Á LAS BIBLIOTECAS
PÚBLICAS

DEDICAN ESTE LIBRO

LOS

Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos,

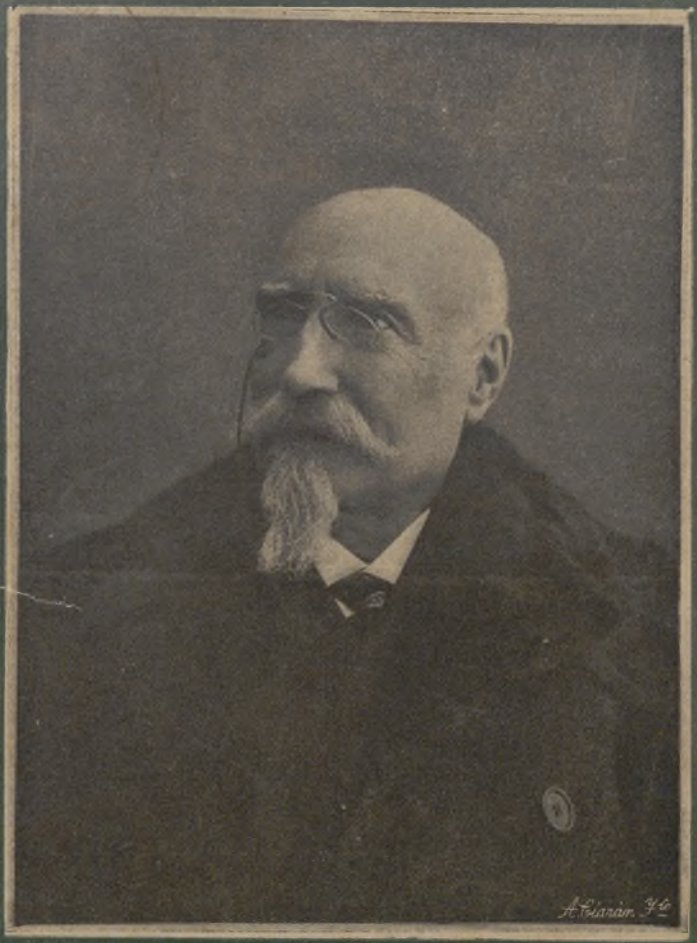
que lo han editado
en homenaje á su insigne compañero

D. José Echegaray

para difundir su labor
de vulgarización científica.

19 de Marzo de 1905.

MADRID
Imprenta Hijos de J. A. García
Campomanes, 6.



J. Echegaray.

CIENCIA POPULAR

J. [illegible] aray.

Ciencia popular.

Á LAS BIBLIOTECAS
PÚBLICAS

DEDICAN ESTE LIBRO

LOS

Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos,

que lo han editado
en homenaje á su insigne compañero

D. José Echegaray

para difundir su labor
de vulgarización científica.

19 de Marzo de 1905.

MADRID
Imprenta Hijos de J. A. García
Campomanes, 6.

ADVERTENCIA DE LOS EDITORES

Los Ingenieros de Caminos habían acordado adherirse con entusiasmo á la idea de tributar un homenaje nacional á su insigne compañero D. José Echegaray, con motivo de habérsele otorgado uno de los premios de la fundación Nobel, asociándose á cuantos actos de carácter general pudieran celebrarse; pero hasta fin de Febrero no concibieron la idea de editar el presente libro, destinado á agrandar y perpetuar la labor meritísima de divulgación científica á que Echegaray ha consagrado su talento portentoso, su actividad incansable, y ese cariño por las clases populares que distingue su obra y le ha granjeado las justas simpatías del país entero.

Para coleccionar é imprimir los artículos, publicados en su mayor parte en *El Imparcial* y *El Liberal*, se disponía ciertamente de un plazo en extremo reducido; sólo realizando un esfuerzo extraordinario por parte del numeroso personal que ha intervenido en la tarea, contando con la cooperación prestada por los Sres. Ortega Munilla y Moya, Directores de aquellos dos importantes periódicos, y con el celo y valentía con que los impresores han desempeñado su cometido, podía conseguirse que quedara éste terminado en el breve plazo disponible. Á todos agradecemos profundamente la colaboración eficaz que han prestado á nuestra empresa.

No extrañará, después de esta declaración, que aparezcan los artículos en el libro sin sujeción á clasificación alguna, ni siquiera por orden cronológico; lo corto del plazo ha exigido revisar á la vez, por distintas partes, las colecciones de los periódicos citados, copiar inmediatamente los artículos y entregarlos á la imprenta sin pérdida de tiempo. Estas mismas razones justifican el que no se hayan po-

dido reunir los demás trabajos del mismo autor y de análogo carácter que han visto la luz en los demás periódicos y en algunas revistas. No hemos, pues, realizado un trabajo completo, sino un trabajo parcial, entregando al público una fracción importante de esa soberbia obra del ilustre maestro, en que valiéndose de su arte maravilloso, acaso por nadie superado, de exponer con claridad y al alcance de todos, los más elevados temas científicos, ha contribuído poderosamente á difundir tan valiosos elementos de cultura. Tiene este libro, por lo tanto, el carácter científico-popular, análogo al editado há tiempo con el título de «Teorías modernas de la Física», en que se coleccionaron los artículos siguientes:

El método racional y el método empírico en las ciencias físicas.

Sobre la teoría moderna del calor.—Grandes unidades del mundo material.

Sobre las teorías modernas de la luz.—Vibraciones del éter.

Sobre las teorías modernas de la luz.—Interferencias y transformaciones.

Electricidad y magnetismo.—Resultados experimentales y teorías diversas.

Resumen de las teorías modernas sobre el calor, la luz, la electricidad y el magnetismo.

Aplicación de las teorías precedentes.—Análisis espectral.

Carácter de los conceptos matemáticos.

La transmisión de las imágenes.

De la conservación de la energía en el mundo material.

Las máquinas solares.

Del cuerpo humano como máquina de transformación del pensamiento en fuerza material.

El alfabeto.

Exposición de la electricidad en París, 1881.

Exposición de la electricidad en París.

Artículos varios sobre electricidad.

No es, según se sabe, la de vulgarización la única labor á que el Sr. Echegaray ha consagrado sus tareas como escritor científico: aparte sus numerosas obras (1), la Revis-

---

(1) Tratado elemental de Termodinámica.
Introducción á la Geometría superior.
Cálculo de variaciones.
Problemas de Geometría.
Problemas de Geometría analítica.
Memoria sobre la teoría de las determinantes.
Resolución de las ecuaciones de grado superior y teoría de Galois.
Teoría de las funciones elípticas (conferencias).
La afinidad química.
Integrales múltiples.
Introducción á la teoría matemática de la luz.
Teorías sobre la cuadratura del círculo.

TA DE OBRAS PÚBLICAS ha publicado diferentes trabajos sobre «Termodinámica», «Movimiento continuo», «Ecuaciones superiores y teoría de Galois», «Funciones elípticas», etc., y aquélla publicación insertará en sus columnas otros artículos de carácter técnico elevado, análogos á los anteriores, en que la inteligencia poderosa de su autor ilumina con luz meridiana todas las cuestiones que dilucida, por obscuras y abstractas que sean. Con ello los Ingenieros de Caminos contribuirán á completar el presente libro, aumentando los partícipes en la grandiosa obra que, para su gloria y gloria de España, ha sabido levantar D. José Echegaray con sus talentos, su patriotismo y su actividad.

Ciencia popular.

INDICE [1]

Páginas.

(1) Estos artículos proceden, casi en igual número, de *El Imparcial* y *El Liberal*.

Páginas

Páginas

ILUSIONES Y REALIDADES

Alrededor de dos polos gira la existencia humana.

El polo de las ilusiones.

Y el polo de las realidades.

Y aquí sí que pudiéramos decir, imitando á cierto poeta, que uno de estos polos es el ardiente y otro el helado polo.

¡Qué hermosas son las ilusiones! Sin ellas, la vida sería imposible. Ellas nos animan, ellas nos alientan, ellas nos van guiando, y forman, por decirlo así, la Corte divina que rodea la esperanza.

¡Qué triste es, por lo menos qué áridas son al parecer las realidades! Ellas nos educan, es cierto; pero por el sistema antiguo, golpeándonos; haciendo que entre en nosotros, á fuerza de sangre, la letra de la sabiduría.

Y no sólo en lo que pudiéramos llamar la vida social, sino en la misma naturaleza, tropezamos á cada instante con ilusiones y realidades.

No hay fenómeno en el Cosmos que no tenga una apariencia, que para el ser humano es casi siempre una ilusión, y que no lleve dentro de sí una realidad, que es la verdad científica.

El cielo es azul y finge una inmensa bóveda que nos envuelve. ¡Y qué hermosa y qué clara y qué esplendente se nos muestra en las horas del día, y qué tachonada de estrellas en las noches tranquilas y despejadas! Es el *cielo*, y este nombre le damos. Y con el pensamiento le seguimos prolongando hacia el infinito, cada vez más azul y más espléndido, y más poblado de ángeles y de seres celestiales.

Pues la ciencia nos dice que todo esto es ilusión.

El azul del cielo es un juego de la luz, y más allá del velo celeste sólo existen las negruras sin fin del espacio.

Una ilusión luminosa ocultando las tinieblas de la realidad.

Hermosos son los celajes del Poniente. Cortinajes de grana, flecos espléndidos de oro, mares de fuego, manojo de rayos que se prolongan por la extensión como áureas flechas, matices indescriptibles, tintas que se desvanecen, armonías maravillosas de luz y de color.

Pues la ciencia nos afirma, que todas estas her-

mosuras son otras tantas ilusiones. Una soberbia mascarada de la óptica. Porque si penetramos en esos sublimes celajes, sólo encontraríamos, en cuanto faltase el sol, nubarrones obscuros, gotas de agua suspendidas en los aires, nieblas sin color que empaparían nuestro cuerpo miserable.

Y sin ir más lejos, sin abandonar lo que llamamos *cielo*, sin bajar á la *tierra*, que es tradicionalmente engañosa y traidora, evocando el próximo y estupendo eclipse total de sol, todavía encontraremos agazapada á la realidad, y con sonrisa burlona, tras las magníficas ilusiones que han sido la admiración de todo el mundo.

¡Qué astro tan nuevo y tan maravilloso hemos visto en el cielo! El centro negro y redondo, y alrededor la espléndida corona. ¡Cuántas emociones ha despertado! ¡Cómo ha hecho latir los corazones! ¡A cuántas ideas nobles ha dado aliento! ¡Con qué religiosa admiración se han dirigido todas las pupilas hacia aquella negra pupila del espacio circundada de luminoso iris!

Pues toda esta hermosura es ilusión.

La ciencia lo dice y lo demuestra. Ese astro soberano, que ha vivido poco más de un minuto, es una apariencia, una mentira más del espacio; una ilusión de nuestros sentidos. Es la luna, cuerpo muerto que oculta al sol, pero que no puede ocultar su atmósfera. En vez de formar una unidad, están á millones

de leguas uno de otro, sin sospechar nuestro engaño ni nuestras ilusiones.

Efectos de la perspectiva. Efectismos astronómicos con que engañan los cielos á los pobres espectadores de la tierra.

La realidad en este caso es fría y árida. Geometría, y pura geometría. Ya lo hemos dicho en otra ocasión: un triángulo largo y estrecho, el formado por el sol, la luna y la tierra, que casi se convierte en una recta. ¡Quién habría de creer que este capricho de la geometría hubiera de despertar en el ser humano tantas, y tan hermosas, y tan puras y sublimes emociones!

¡Siempre la ilusión, bella y consoladora; siempre la realidad, árida, implacable y fría!

Y si de las esferas celestes descendemos á la tierra, apenas batirá la péndola del reloj un segundo, sin que en tan corto tiempo tendamos la mano con anhelos de esperanza para coger una ilusión, y martirice nuestra carne la aspereza de una realidad.

En el hombre más sabio, en el cerebro más noble, ¡cuántas necedades, cuántas ignorancias no andan acurrucadas por los rincones de las misteriosas celdillas!

En el corazón del hombre más leal, ¡cuántas traiciones no se retuercen, siempre esperando hacer presa!

La mujer más hermosa, vista al microscopio, ¡qué

ser tan horrible! Su cutis suavísimo, mentira; sus ojos llenos de luz, mentira también. Suavidades, coloraciones, dulces ondas, espléndida cabellera, todo bien analizado se resuelve en prosáico conjunto de enmarañados tejidos, de celdillas, cada una de las cuales es un animalillo antiestético, ó en reacciones químicas nauseabundas.

Otra vez la ilusión, con todas las ilusiones del amor: otra vez la realidad, con su escalpelo, que es verdadero escalpelo para el hombre.

En los campos, y en las selvas y en los montes, lo mismo en las flores que en las espumas, de lejos hermosuras espléndidas, de cerca tierra y barro ó sucio polvo: hojas y flores llenas de animalillos. Blancas espumas que se deshacen en la playa y se convierten en agua de cruel amargor.

En todas partes lo mismo: la ilusión consoladora y bella, la realidad que analiza, seca y destruye, y nos devuelve ilusiones y esperanzas hechas girones, sin más jugo que el de la burla ó el del escarnio.

¿Es que no existirá belleza ni consuelo más que en la mentira?

¿Es que la verdad será siempre desesperada y triste?

¿Será la ilusión siempre el arco iris?

¿Será siempre la verdad un esqueleto?

¿Será el pesimismo la única filosofía verdadera?

Las sentencias de muerte hay que pensarlas mu-

cho. Para condenar á pena capital siempre hay tiempo de sobra. No nos precipitemos.

No hay que negarlo. La ciencia es implacable, y al parecer es fría y árida y mata muchas ilusiones.

Pero esto no debe de extrañarnos. La ciencia es eminentemente analítica: descompone, divide; hace la autopsia de las cosas y de los seres; de sus manos sale el universo hecho polvo, y el polvo de un arenal tiene pocos elementos estéticos.

La ciencia divide á los cuerpos en moléculas, á las moléculas en átomos: aplica la mecánica y aplica el cálculo; y todo lo reduce á movimientos y á números.

Este es el primer esfuerzo de la razón, esfuerzo eminentemente analítico.

Los fenómenos complejos no los comprende de pronto, no los puede abarcar, tiene que dividirlos en hechos aislados, y cuanto más sencillez, mejor para el estudio.

Pues esto nos explica por qué las ciencias positivas son eminentemente pulverizadoras; por qué sus primeros resultados destruyen todas las ilusiones de los sentidos.

El hombre lo primero que siente son *las unidades, las armonías, los conjuntos sintéticos*, los fenómenos en su complicación, mejor dicho, ciertas resultantes grandes ó pequeñas de estos fenómenos. El cielo con todas sus luces y colores y todos sus astros. El mar

con todos sus oleajes y todas sus espumas, y perdiéndose en el horizonte, que no parece sino que desagua en el mismo cielo. El bosque con todos sus árboles y todas sus hojas, con sus luces y sus sombras, con sus misteriosos murmullos y su hervidero de vida; los grandes valles con sus ríos, las grandes montañas con sus nieves, el aire con sus aves, las muchedumbres con la grandeza oceánica de sus pasiones, el hombre con las complicaciones de su ser, la mujer con sus hermosuras, que si se las toca para analizarlas se las profana. Siempre la unidad cuajada de variedad y de relaciones múltiples, de donde resultan trágicos contrastes como entre nubes tempestuosas cargadas de electricidad ó divinas armonías.

Pero si los sentidos y la imaginación y aun el cerebro como órgano vivo que recibe impresiones totales, no aprecian más que grandes totalidades con la riqueza infinita que contienen la ciencia y la razón, precisamente para penetrar en esas grandes complicaciones del Cosmos, necesita empezar provisionalmente—entiéndase bien, provisionalmente—por dividirlas y analizarlas. Y en el mar estudiará una gota y luego otra gota; y después una ola, una no más, y una corriente aislada; y una partecilla de sal; y un pez del cual todavía hará la autopsia. Y en el aire un átomo de oxígeno y otro de ázoe; y un rayo de luz blanca que todavía dividirá en luces elementales, y en cada una de ellas una oscilación

del éter. Le costará un trabajo inmenso estudiar una nube, y del rayo no tomará más que una chispa, que pondrá á prueba en sus máquinas de laboratorio. Si coge una ave, hará con ella lo que hizo con el pez, despojarlo de escamas: le quitará todas sus plumas, dividirá todas sus fibras y todos sus nervios, y todo lo someterá al análisis químico ó al microscopio; y en la selva estudiará hoja por hoja, insecto por insecto, una lentejuela irisada de cada mariposa, una gota de cada savia.

Y así estudiará cada valle y cada monte y cada palpitación del ser humano.

Sólo de esta manera se forman las ciencias, empezando por el estudio de los hechos. Y al proceder de esta suerte, la ciencia está en lo firme y sigue el único camino que conduce á la verdad.

Ahora bien, si la ciencia no hiciera otra cosa; si se detuviera en el análisis infinitesimal, si pretendiese que no existen en el Universo sino los añicos en que lo ha dividido para estudiarlo, la ciencia sería incompleta, y más que incompleta, falsa.

La realidad no es el añico, no es el grano de polvo, no es el elemento abstracto del mecánico, no es el número aislado del matemático. A los que tal sostuvieran pudiéramos decirles que entendían la realidad de este modo, la realidad es la mentira y la ilusión, y que la ilusión con todas sus deficiencias es más real que la realidad triturada.

Y estas reflexiones provisionales nos conducen á no despreciar con excesiva precipitación lo que antes llamábamos ilusiones y á no convertirnos en adoradores ciegos y fanáticos de esas pretendidas realidades que casi son ilusiones de andamiaje científico.

Puesto que sentimos luces y colores y bellezas y armonías, y grandes unidades, de una manera ó de otra, esas unidades existirán. La palabra es otra ilusión más, pero con palidez de neblina y horror de negrura.

No exageremos, por lo tanto, la oposición que al empezar este artículo mostrábamos entre las realidades y las ilusiones.

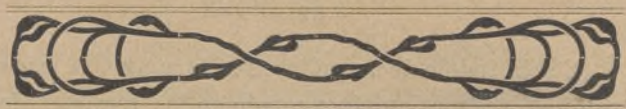
La ciencia analítica, dijimos antes, es el principio de la ciencia; pero no es toda la ciencia.

Después de la destrucción sistemática de los fenómenos y de las cosas, después de estudiar pieza por pieza todas las que están á nuestro alcance en la gran maquinaria del Universo, es preciso reconstruir la máquina y ver cómo el conjunto de sus energías internas se desarrollan y funcionan. En suma: después del análisis viene la síntesis, que es la segunda parte y la más elevada de todas las ciencias, y que viene á restablecer, ó por lo menos este debe ser su noble esfuerzo, todas las hermosuras de la ilusión, todas sus armonías y todas sus esperanzas, sin perder una sola y sin achicarlas y sin afearlas tampoco, haciéndolas, al contrario, más grandes, más her

mosas y más sólidas. Tendiendo á armonizar en una síntesis suprema lo luminoso de la ilusión con lo firme de la realidad. Que este trabajo inmenso no lo ha realizado todavía la ciencia, ya lo sabemos; pero que está en camino, es evidente: el sabio y el poeta deben completarse.

La demostración sería larga y este artículo lo va siendo también.

Quede, pues, para otra ocasión.



DOS NUEVAS INVENCIONES

Las invenciones son menos envidiosas que las personas, y perdóneseme lo estrambótico de la comparación.

Pero hay que convenir en que cualquier máquina ó cualquier mecanismo tiene mejores condiciones de carácter y es más disciplinado que el ser humano.

