; y aun

cuando se elevaran, no tienen fuerza suficiente de concentracion para atravesar el obstáculo del vaso poroso.

El segundo remedio eficaz consiste en poner el polo cobre completamente á cubierto del sulfato de zinc.

Para garantizar el polo positivo tenemos un método eficaz indicado por Smée, Marié-Davy y Becquerel, el empleo del mercurio con exceso.

Nosotros hemos hecho posible el uso de esta amalgama. El zinc está en nuestro sistema completamente sumergido en el mercurio, y por lo tanto, el sulfato de cobre que caiga sobre su superficie, no permanece aislado sobre el zinc, encuentra el mercurio el ácido sulfúrico, y se amalgama; se convierte como el mercurio, en parte del polo positivo; trasmite como el mercurio, al conductor la electricidad de que hubiera podido apoderarse, hasta activar la descomposicion del zinc. Concíbese pues fácilmente que no puede haber accion local sobre el zinc.

Ahora bien; 1.º si se tiene en cuenta la imposibilidad material en que se encuentra el sulfato de zinc, por concentrado que esté, á atravesar la pared del vaso interior, sobre todo teniendo la facilidad de salir exteriormente; 2.º si se añade la facilidad de emplear mercurio en exceso, claro es que en la nueva pila quedan destruidas las mayores resistencias interiores. Y las pilas locales son totalmente imposible con el uso en el vaso poroso de un sulfato insoluble.

Las demás resistencias interiores disminuyen considerablemente. La superficie del zinc es siempre la misma; el zinc dividido por el mercurio, se halla en el estado más apto para reducirse á sal, y por consiguiente, para desarrollar toda su electricidad. La union con el conductor es tan perfecta como puede serlo sin usar soldadura. El óxido de zinc formado, se desprende de la amalgama por un efecto mecánico del mercurio; las sales de zinc no son por lo tanto adherentes; la superficie positiva está siempre libre, el sulfato de zinc se sostiene sobre la amalgama y ofrece á la corriente eléctrica una excelente conductibilidad.

Una pila construida con arreglo á los principios que acabo de enunciar, es decir, en la que el metal está dentro de una caja particular que contenga un líquido conveniente, esta pila, digo, reúne las condiciones más favorables.

El sulfato de cobre rodea siempre el polo negativo en un estado de completa saturacion, sin que pueda ser alterado nunca; el sulfato de zinc recu-

bre siempre el polo positivo; aun cuando no hubiera más que una sola gota de ácido activo, seria atacado el cobre. La mayor parte de las resistencias secundarias quedan pues tambien suprimidas.

Falta examinar el desarrollo del hidrógeno; este gas, catorce veces más ligero que el aire, se ve obligado á trasportarse en un agua fuertemente saturada, en línea horizontal de uno á otro polo; pero como no puede romper en línea recta el obstáculo que le oponen los líquidos, sigue una curva. La electrolisis del agua en la pila, se verifica en líneas curvas de cada punto de uno de los polos al otro. Hay en esta circunstancia el empleo de fuerza igual á la carga de catorce veces el peso suficiente para retener una burbuja de aire en el agua, multiplicada por el volúmen del gas desprendido en cada momento. De modo que el menor accidente basta en las pilas ordinarias, para producir el desprendimiento del gas. Las pérdidas en cantidad de electricidad debidas á esta causa, son considerables en las pilas ordinarias. En el nuevo sistema, el hidrógeno sigue su marcha natural, es trasportado en línea recta de abajo arriba, y reduce bajo el polo negativo, el oxígeno del sulfato de cobre; el vaso poroso no opone ningun obstáculo á su marcha; tampoco tenemos que temer aquí ninguna pérdida de electricidad, y estamos á cubierto de muchas perjudiciales influencias, de modo que la nueva pila es una corriente, un origen continuo de electricidad bien regular. En estas condiciones, por último, la polarizacion de las planchas y las corrientes secundarias son imposibles, y esta es una inmensa ventaja, porque la pila produce entónces toda su accion sin que haya que temer ningun deterioro en los polos, sin ninguna pérdida por consiguiente del material empleado. — FORTIN.

(Les Mondes.)

MINISTERIO DE LA GOBERNACION. — *Direccion general de Telégrafos.* — Negociado 2.º Servicio. Circular núm. 2. — Al dirigirme al Cuerpo en mi carta circular 1.º de Diciembre último, anunciándole cuáles eran mis propósitos para el desempeño de su Direccion, nada indiqué sobre un punto de que no consideraba necesario hablar, porque hasta inconveniente me parecia recordar el cumplimiento de deberes que deben estar en el ánimo de todos, por lo mismo que su olvido puede afectar al modo de ser y hasta la existencia del Cuerpo.