Podrá tal invento no hacer todo lo que se le pida, pero será porque no pueda hacerlo, por falta de energía ó de habilidad, en suma, por imperfecciones de su naturaleza y por ello nunca se le podrá hacer ningún cargo. Ya se dijo en latín y yo lo diré en castellano: Á lo imposible, nadie está obligado.

Pero dos ó más inventos, como puedan ayudarse, sin vanidades ni rencillas se ayudan, procurando realizar entre todos una obra común.

Y si la índole de la aplicación lo exige, el más sublime y el más empingorotado en las regiones de la ciencia, toma el puesto bajo y sirve de auxiliar á cualquier otro invento modestísimo.

Ejemplo que no siempre los hombres imitan.

Decimos todo esto á propósito de una combinación reciente de dos inventos, ambos importantísimos, en la que sin hacer valer sus respectivas categorías se han prestado á tomar parte uno y otro.

Ambos inventos son el teléfono y el fonógrafo.

Y ambos se combinan con el objeto que vamos á indicar.

Nadie duda que el teléfono es una gran invención y que está prestando grandes servicios.

Oir la voz humana á mil kilómetros de distancia, por ejemplo, es una verdadera maravilla, pero además es una maravilla utilísima.

Y sin embargo tiene sus deficiencias. Al fin y al cabo es una conversación, y de la conversación no queda rastro. Aquello de que las palabras vuelan, es tan aplicable á la palabra ordinaria como á la palabra eléctrica.

Sí; la palabra escrita permanece, subsiste, se conserva. La palabra hablada se desvanece, sin dejar señal de su existencia.

Esto que á veces tiene sus ventajas, tiene sus inconvenientes cuando á los dos interlocutores ó á uno de ellos le conviene que lo que han dicho permanez-

ca escrito. Se presenta este caso siempre que por medio del teléfono se contrata. Por ejemplo, en el comercio ó en los negocios.

Lo fugaz de la conversación telefónica había sido hasta aquí un grave inconveniente para las que podemos llamar contrataciones eléctricas ó telefónicas.

Este inconveniente se ha vencido con el sistema de M. Dussaud.

Y el sistema es bien sencillo, y es extraño que no se ocurriera desde el primer momento.

Consiste en combinar el fonógrafo con el teléfono. Aquél viene en auxilio de éste, y se convierte en testigo incorruptible de la conversación que oye.

Es un notario de perfección admirable.

Dos personas hablan por teléfono, pues basta que les oiga un fonógrafo: él conservará la conversación, él la repetirá cuando sea preciso sin alterar ni una sílaba, él dará fe de que tal interlocutor dijo esto y aquello y de que el otro interlocutor le contestó tales ó cuales términos. Nada más sencillo ni nada más perfecto.

Y aquí se abre un vastísimo campo para innumerables aplicaciones.

No sólo sirve la combinación del teléfono y el fonógrafo para la contratación telefónica á modo de agente notarial, sino que sirve todavía para el mejor servicio del mismo teléfono.

Una persona está fuera de casa. Otra persona á

mil kilómetros de distancia quiere comunicarle un aviso, una orden, una noticia, y sin embargo por la ausencia del primero no puede ponerse en comunicación con él.

En el sistema ordinario el problema no tiene solución, á menos que no acuda un individuo de la familia ó un sirviente, lo cual no siempre podrá convevenir y no siempre es seguro.

Con la nueva invención la dificultad queda vencida.

El fonógrafo está siempre en su puesto, como sirviente fiel, celoso, reservado y de buena memoria.

El recoge la comunicación y la conserva hasta que vuelva su dueño. Y como éste vuelve y pone en marcha el cilindro, el sirviente metálico repite escrupulosamente á su dueño todos los recados que en su ausencia dejaron para él.

No hay medio que al fonógrafo se le olvide ningún aviso ni lo equivoque.

La combinación de ambos admirables aparatos exige, sin embargo, ciertos perfeccionamientos y adiciones que, en rigor, constituyen el invento de monsieur Dussaud.

Estos inventos parciales son de dos clases.

Para conseguir tales resultados, es preciso, en primer lugar, poner en marcha desde el punto de partida el fonógrafo del punto de llegada, y recíprocamente. Lo cual se comprende que, por el medio

del alambre del teléfono se puede conseguir con facilidad suma: basta emplear una corriente que, obrando como pequeña fuerza motriz, engalgue ó desengalgue el fonógrafo receptor.

Y lo mismo podrá hacerse en cada estación con el fonógrafo que le corresponde.

Son procedimientos y reglas del servicio en que no hay para qué insistir.

En segundo lugar, y esto es muy importante, el inventor ha introducido modificaciones varias, tanto en el transmisor como en el receptor telefónico, con el fin de reforzar la acción de uno y otro.

Ha aumentado la sensibilidad del transmisor, haciendo actuar las ondas sonoras sobre una ó muchas membranas de micrófono, y sobre una ó sobre las dos caras de estas membranas.

Y ha aumentado á la vez la sensibilidad del receptor, empleando electroimanes de facetas, cada una de las que ejerce su acción sobre una placa vibrante, las cuales, por varios tubos, transmiten la vibración al fonógrafo.

Sobre dichas combinaciones no se han publicado todavía pormenores precisos, al menos que yo sepa; pero aun suponiendo que fuesen conocidos, tampoco serían propios de esta crónica, en la que sólo podemos indicar ideas generales.

La idea fundamental es bien sencilla: poner al servicio de cada teléfono un fonógrafo, como se pu-

diera poner una persona, y dada la acción simultánea del fonógrafo y del teléfono, la esfera de acción de ambos aparatos acoplados se extiende considerablemente.

Se comprende que los abonados al teléfono, no sólo pueden oir un discurso, un sermón, un debate parlamentario, un concierto musical, sino que pueden, si para ello tienen autorización, conservar en los cilindros del fonógrafo, lo mismo la pieza musical, que el sermón, el drama ó los discursos.

El libro de donde tomamos estas noticias agrega, que no se trata de hipótesis más ó menos ingeniosas ó de teorías más ó menos probables, sino de aparatos ya construídos y de experiencias concluyentes llevadas á cabo ante varios miembros de la Academia de Ciencias.

Resumiendo M. Dussaud los resultados obtenidos con su teléfono registrador, dice que éste tiene por objeto:

1.° Registrar los telefonemas á medida que se van comunicando y conservar su inscripción en los cilindros del fonógrafo para reproducirlos cuando se crea conveniente.

2.° Registrar los telefonemas que se reciben en ausencia de la persona á quien van dirigidos, la cual, al volver, podrá oirlos de viva voz haciendo marchar su fonógrafo.

3.° Registrar y conservar las órdenes, instruccio-

nes y consignas de cualquiera administración ú oficina.

4.° Registrar asimismo las noticias, avisos, informaciones ó artículos enviados á las Agencias de los periódicos.

5.° Registrar los debates políticos, judiciales ó de cualquiera otra clase.

6.° Registrar en los fonógrafos de los abonados á representaciones teatrales los dramas y las piezas de música, que podrán reproducir para su especial uso siempre que les agrade, suponiendo por de contado que hayan adquirido este derecho.

Tenemos, pues, abierto un campo casi ilimitado para los servicios telefónicos.

Decíamos al empezar este artículo, que los inventos después de haber dado de sí todo lo que pueden dar aisladamente aplicados, podían combinarse unos con otros, resultando lo que pudiéramos llamar *inventos compuestos*, que viene á servir nuevas necesidades; porque la naturaleza humana es insaciable, jamás se muestra satisfecha, pocas veces contenta, y sus contentos y sus satisfacciones le duran poco.

Siempre pide más de lo que tiene y siempre se cree con derecho á exigir algo mejor que aquello de que goza.

El teléfono es una maravilla: al pronto así lo reconoce y lo confiesa todo el mundo. Pero bien pronto se le ocurre á cualquiera que la palabra eléctrica

es fugaz, y con nuevas exigencias da motivo al nuevo invento á que acabamos de referirnos.

Pues con todas las prodigiosas invenciones de este siglo sucede otro tanto.

Por ejemplo: el telégrafo ordinario ha prestado y presta inmensos servicios. Y bien, ya se imaginan muchas gentes que es lento y pesado en sus transmisiones.

En efecto, todo despacho hay que transmitirlo letra por letra, y cada letra exige, por decirlo así, una pequeña maniobra del telegrafista. La maniobra será pequeña, será mínima, será un movimiento casi automático del empleado; pero es que las letras son muchas aún en el despacho más breve; y si se trata de transmisiones periodísticas, discursos, documentos ó sucesos graves, las letras se cuentan por millares, por millares las pequeñas maniobras ó los pequeños movimientos y la transmisión resulta pesada y enojosa.

La corriente eléctrica es como una ave de vuelo rapidísimo: vuela el fluido eléctrico como vuela el pensamiento; pero el ave puede llevar sujeto con cintas un pequeño papel, una carta, y no puede llevar un libro.

Al fluido eléctrico le sucede otro tanto.

Mas aquí aparece el sistema de MM. Pollak y Virag, ensayado con buen éxito en Budapest, mediante el cual, en una línea de 1.000 kilómetros, se han

podido transmitir 80.000 palabras en una hora. Es decir, más de 22 palabras en cada segundo de tiempo.

Observe el lector que no son letras, sino palabras completas; que si para las letras hiciéramos el cálculo resultaría un número enorme.

Esto es en una línea de 1.000 kilómetros; mas disminuyendo algo la distancia, en cada hora puede transmitirse unas 100.000 palabras. En suma: podría transmitirse un libro por hora.

Procuraremos, para completar estas noticias, dar una idea del nuevo invento; pero una idea muy sucinta y muy elemental, ya que no es posible otra cosa.

Distingamos, como siempre se distingue en estos problemas, el transmisor y el receptor.

El transmisor está formado por un cilindro metálico en comunicación con la línea general. Este cilindro está animado de un movimiento de rotación, en el cual arrastra á una tira de papel perforado de antemano y cuyos agujeros, por decirlo así, corresponden á los puntos y á los trazos del alfabeto Morse.

Si otro cilindro metálico está unido también á la línea, cuando entre los dos cilindros pase un agujero, pasará la corriente, porque el metal está en contacto con el metal; y, por el contrario, cuando entre los dos corra una parte de la cinta no perforada la corriente se interrumpirá porque la cinta servirá de interruptor ó aislador.

Ahora bien, la cinta puede pasar con toda la velocidad que se quiera, y en esto consiste la rapidez de la transmisión.

No es la mano de un telegrafista, cuyos movimientos, por grande que sea su habilidad, tienen un límite de rapidez. Es una cinta y un cilindro que marchan con velocidad grandísima, y en teoría, aunque no en la prática, con tanta velocidad como se quiera.

Pasemos al receptor.

En rigor, el receptor es un teléfono que recibe las vibraciones del punto de partida. No son las vibraciones de la voz, sino las vibraciones ó corrientes alternativas de un lenguaje convencional, que es precisamente ó puede ser, como hemos dicho, el del aparato Morse.

Ahora bien, la placa de este teléfono lleva un espejo, y sobre este espejo cae un rayo de luz que reflejándose en él oblicuamente viene á dar sobre un papel fotográfico arrollado á un cilindro, el cual gira con la misma velocidad con que gira el del aparato transmisor.

En suma: esta cinta fotográfica recibe en cierto modo la imagen de la cinta perforada del punto de partida.

Porque, en efecto, á medida que la placa del teléfono vibra, el espejo se mueve reproduciendo los movimientos de la vibración, y en uno y otro sentido se desvía el rayo de luz, y por lo tanto, al herir el pa-

pel fotográfico en él traza una línea ondulada, que es la escritura simbólica del despacho telegráfico.

El mecanismo no puede ser más ingenioso, pero los especialistas dudan que, hoy por hoy, sea práctico.

Y en efecto, aunque la transmisión y la recepción pueden ser rapidísimas, llegando á esas cifras inverosímiles de 80 y 100.000 palabras por hora, realizando en veinticinco minutos transmisiones que en unos aparatos hubieran necesitado más de treinta horas, y algunos días y algunas noches en otros aparatos, ha de tenerse en cuenta que en el nuevo sistema hay *operaciones anteriores y posteriores á la transmisión*, operaciones muy pesadas, y que probablemente absorberán casi todo el tiempo que se ha ganado en la transmisión y recepción propiamente dichas.

Y esto se comprende bien: por una parte, hay que preparar la cinta de los agujeros ó perforaciones, lo cual es escribir el despacho telegráfico en un lenguaje convencional.

Se transmite cada palabra casi de una vez, y casi de una vez se recibe; pero en la cinta ha habido que escribirla letra por letra. Y por rápida que sea la escritura y aunque se hiciera por una invención telefónica, aun así la pérdida de tiempo sería considerable.

Pero hay más: la cinta fotográfica en que se reci-

be el despacho ha de sujetarse después á las operaciones fotográficas propias para revelar la impresión. Y, en fin, el telegrama se recibe en una escritura que de corrido leerán los telegrafistas, pero que el público no sabe leer, y hay que traducir, y hay que escribir letra por letra cada despacho telegráfico.

En suma, la invención es ingeniosísima, quizá andando el tiempo sea muy útil, la rapidez que proporciona es verdaderamente admirable; pero, á juicio de muchos, es una rapidez puramente teórica, al menos por hoy, y la realidad con sus impurezas echa el freno á los entusiasmos del primer momento. Esto sucede siempre.

EL CUARTO ESTADO DE LA MATERIA

Acusan de materialista al siglo XIX, y, sin embargo, hay que confesar que la materia hace cuantos esfuerzos puede por espiritualizarse, desprendiéndose de escorias é impurezas.

Este esfuerzo por llegar á un estado etéreo, que es, en cierto modo, una competencia del mundo inorgánico con los espíritus de la vida y del pensamiento, lo encontramos una y otra vez en la ciencia pura y en las teorías abstractas de nuestro siglo, y hasta lo encontramos en las mismas aplicaciones industriales, que son las más aferradas, por ley natural, á las tradiciones del materialismo.

En los siglos anteriores al nuestro, la fuerza está tan íntimamente unida á la materia, que casi con ella se confunde.

La fuerza muscular del hombre, la fuerza muscular de los animales, la fuerza de una caída de agua y hasta la fuerza del viento, que son, en suma, casi las únicas que en la industria se utilizan, son fuerzas toscas, groseras, eminentemente materiales. Se tocan, se ven, son el músculo en tensión, el agua despeñada, el viento impetuoso, la masa y el peso.

Únicamente la fuerza de la pólvora es la que inicia un nuevo orden de energías: la energía explosiva; y aun parece que está condensada en el carbón, en el azufre y en el salitre.

De todas maneras, esta última fuerza casi no se emplea al principio más que en la industria destructora y siniestra de la guerra, ó, si se quiere, en la industria productora de sangre ó de muerte.

También se usa y utiliza el calor en el incendio; por ejemplo, en la industria que fabrica ruinas.

Pero la materia en la ciencia y en sus aplicaciones, hace al fin un esfuerzo y aparece el vapor.

Aquí la fuerza empieza á espiritualizarse. Ya no es un músculo sudoroso que se condensa; no es una masa pesada que se desploma y aplasta, machaca, hunde, corta ó clava; no es una espumosa catarata que choca contra tosca rueda de paletas; no es viento que hincha la vela y empuja la nave como pudiera hacerlo el soplo de un titán, es un vapor cuyas partículas parece que huyen de sí mismas; es más bien la vibración invisible ó visible sólo como luz, del

combustible en el hogar de la máquina ó de la locomotora.

Y durante muchos años la fuerza suprema de la industria es el calórico, ó sea la vibración de las moléculas; es, por decirlo así, la música de los átomos.

Lo grosero, lo tosco, se va haciendo etéreo. Cada vez menos masa y más velocidad; pero la velocidad, ese espacio recorrido en el tiempo, y como el espacio y el tiempo son dos conceptos metafísicos, bien pudiéramos decir, y perdónesenos la paradoja, que á medida que la industria moderna avanza á lo largo del suelo, la física se va haciendo metafísica.

Todo lo contrario de lo que la apariencia nos enseña.

Y se inventa el telégrafo eléctrico, y con la electricidad la fuerza se hace más y más sutil.

Á la materia pesada se ha sustituído el éter; á las velocidades ordinarias se sustituye la velocidad inmensa de la corriente eléctrica.

Pero la cantidad de fuerza que en el telégrafo se emplea es pequeñísima, la necesaria para llevar en suspenso una palabra ó una idea. La carga es tan sutil, que no es maravilla que la energía que transporta sea pequeñísima.

Mas aparece por fin la dinamo, y aquí la fuerza, y no una fuerza mínima, sino una fuerza de centenares y miles de caballos, se espiritualizan por completo.

Entre el inductor y el inducido *no hay ningún contacto material*, al menos visible, absolutamente ninguno. Esos miles y miles de caballos que la dinamo engendra, pasan etéreos de la parte fija á la parte giratoria del mecanismo, *sin que una pieza toque con otra.*

Para que la fuerza circule, no hay toscas correas, no hay férreos engranajes, no hay bielas, ni manivelas, ni émbolos. No hay más que el éter *circulando por sí* del inductor al inducido en *líneas ideales de fuerza*. ¡Es imposible que la fuerza se espiritualice más!

Y luego, centenares de caballos de vapor van por un hilo metálico en forma de corriente eléctrica, ya continua, ya intermitente, ya polifásica, á centenares de kilómetros del punto en que se engendraron.

¿En qué se parece esto á la fuerza muscular, al choque del agua ó á la presión del viento?

¿En qué se parece al vapor que pasa hirviente de la caldera al cilindro para empujar al émbolo?

Pero no ya en el éter, fluido hipotético que á veces se diría que es la fuerza misma, que se ha desembarazado de toda impedimenta material, sino en la propia materia encontramos esta tendencia á pasar de lo denso á lo sutil, como para hacerle la competencia al éter.

En las teorías modernas de las pilas hidroeléctricas, al explicar la electrolisis encontramos, ó al

menos esto se supone, que aun las moléculas de los cuerpos simples se subdividen en átomos, y que cada uno con su atmósfera de éter camina á través del líquido; idea, dicho sea de paso, que hace muchos años aventuramos en estas crónicas.

Así, por fin, Crookes, en sus célebres experiencias, que vinieron á completar las del tubo de Geissler, admite un cuarto estado de la materia. Al estado sólido, al estado líquido, al estado gaseoso, agrega otro estado más gaseoso todavía, y perdónesenos la imagen.

Es la materia reducida á átomos ó subátomos invisibles que soplan en el interior de la ampolleta como viento sutil, sutilísimo, engendrando los rayos catódicos, y dando origen, por modo aún desconocido, á los célebres rayos X.

Verdad es que esta teoría del insigne físico ha sido rudamente combatida, y pudiéramos agregar que casi fué desechada aun antes del descubrimiento de aquéllos; pero siempre queda, para marcar una tendencia, el triunfo, siquiera fuese pasajero, de la teoría que acabamos de indicar.

Y puede agregarse todavía, que la hipótesis de Crookes sobre el cuarto estado de la materia se plantea de nuevo, y de nuevo es sostenida en estos últimos tiempos.

Sirvan de ejemplo los trabajos recientes de Gustavo Le Bon y de Becquerel, de los cuales se da

cuenta en un notable artículo publicado recientemente en la *Revue Scientifique*.

Trátase de ciertos fenómenos, ó al menos de ciertos efectos singularísimos más ó menos análogos á los de los rayos X, fenómenos que presentan determinados cuerpos de los que pudiéramos llamar cuerpos raros de la química, como el uranio y otros. Pero tan notables como los fenómenos mismos son las explicaciones que de estos fenómenos se dan, porque demuestran la tendencia de muchos físicos á buscar y reconocer nuevos estados de la materia y nuevas disociaciones de la molécula y aun de los átomos de los cuerpos simples.

Por mucho tiempo la molécula química fué sagrada é inviolable.

La nueva teoría atómica la descompuso y la consideró formada generalmente de dos átomos, exceptuando algún cuerpo simple, como el mercurio, por ejemplo.

La teoría de los *ions* ó iones en las pilas, da en cierto modo existencia á los átomos, y pretende que marchen solos, independientes y separados de la rota molécula á través del líquido.

Y hay más: para explicar estos últimos experimentos á que ahora nos referimos, hasta llega á suponerse la disociación del átomo mismo en subátomos ó elementos extraordinariamente sutiles.

No queremos decir que tales hipótesis están acep-

tadas por todos los hombres de ciencia. Nos limitamos á señalar nuevas orientaciones de la teoría y ese afán de que hablábamos al principio de este artículo de espiritualizar más y más la materia.

Pretensión en gran parte vencedora cuando de las fuerzas toscas y groseras de la antigua industria pasamos al vapor, cuando del vapor pasamos á la electricidad, y aun nos atreveríamos á decir cuando de la alquimia y más de antigua química pasamos á la química de los átomos.

Tendencia no vencedora hoy; pero seria y poderosa con la teoría de Crookes en los tubos de Geissler, con los rayos catódicos, con la modernísima teoría de los ions, con el fenómeno de los olores, que supone una división infinitesimal de la materia, y con los recientes experimentos de Le Bon, Becquerel y otros físicos.

Supone M. Le Bon que algunos cuerpos sometidos á la acción de sutilísimas vibraciones, como son por ejemplo las de la luz, se desagregan en toda su parte superficial, y emiten, con velocidades enormes, partecillas casi etéreas de su propia sustancia.

No son ya partículas más ó menos pequeñas que de la superficie del sólido se hubiesen desprendido como polvo de un cuerpo, que una lima infinitesimal rozase velozmente, y aquí la lima sería la vibración luminosa.

No son átomos del cuerpo simple que de la masa

general se desprendiese. Son más, ó, por mejor decir, son menos; son á manera de polvo del átomo mismo.

Y á estos subátomos se les da el nombre de radiaciones activas, que vienen á ser, en esta hipótesis, emanaciones materiales del cuerpo.

Y estas radiaciones ó emanaciones, como antes indicábamos, atraviesan el aire y llegan á un obstáculo material, á un cuerpo opaco, á una pared, pudiéramos decir para emplear el lenguaje vulgar, y también la atraviesan, ni más ni menos que el viento atravesaría una red que, tendida, pretendiera cerrarle el paso.

Pues bien; después de haber salvado la barrera, son susceptibles todavía de ciertos efectos físicos que pueden estudiarse y pueden medirse.

Ó grabar imágenes en planchas fotográficas.

Ó convertir en conductores á ciertos cuerpos que en estado natural aisla el fluido eléctrico, como sucede con el aire.

Si la hipótesis fuera cierta—y conste que, hoy por hoy, sólo como hipótesis la presentamos—, tendríamos este fenómeno maravilloso: la materia apareciendo en un nuevo estado, por decirlo así, mucho más espiritual que el estado gaseoso; la materia mucho más disociada que en la molécula ó en el átomo químico; la materia, en fin, en tal estado de desintegración, que con el éter mismo viene á competir, emu-

lando con sus archimicroscópicos subátomos el mismo átomo del fluido étereo.

Digamos, para descargo de nuestra conciencia, que, en opinión de muchos físicos, todas estas hipótesis son grandemente aventuradas y casi fantásticas.

Hay, en efecto, quien transige con el éter, con sus vibraciones y con sus rayos, porque de otra manera no puede explicarse los fenómenos de la luz, del calor radiante, de la electricidad y del magnetismo; pero que al llegar á estos nuevos estados de la materia pesada, que en no pesada se trueca, se detiene y aun retrocede y aun concluye por rechazar en absoluto que tales estados tengan verdadera realidad en la Física.

Sea de ello lo que fuere, bueno es tener noticias de estos modernísimos experimentos, porque señalan nuevos hechos, y hechos que salen de los antiguos moldes de la física tradicional.

En este orden de ideas, ha encontrado M. Curie fenómenos tan curiosos por lo menos como los que van señalados. Así, los óxidos de ciertos metales como el uranio, el thorio y aun el zinc, el magnesio y el aluminio, presentan fosforescencia en la oscuridad, pero sin previa insolación inmediata.

Más aún: estas fosforescencias dependen de la temperatura y dependen de la hidratación. En general, dependen de ciertos fenómenos químicos.

Hasta aquí, sólo los rayos X eran capaces de dar

pruebas fotográficas atravesando cuerpos opacos, y ahora resulta que estas emanaciones de la materia recibidas directamente sobre papel sensible, directamente lo impresionan.

Es un mundo nuevo que en forma confusa y misteriosa aparece: es una serie de fenómenos ante los cuales son toscos y groseros los fenómenos de la física y aun de la química. Son las radiaciones materiales en estado de maravillosa subdivisión, haciendo la competencia á los fenómenos de la luz y de la electricidad.

En suma: vuelve á ser tema de discusión el cuarto estado de la materia, y aun es probable que no sea el último á que le lleguen las atrevidas hipótesis de algunos físicos que pudieramos llamar *modernistas*, tomando esta palabra del *argot* de la literatura y de la pintura.

No todos, hay que reconocerlo, ya lo hemos dicho, están en corriente tan fantástica. Hay quien pretende explicar los nuevos fenómenos por las vibraciones del éter, sustituyendo estas vibraciones á la acción directa de los átomos ó subátomos de la materia ponderable. Explicación que rechazan los defensores de la teoría emanatista, con este argumento, que, aunque no decisivo, no deja de tener fuerza; á saber: que las radiaciones de que se trata no pueden en manera alguna polarizarse. Mas otros preguntan: ¿y si fueran longitudinales?

Y como no podemos entrar en discusiones técnicas impropias de estos artículos, hemos de contentarnos con las noticias que preceden.

Diremos, para terminar, que se trata de fenómenos extraños que ahora empiezan á estudiarse, y sobre los cuales sería muy aventurado emitir una opinión definitiva.

La experiencia decidirá.

CONGRESOS INTERNACIONALES

Vivir es trabajar. La vida moral, como la vida física, supone la aplicación y el desarrollo de grandes energías. La industria humana, por el trabajo acumulado de generaciones ha sido creada; y por el trabajo actual se aplica y se sostiene, y va realizando el progreso en todas las esferas.

Pero el trabajo humano puede presentarse bajo dos formas: la forma *individual*; la forma *colectiva* ó de asociación. Que ambas formas concurren á la par á la gran obra, y á veces se confunden y otras veces se compenetran, es verdad que no puede negarse; mas á pesar de todo, la división del trabajo, el individual y colectivo, subsiste y se afirma y corresponde, por decirlo así, á dos notas distintas.

En el arte, en la ciencia, en la esfera de la inven-

ción, el trabajo individual domina y es insustituible como fuerza creadora.

Los grandes teoremas matemáticos, las grandes teorías astronómicas, los grandes descubrimientos de la Física y de la Química, los grandes poemas, los dramas inmortales, las estrofas sublimes, suponen siempre la fuerza individual.

Ningún teorema de las matemáticas se ha descubierto por ninguna Academia.

Newton, sólo Newton, descubrió la atracción universal; no tuvo ningún colaborador, que nosotros sepamos.

La *Divina Comedia* lleva un nombre, el Dante, y no una razón social por nombre.

Shakespeare no escribió á medias sus dramas. Ni Cervantes á medias su *Quijote*. Y viniendo á los tiempos modernos, podemos casi asegurar que ninguna de las prodigiosas invenciones que nos admira lleva nombre colectivo. El fonógrafo lo inventó Edison; el teléfono lo inventó Bell; la dinamo la inventó Gramme, por ejemplo; los rayos X tienen por nombre una modesta incógnita, que todo el mundo sabe á quién igualar para darle su valor verdadero.

Y el que á veces un invento se duplique ó triplique al mismo tiempo por dos ó tres inventores no destruye la acción individual. Son dos ó tres individuos que á la vez, aisladamente y cada uno en su atmósfera propia, descubren el mismo teorema, la

misma ley astronómica ó física, ó realizan invenciones análogas, ó escriben dos dramas con la misma idea fundamental. Son dos ó tres individuos; no es una asociación que constituya cierta unidad colectiva.

Crea en el arte, en la ciencia y en la industria, volvemos á repetirlo, el hombre, *un hombre;* un individuo; un ser que tiene conciencia única y que dice *yo*, afirmando una unidad suprema.

Y es natural. Como que toda gran creación supone una unidad poderosa, sólo en *la unidad del hombre* puede ir á buscar su nido, como ave sublime, *la unidad de las cosas.*

Lo cual no quiere decir, entiéndase bien, que el ser individual lo saque todo de sí, como el gusano de seda saca la hebra sutilísima. Necesita precedentes, hechos; una atmósfera social; necesita, en suma, un caos ante el cual pronuncie, modesto creador, pero por modesto que sea, creador sublime en su esfera, *el hágase la luz;* mandato divino por el que ha de recogerse en la unidad la variedad dispersa por el tiempo y el espacio.

La luz difusa no es el foco intenso; apenas alumbra; vaga perdida; es neblina; no es centro de poderosos rayos; no es estrella luminosa.

Pues bien; el individuo será la lente que recoja la luz que vaga subdividida en un solo foco, y en esto consiste, *por lo menos*, su facultad creadora.

Por eso decíamos que la fuerza individual es insustituíble.

Por muchos necios que se acumulen, nunca resultará un sabio; lo contrario sí podrá suceder algunas veces. Decimos algunas veces, no decimos siempre. ¡Y de todas maneras, estos son misterios de la asociación!

En las esferas del trabajo humano le hemos dado á la fuerza individual todo el valor que á nuestro entender tiene; pero esta opinión nuestra no niega, ni desconoce, ni achica la transcendental importancia de la fuerza colectiva bajo sus mil variadas formas de Asociaciones, Sociedades, Academias, Juntas y Congresos en mil y mil diversas combinaciones.

Sin la fuerza individual no existiría la civilización, porque nada ó muy poco se había creado; y decimos muy poco por puro espíritu transigente; pero sin el trabajo colectivo la fuerza individual sería estéril, y acaso sería impotente. De todas maneras, ¡qué débil!

¿Qué importa que la caldera de la locomotora hierva si no encuentra carriles por donde lanzarse, ni una red por donde llevar su vida y sus energías? Sus energías se consumirían estériles é inmóviles, y acaso ni ella misma, ni la misma máquina, existiría si la acción colectiva no hubiera construído sus músculos de acero y no hubiera acumulado el agua y el fuego en sus entrañas.

De suerte que ambas fuerzas, la individual y la colectiva, son necesarias y ambas se completan.

Los Congresos nacionales, y más aún los Congresos internacionales, corresponden á esta segunda forma de trabajo humano: el trabajo colectivo auxiliado por el trabajo individual y acumulando por su gran fuerza y su poderosa organización materiales riquísimos para nuevos trabajos, nuevos descubrimientos y nuevas invenciones.

No hay que pedir á los Congresos, sean nacionales ó internacionales, esa divina chispa creadora, que sólo brota de un cerebro humano; nunca en una gran colectividad, por eminentes que sean sus individuos. Pero, en cambio, el Congreso podrá realizar obras inmensas de estudios preparatorios, grandes estadísticas, que son como las tablas astronómicas que el día de mañana han de dar fundamento sólido á la teoría de la atracción; informaciones extensísimas, ricas en resultados prácticos, que nunca estarían al alcance de un individuo aislado, por mucho que fuera su talento y profunda que fuese su instrucción. Son, además, los Congresos organizaciones poderosísimas que pueden prestar su apoyo al trabajo individual; una atmósfera en que pueden chocar las ideas y fecundarse, y un motivo y una ocasión para que se conozcan y fraternicen muchos hombres cuando todos ellos se dedican á una misma rama del trabajo humano.

Por donde resulta la importancia de los Congresos internacionales, y por donde podrían demostrarse los grandes servicios que saben prestar y prestan al arte, á la ciencia, á la política y, en suma, al trabajo humano, bajo sus infinitas formas.

Sirvan de comprobación á cuanto acabamos de exponer, entre los muchos Congresos que se han celebrado en París con motivo de la Exposición Universal, el Congreso internacional de ferrocarriles: Congreso á que han acudido más de 1.400 individuos, sin contar las esposas, hermanas, hijos ó próximos parientes de los congresistas ó congregados, recibiendo todos simpática y espléndida hospitalidad del Gobierno francés, y siendo obsequiados en los nueve días del Congreso con fiestas, banquetes, recepciones y con gran número de visitas científicas ó artísticas. La noble Nación francesa sabe hacer estas cosas espléndidamente.

El Congreso internacional de ferrocarriles cuenta ya algunos años de existencia, y ha prestado grandes servicios á esta inmensa industria que se extiende por cerca de 800.000 kilómetros, que representa casi 200.000 millones de francos, y que da ocupación á unos 5 millones de hombres.

En 1885, es decir, hace quince años, por iniciativa del Gobierno belga, las Administraciones de los ferrocarriles del mundo entero y de numerosos Estados delegaron representantes, que debían reunirse

periódicamente en una ú otra capital para discutir y formular conclusiones relativas á los varios problemas que constantemente plantea la industria de los transportes.

La primera sesión, ó, por mejor decir, la primera reunión, se verificó en Bruselas en 1885; la segunda, en Milán en 1887; la tercera, en París en 1889; la cuarta, en San Petersburgo en 1892; la quinta, en Londres en 1895; acaba de reunirse el Congreso en París, habiendo empezado sus tareas el 20 de Septiembre y habiendo terminado el día 29 del mismo mes.

Trátase, pues, de una importantísima Asociación, en que están representadas todas las grandes fuerzas de la industria ferroviaria, á saber: la alta ciencia teórica, la ciencia práctica y experimental, ejercitándose sobre centenares de miles de kilómetros, y además un capital inmenso, que también se mide por centenares de miles de millones de francos.

Ya se comprende que para que el Congreso sea verdaderamente útil no puede improvisar sus trabajos en el brevísimo espacio de ocho días, entre las tentadoras solicitudes de fiestas y banquetes. Este es el espectáculo, el recuento, la sanción, y casi no puede ser otra cosa.

Bien al contrario de una improvisación, las cuestiones que en su última sesión ha sancionado, por decirlo así, se formularon por la Comisión interna-

cional hace dos años, en un cuestionario que comprendía unos cincuenta artículos ó cuestiones distintas; desde los problemas de carácter técnico hasta aquellas cuestiones sociales que con la industria de los ferrocarriles se relacionan; desde el estudio del metal más conveniente para los carriles, del sistema más conveniente para las juntas, agujas y cruzamientos; desde el estudio de las locomotoras, de los frenos y enganches; desde las señales, teléfonos y medios de seguridad, hasta la instrucción profesional de los Agentes de caminos de hierro, sus reclutamientos y ascensos, sus Sociedades cooperativas y economatos, hasta las visitas aduaneras, en fin.

Es decir, todo cuanto se refiere á la industria de los ferrocarriles en su parte técnica, en su explotación y hasta en su aspecto social.

Cada *reporter* ó ponente tenía, pues, que estudiar un problema concreto y determinado; disponía casi de dos años de tiempo; y estos cuarenta y tantos Ingenieros eminentes solían aplicar á su estudio, por una parte, su vasta ciencia, su experiencia larguísima, y además podían acudir para recoger datos á casi todas las líneas hoy en explotación, y acudían, no como humilde noticiero que pide noticias, sino como un hombre eminente que interroga con el derecho que le da su nombre y con la fuerza que le presta esta gran Sociedad que se llama Congreso internacional de ferrocarriles.

Cada ponente podía además subdividir el tema de su informe en una serie de preguntas, convirtiendo dicho tema en un nuevo cuestionario.

Citemos un solo ejemplo:

Una de las preguntas del cuestionario era ésta: «Ensayo de la tracción eléctrica en las grandes líneas, y su empleo en los caminos de hierro económicos.»

Pues el eminente Ingeniero encargado de la ponencia pudo descomponer, y descompuso, esta pregunta en toda una serie de cuestiones, á saber:

La electricidad ¿puede sustituir al vapor como fuerza motriz en las grandes líneas?

¿Pueden remolcarse los mismos trenes por tracción eléctrica que por tracción de vapor?

¿Pueden conservarse los actuales horarios?

¿Puede conservarse el mismo número de estaciones sin reducir la velocidad reglamentaria?

¿Puede emplearse un sistema eficaz de frenos?

Y así sucesivamente ha formulado una serie de preguntas, á que han contestado con un *sí* ó un *no*, y á veces con interesantes ampliaciones, todas las líneas de Europa y América que han tenido ocasión de ensayar hasta el día la tracción eléctrica.

Por estas ligerísimas indicaciones comprenderá el lector qué *inmensa masa de datos, de hechos y de opiniones* ha podido reunir el Congreso en sus sesenta ó setenta informes, que constituyen verdaderos libros y suman miles y miles de páginas. Es, en

rigor, una información colosal, que, como decíamos al principio, puede servir de base al trabajo y al estudio individual de cada Ingeniero.

La fuerza colectiva prestando su apoyo á la fuerza individual.

En muchos de estos informes y aun en las tres sesiones plenas del Congreso, á pesar de la perfecta organización de los trabajos, no se ha llegado ni podía llegarse siempre á conclusiones definitivas.

Muchos de los problemas seguirán estudiándose, y para otros las conclusiones son un tanto vagas. Pero de todas maneras queda un trabajo inmenso de información, y una masa verdaderamente riquísima, copiosa, abrumadora, pudiéramos decir, de hechos y de datos.

El Congreso, y sobre todo sus trabajos preparatorios durante dos años, que en rigor son sus trabajos definitivos, porque en unas cuantas horas de discusión rapidísima, aun estando admirablemente dirigida por la Presidencia, no es posible depurar setenta y tantos informes, que constituyen casi una biblioteca: esta masa de informes, lo repetimos, y el Congreso que ha sabido reunirlos, tienen una verdadera y grandísima importancia.

Constituyen un esfuerzo colosal, para hacer que concurran á una misma obra de paz y de trabajo la energía individual por una parte, y por otra parte la energía colectiva.

El Congreso no cesa en su acción, y se prepara para una nueva campaña y para una nueva reunión, que será la séptima, y que, según se dice, habrá de verificarse en Washington.

Como los trabajos del Congreso son principalmente técnicos, no consideramos oportuno entrar en más pormenores; aun así y todo, sobre ciertas cuestiones discutidas en París, algo diremos en otra ocasión.

LA LOCOMOTORA ELÉCTRICA

I

La locomotora eléctrica será la locomotora del porvenir.

¿Muy remoto ó muy próximo? Este es un problema que no se resuelve fácilmente.

Por una parte, la solución eléctrica se presenta con grandes elementos de fuerza y de vida.

No es un sueño, no es una utopía, no es una teoría. Es una realidad, aunque en pequeña escala; porque después de todo, los tranvías eléctricos, hoy esparcidos por todas las grandes capitales y por muchas pequeñas líneas, no son en el fondo más que soluciones diversas de este problema, aplicación de la energía eléctrica á tracción sobre carriles. Cada coche de tranvía es una pequeña locomotora eléctrica unida á un vehículo.