Me refiero á la abstencion que todos los empleados del ramo de Telégrafos, los Jefes como los Su-

balternos; deben guardar de mezclarse en las luchas de la política activa, observando en ellas el prudente retraimiento que cumple á unos funcionarios, que por la inamovilidad de sus destinos están llamados á servir á todos los Gobiernos, sean cuales fueren los principios políticos que representen.

No es discutible, siquiera la proverbial tolerancia del actual Gobierno, que en la reciente lucha electoral se ha visto combatido en varios puntos por los mismos empleados que le deben su nombramiento: nadie es más respetuoso tampoco para las opiniones de los demás, que el Director que suscribe; pero no es posible desconocer, sin cerrar los ojos á la luz, que dado el estado de educacion politica de nuestro país y la poca tolerancia que distingue á los partidos, no es dable identificarse prácticamente con uno de ellos, sin hacerse sospechoso á los demás, ni ha llegado todavía el caso de que los Españoles conciban la posibilidad de hermanar los deberes del empleado, que ha de ser bajo todos los Gobiernos, con los derechos políticos del ciudadano libre en cuanto al ejercicio de sus principios.

Y la verdad es, que es preciso que las Corporaciones, como los individuos, se acomoden en su modo de ser á las condiciones sociales del país en que existen, lo cual exige que en el nuestro, el Cuerpo de Telégrafos deba constituir una especie de sacerdocio del sigilo y de la puntualidad, cuya disciplina interna le ponga á cubierto de todo embate político, y haga que sea santa é inalterable la inamovilidad establecida para él en las leyes.

Se consideraria como un acto arbitrario, inmoral y grandemente lamentable, el que cualquier Gobierno despojara de sus destinos á los empleados del ramo que se hubieran distinguido por su lealtad en servir á una Administracion anterior, representante de opiniones políticas opuestas á las suyas; pareceria depresivo y despótico que se inquirieran las opiniones políticas de cada individuo del cuerpo para conservarlas en él. ¿Por qué no ha de parecernos injusto, desleal y absurdo que el empleado se ampare en su inamovilidad y en la clausura de su escala, para hostilizar políticamente al Gobierno que se las respeta, sin reparar en la diferencia de sus opiniones políticas?

Por otra parte, el Cuerpo de Telégrafos no tiene razon de ser como cuerpo cerrado é inamovible, sino en cuanto estas circunstancias produzcan en el público y en los Gobiernos la confianza, el respeto y la consideracion de que por ellas tienen garantizados en el empleado la fidelidad al secreto, que constituye la esencia de este poderoso elemento de

civilizacion y de progreso; y no es posible que los Gobiernos ni el público tengan confianza en la religiosidad del sigilo de un funcionario á quien venitomando parte en las luchas ardientes y apasionadas de la política, porque está en el ánimo de todo el mundo el peligro de que el entusiasmo de esas mismas luchas le hagan olvidar un instante, y con un instante basta, deberes cuyo cumplimiento exacto exige la más escrupulosa y delicada conciencia.

Por desgracia esta Direccion ha observado, con motivo de los recientes sucesos de Andalucía, de la contienda electoral que acaba de pasar, que no todos los empleados del ramo han tenido presentes ni procurado la estricta observancia de estos principios, que deben ser rudimentarios y estar impresos siempre en el ánimo de las clases todas; y al consignarlo así con sentimiento, y al apelar de nuevo al recurso de los consejos benévolos, sérvé en la sensible necesidad de anunciar que no prescindirá del de un rigor saludable en el castigo, si por desgracia se desoyeran sus paternales amonestaciones.

Resuelta esta Direccion á no apartarse de este camino, por nada ni por nadie, espera que, considerando como una falta el acto de tomar parte sus subordinados en las cuestiones de política activa en cualquier sentido, la dé V. S. parte de cualquiera que cometan ya en reuniones públicas ó asociaciones, ya propagando por medio de la prensa estas ó las otras ideas de índole pura y esencialmente política.

Del recibo de la presente circular y de haberla comunicado á todas las estaciones, se servirá V. S. dar aviso.

Dios guarde á V. S. muchos años. Madrid 25 de Enero de 1869.— El Director general, Venancio González.