Que el motor eléctrico se separe del vehículo constituyendo una locomotora; que el coche ó una serie de coches vengan detrás formando un tren, y tenemos ya la imagen de la tracción eléctrica aplicada á los caminos de hierro.

De modo que, como antes decíamos, la tracción eléctrica ha empezado á ensayarse con verdadero éxito y en escala que cada vez va siendo mayor.

Pero si la locomotora eléctrica entra con grandes bríos en el campo de la industria ferroviaria, fuerza es confesar que las fuerzas resistentes que á su aplicación se oponen son enormes.

Porque enorme es el capital empleado en la construcción de locomotoras de vapor y en todo el mecanismo que este sistema supone.

No hay, por lo tanto, que hacerse ilusiones; aunque la locomotora eléctrica llegara de repente á su perfeccionamiento, todavía la vieja locomotora le cerraría el camino.

Es preciso que el organismo de la locomotora eléctrica se desarrolle en grande escala, de suerte que sea capaz de arrastrar trenes de 200 ó 300 toneladas, con velocidades de 100 y 120 kilómetros por hora.

En teoría, no hay duda que á esto se podrá llegar. En la práctica no se ha llegado todavía á este término de perfeccionamiento y de fuerza.

Es preciso, además, que medie un período de transición y de transformación. Que á medida que

las viejas locomotoras van quedando fuera de servicio, se vayan sustituyendo por locomotoras eléctricas en ciertos trayectos de las grandes líneas, para que el nuevo motor haga sus pruebas, como vulgarmente se dice.

Período difícil, acaso largo, porque dos sistemas tan opuestos no encajan ni unen bien; y de las faltas de concordancia y armonía es casi seguro que se le hará responsable al nuevo sistema.

Así empezó la lucha del alumbrado eléctrico con el alumbrado por el gas. También se ensayó aquél, también resultó deficiente; también cargó sobre las nuevas lámparas toda la responsabilidad del mal servicio; también se abandonó una, dos y tres veces, y al fin ha vencido.

Pues esto sucederá con la locomotora eléctrica.

¿Cuándo? ¿Dentro de diez años? ¿Dentro de veinte? ¿Acaso dentro de medio siglo?

¡Quién puede adivinar las peripecias de la nueva lucha, sobre todo en las antiguas redes en que hay tantos intereses creados y en que por ley natural la fuerza conservadora ha de ser enorme!

Quizás sea preciso que para la locomotora eléctrica se construyan nuevas líneas, acomodadas todas ellas al nuevo motor.

Esto, según parece, se intenta ya en Italia.

De todas maneras, en un porvenir más ó menos lejano, el triunfo de la locomotora es casi seguro;

porque sus ventajas, que ya hoy se dibujan, son importantísimas.

Apuntemos algunas:

La locomotora eléctrica ha de ser un organismo mucho más sencillo, mucho más elemental, y que por lo tanto podrá ser más perfecto que el organismo de la máquina de vapor, por grande que sea la perfección á que en esta última se ha llegado. ¿De cuántos organismos se compone? La caja de fuego, el cuerpo de la caldera, el sistema de centenares de tubos, la caja de humo, la chimenea, la toma de vapor, el sistema de distribución, los cilindros motores; y si la máquina es Compound, nuevos cilindros, las bielas, los acoplamientos, las masas compensadoras, el escape, los manómetros, los tubos de nivel, las llaves, las válvulas. No concluiríamos nunca esta enumeración.

Y cada uno de estos órganos los hemos citado en globo; pero muchos de ellos constituyen nuevos y verdaderos organismos.

Todo ello, formando una masa enorme que con el agua y el carbón representa 70, 80, 100 toneladas y aún más.

Y la máquina no se basta á sí misma: necesita un ténder, es decir, depósitos de agua y de carbón. De modo que el motor lleva consigo un peso muerto que es enorme. En cambio la locomotora eléctrica ya se dibuja con una sencillez admirable.

En rigor, una ó varias dinamos; cada dinamo con su inductor y su inducido, uno para recoger la corriente y otro para transmitir el movimiento á las ruedas.

Ni agua, ni carbón, ni fuego, ni bocanadas de vapor, ni torrentes de humo, ni ese rechinamiento constante del monstruo que se devora á sí mismo haciendo esfuerzos colosales, muchos de los que consume en destruirse á sí propio.

En cambio, ¡qué mecanismo tan sencillo, y, por decirlo así, tan inteligente, será el de la locomotora eléctrica del porvenir!

Si tiene complicación, no será la complicación brutal de la vieja locomotora. Será una especie de complicación delicada y sutil, que recordará algo del sistema nervioso de los animales.

La transmisión de fuerza no será tampoco tosca y violenta como la de un gigante muy poderoso, pero muy torpe: émbolos, varillas, bielas oscilando violentamente y comunicando á la locomotora sacudidas y movimientos desordenados, que no hay masas compensadoras que puedan corregir por completo, ni mucho menos.

Es que en la locomotora de vapor la fuerza se transmite por grandes piezas metálicas á otras grandes piezas, por empuje, por tracción; por contacto material, que, por más que se haga, produce enormes trabajos internos en toda la estructura metálica.

Es un monstruo muy poderoso, sí, pero muy torpe; coloso de miembros de acero que rechinan á cada movimiento.

En cambio la máquina eléctrica del porvenir hay razones para creer que será todo lo contrario. La complicación desaparecerá; los movimientos se harán suaves, regulares.

No habrá movimientos alternativos en las piezas principales del mecanismo. No tendremos el émbolo que avanza y retrocede; ni la biela que ha de seguirle forzosamente en esas alternativas, inclinándose hacia arriba y hacia abajo en cada revolución.

En las máquinas eléctricas, el inducido y el inductor están siempre en presencia, á pequeñísima distancia, pero «sin rozar nunca». El movimiento es circular y continuo y en el mismo sentido siempre; lo cual es una circunstancia importantísima y un gran elemento de regularidad. De suerte que los esfuerzos al rededor de los ejes de las ruedas se aproximan todo lo posible al «par de fuerzas», elemento ideal de la mecánica.

Y sobre todo, la transmisión principal de la fuerza allí donde nace, no es la transmisión brutal y tosca de las máquinas ordinarias.

Entre el inductor y el inducido, que tantas veces hemos explicado en otros artículos, no hay contacto material, ni presión, ni tracción, como entre la varilla del émbolo y la biela ó aun entre el vapor y el

émbolo. No es la materia apretándose contra la materia.

Las atracciones y repulsiones entre el inductor y el inducido, casi pudiera decirse que son fuerzas ideales que van por el éter.

Porque este es un hecho verdaderamente maravilloso, y en que no se fija bastante la atención: el carácter etéreo de la fuerza eléctrica queremos decir.

Cuando una rueda de paletas recibe el empuje de una caída de agua, se ve al agua empujando á la paleta.

Cuando una turbina funciona, se ve todavía la presión del agua contra la rueda de la turbina. Son masas en contacto que se oprimen; y así se transmite la fuerza. Nuestro espíritu impregnado del sentido materialista, comprende esto bien, y le parece natural y no le causa admiración.

Y con las máquinas de vapor sucede otro tanto. Á nadie le causa extrañeza que el vapor—que al fin y al cabo es agua en cierto estado de expansión—empuje al émbolo de metal, y éste por su varilla á la biela, y que la biela, empujando primero y tirando luego de la manivela, haga girar la rueda de la locomotora.

Todo esto es claro; entra por los sentidos; responde á lo que la experiencia diaria nos enseña.

Pero esto no sucede en las máquinas eléctricas.

en las que el órgano fundamental es la dinamo, ni en la locomotora eléctrica sucederá tampoco.

En la dinamo existen dos elementos fundamentales: el inductor y el inducido, que son como dos ruedas, ó en presencia una de otra ó una dentro de otra; y entre sus llantas, digámoslo así, media una pequeña distancia, pero siempre constante; de modo que no hay contacto material, ni engranaje, ni nada que sea materia contra materia oprimiéndose mutuamente.

Una de las ruedas lleva electroimanes; otra lleva, por decirlo así, ovillejos de alambre, de esta ó de la otra forma, según el sistema, porque hay sistemas infinitos é infinitas combinaciones. Pero siempre los elementos son estos: un imán ó, mejor dicho, varios, y en presencia uno ó varios ovillejos metálicos, pero sin tocar los primeros á los segundos; entre ellos el espacio, como tantas veces hemos explicado; y por este espacio, que se supone lleno de éter, ha de circular la fuerza encargada de animar al mecanismo.

Así son las dinamos y así son las alternadoras, que en rigor son otras dinamos. Las unas engendran la corriente; las otras la reciben: llamémoslas, para más claridad, dinamos receptoras.

Pues bien; estas dinamos receptoras serán el elemento primordial y esencialísimo de las locomotoras eléctricas, como lo son de los coches de los tranvías:

un inductor y un inducido, no más; todo el resto está formado por elementos secundarios ó auxiliares.

Dos ruedas que no se tocan, ambas concéntricas; una fija, otra móvil; y por no sé qué engranaje misterioso de los átomos del éter, la fuerza eléctrica pasa de una á otra rueda; del inductor al inducido, queremos decir.

La corriente eléctrica se engendra fuera. De esto ya hablaremos. Se engendra de cualquier modo: por una máquina de vapor, por una turbina, por cualquier fuerza de que pueda disponerse. Y se hace circular esta corriente, por ejemplo, por el inductor; y al punto el inducido se pone á girar y está hecha la transmisión de la fuerza.

Después el inducido girando transmite esta fuerza á las ruedas de la locomotora.

Y esto es todo.

Ya no hay hogar, ni carbón que arde, ni agua que hierve, ni calderas enormes con su inmensa tubería, ni cilindros de hierro, ni órganos de distribución, ni manivelas, ni bielas, ni pesos compensadores, ni chimeneas, ni humo, ni ténders cargados de agua y atestados de carbón; ni toda esa fábrica ambulante que pesa cien toneladas, que tiene que llevarse á sí misma sobre la vía, y que sólo con lo que resta de fuerza tira del tren.

Por eso decíamos antes: la locomotora eléctrica ideal, es el ideal de la sencillez mecánica y es un

ideal de regularidad en los movimientos; y es en teoría un mínimo de masa material.

Pero además de todas estas ventajas, tiene otras que son importantísimas.

En primer lugar, se presta á muchas combinaciones á que no se presta en la práctica la locomotora ordinaria; y en segundo lugar, economiza ó puede economizar la fuerza aunque esta fuerza sea la de la máquina de vapor. Y por último, puede utilizar para la tracción en las vías férreas, si no siempre, en muchos casos, potencias y energías que la vieja locomotora no podría utilizar jamás.

Todas estas son ventajas, no del momento, pero sí del porvenir; porque ya hemos advertido que la locomotora de vapor, el poder tradicional de las vías férreas, tendrá todavía muchos años de existencia.

Además, si la locomotora eléctrica tiene ventajas innegables, no todas son perfecciones, y algunas desventajas tendrá, al menos en los primeros tiempos. La crítica debe ser imparcial, y en otro artículo hablaremos de sus desventajas. Este va siendo demasiado largo y debemos concluir.

II

La locomotora eléctrica es la locomotora del porvenir.

Lo decíamos en el artículo precedente, y en él enumerábamos algunas de las ventajas del nuevo

sistema de tracción, lo cual no impide que puedan formularse objeciones; y varias de ellas de importancia, contra este nuevo sistema.

Las locomotoras de vapor—se dirá—son muy pesadas; tienen 70, 80 y en algún caso 100 toneladas de peso; pero si en cierto modo esto constituye una pérdida para la economía de la tracción, porque esta masa de la locomotora y del ténder representa un peso muerto enorme y significa que el motor para arrastrarse á sí propio consume, pongo por caso, el 30 por 100 de su fuerza, dicho inconveniente se transforma, más que en una ventaja, en una necesidad. Si las locomotoras no fueran tan pesadas habría que agregarles lastre; sin una gran adherencia de las ruedas motoras con los carriles no hay potencia que arrastre, ni se pueden vencer las grandes pendientes, ni la locomotora puede poner en movimiento grandes trenes. Pero una gran adherencia exige un gran peso en la máquina.

Y por lo tanto, una máquina eléctrica muy sencilla, muy ligera, precisamente por falta de peso y de adherencia, ni puede trepar por grandes pendientes, ni puede comunicar al tren velocidades de 100 y 120 kilómetros por hora.

La locomotora eléctrica—continuará diciéndose—es hoy una especie de juguete muy elegante, muy sencillo, muy cómodo; bueno para un tranvía, para un pequeño ferrocarril extraurbano, para arrastrar

uno ó dos coches, para obtener velocidades de 20 ó cuando más de 30 kilómetros por hora; pero es un motor débil y mezquino si se le compara con las potentes y prodigiosas locomotoras de vapor.

Es comparar un adolescente con un atleta. El primero juega con gracia y gallardía, el segundo vence en luchas titánicas.

¿Cómo ha de arrastrar la locomotora eléctrica un enorme tren de mercancías, ni cómo ha de ponerse al servicio de un exprés ó de un rápido?

En todas estas objeciones, hoy por hoy, debe reconocerse que existe un gran fondo de verdad; pero no pueden constituir una sentencia definitiva contra la locomotora eléctrica, porque este admirable mecanismo ha empezado á funcionar hace pocos años, y es de creer que dentro de algunos más reciba transcendentales reformas.

Sin acudir á otros argumentos, diremos que se comprende que con el tiempo la locomotora eléctrica adquiera una potencia de arrastre y una fuerza de adherencia muy superiores á las de la locomotora ordinaria.

Porque la locomotora eléctrica, sin necesidad de llevar un gran peso muerto, puede convertir en peso de adherencia todo el peso del tren, como en rigor sucede con los tranvías, y como ya se ha indicado en el Congreso de ferrocarriles.

Se comprende, repetimos, que en todos los co-

ches, vagones y vehículos puede ponerse una dinamo receptora, con lo cual todo el tren se convierte en motor y todo su peso es peso de adherencia. Y así en la tracción eléctrica, al menos en teoría, puede disponerse para peso de adherencia, no de 40, 50 ó 60 toneladas, sino de todo el tren, de 200 ó 300. Claro es que tal solución no es inmediata, porque ya lo hemos dicho muchas veces, el imperio de la locomotora de vapor se ha de prolongar durante una buena parte del siglo XX. Pero bueno es convencerse de que no existe ninguna objeción tan fundamental que por sí sola condene sin apelación el sistema de la tracción eléctrica, aun aplicado á las grandes líneas, á los grandes trenes y á las grandes velocidades.

Así lo han reconocido, como acabamos de decir, Ingenieros eminentes en el Congreso de ferrocarriles celebrado en París durante la Exposición Universal.

Léanse, en comprobación de lo que afirmamos, los informes de Mr. N. H. Helf y MM. Auvert y Macen, respondiendo á estas dos cuestiones:

1.° Ensayos de tracción eléctrica en los grandes caminos de hierro.

2.° Empleo de la tracción eléctrica en los caminos de hierro económicos.

Pero hay un problema en la tracción de las vías férreas para cuya solución, hoy teóricamente y ma-

ñana prácticamente, la locomotora eléctrica ha de llevar ventaja decisiva á la locomotora ordinaria, y es el problema económico.

La locomotora ordinaria, en último análisis, es una máquina de vapor ambulante. Una máquina que tiene que transportarse á sí propia, con su hogar, su caldera y sus depósitos de agua y de carbón.

Esto es indiscutible. Y además el coeficiente de aprovechamiento de esta máquina ambulante es bastante inferior al de una máquina fija.

Pues considerando el problema en términos generales, ¿cómo no ha de creerse, ó cómo no ha de sospecharse al menos (salvo las debidas rectificaciones de cálculo y de la experiencia), que será económico en una gran línea establecer unas cuantas máquinas fijas de vapor, que produzcan electricidad, la que por cables de conducción se lleve á cada tren, descargando á la potencia de toda sobrecarga inútil, espiritualizándola por decirlo así, y utilizándola por completo ó casi por completo?

¿Qué es lo que se necesita para la tracción? ¿Una fuerza? Pues la fuerza se produce, con la mayor economía posible, en la máquina fija de una fábrica y por un hilo llega á la locomotora eléctrica para que ésta ponga en movimiento el tren.

¿No es esto más racional y más lógico que hacer que en cada tren vaya una fábrica, hasta con su chimenea y sus depósitos de agua y combustible?

No se nos oculta que los anteriores razonamientos, por decisivos que parezcan, deben someterse, como antes decíamos, primero el cálculo y luego á la experiencia. Pero hay muchos Ingenieros que, al menos para el porvenir, prevén estos resultados y sostienen que han de ser favorables al empleo de la tracción eléctrica.

Y cuenta que hay otro factor en el problema muy digno de tenerse en consideración.

Lo hemos dicho muchas veces. La crítica que hoy se hace, no sólo de las locomotoras, sino de las máquinas fijas de vapor, no dejan muy bien parados á estos admirables mecanismos. Se les admira, se procura perfeccionarlos, se reconoce que la combustión del carbón de piedra y el vapor de agua constituyen hoy un sistema de energía industrial de horizontes universales y casi casi insustituíbles. Se confiesa que la máquina de vapor es una necesidad, pero al mismo tiempo se afirma, y con razón, que la máquina de fuego es mostruosamente cara. El teorema de Carnot ha formulado contra ella sentencia inapelable, como tuvimos ocasión de explicar no hace mucho tiempo.

Pues bien, si una línea de ferrocarril atravesase una región montañosa en que existiesen grandes caídas de agua, la tracción eléctrica permitiría utilizarlas con facilidad suma. No habría más que recoger la fuerza de las cataratas por una ó varias turbinas y hacer que éstas pusieran en movimiento varios

dinamos, para tener una corriente eléctrica, que podría correr á lo largo de la línea por un hilo del cual las locomotoras eléctricas de los diferentes trenes tomarían la energía necesaria para la tracción: no otra cosa son los tranvías eléctricos y los metropolitanos de gran velocidad.

Claro es que, por ahora, esta es una idea casi puramente teórica; pero es una idea racional y es una idea fecunda.

La locomotora ordinaria tiene un horizonte cerrado y estrecho: forzosamente ha de consumir carbón. Cuando más, en algunas regiones podrá consumir leña; tal vez en casos determinados acuda al petróleo, pero siempre necesita quemar un combustible; siempre será una máquina de fuego. La fuerza motriz ha de ser el calórico; el resorte intermedio, por decirlo así, el vapor de agua, y el coeficiente de rendimiento siempre será desastroso, y perdóneseme el adjetivo.

Es decir, estaremos derrochando carbón miserablemente cuando los geólogos anuncian que el carbón escaseará dentro de ciento ó ciento cincuenta años.

La máquina de vapor no puede utilizar otra energía. Pasará corriendo por regiones ricas en multitud de fuerzas naturales, y no podrá utilizarlas: para ella, como si no existiesen; carbón y siempre carbón, quemar y siempre quemar; este es su destino.

En cambio, ¡qué porvenir tan brillante el de la locomotora eléctrica, aun cuando se suponga que está lejano!

No hay fuerza natural que, si las circunstancias son favorables, no pueda utilizarse para la tracción por la electricidad.

En teoría, todas; absolutamente todas.

Atraviesa el ferrocarril una sección de montañas con grandes cataratas: pues puede aprovechar esta potencia hidráulica para la tracción de los trenes.

Pasa junto á la orilla del mar, y se han podido almacenar las mareas: pues la fuerza de la marea puede servir para la tracción.

Cruza grandes llanuras abrasadas por el sol, que hoy mismo representa miles y miles de caballos de vapor: pues si se ha encontrado manera de recogerlo, todavía podremos hacer que la fuerza solar arrastre al tren.

Y es que la dinamo puede movilizar, por decirlo de este modo, todas las fuerzas naturales; puede unificarlas, convirtiéndolas en corriente eléctrica: en haciendo que esta corriente vaya por un hilo á lo largo de la vía, como hoy mismo se hace, aunque en pequeña escala, para la tracción eléctrica en las poblaciones, en ese hilo podrán tomar los trenes la fuerza necesaria para su tracción.

Este será un programa prematuro, ya lo reconocemos. Pasarán cincuenta años, ó pasará un siglo,

sin que se realice, pero él se irá realizando poco á poco.

Los tranvías puede decirse que son un ensayo en pequeña escala de algunas de las precedentes ideas, aunque todavía la electricidad que en ellos se utiliza se engendre por la máquina de vapor.

Vemos, pues, que el horizonte que la tracción eléctrica tiene ante sí es dilatadísimo; la tracción eléctrica puede aspirar á perfecciones tales que hoy mismo nos parecen delirios. En el estado actual, un ferrocarril de vapor es un organismo al mismo tiempo sublime y monstruoso. Á la vez, se realizan prodigios y se marcha en pleno absurdo. El despilfarro de fuerza es inconcebible.

No sólo porque la máquina ordinaria es derrochadora de suyo, sino por otra circunstancia que salta á la vista.

Supongamos que un ferrocarril pasa de un valle á otro valle salvando una alta cordillera de 400 metros, por ejemplo.

Cada tren tiene que subir primero 400 metros, pero luego tiene que bajar otros tantos, suponiendo, para fijar las ideas, que las estaciones extremas se encuentran al mismo nivel.

Que para subir se consuma fuerza, es natural y es necesario; pero que para bajar tenga que consumirse fuerza también, es un monstruoso absurdo.

No lo será en la práctica y en la realidad, pero lo

es ante la lógica; y cuando la lógica declara que una cosa es absurda, día llega en que el absurdo desaparece.

Pues con el sistema actual, este absurdo es inevitable.

¿Y no podrá evitarse con la locomotora eléctrica cuando el nuevo sistema alcance su perfección?

Nadie puede dudarlo; y en esto ya se piensa.

Hay quien afirma que á la bajada todo desnivel puede aprovecharse para la tracción.

Basta para ello, *teóricamente*, que el tren, al bajar por una pendiente muy pronunciada, por la misma fuerza de la caída, ponga en movimiento un dinamo y que la corriente eléctrica engendrada en éste sirva para cargar un sistema de *acumuladores*. Y después estos acumuladores podrán servir de fuerza motriz para la subida.

De modo que no habrá potencia derrochada ni perdida, toda será utilizable, y hasta convendría aumentar algo las pendientes, con lo cual se disminuirían los gastos de construcción, y el gasto de arrastre se reduciría á un mínimo.

Todo ferrocarril de este sistema vendría á ser una especie de montaña rusa eléctrica. Como en la montaña rusa la velocidad de la caída se aprovecha para subir, en este nuevo sistema, el tren, alternativamente, en la serie de subidas y bajadas, rampas y pendientes que forman el perfil de una línea, consu-

miría potencia eléctrica en toda subida, pero engendraría potencia eléctrica en toda bajada, como ayuda por lo menos para una nueva subida.

Y quién sabe si en tiempos venideros, cuando *todas estas ideas que hoy nos parecen sueños ó delirios y acaso extravagancias* hayan encarnado en la realidad, quién sabe, repetimos, si cuando un tren llegue al término de su viaje, en vez de llegar rendido y exhausto, sin agua y sin carbón, y con resoplidos fatigosos de monstruo de hierro jadeante, llegará repleto de fuerza que engendró en una larga bajada desde la altura de 300 ó 400 metros, dispuesto á emprender el viaje de vuelta mediante la potencia eléctrica almacenada en sus acumuladores.

Esto, acaso, será el porvenir. Por hoy, hemos de contentarnos con mucho menos: con que los tranvías eléctricos marchen bien, tenemos bastante.

Al tiempo lo que es del tiempo; pero también á la esperanza lo que en buena ley le pertenece.

LA TRACCIÓN ELÉCTRICA

En diferentes ocasiones lo hemos dicho, y en alguna muy reciente: la tracción por la electricidad tiende á sustituirse á la tracción por el vapor, es decir, la locomotora eléctrica á la locomotora ordinaria.

Hasta ahora, no es amenaza seria ó inmediata; pero en el porvenir ha de serlo seguramente.

Por el pronto, los tranvías eléctricos van invadiendo todas las capitales, y saliendo de los límites urbanos se extienden por multitud de pequeñas líneas alrededor de los grandes centros.

Son, en cierto modo, tentáculos que se van dilatando cada vez más.

Las ventajas de la tracción eléctrica son indiscu-

tibles, y las reconocen plenamente Ingenieros de gran competencia. Así lo decíamos no hace mucho al dar cuenta del último Congreso de Ferrocarriles.

Claro es que la tradición en la industria como en el orden social, tiene una fuerza formidable, y la locomotora de vapor cuenta casi un siglo de existencia, que es mucho en estas materias.

Los intereses creados son grandes, grandes los capitales comprometidos, y no se arrinconan en un día ni en un año los miles de centenares de locomotoras que hoy circulan por las inmensas redes de las vías férreas en todos los países civilizados y aun en los que no lo son.

La vieja locomotora es lo firme, lo seguro, salvo choques y descarrilamientos, lo conocido y lo experimentado; en suma, es el orden establecido.

La locomotora eléctrica es lo nuevo, en cierto modo, lo revolucionario.

Triunfará, porque representa un gran progreso, pero necesita mucho tiempo para perfeccionarse y para ofrecer á las empresas y al público garantías serias de regularidad.

En rigor, los tranvías eléctricos constituyen un ensayo en gran escala de la traccion por medio de la electricidad.

La célebre frase de Víctor Hugo: «Esto matará á aquello» puede aplicarse á las dos locomotoras que hoy empiezan á luchar; la locomotora de vapor y la

locomotora eléctrica: ésta matará á aquélla; pero ¿cuándo ha de verificarse el sublime crimen?

No es fácil predecirlo, porque depende de muchas circunstancias.

La locomotora eléctrica será de marcha mucho más ordenada que la locomotora de vapor, sin esa complicación de sacudidas y movimientos irregulares que hacen del monstruo de hierro un monstruo incómodo y temible. Sin aquella respiración de humo sucio y molesto, caminará la locomotora eléctrica á lo largo de los carriles, pulcra y tranquila. Podrá utilizar, como varias veces hemos explicado, multitud de fuerzas naturales; como son las caídas de agua que hoy se precipitan estériles en el seno de los montes y de las soledades; y podrá, finalmente, aprovechar todo el peso del tren para la adherencia.

Aun empleando el carbón de piedra y el vapor que su convulsión engendra, llegaría á producir grandes economías. Pero á pesar de todas estas ventajas que ya en otros artículos hemos analizado, el triunfo de la tracción eléctrica ha de ser más lento de lo que el deseo quisiera que fuese.

No ya una sociedad entera, ni siquiera una industria como es la industria de los ferrocarriles, se da por vencida y se entrega á las nuevas ideas, por hermosas que puedan ser, sin larga lucha y tenaz resistencia.

De todas maneras, la lucha ha comenzado, y hoy

la electricidad aparece con todas sus energías en una gran experiencia de que vamos á dar cuenta á nuestros lectores.

Se trata nada menos que de duplicar la mayor velocidad de los trenes actuales; es decir, de obtener inmediatamente, como ya parece que en gran parte se han obtenido, velocidades de 200 kilómetros por hora, que es como si dijéramos salir de Madrid por la mañana temprano, almorzar en San Sebastián ó en Biárritz, y después de descansar unas cuantas horas, volver á comer á Madrid.

Más aún, porque el genio de la invención no se contenta con tan poco: se pretende llegar á la velocidad absurda, insensata, verdaderamente fantástica, de 400 kilómetros por hora. De suerte que lo que antes decíamos de San Sebastián pudiéramos decirlo de París.

Como el año de 1856 se iba á Aranjuez, á París se iría á mediados del siglo actual, si tales esperanzas se realizasen.

Decididamente, á medida que el mundo se va haciendo más grande por el triunfo de la ciencia, el globo terráqueo se va haciendo más pequeño, y el tiempo y el espacio tienden á borrarse.

Todas estas no son puras creaciones de la fantasía, porque hoy se trata de hechos reales y positivos.

En un periódico sumamente útil y muy interesante que se publica en Barcelona con el título de

El Mundo Científico, hemos encontrado la siguiente noticia tomada de la prensa alemana, y sobre ella llamamos la atención de nuestros lectores:

La «Allgemeine Elektricitats Gesellschaft», de Berlín, ha realizado diferentes experiencias en el ferrocarril militar de Berlín á Zossen, cedido para este efecto por las autoridades militares alemanas.

Trátase de un coche eléctrico, como si dijéramos de un coche locomotora, que ha marchado á más de 200 kilómetros por hora.

Los datos que acompañan á esta noticia son interesantes y estupendos como la noticia misma; pero téngase en cuenta que no se trata de un proyecto ni de una idea más ó menos atrevida, sino de una realidad, á saber, las experiencias efectuadas.

En el fondo, el sistema es el de los tranvías eléctricos que ya conocemos. Producción eléctrica en una fábrica, transporte á lo largo de la vía por varios hilos, toma por diversos troles y dinamos establecidos en el carruaje que hacen girar á las ruedas con una velocidad periférica de 56 metros por segundo.

Es un «eléctrico» más, según la gente le llaman á esta clase de vehículos, pero monstruoso en comparación de los que conocemos; monstruoso por sus dimensiones, y sobre todo por su potencia.

La longitud del coche es de 22 metros; se apoya sobre dos «trucks» que pesan 30 toneladas, pro-

visto cada uno de seis ruedas con un diámetro de 1 metro 25 centímetros.

Los dos ejes extremos de cada truck llevan motores independientes de 750 caballos de vapor.

El voltaje que hasta ahora se ha empleado es de 12.000 voltios, pero el definitivo será de 40 ó 50.000.

Sobre este voltaje colosal ya daremos explicaciones en éste ó en otro artículo; por ahora, sigamos con la descripción del mecanismo.

Estamos acostumbrados á ver en cada eléctrico un trole, pues este nuevo y monstruoso eléctrico tendrá nada menos que seis troles.

Y si uno da tanto que hacer, pensará el lector, ¿qué serán seis troles corriendo sobre tres cables, ó, mejor dicho, tres hilos de trabajo con voltajes de 50.000 voltios?

Al pronto, la idea asusta; pero en el siglo XX habrá que perder estos miedos infantiles, ó habrá que renunciar á vivir en el siglo.

De todas maneras, téngase en cuenta que esta enorme tensión no penetra en el interior del carruaje.

La extraordinaria velocidad del vehículo exige la adopción de muelles triples para la suspensión de los motores y del coche, y si las aspiraciones de los Ingenieros hubieran de realizarse y se llegara á la velocidad de 400 kilómetros por hora, no estaría de más proveer á cada viajero de una armadura completa,

acolchada por dentro y erizada de poderosos resortes por fuera.

De cualquier modo que sea, la empresa es seria; ha empezado ya á realizarse, y el Gobierno alemán y el propio Emperador la protegen decididamente, demostrando un gran interés por todos estos progresos industriales de la electricidad.

Acaso el lector se pregunte: ¿y para qué estos voltajes tremendos de 40 y de 50.000 voltios, cuando con 400 ó 500 vivimos en continua alarma? ¿No es este un exceso de celo de los Ingenieros electricistas, cegados por las maravillas del fluido eléctrico?

La pregunta es natural, pero la contestación es fácil.

Estos voltajes enormes no obedecen ni á un capricho de los Ingenieros, ni á un alarde peligroso é inútil. Bien al contrario, hacen posible la industria de la tracción eléctrica á grandes distancias, que de otra suerte no lo sería.

Entendámonos; sería posible científicamente, hasta prácticamente, pero no industrialmente.

La industria tiene una ley suprema: la baratura, la reducción de gastos, para que de esta suerte se pueda pagar al obrero y al capital.

Permítasenos algunas explicaciones. Según hemos dicho muchas veces en estas crónicas, toda corriente eléctrica que circula por un conductor lo caldea; y si el conductor es de pequeño diámetro, es

decir, si la cañería es estrecha, en proporción con el número de amperios, que es como si dijéramos con el número de litros de fluido eléctrico que circulan por ella, ó sea por el hilo, éste se enrojecerá y se destruirá al fin; con lo cual la empresa será imposible, y por tanto imposible la tracción.

La tracción eléctrica en tan gran escala y con tales velocidades supone el transporte por el hilo conductor de centenares de caballos de vapor, y, por consiguiente, de una gran energía eléctrica.

En esta energía entran dos factores, cuyo producto da el número de voltios, y en último resultado el número de caballos de vapor. Y son estos factores el número de amperios, que es la cantidad de fluido, y el número de voltios, que es la tensión.

Del mismo modo que en una catarata de agua, la potencia depende de otros dos factores: primero, la masa de agua que cae; segundo, la altura de donde se desprende.

Ahora bien; si el lector ha seguido con atención las sencillas observaciones que preceden, comprenderá fácilmente el enlace lógico de esta serie de proposiciones que vamos á presentar.

El ensayo á que venimos refiriéndonos y el proyecto definitivo de un transporte eléctrico á razón de 200 kilómetros por hora supone el transporte de muchos caballos de vapor por los hilos de trabajo.

Luego el producto de los amperios transportados

por los voltios, ó de otro modo, de la cantidad de electricidad por la tensión, ha de ser un número muy grande. Lo que sea cada uno de los factores importa poco, lo que importa es el producto. Uno de los factores puede achicarse, con tal que el otro aumente en la misma proporción. ¿Cuál de los dos factores nos convendrá que sea pequeño? Evidentemente el que representa el número de amperios, ó sea la cantidad de fluido, porque esta cantidad de fluido al pasar por el hilo es el que lo caldea, lo enrojece y lo destruye. El calor desarrollado depende de los amperios y no de los voltios.

Pero en este caso habrá que aumentar extraordinariamente el otro factor, el de las tensiones ó los voltios, y por eso se emplean esas potencias enormes de 40 y de 50.000 voltios.

Y así, para transportar grandes energías, no habra que transportar grandes cantidades de electricidad, al contrario, podrán ser muy pequeñas relativamente, con tal que crezca el voltaje. Y aquí se aplica el dicho vulgar: «lo que no va en lágrimas, va en suspiros»; lo que no va en amperios, va en voltios.

De esta manera podrán transportarse centenares de caballos de vapor por hilos relativamente delgados; la economía de conductores será importantísima y será posible una empresa que de otro modo sería irrealizable.

Así veremos ir, ó mejor dicho nos figuraremos,

cómo por un hilo delgado viajan 200 ó 300 caballos de vapor, sutiles, invisibles, prodigiosos, á modo de espíritus formidables de la industria.

Este problema de las altas potenciales de 40 ó 50.000 voltios en el caso que estamos examinando, es, según queda explicado, cuestión de economía, y, por tanto es el verdadero problema industrial.

Hemos demostrado la necesidad de las altas potenciales, de esas tensiones eléctricas que pudiéramos decir, si se nos perdona la palabra, que se hombrean con el rayo, pero todavía le quedarán sobre este punto algunas dudas al lector, si es que hay alguno para estos artículos.

Sí, dirá. Reconozco la necesidad de esas potenciales estupendas; no me espantan gran cosa mientras imagino que la corriente eléctrica va por un hilo atravesando llanuras y montañas, porque en todo ese trayecto no pueden hacerme mucho daño; pero ¿y cuando lleguen al coche? Porque al coche han de llegar forzosamente, si han de actuar sobre el receptor eléctrico, ó sea sobre los dinamos receptores del carruaje.

Fácilmente podemos tranquilizar al lector; pero ya este artículo va siendo demasiado largo para materia tan árida y lo dejaremos para otra ocasión.

Bueno es que el público se vaya interesando por estas cuestiones y por estos problemas, y uno de los mayores estímulos del interés es el miedo.

Además, hay otro punto en que habremos de insistir y que exige amplias explicaciones, porque es lo sutil de lo sutil, como si dijéramos la quinta esencia de la electricidad.

Nos referimos á ciertos fenómenos eléctricos que se ocultan, en cierto modo, tras una frase que hemos empleado varias veces en este artículo y que ya se va empleando por esos mundos con mucha frecuencia.

Hemos dicho corrientes *trifásicas* (otros dicen trifáseas), y nuestro lector imaginario preguntará qué quiere decir este adjetivo.

Con las corrientes eléctricas continuas ya estamos familiarizados. Nadie sabe lo que son, ni los doctos ni los ignorantes; pero el nombre no nos asusta, y puede decirse que han entrado de lleno en el saber común ó en la ignorancia general, que son dos conceptos casi equivalentes.

Pase, pues, por las corrientes continuas; pero ¿qué quiere decir esto de corrientes trifásicas?

Hay que explicarlo hasta donde se pueda explicar, y lo explicaremos, Dios mediante, en otro artículo.

LAS ENERGÍAS DEL RADIUM

Dijimos en otro artículo, publicado hace tiempo, que el «radium» aparecía en la Ciencia como un metal revolucionario, como un verdadero anarquista que viene á pertubar todo el orden establecido y á destruir todas ó la mayor parte de las leyes de la Ciencia clásica.

Según parece, no ha podido obtenerse hasta hoy completamente puro; pero las sales de «radium», por ejemplo, los cloruros y los bromuros, presentan una serie de fenómenos verdaderamente extraordinarios.

Algunos de ellos son nuevos, pero no son alarmantes, si se me permite la palabra. Que el «radium» emita rayos parecidos á los rayos catódicos ó verdaderos rayos catódicos; que emita rayos parecidos á los X ó verdaderos rayos X; que de éstos sean unos

electropositivos y otros electronegativos, que atraviese cuerpos opacos, que impresione planchas fotográficas, que presente fenómenos de fosforescencia, que convierta en conductores á cuerpos que no lo son, por ejemplo al aire; que en el espectro luminoso presente grupos de rayas antes no conocidos, y que serán precisamente caracteres para definir el nuevo cuerpo; todo esto constituye un conjunto de hechos nuevos, curiosos, dignos de estudio, que ensanchan los horizontes de la Ciencia, pero que no la perturban, ni la niegan, ni la ponen en peligro.

Caen todos ellos, por decirlo de este modo, dentro de la legalidad existente, y el campo de las investigaciones será para el «radium» y para sus diversas radiaciones un campo neutral.

Podrán estudiarse estos diferentes rayos, ver cuáles de ellos son verdaderas vibraciones del éter, cuáles se asemejan á los «iones» de las pilas hidroeléctricas, y así sucesivamente.

Mas, dejando aparte este grupo de fenómenos, que vienen al mundo de la ciencia respetando el orden de la misma, como nuevas fábricas y nuevas industrias vienen á la sociedad sin pretender aniquilarla, y sí sólo aumentar el trabajo y la riqueza, hay otro grupo de fenómenos en el «radium» que desconciertan, perturban y alarman; porque, al menos en la apariencia, y nótese que sólo en la apariencia decimos, llegan en son de guerra contra las grandes

Ciencias, la Física y la Química, contra las teorías más universalmente aceptadas, contra las hipótesis más fecundas, y casi pudieramos decir más simpáticas.