## FUERZA ELECTRO-MOTRIZ DE LOS LIQUIDOS.

Humphry Davy observó que puede producirse una corriente eléctrica combinando discos de un sólo metal con capas de líquidos diferentes. Ensayó sucesivamente el estaño, el zinc, la plata, el cobre y el plomo mojados por ácidos, agua pura y disoluciones de sulfato de potasa y sulfito de potasio.

Aun cuando estos experimentos no sólo se han repetido; sino que también se han hecho extensivos al caso de dos láminas de un sólo metal mojadas por un sólo líquido, está muy lejos de haberse agotado la cuestion, y aún puede esperarse que

salga una aplicacion útil de una nueva combinacion. El resultado de estos experimentos es el siguiente: Repitiendo los experimentos de Davy, pero empleando soluciones salinas colocadas en vasos dispuestos como en el elemento Daniell, he obtenido algunos resultados, de los que, hasta ahora, los más importantes son los siguientes:

El vaso poroso contiene una disolucion saturada de sulfato de zinc, ó de cloruro de zinc, y el otro, una solucion saturada de cianuro de potasio, y se introduce una lámina de zinc en cada uno de los líquidos. Estando cerrado el circuito, el sulfato de zinc se reduce, y el metal se deposita con adherencia. Lo mismo sucede con el cloruro de zinc, al principiar la accion; pero el depósito se hace muy pronto pulverulento. La intensidad magnética de la corriente de este elemento de pila, es á la de un elemento Daniell, de igual dimension, como 28 es á 53. Pero es ménos constante. El uso del cianuro de potasio presen ta tambien dificultades. Creó, sin embargo, que no serán insuperables. La fuerza magnética de un elemento montado con el cianuro de potasio y un cloruro doble de mercurio y de potasio,

**KCL, (Hg Cl)º.**

es á la de un elemento Bunsen, de iguales dimensiones, como 81 es á 93.

Los números que expresan las fuerzas magnéticas relativas de un elemento de mi pila y de los elementos de Bunsen, Marié-Davy y Daniell, son los siguientes:

ELEMENTOS.	Fuerza magnética.
------------	-------------------

Bunsen..... 933

**MOVIMIENTO DEL PERSONAL EN LA SEGUNDA QUINCENA DEL MES DE ENERO.**

Cloruro doble, KCL, (Hg Cl)º, y clorhidrato de amoniaco..... 601  
 Mirié-Davy..... 548  
 Daniell..... 384

Los circuitos exteriores eran idénticos, y los elementos de iguales dimensiones, y los líquidos del mismo volúmen. Con las dimensiones empleadas, mi elemento ha sido el más constante de todos.

ROUDET.

(Les Mondes.)

El subinspector tercero D. Leopoldo Dalmau nos manifiesta, que en el movimiento del personal, publicado en nuestro antepenúltimo número, aparecia su traslacion de Zaragoza á Huesca, accediendo á sus deseos, siendo así que él no lo habia solicitado. Efectivamente, por un error material apareció esta equivocacion, que nosotros nos apresuramos á rectificar complaciendo á nuestro compañero, puesto que debió consignarse, por razon de servicio.

**SUMARIO.**

- Sobre las teorías modernas de la luz.
- Alejandro Volta.—Nueva pila de amalgama de zinc.—Circular de la Direccion.
- Fuerza electro-motriz de los líquidos.—Suelto.—Movimiento del personal.

MADRID.—1869. Tipografía de GREGORIO ESTRADA, Hiedra, 7

**TRASLACIONES.**

CLASES.	NOMBRES.	PROCEDENCIA.	DESTINO.	OBSERVACIONES.
Auxiliar 1.º	D. José Ruiz del Barrio.....	Miranda.....	Vitoria.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Mateo Morino.....	Vitoria.....	Miranda.....	Idem.
Telegrafista 1.º	D. Juan Diaz y Amarillas.....	Sevilla.....	Badajoz.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Tomás Alfonso Mayoral.....	San Sebastian.....	Irún.....	Por razon del servicio.
Idem 2.º	D. Ildefonso Oria.....	Huesca.....	Zaragoza.....	Por permuta.
Idem.....	D. Antonio Albarez.....	Zaragoza.....	Huesca.....	Idem.
Idem.....	D. Crisanto Dano.....	Badajoz.....	Andójar.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Francisco Marti.....	Andójar.....	Sevilla.....	Idem.
Idem.....	D. Daniel Valera.....	Excedente.....	Idem.....	Idem.
Idem.....	D. Eugenio Sanchez.....	Idem.....	Huesca.....	Idem.