Entre todos estos hechos, escojamos tres, que casi pudiéramos condensar en uno solo: «producción inagotable de energía»; aunque, para más claridad, pudiéramos dividir este fenómeno único en otros tres fenómenos, de que hablaremos en otros artículos, ya que no en éste.

Por el pronto, considerémoslo en su unidad, y expresémoslo, como acabamos de expresarlo, en forma sintética, diciendo: «producción inagotable de energía».

Todas las radiaciones del maravilloso metal se traducen, en último análisis, por una emisión constante de fuerza, ó para emplear la palabra propia, «de energía»; y sin embargo, parece que esta energía nunca se agota, ni la fuente se agota tampoco.

Una cantidad muy pequeña de cloruro ó de bromuro de «radium», por ejemplo, una fracción de gramo, puede estar emitiendo días y días, meses y meses, y aun podemos decir años, cantidades considerables de calorías; y esto sí que parece echar por tierra, con empuje verdaderamente revolucionario, las dos leyes más firmes de las ciencias físicas: la conservación de la materia y la conservación de la fuerza, y, de paso, este gran postulado del orden me-

tafísico, pero que en rigor es la base de toda la ciencia experimental: «de la nada, no puede brotar nada», y, por lo tanto, «lo finito se agota».

Postulado que se traduce por reglas prácticas, por ejemplo: si de una cantidad finita, sea materia, sea fuerza, sea energía, sea lo que fuere, se sustraen sin cesar cantidades finitas, la fuente acaba.

Y, sin embargo, el radio irradia; y la intensidad de la radiación sufrirá alternativas, pero no desciende de un término medio constante; de suerte, que ni el «radium», ni las fuerzas que emite, se agotan nunca; al menos parece que no se agotan, á juzgar por los experimentos hasta aquí realizados. Que en esto de hacer afirmaciones sobre el «radium» y sus fenómenos hay que andar con mucha prudencia.

Como todo orden establecido tiene resistencias conservadoras, se ha procurado explicar la contradicción que antes señalábamos entre la ciencia clásica y dichas propiedades extrañas del «radium» en que ahora nos ocupamos.

Y las explicaciones principales son dos.

Para comprender la primera, pongamos un ejemplo

Supongamos una caída de agua; en ella, una turbina; y admitamos, para redondear el ejemplo, que la turbina se emplea en hacer girar una dinamo, y, por lo tanto, engendrar determinada corriente eléctrica.

Cualquier observador que no conociese el arte-

facto, y que por la imperfección de sus sentidos no pudiera ver la catarata, y sí sólo la turbina y la dinamo, podría decir:

¡Qué mecanismo tan extraño! En rigor, ahí tenemos una máquina de movimiento continuo; constantemente está creando electricidad y nunca se agota. Es un sistema finito que lanza de sí energías cuya suma crece indefinidamente.

Pues bien, los que proponen este sistema de explicación, explican de una manera análoga el fenómeno de que se trata, en el nuevo metal.

Para ellos, el «radium» es la turbina y la dinamo; y la catarata invisible es una energía, invisible también, que cruza el espacio en todas direcciones y que, recogida al pasar por el «radium» y transformada por éste, brota á lo exterior en las formas varias de sus diversas radiaciones, y, en suma, en forma de fuerza.

Es una explicación, pero una explicación hipotética; bien es verdad que, en rigor, hasta ahora sólo hipótesis pueden formularse sobre fenómenos difíciles, complejos, y cuyo estudio es tan reciente.

Pero hay otra explicación, ó, si se quiere, otra hipótesis más general, más grandiosa y hasta cierto punto más precisa, aunque quizá no tan sencilla como la anterior.

Esta nueva hipótesis requiere algunas explicaciones preliminares.

Desde lo infinitamente pequeño tenemos que saltar, por salto prodigioso de la imaginación, que no suele darlos menores, hasta lo infinitamente grande. Desde el mundo archimicroscópico de las moléculas y los átomos, hasta el mundo telescópico de los sistemas solares y del fondo inmenso de los cielos en los espacios sin fin.

Todo el mundo tiene idea más ó menos exacta de lo que son los sistemas solares. Un astro central, es decir, un sol, y alrededor planetas que giran, y alrededor de los planetas, satélites. Y aún se comprenden sistemas más complicados, de dos ó más soles. En suma: un sistema de cuerpos celestes, todos ellos en movimiento, pero con movimiento regular y periódico, que no cambia durante siglos y siglos, y centenares y millares de siglos; siempre trazando cada astro la misma curva, siempre con periodicidad matemática, siempre repitiendo los mismos movimientos de conjunto. Todo esto podemos condensarlo en una palabra: un sistema solar es un sistema dinámico «perfectamente estable».

No nos atrevemos á decir «absolutamente» estable, porque la palabra «absoluto» es muy peligrosa en la ciencia positiva y es sobradamente ambiciosa en labios humanos.

Pero de todas maneras la nota dominante de tales sistemas es la «estabilidad».

Las fuerzas externas del espacio, que sobre ellos

puedan actuar, no los altera, ó los altera en cantidades tan infinitesimales, que la observación más exquisita no puede sospecharlo.

Y ahora, por hipótesis, más que atrevida fantástica, imaginemos «un ser inmenso» que allá, desde las profundidades del espacio, sometiese á experiencias proporcionadas á sus dimensiones y á su poder, estos sistemas solares, el nuestro, por ejemplo.

No lo podría ver en sus elementos, quizá no podría verlo en su conjunto, tendría que observarlo en sus reacciones, allá en el seno de una química planetaria.

Pues para ese ser de nuestra fantasía, nuestro sistema solar entero, ú otro cualquiera, sería como el «átomo de un cuerpo simple».

No podría descomponerlo, porque suponemos que sus fuerzas y sus medios no alcanzaban para tanto, y afirmaría quizá que era indescomponible y le llamaría oxígeno, ó le llamaría hidrógeno, ó le daría algún otro nombre de los que se usen en esas regiones infinitas.

Y todos los sistemas solares de enorme estabilidad serían para nuestro observador gigantesco los átomos de otros tantos cuerpos simples.

Pero un día tropieza con un sistema solar compuesto de centenares y miles de planetas todavía en camino de formación; en que no se han regularizado las órbitas, ni las velocidades; en pleno transfor-

mismo planetario; pudiéramos decir: pelotón rezagado de una nebulosa en que á la marcha giratoria pero incierta de sus elementos, no ha podido sustituirse la marcha regular, perfecta, de secular periodicidad de nuestros planetas.

Sistema este de nuestra hipótesis en los que los choques serán frecuentes y en que las fuerzas exteriores producirán perturbaciones sensibles que podrán ser apreciadas por el observador.

Y bien, á este sistema solar, que tiende hacia la estabilidad, que tal vez la ha alcanzado en parte, pero en que la estabilidad no es completa, el fantástico observador de los espacios pudiera ser que le llamase «radium» si allá en su idioma supra-estelar existiese alguno equivalente á la palabra «radiación».

¿Por qué?

Porque así como en un sistema solar estable no hay choques posibles, en este otro sistema solar inestable, que tiene algo en sí de la intranquilidad nebulosa, los choques serían frecuentes, repetidos, y repetidos en cada instante miles y millones de veces. De donde resulta, que de la masa total se destacarían de continuo planetas de la misma masa; sería una granizada, un bombardeo al exterior, de planetas con su atmósfera, de planetas sin atmósfera ninguna, de vibraciones luminosas, de rayos de calórico, como explosiones de la energía interna.

Ahora, para explicar el «radium» de estas nuestras

tierras, conservemos la hipótesis; pero achiquemos enormemente la escala. Como antes saltamos del mundo molecular al mundo astronómico, ahora, haciendo de lo infinito trampolín, saltemos hacia atrás, de los sistemas solares hasta los átomos de los cuerpos simples; y lo que allá encontrábamos al subir hacia los espacios, encontraremos aquí al buzar en la nada.

Lo que allí llamábamos «sistemas solares de perfecta estabilidad», aquí diremos que son «átomos» de los «cuerpos simples». Lo que allí llamábamos «sistema solar inestable», aquí diremos que es un cuerpo radioactivo; el uranio, el actio; sobre todo el «radium».

El «radium» es un metal de mucho peso atómico, y su átomo, dentro de la hipótesis que vamos explicando, se diferencia de los átomos de los demás cuerpos simples, en que no ha llegado á conseguir todavía la misma estabilidad que los demás átomos simples de la Química.

Parece que hay en su seno una gran agitación, y que continuamente está despidiendo rayos catódicos, rayos X, partículas con atmósfera etérea, es decir, cargadas de electricidad positiva, algo así como los «iones»; partículas sin atmósfera etérea, cargadas de electricidad negativa ó con escasa atmósfera; y además vibraciones del éter en forma de luz, vibraciones del éter en forma de calórico, torbellinos de éter

que serán elementos electromagnéticos , pequeñas masas de éter acaso, que serán elementos electroestáticos.

En suma, todo lo que se quiera, quedando la hipótesis por buena y la agitación interna del átomo de «radium» por enorme, no hay nada que no pueda emitir, ni fenómeno que no pueda explicarse.

Todo ello, dentro de las leyes de la mecánica, y, sobre todo, de la mecánica celeste.

Porque cuando un planeta gira alrededor del sol, la distancia y la velocidad pueden estar combinadas de tal modo y por tal fórmula, fórmula que es elemental, que la curva descrita sea una elipse constante, como la que nosotros describimos, hace millones de siglos; pero esto es cuando el sistema solar ha llegado á su estabilidad, cuando se ha ido, por decirlo de este modo, recogiendo y condensando y apretándose alrededor del astro dominador.

Pero, en cambio, en sistemas más flojos, si vale la palabra, y más nutridos, las distancias y las velocidades pueden ser tales, que una causa muy pequeña, ó un pequeño choque, convierta la elipse, que era ya muy abierta, en parábola, ó quizá en hipérbola, curva de ramas abiertas; y entonces, una pequeña partícula saldrá disparada del seno del átomo y constituirá una radiación. Esto es lo que suponen algunos que sucede en el «radium».

La hipótesis es grandiosa, y al mismo tiempo,

como antes dijimos, profunda; y es racional, y es fecundísima, y da unidad al Cosmos y á sus fenómenos; pero ¿es probable?

El porvenir lo dirá. Y sobre todo, la experiencia, si no da pruebas, dará indicios.

Una objeción puede hacerse, y es la siguiente: si el «radium» emite constantemente materia y emite constantemente energía, ¿cómo no se agota, dado que sólo de sí saque esa materia y esa energía?

A esta objeción se contesta del siguiente modo: la pérdida de materia puede ser tan pequeña, que sea inapreciable en el transcurso de unos cuantos años.

Y seguirá objetándose: si la materia radiada es tan pequeña, ¿cómo la energía es tan considerable, pues un gramo de radio puro podría emitir en pequeño tiempo centenares de caballos de vapor?

Y puede seguirse contestando: porque la energía dinámica de la masa se mide por la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad; y una partícula material, tan pequeña como se quiera, puede representar en su movimiento millones y millones de caballos de vapor, si se calcula la velocidad necesaria para producir este efecto.

Basta, pues, suponer que el «radium» y aun todos los elementos de los átomos de los cuerpos simples, tienen dentro del sistema velocidades archiplanetarias.

En suma, un átomo de «radium», siempre en la hipótesis en cuestión, no es más que un depósito de velocidades inmensas, sujetas en órbitas más ó menos regulares y más ó menos estables por fuerzas atractivas inmensas también.

Una última objeción.

Si la agitación interna del átomo de «radium» es tan grande, ¿cómo no se hace sensible al termómetro con una enorme temperatura?

Esta objeción no tiene fuerza; pero la explicación que hubiéramos de dar sería demasiado larga.

De todas maneras, conste, y con esto concluimos, que los fenómenos que presenta el «radium» no quebrantan ninguna de las grandes leyes de la física antes citadas.

De todas maneras, la materia es honda, es difícil, pero interesante, y no será la última vez que en ella nos ocupemos.

LOS JUGUETES DE LOS SABIOS

Los niños son hombres chiquitos, como los hombres son niños grandes.

Las mismas pasiones, los mismos defectos, las mismas cualidades buenas ó malas.

Los unos son inocentes tal vez por ignorancia; los otros son viciosos por ignorancia, de seguro.

Los pequeños son egoístas, con un egoísmo casi simpático, un egoísmo que hace gracia. Los grandes son egoístas, con un egoísmo repulsivo.

En los hombres, la risa y el llanto guardan mayor período: la risa escasea en algunos; el llanto, en muchos desapareció por completo: se agotó el manantial. En cambio en los niños el doble manantial es abundante, y entre uno y otro media muy corta distancia. ¡Borbotones de risa, pucheritos de llanto! ¡Dos fuentes muy juntas que á capricho se mezclan!

El niño nada sabe; pero el hombre no sabe mucho más, aunque tiene más pretensiones y mas orgullo.

El niño duerme largas horas con sueño tranquilo. El hombre vela horas interminables con desvelo penoso.

El niño tiene sus juguetes; el hombre también. Pero los del primero son menos peligrosos que los del segundo.

Tiene aquél juguetes de cartón, de madera, de papel; muñecas, sables y tambores. El segundo juega por costumbre con la honra, con la vida, con la felicidad y con el dolor de sus semejantes. También tiene sables, pero que matan, y los tambores de su ambición suenan estrepitosamente en la historia, y suenan á marcha fúnebre en muchos casos.

Los hombres más perfectos, los sabios, imitan los juguetes de los niños. ¡Y es lo mejor que pueden hacer! Es cuando son más inofensivos.

Á los niños imitan formando burbujas de jabón para estudiar los más sublimes fenómenos de la óptica.

Si los niños juegan al trompo, los sabios tienen también su trompo y su peonza, sólo que los fabrican con más esmero y los dan un nombre muy pomposo; le llaman giróscopo. Y con esta maravillosa peonza realizan maravillas: desafían á la gravedad, le roban á la aguja imantada su misteriosa tenden-

cia á dirigirse al polo Norte, y en estudiar los movimientos del *juguete sabio* emplean las fórmulas y los cálculos más sublimes de la dinámica.

La invención modernísima del cinematógrafo, que se pasea triunfante por el mundo asombrando á las gentes, empezó por ser un juguete curiosísimo de los niños.

Y ¿qué más? Las cometas, las célebres cometas, ó como dicen en algunas provincias, las birlochas, que entretuvieron nuestra infancia y aun nuestra juventud, han pasado de los niños á los hombres, y en estos últimos años han adquirido envidiable grado de seriedad.

Á principios del siglo (y aun supongo que desde mucho antes), los chicos echaban cometas, y en algunas provincias del Mediodía el afán por las cometas rayaba en delirio.

En Murcia, por ejemplo, donde pasé mi niñez, así como durante la noche se cubría el cielo de estrellas, entre la salida y la puesta del sol, toda la mañana y toda la tarde, se llenaba la bóveda azul de cometas de diferentes formas y de diferentes tamaños. Formas de rombo perfecto, de romboide y de soberbias estrellas de ocho puntas y de varios colores, astros chiquitos de último orden, astros enormes de *cien pliegos*, según entonces se decía, que no había quien los manejase á brazo y que había que *remontarlos* á torno.

Y todas las cometas llevaban su magnífica cola flotante, hecha de recortaduras de papel y á veces de trapo.

La cola era necesaria para el equilibrio dinámico y se aprovechaba además para los grandes combates aéreos de unas cometas con otras, en pleno campo, y más comúnmente entre terrado y terrado.

Porque al fin de la cola se disponían, entre dos cañitas, cuchillas de filo cortante como navaja de afeitar. Y cuando dos cometas luchaban, consistía la habilidad, y estaba el mérito, en cortar el hilo de la cometa contraria con la cuchilla de la cometa propia.

Pues ya tenemos que, andando los años, los sabios echan cometas para fines científicos, que es, como si dijéramos, para juegos sublimes de personas grandes.

¿Qué son, después de todo, muchos de los aeroplanos que se emplean, sino verdaderas cometas sin hilo? Se dirá que son aves artificiales; pero las aves y las cometas allá se van, y muchas de las leyes de la mecánica son comunes á ambas.

En aprovechar la resistencia del aire y hasta la fuerza del viento, está el problema para las aves y para las cometas.

Pero sin acudir á este ejemplo, podemos afirmar que la cometa de los chicos, con su ligera armazón, con su extensa superficie, con su cola ó algo que á la cola sustituye, con su hilo para remontarla, es hoy

un instrumento usual del meteorologista, que ya se emplea en algún observatorio, como en el de Washington, y que se procura imitar en diversos observatorios de Europa.

Sí, el meteorologista, con toda su gravedad y toda su ciencia, echa diariamente cometas como el muchacho más juguetón. Este para entretenerse, aquél para los fines de la meteorología. Lo uno y lo otro es dar pasto á la vida. El germen de ambas cometas fué el mismo, los desarrollos son distintos. El juguete, juguetón ó grave, se mantiene idéntico en su *esencia*.

La cometa del muchacho, de aquel Manolito, por ejemplo, cuyas hazañas infantiles leíamos cuando niños, era un armazón de cañas que, recubierto con pliegos de papel, formaba una superficie mayor ó menor, y que según la forma recibía diferentes nombres: cometa sencilla, birlocha, barrilete ó estrella. Y luego la cola que antes describíamos, y los tirantes, cuya desigual longitud era materia de mucho estudio, porque de ellos dependía que la cometa tomase en los aires la inclinación conveniente para flotar y elevarse.

En los muchachos, esta no era una ciencia racional, era una ciencia empírica conservada por la tradición y perfeccionada por el genio infantil.

Pues en la cometa de los meteorologistas todos estos *elementos anatómicos* se conservan, se desarro-

llan y se perfeccionan, como sucede en las plantas y en los animales con su propia armazón.

La cometa del chico es á la cometa del sabio lo que un vertebrado inferior es al hombre.

Dícese que las cometas del Observatorio de Washington son algo así como cajas aplanadas en que van diferentes aparatos pequeños, pero muy sensibles, y en que se pretende que vayan aún mayor número de aparatos para mayor número de observaciones de diferentes fenómenos atmosféricos.

No sé si llevan cola, porque no he visto ningún dibujo de dichas cometas y las descripciones que he leído no son muy minuciosas; pero si no llevan cola, llevarán lastre ó contrapeso para que la cometa tenga la debida estabilidad.

El hilo ya no es un bramante, sino que es hilo metálico, y la cometa lleva, para su seguridad en los aires, otros hilos á manera de resortes de seguridad, que la fuerza del viento pueda romper en un caso extremo antes de que llegara á romper todo el flotante artificio.

La cometa, en casos tales, cambia de dirección presentando menor superficie á la corriente aérea.

Por lo demás, estas cometas no se echan á mano, esto sería imposible, sino por medio de un torno que manejan dos hombres. Y últimamente se ha visto que dos hombres no bastan, y el torno se maneja por una pequeña máquina de vapor.

¡Quién les había de decir á los niños, al remontar sus cometas de cañas y papel, que había de llegar un día en que sabios insignes habían de hacerles la competencia elevando por los aires cometas manejadas por una máquina de vapor!

Por de contado que las de los niños eran más alegres, más vistosas, de formas más estéticas y de colores más brillantes; el blanco, el azul, el encarnado, subían por los aires como haciendo la competencia al arco iris.

Por de contado que el hilo metálico de las *cometas-sabias* y sesudas, transmite su tensión á un dinamómetro, y varios aparatos miden la inclinación del hilo sobre el horizonte y el azimut de su plano vertical; es decir, la orientación de su traza.

Nada de esto preocupa á los muchachos. La tensión del hilo la siente su mano, y tanto, que si la cometa es grande, para remontarla hay que emplear guantes.

En cuanto al azimut y á la inclinación, son elementos geométricos que á los chicos no les interesan, y, en todo caso, á su habilidad y á su instinto les están encomendados en las evoluciones y combates de las cometas.

Resulta de todas maneras que este primitivo y gracioso juguete se ha convertido en un instrumento de física atmosférica, que está prestando grandes servicios en el Observatorio de Washington, y que, como

antes decíamos, en breve se extenderá por todos los Observatorios de Europa.

La cometa del físico y del meteorologista es una verdadera sonda de la atmósfera, y de un mismo Observatorio parten á veces dos y tres cometas para *sondeos* distintos, si la palabra vale, de los aires.

Una cometa puede elevarse, según se dice, hasta dos kilómetros, y aun se asegura que sube á cuatro kilómetros, por más que no deje de sorprender esta última cifra, aun suponiendo que no sea la de la verdadera altura, sino la longitud desarrollada del hilo.

Los aparatos que la cometa lleva consigo son automáticos. Ellos mismos registran y conservan los datos que recogen á diferentes alturas.

El dinamómetro, los aparatos para medir ángulos ó goniómetros y la longitud de hilo desarrollada, determinan para cada altura la fuerza del viento y su dirección, y todo se va registrando automáticamente por ingeniosos mecanismos.

En esto, las cometas de los sabios llevan alguna ventaja á las cometas de los chicos.

Estos no resuelven tantos problemas como aquéllos; pero no dejan de resolver uno muy importante: *se divierten*.

Que suban mucho las cometas, que se mantengan á buena altura, que obedezcan dócilmente á su dueño y señor, que caigan blandamente sobre la cometa contraria á modo de movimiento envolvente y que

al tirar del hilo suban rápidas, ciña su cola al bramante contrario; que con esto y con que la cuchilla lo corte y la otra cometa venga á tierra, el triunfo será completo y el gozo indescriptible.

¡Siempre ha sido goce supremo, para los chicos como para los hombres, ver caer de mucha altura á todo aquello que á mucha altura se elevó!

Hemos dicho que las cometas de los observatorios eran exploradores utilísimos y seguros de las diferentes capas atmosféricas, y que en ellas recogen datos de gran importancia para la física general del espacio. Por ejemplo: la fuerza del viento, su dirección, el grado de humedad, la temperatura, y además se disponen los meteorologistas á determinar el estado eléctrico de la atmósfera.

De esta manera se puede tener la representación geométrica bastante exacta de los filetes atmosféricos y de su intensidad. Y con todos estos elementos puede preverse el tiempo con dos días de anticipación, como actualmente se hace en el observatorio de Washington.

Sin insistir mucho sobre este punto, se comprende la importancia de estos trabajos para la navegación y aun para los transportes terrestres de ciertas mercancías que pueden sufrir alteraciones dañosas por influencias atmosféricas diversas.

Todas éstas no son hipótesis ni teorías, sino hechos comprobados y servicios públicos de gran aplicación.

Algo parecido á lo dicho podría hacerse en Europa si pudieran establecerse observatorios en el Océano. Es decir, una especie de escuadra pacífica para el estudio de la atmósfera oceánica, que transmitiese por el telégrafo sin hilos á los observatorios del continente los datos que antes indicábamos y algunos otros.

Así como el golfo de Méjico es el que prepara para una buena parte de América *el tiempo*, el Atlántico lo prepara para toda la Europa occidental.

Ya la cometa prestó un gran servicio en la célebre experiencia de Franklin, y las modernas cometas de los sabios han de dar mucho juego, aunque quizá no tanto como han dado y siguen dando las cometas de los chicos.

Aquéllas serán más respetables, éstas son más alegres.

Con las de los muchachos la naturaleza se mostró siempre bondadosa y casi pudiéramos decir juguetona, y sólo cuando estaba muy cansada y no quería juegos, se quedaba quieta y dejaba caer tranquilamente la birlocha, la estrella ó el barrilete. Era como decirle á los chicos: dejadme tranquila, hoy no estoy para bromas, y los chicos se volvían tristemente á casa.

Los sabios son más exigentes: querrán que siempre suban sus cometas, en tiempo de calma como en tiempo tempestuoso, por la atmósfera limpia como

por la atmósfera cargada. Y es posible que alguna vez la madre naturaleza se incomode con los niños grandes y les dé un manotazo en forma de chispa eléctrica, que por el hilo metálico baje cargada con todo el enojo de las nubes tempestuosas.

¡No importa! ¡Sigan adelante los juguetes de los sabios! ¡Que no han de tener menos constancia los niños grandes que los hombres niños!

NUEVAS EXPERIENCIAS DE NAVEGACIÓN AÉREA

¡Cuántos esfuerzos, cuántos ensayos y cuántas catástrofes ha costado este problema, á sabios, inventores y aeronautas, casi en el espacio de un siglo!

Y sin embargo, no se ha llegado á una solución, siquiera sea imperfecta.

Pero el ser humano es terco, á Dios gracias; que en estas materias la terquedad es una virtud y no ceja en sus esfuerzos, antes bien parece redoblarlos.

La Sociedad francesa d'Encouragement, denominada l'Aero-Club, ofreció el año 1900 un premio de 100.000 francos al aeronauta que por un mecanismo cualquiera de navegación aérea consiguiera recorrer en menos de treinta minutos los 11 kilómetros que medianentre el Parque del Aero-Club en Saint Cloud y la Torre Eiffel (ida y vuelta).

El certamen no dió resultado, ni hubo motivo para conceder el premio; únicamente se concedió algún auxilio, á manera de compensación, á uno de los concurrentes.

En el presente año, según vemos en una revista francesa, se disputan el premio Mr. Santos Dumont, que ya tomó parte en el certamen del año anterior; Mr. Roze, con su *aviateur*; Mr. Deutsch, fundador del premio, y el Presidente del Club M. Dion.

Las noticias que hemos logrado recoger, principalmente en la revista á que nos hemos referido, son de sumo interés, y sobre ellas haremos más adelante algunos comentarios.

M. Santos Dumont se propone emplear un globo de 22,50 metros de longitud y de 7,50 de diámetro máximo. Su volumen será de 630 metros cúbicos y se calcula la fuerza ascensional en 700 kilos.

Se ha elegido el motor Bouchet, de 4 cilindros, en que se procura el enfriamiento por medio de aletas giratorias.

El peso de dicho motor, que es de esencia de petróleo, no pasa de 92 kilos, su fuerza llega á 16 caballos.

La hélice tiene 4 metros de diámetro y puede dar 1.200 vueltas por minuto.

El timón presenta una superficie de 8 metros cuadrados.

De todos estos datos, el más importante es el relativo al peso del motor en comparación con la fuerza.

Hemos dicho que el peso de dicho motor, y en él se comprende el carburador, la pila y la bobina para encender la mezcla, es de 92 kilos y la fuerza de 16 caballos; de modo que resultan menos de 6 kilos por caballo de vapor.

Este resultado es verdaderamente importante, y por este camino se ha de llegar á la solución del problema: *motores muy ligeros y de mucha potencia.*

Todo lo demás tendrá importancia; la tiene de seguro; en todo lo demás se encontrarán dificultades; pero lo transcendental y lo decisivo es el motor.

Monsieur Deutsch ha de emplear en el gran certamen un globo de 60 metros de longitud y 8 metros de diámetro máximo. Su capacidad será de 2.000 metros cúbicos.

La forma y el sistema de composición son análogos á los del globo prolongado de Renard y Krebs denominado «La France», que realizó hace algunos años las experiencias más brillantes, á nuestro entender, que se han realizado en este gran problema de la navegación aérea; porque puede decirse que han sido los únicos que han trazado un camino cerrado, volviendo precisamente al punto de partida.

En el globo de M. Deutsch, en vez de emplear la red ordinaria, se emplea una camisa de seda.

Además, se ha establecido un sistema análogo al conocido con el nombre de *globo compensador*.

El motor es también de petróleo, de cuatro cilin-

dros y del tipo que utiliza la «Sociedad de Automóviles de carrera».

El enfriamiento se consigue por medio de agua.

La hélice tiene 7 metros de diámetro. La maquinaria, con sus accesorios, pesa 500 kilos, y la fuerza del motor es de 60 caballos, según se dice.

Fijándonos en este último dato, vemos que por cada caballo de vapor resultan algo más de 8 kilos de peso. Parece, pues, que este motor es algo más pesado que el anterior; sin embargo, para la comparación completa faltan algunos datos.

La fuerza es considerable, porque 60 caballos es ya una cifra digna de respeto; pero, en cambio, el volumen de 2.000 metros cúbicos supone una gran superficie de resistencia.

Respecto al sistema empleado por M. Roze, tenemos menos noticias que para los dos inventores que preceden.

El volumen del aparato es de 1.500 metros cúbicos, la fuerza motriz de 20 caballos, y, según parece, hay una gran complicación de hélices propulsivas y ascensionales.

Por último, el mecanismo empleado por M. Dion se dice que es más modesto que los precedentes. El motor que ha de emplearse es de petróleo con enfriamiento por agua.

Á las noticias anteriores hay que agregar otra, también interesantísima.

El coronel Renard está construyendo un globo, con máquina de petróleo de 100 caballos, tan ligera, que el peso por cada caballo de fuerza sólo será de 5 kilos.

Se anuncia que el inventor se propone obtener una velocidad de 15 metros por segundo, límite á que jamás se ha llegado.

Si esta vez se llegara, el progreso sería importantísimo, y ya tendríamos, si no una solución definitiva, una solución provisional.

Porque recuérdese que el globo «La France», de los capitanes Renard y Krebs, tenía 50 metros de largo, 8,60 metros de diámetro máximo, que disponía de una fuerza de 10 caballos en una máquina sumamente pesada, y que se obtuvo una velocidad de 6,50 metros por segundo; ahora se pretende duplicar esta cifra, y aún más.

En el concurso actual, las máquinas son de 16, de 20, de 60 caballos, y en el proyecto del coronel Renard, sobre el cual se guarda el mayor secreto, se llega á la potencia considerable de 100 caballos.

Todas estas son esperanzas; pero de la esperanza á la realidad hay mucho camino, y el camino está lleno de desengaños.

El problema de la navegación aérea comprende multitud de problemas, como hemos indicado en otras ocasiones.

El problema fundamental, necesario aunque no

suficiente, como se dice en matemáticas porque sin él no hay solución posible, es el del motor; un motor de poco peso y de mucha potencia; esta es la clave.

Y hay que reconocer que el adelanto ha sido importante; no decisivo, pero importante sí.

Los primeros aeronautas se contentaron con subir al espacio; abandonar la tierra, vencer á la fuerza de la gravedad, elevarse por encima de las nubes, dilatar el horizonte; todo esto era un triunfo inmenso. Pero estando arriba, la voluntad del aeronauta quedaba anulada, las corrientes atmosféricas arrastraban fatalmente al globo y á su barquilla. Y entonces se trató de dar dirección al enorme cuerpo flotante, y se creyó al principio, y aún siguen creyendo hoy ciertos espíritus cándidos, que basta para empresa tal con la fuerza del hombre ó con tal ó cual complicación de palancas, y hasta hay otros aún más cándidos que quieren imitar á los buques antiguos, tendiendo velas que recojan el impulso del viento, y el viento se *lleva por delante* al globo y á sus velas, como si fuesen de una pieza.

Pasaron muchos años, y Giffard se llevó por los aires la primera máquina de vapor que ha recorrido el espacio aéreo sin apoyarse en la tierra.

La idea era buena, se estaba en el buen camino; pero el motor era pesado, molesto, peligroso é insuficiente.

Desde entonces acá se han propuesto ó se han en-

sayado otros muchos motores, acumuladores, pilas primarias, nuevos motores de vapor, motores de aire comprimido, y por fin motores de petróleo.

Estos son los que hoy casi unánimemente se aceptan. En todos los proyectos que antes hemos reseñado se emplea el motor de esencia de petróleo; es decir, que se acude á la explosión intermitente de los hidrocarburos. Los resultados obtenidos, según parece, son altamente satisfactorios; obtener motores que sólo pesan 6 ó 7 kilos por caballo, y que hasta pueden descender á 5 kilos, es un verdadero triunfo.

Partiendo de aquí, hemos visto que se están construyendo motores de 16, de 20, de 60 y hasta de 100 caballos de vapor.

Jamás, que nosotros sepamos, se había llegado á estas cifras, y si la realidad respecto á la potencia y al peso de los motores corresponde á los proyectos, la esperanza de obtener resultados importantes, más importantes que todos los obtenidos hasta aquí en el problema de la navegación, será una esperanza racional.

Pero además del problema del motor hay otros muchos problemas, y si no se resuelven todos, ó la mayor parte de ellos, con la relativa perfección, el verdadero triunfo obtenido por la invención de motores ligeros podrá ser insuficiente, y entre dichos problemas se presenta en primer término el problema de la estabilidad.

Nada más estable, en el orden, por decirlo así, elemental que el globo primitivo con su barquilla colgando y con su centro de gravedad lo más bajo posible.

Mas esta forma, que es buena para estar colgando en el espacio y aun para dejarse llevar del viento, no lo es para caminar, ó contra el viento ó al menos corriendo bordadas y ganando camino en dirección del rumbo definitivo.

He aquí por qué en los globos capaces de dirección, se ha adoptado casi unánimemente la forma prolongada ó fusiforme.

Esta forma tenía el globo «La France», que es ya en cierto modo un globo clásico, y casi todos los inventores la adoptan hoy en sus proyectos; sólo difieren unos de otros en las proporciones, es decir, en dar al globo forma más ó menos prolongada.

Cuanto más prolongada sea, por regla general, encontrará menor resistencia, pero tendrá menos estabilidad y opondrá menos rigidez á la deformación por acciones oblicuas.

Tenemos, pues, dos resultados, que casi unánimemente se aceptan cuando se busca la solución de la navegación aérea por medio de globos llenos de hidrógeno ó de gas de alumbrado, mejor dicho, del primero, por ser el gas de menor densidad. Y estos dos resultados son: el motor de petróleo y el globo fusiforme.

Luego quedan otros varios puntos de importan-

cia, pero relativamente secundarios, que no haremos más que señalar. El propulsor es casi siempre una hélice, por su rapidísima rotación, y aquí de la fuerza, se va ganando camino, y contra el viento, si es preciso. El timón es una especie de vela tendida con la orientación conveniente. Para mantener el globo siempre hinchado se ha introducido la modificación de globos interiores ó de otros sistemas convenientes. Por último, la unión sólida y estable entre el globo y la barquilla; el empleo de perchas longitudinales, sencillas ó dobles; la unión á estas perchas de la barquilla y de la máquina; todos estos son pormenores muy dignos de interés que pueden hacer fracasar cualquier ensayo ó pueden favorecerlo notablemente, pero que, en teoría, no son decisivos, como lo es, por ejemplo, la elección de motor.

Tiene también gran influencia el problema de la estabilidad longitudinal. En el célebre reciente y, según se dice, fracasado ensayo del Lago de Ginebra, se dió, quizá, á este problema excesiva importancia, empleando un sistema de pesos móviles que podían correr longitudinalmente; puede decirse que, *à priori*, este sistema no satisface. La verdad que en el célebre globo y en los célebres ensayos de los capitanes franceses Renard y Krebs, no hemos oído nunca que la falta de estabilidad longitudinal pusiera en peligro la marcha regular del globo en la trayectoría cerrada que recorrió.

Y queda, por último, la cuestión de velocidad íntimamente enlazada con la de fuerza motriz y con la de la resistencia del aire. Se anuncia que algunos de los concurrentes al gran certamen de que hemos dado cuenta, se proponen obtener una velocidad de 15 metros por segundo. Querrá decirse que se obtendría esta velocidad en una atmósfera completamente tranquila, porque no cabe suponer que si se camina contra el viento, y éste posee una velocidad de 12 metros, el globo haya de adquirir por sí mismo una velocidad absoluta de 25 metros, que serían 90 kilómetros por hora. Resultado admirable, verdaderamente estupendo, pero que hoy parece imposible.

No se olvide que hay tres elementos que están encadenados fatalmente, á saber: la fuerza y el peso del motor, el volumen y la superficie del globo, y, por último, la resistencia al aire.

Si el motor es muy poderoso, si en vez de ser de 20 caballos es de 60 ó de 100, también crecerá en la misma proporción el peso y será tres ó cinco veces mayor.

Luego será preciso triplicar ó quintuplicar próximamente, porque claro es que aquí no hacemos cálculos exactos, el volumen del globo, con lo cual aumentará, aunque no en la misma proporción, la superficie de resistencia.

Y este hecho de no crecer en la misma propor-

ción, es en sí una esperanza de que alguna vez se podrá encontrar la solución del problema.

Los volúmenes crecen como «cubos» de las dimensiones en figuras semejantes; las superficies de resistencias sólo como los «cuadrados».

Por eso, acaso, en la célebre experiencia del Conde Ceppeliu, se construyó un globo enorme; pero no parece que el resultado aliente mucho á los que siguen por ese camino. En las experiencias que se preparan, las dimensiones de los globos proyectados son más modestas, y valga la palabra, que las del globo últimamente citado.

Pero si al pasar del peso de la máquina á la superficie de resistencia, vamos en cierto modo ganando porque pasamos del peso del motor al volumen del globo y del volumen á la superficie, que es como ir perdiendo dimensiones, al pretender marchar contra vientos poderosos, consiguiendo todavía una velocidad efectiva de 6, de 8, de 10 metros por segundo, volvemos á perder todo lo que habíamos ganado, porque la resistencia definitiva no crece proporcionalmente á la velocidad, sino en proporción más rápida; crece, por ejemplo, como los cubos de esta misma velocidad; si la velocidad duplica, la resistencia, ó, mejor dicho, el trabajo resistente, podría ser ocho veces mayor, sin contar con que en este problema de las resistencias no se ha dicho la última palabra.

Que algunos de los globos que se proyectan marchase contra viento de 10 metros por segundo y ganase dos ó tres metros de velocidad relativa, y los resultados serían de grandísima importancia, porque vendría á suponer una velocidad absoluta de 12 ó 13 metros por segundo.

Esto es cuanto nos ocurre, y lo único que podemos decir, dado lo incompleto de las noticias que se publican sobre el particular.

De todas maneras, el certamen abierto, y al cual acuden Ingenieros tan distinguidos como los citados, tendrá una gran importancia para la marcha y el adelanto de este gran problema de la navegación aérea.

Procuraremos tener al corriente al lector de los resultados que se obtengan y aun de los que no se obtengan.

LAS EXPERIENCIAS DE SANTOS DUMONT

Hace algunos meses, á fines de primavera ó principios de verano, publicamos un artículo en *Los Lunes de El Imparcial* dando cuenta del premio ofrecido por Mr. Deutsch, premio de 100.000 francos, para el aeronauta que, saliendo del parque del Aero-Club, llegara hasta la Torre Eiffel, diera la vuelta y volviera, en treinta minutos á lo sumo, al punto de partida.

Con tal motivo consignamos algunas noticias, las que pudimos adquirir, de los Ingenieros y de los mecánicos que habían de disputarse el premio. Entre aquéllos citábamos al hoy célebre aeronauta Santos Dumont. Pero de todos los que se proponían tomar parte en el difícil y peligroso certamen, sólo dos, que nosotros sepamos, han intentado la prueba; y el úni-

co que hasta ahora ha vencido, es el simpático, atrevido é inteligente brasileño, hoy naturalizado en Francia y creo que de origen francés.

Y decimos que ha vencido, porque, según las noticias que dan los periódicos, el triunfo de Santos Dumont es indiscutible y es verdaderamente notable por las circunstancias que en él concurren.

Santos Dumont es joven, es rico, habita en París, y, sin embargo, consagra su tiempo, su riqueza, su inteligencia y expone su vida, no en los goces de la gran capital, sino para el triunfo de un gran problema de la ciencia y de la industria.

Este ejemplo no es notable, como antes dijimos, es admirable.

Y ha expuesto su vida, no una vez ni dos, sino cuatro, cinco, ocho, diez, no sabemos cuántas; porque casi á diario traían los periódicos franceses nuevas experiencias intentadas, nuevas esperanzas, gallardos comienzos y desenlaces que no eran trágicos por la gracia de Dios.

Que el inventor, un inventor cualquiera ensaye una y veinte veces su invención y la vaya corrigiendo y perfeccionando, pero tranquilamente en su gabinete ó en su laboratorio, corriendo poco peligro ó no corriendo ninguno, será meritorio y digno de aplauso siempre, porque el trabajo y la constancia lo son; pero lanzarse al espacio y caer al abismo pocos momentos después y salvarse del peligro por mila-

gro, y volver á subir y creer que se vence, para caer de nuevo y apurar la paciencia del Ángel de la Guarda, y perdóneseme la frase, á fuerza de inconcebible osadía y sublime terquedad, de esto, pocos hombres son capaces, y de esto ha sido capaz Santos Dumont. Pero no sólo hay que considerar en él el carácter, la intrepidez, la sangre fría, sino la pericia y el talento. Porque al fin y al cabo, y prescindiendo de distinciones bizantinas, Santos Dumont ha resuelto el problema en los términos que se le propusieron y en los límites que marcaban las condiciones del certamen.

Santos Dumont salió del parque del Aéreo-Club y se dirigió gallardamente á la torre de Eiffel, de suerte que *supo dirigir* su globo. Dió la vuelta á la torre de los 300 metros, en círculo relativamente pequeño; de modo, que el globo obedeció al timón y á la fuerza motriz, y Santos Dumont lo maneja hábilmente; ahora bien, estas habilidades á ras de tierra y pisando una base firme son siempre habilidades dignas de consideración, y por lo tanto, de aplauso; pero en el espacio, á 100 ó 250 metros de altura y ciñéndose al coloso de hierro, son habilidades que van bordeando lo sublime.

Por último, Santos Dumont, después de dar la vuelta á la torre caminó hacia el punto de origen, y llegó á él, y penetró en el recinto del parque antes de que hubiera transcurrido la media hora que las condiciones del certamen establecían.

No discutimos más; porque todo lo restante para nosotros no tiene importancia y se nos antoja que es algo casuístico.

Estas cuestiones de navegación aérea deben mirarse de cierta altura y no á ras del suelo.

Si en los problemas de navegación aérea no se toman puntos de vista elevados, no sé para cuándo se dejan.

Al hombre que ha consagrado su inteligencia, su fortuna y su trabajo á una gran idea y que se ha estado jugando la vida no á cara ó cruz, sino á razón de nueve probabilidades contra una; al que ha ido intrépido á la ruina y á la muerte, y cuando más para obtener una desdeñosa piedad, porque la raza humana no abusa de sus generosidades para con el vencido; al que esto ha hecho, repetimos, en la hora del triunfo, triunfo tan hermoso y tan legítimamente ganado, no se le puede decir que perdió, porque no hubo un hombre que en un momento dado recogiese la punta de una cuerda ó porque á la cuerda le faltaban 20 centímetros.

Todavía va á resultar que Santos Dumont no ganó el premio por el espesor de un cabello.

Hasta aquí, la parte moral, por decirlo de este modo, de la gallarda experiencia.

Pero no sólo la parte moral, sino la parte técnica también y la parte científica, por añadidura; que Santos Dumont tiene muchos méritos.

Después de todo, no se sube por casualidad á los aires, ni se camina por ellos en dirección fija, ni se rodea la torre, y se vuelve al punto de partida cerrando la trayectoría, por pura casualidad.

Otras experiencias y otros éxitos son totalmente debidos á la casualidad; éstos no pueden serlo.

Esta experiencia no sólo supone valor y serenidad, sino que supone talento y competencia.

Hombres valientes y serenos hay muchos; pero hasta ahora, y en el certamen presente, la empresa de Santos Dumont sólo él ha podido realizarla.

Muchos años hace que se están elevando globos en el espacio, que se están construyendo aparatos para volar y que grandes Ingenieros han consagrado su ciencia y su saber á la resolución de este problema en que nos ocupamos; pero elevarse al espacio y volver al punto de partida trazando una trayectoría cerrada, sólo tres lo han conseguido: los capitanes franceses Renard y Krebs en los años 1884 y 1885 y Santos Dumont hace algunos días.

Después de tributar al intrépido brasileño el entusiasta aplauso que merece, conviene analizar, á sangre fría, su sistema de locomoción aérea y las circunstancias de la experiencia, comparando ésta con la de los ilustres capitanes franceses mencionados, para ver cuáles son las diferencias ó las semejanzas entre el globo «La France» y el globo «Santos Dumont», y cuáles son los progresos realizados en la

navegación aérea desde el año 1884 hasta la fecha.

Esta comparación no puede resultar en perjuicio de nadie, sino en aplauso para unos y otros; y, en justicia, para todos los esfuerzos que los grandes inventores vienen realizando en bien de la humanidad y progreso de la ciencia.

En la ciencia y en la invención hay gloria para todos los que saben ganarla, y por el camino de la gloria, si las malas pasiones propias ó ajenas no les hacen codearse, pueden marchar con desahogo y á la par muchos triunfadores.

Y vengamos ya á la cuestión técnica.

Para comparar las experiencias de los años 1884 y 85 con las dramáticas experiencias de Santos Dumont, sería preciso que conociéramos detalladamente los datos exactos de unas y otras experiencias; por ejemplo, y no citando más que los fundamentales, ¿cuáles fueron las velocidades del viento con que Renard y Krebs tuvieron que luchar en sus siete célebres ascensiones?

¿Cuál ha sido la velocidad del viento en la última experiencia de Santos Dumont?

¿De qué motor y de qué fuerza disponían los capitanes franceses?

¿De qué motor y de qué fuerza ha dispuesto Santos Dumont?

¿Cuáles fueron, á la ida y á la vuelta, en unas y otras experiencias, las velocidades medias de marcha?

¿Con qué radios dieron la vuelta los capitanes franceses y el Ingeniero brasileño?

¿Qué condiciones de estabilidad tenía el globo «La France» y tiene el globo «Santos Dumont»?

¿Cuál ha sido la distancia recorrida en uno y otro caso?

Este es el menor número de preguntas que se pueden hacer para formarse una idea siquiera aproximada de aquellas y estas experiencias, y para determinar los adelantos que desde el año 84 del siglo pasado hasta el momento actual se han realizado en este interesantísimo problema de la navegación aérea.

Respecto á las siete experiencias fundamentales realizadas en 9 de Agosto, 12 de Septiembre, 8 de Noviembre de 1884, y 25 de Agosto, 22 de Septiembre y 23 del mismo mes de 1885, hay datos oficiales en la nota presentada á la Academia de Ciencias en 16 de Agosto de 1884 por Mr. Hervé Mangon y por Mr. Renard en 7 de Diciembre del 85.

En los tomos 90 y 101 de la publicación oficial titulada *Comptes rendus*, de la Academia de Ciencias, pueden encontrar los que por estas cuestiones se interesan, todas las noticias y datos á que nos referimos y que probablemente utilizaremos en otro artículo.

En cuanto al globo y á las experiencias de monsieur Santos Dumont, aparte de los elementos dramá-

ticos de estas experiencias y al hermoso y definitivo triunfo del aeronauta, es muy poco lo que sabemos.

Desde el 3 de Junio del año corriente, en que publicamos nuestro artículo «Nuevas experiencias de navegación aérea», no hemos podido recoger, ni en revistas, ni en periódicos, más pormenores que los que en dicho artículo consignamos.

Ya en él dábamos noticia del premio fundado por M. Deutsch y fijábamos principalmente nuestra atención en el globo de Santos Dumont, y en la fuerza y ligereza del motor que había de emplear.

Decíase entonces que el motor era de 16 caballos (otros elevan esta cifra á 20 caballos) y que el peso por caballo era de 6 kilos.

Así se afirmó, y nosotros por nuestra cuenta agregábamos:

«Este resultado es verdaderamente importante; »por este camino se ha de llegar á la solución del pro»blema; motores muy ligeros y de mucha potencia.»

Y concluíamos el artículo diciendo:

«De todas maneras, el certamen abierto, y al cual »acuden Ingenieros tan distinguidos como los cita»dos, tendrá una gran importancia para la marcha »y el adelanto de este gran problema de la navega»ción aérea. Procuraremos tener al corriente á nues»tros lectores de los resultados que se obtengan y »aun de los que no se obtengan.»

Hoy podemos decir, que resultado importante ha sido uno solo, pero que vale por muchos.

Desde que se inventaron los globos, hasta el año de 1884, es decir, hasta las experiencias de Renard y Krebs, jamás ningún aeronauta había podido trazar en el espacio una curva cerrada, volviendo al punto de partida á voluntad y por la fuerza de su motor.

Desde el año de 1885, hasta hace pocos días, nadie había conseguido otro tanto; hoy tenemos la experiencia, que será memorable, de Santos Dumont, y que deseamos tener datos suficientes para analizar en su parte técnica.

Muchos Ingenieros insignes, muchos ingeniosos inventores, muchos atrevidos aeronautas habían emprendido la solución del problema, introduciendo perfeccionamientos importantes en la construcción, estabilidad y régimen del globo, por decirlo así.

Todos ellos son dignos de respeto y aplauso; pero la curva aérea continuaba abierta, como burlándose de inventores é Ingenieros, y es que en la navegación aérea hay un problema que domina á todos los demás problemas, con ser todos importantes, y es el problema del motor.

En 1852, Mr. Giffard subió al espacio llevando una máquina de vapor, que fué gran atrevimiento, y fué indicar el verdadero método para la solución del problema.

Pero el viento pudo más y el problema quedó sin resolver.

En 1872, Mr. Dupuy de Lome quiso mover su globo empleando la fuerza muscular de unos cuantos hombres, y acaso obtuvo en tiempo de calma algún movimiento propio, aunque mínimo y no podía ser otra cosa; pero en cambio perfeccionó la construcción del aerostato de tal suerte, que los capitanes Renard y Krebs declaran que en los estudios de Mr. Dupuy de Lome fundaron la construcción de su globo.

Por último, para no citar más que estos tres nombres ilustres, Mr. Tissandier intentó emplear como motor la electricidad.

Todos estos eran estudios importantes, esfuerzos nobles y no estériles, porque iban preparando la solución del problema y «allanando» el camino en la atmósfera á los futuros aeronautas.

Desde entonces acá tenemos dos verdaderos momentos de triunfo: el de Renard y Krebs en los años 84 y 85, los cuales en siete experiencias cerraron la curva cinco veces; pero, según parece, contra vientos de poca intensidad; esto ya lo analizaremos en otro artículo.

Y, por último, la reciente experiencia de Santos Dumont, que tan profunda impresión ha producido en cuantas personas se interesan por este problema de la navegación aérea.

Problema, dicho sea de paso, en que la Fran-

cia con sus inventores y sus Ingenieros ha marchado hasta ahora á la cabeza de todas las naciones. Si en toda la atmósfera del globo se buscan trayectorías cerradas por globos dirigibles, sólo se encontrarán allá en las alturas y en los alrededores de París, á modo de coronas invisibles de la gran capital de la Francia, en que se agitan tantas fuerzas vivas é inteligentes.

Por lo demás, ya lo hemos dicho; hasta que no reunamos datos suficientes no podremos hacer una verdadera comparación entre las experiencias de los años 1884 y 1885 y las experiencias de Dumont, comparación que siempre resultará en honra de estos primeros vencedores del espacio, para cada uno en la parte y en la medida de su tiempo.

Hasta el artículo próximo no nos resta más que felicitarnos en nombre de la ciencia del triunfo de Santos Dumont, y unir nuestro modesto aplauso al de tantos y tantos como hoy baten palmas en honra del noble, intrépido é inteligente Ingeniero.

INVENTOS DEL SR. TORRES QUEVEDO

I

No es el Sr. Torres un «aventurero de la invención», si se nos permite esta manera de expresarnos.

No es de los que se lanzan á inventar sin preparación científica de ninguna clase, fiados en la problemática fuerza de su ingenio y en la inspiración divina, que es aún más problemática.

El Sr. Torres ha empezado por estudiar las ciencias positivas, y á ellas dedicó muchos años de su vida; se ha familiarizado después con la práctica de aquellas teorías; ganó el título de Ingeniero de Caminos, y es individuo de la Academia de Ciencias exactas, Físicas y Naturales.

Pero no es conocido sólo en España, ni son éstos en que vamos á ocuparnos sus primeros inventos, sino que además ya obtuvo un señalado triunfo hace

algunos años en la Academia de Ciencias de París, honrando el nombre español, y contribuyendo por su parte á demostrar que no es nuestra decadencia tan grande como se supone.

Antes de las dos invenciones de que vamos á tratar, había realizado otra, originalísima y de gran mérito.

Había inventado el Sr. Torres una máquina para «calcular»; pero máquina que no debe confundirse con las ya inventadas, y en uso para las operaciones aritméticas elementales, es decir, para la suma, resta, multiplicación y división.

Con la máquina del Sr. Torres, á que nos referimos, se resuelven «ecuaciones de grado superior»; problema que nadie había resuelto antes que el Ingeniero español, al menos que yo sepa, ni, sobre todo, en los términos generales y científicos que puso á contribución su buen ingenio.

Presentó, pues, una Memoria sobre este problema á la Academia de Ciencias de París, una de las primeras Corporaciones científicas del mundo civilizado, y no sólo alcanzó informe favorable, sino que la Academia resolvió que se imprimiese en la colección de Memorias «des Savants étrangers». Era la primera vez que España obtenía tan alta honra, al menos en los tiempos modernos; en cuestiones matemáticas no recuerdo otro caso. Nuestro compatriota, que no sólo tiene mucho talento, mucho ingenio y una constan-

cia y una voluntad á prueba, sino que es muy trabajador, cualidad que no abunda mucho en estas hermosas tierras de sol brillante y de cielos azules, se dedicó al estudio de un nuevo problema: el de la navegación aérea.

Verdad es que este problema se hizo sospechoso, gracias á un sinnúmero de aventuras desprovistas de toda base científica y á la interminable falange de los que, con más osadía y entusiasmo que juicioso saber, pretendieron dar dirección á los globos, cuando debieran haber empezado por orientar el de su propio cerebro.

Un inventor de este género era como un inventor del movimiento continuo ó de la cuadratura del círculo; empezaba por ser, como antes decíamos, sospechoso, y acababa por ser ridículo, á menos que el sainete no terminase por tragedia.

De algún tiempo acá, las cosas han variado.

Prácticamente se demostró en la memorable experiencia de los capitanes franceses Renard y Krebs que es posible dar dirección á los globos, y por primera vez los ilustres aeronautas cerraron una curva en el espacio á modo de corona triunfal, volviendo al punto de partida. Pero el motor que emplearon era débil, el aerostato no podía marchar contra vientos superiores á seis metros por segundo, y por mucho tiempo el problema quedó en tal estado.

Después se inventaron los motores de petróleo, y

el célebre problema avanzó notablemente en el terreno de la práctica con la atrevida y gallarda experiencia del insigne Santos Dumont, que dió la vuelta á la torre Eiffel, cerrando otra ancha curva por allá, por los aires.

Recientemente se han realizado nuevas experiencias, sobre las que no tenemos datos suficientes, pero que, según las noticias publicadas por los periódicos, han sido satisfactorias todas ellas, volviendo el aerostato veintinueve veces en treinta ascensiones al punto de donde salió, lo cual supone que una parte de su trayectoría marchó contra el viento.

El problema, pues, de la dirección de los globos no es ya un problema fantástico ni burlesco; es un gran problema científico que ha empezado á resolverse, y que puede perfeccionarse con aplicación y utilidad para muchos casos, como, por ejemplo, para la guerra.

Hasta aquí, los esfuerzos de los inventores se habían fijado principalmente en el motor; obtener un motor de muy poco peso y de mucha fuerza era el verdadero objetivo.

Á este objetivo se ha llegado, obteniendo una primera solución, mediante la cual es de creer que pronto puedan vencerse velocidades de 12 metros por segundo, que son las del término medio dominante en el centro de Europa; y esta solución ya hemos dicho cuál es: el motor de petróleo.

Sin embargo, el problema de la navegación aérea depende, no sólo del relativo al motor, sino de otro importantísimo y difícil, el de la estabilidad; toda máquina necesita un motor, pero necesita ser estable, con estabilidad dinámica en nuestro caso.

A este segundo problema dedicó de preferencia sus esfuerzos el Sr. Torres, estudiándolo amplia y científicamente, proyectando un aerostato que realizase prácticamente las conclusiones de su estudio, y condensando éste en una Memoria, que presentó á la Academia de Ciencias de París y á la Academia de Ciencias de España.

Esta última dió un informe por todo extremo favorable, y aun entusiasta; entusiasta, principalmente por el mérito del trabajo y además por las simpatías que le inspiraban el talento, el ingenio y la fuerza de voluntad del Sr. Torres; pero si animó á dicho informe el entusiasmo y le dió calor la simpatía, lo dictó la justicia.

Y en efecto, toda sospecha de benevolencia para el amigo y el compañero por parte de nuestra Academia se desvanece con sólo leer el informe de la Academia de París, que en el fondo es idéntico al nuestro.

Era la segunda vez que triunfaba el Sr. Torres ante aquella docta Corporación, de tan gloriosa historia y de tan indiscutible competencia.

En dicho informe se reconocía el mérito del tra-

bajo del Sr. Torres, se consignaba que el problema de la estabilidad de los globos jamás había sido tratado con tanta profundidad ni con tanto esmero científico, y por fin, la conclusión de la Academia de París fué la misma que la de la Academia de Ciencias de España; á saber, que era de desear que se ensayase el sistema propuesto por el Sr. Torres en el aerostato de su invención.

Mas el Sr. Torres no se contenta con la teoría ni quiere lanzarse á la ventura á la construcción de un globo más; no quiere subir por subir, quiere subir para vencer.

En este problema, como en otros muchos, hay que distinguir dos cosas: la teoría con sus fórmulas algebraicas y sus coeficientes hipotéticos ó mal conocidos, y las fórmulas prácticas de coeficientes verdaderos deducidos de la experiencia.

No le servirían de mucho al Ingeniero para construir un puente las fórmulas abstractas, si no conociese con toda exactitud la resistencia de los materiales que va á emplear, expresada dicha resistencia por coeficientes numéricos deducidos con toda exactitud de una serie de estudios experimentales.

Estas son las aspiraciones del Sr. Torres.

Antes de construír su aerostato, realizar una serie de experiencias para obtener datos numéricos seguros; por ejemplo, para no citar más que uno, cuál es el coeficiente de resistencia del aire en función de la

velocidad y de la forma del mecanismo; además, ver prácticamente hasta qué punto son exactas las conclusiones de su teoría, ó cómo habrá que modificarlas para que se acomoden á la realidad.

Por eso el Sr. Torres ha acudido al Gobierno pidiendo una subvención, á fin de emprender las experiencias citadas y poder construir después con grandes probabilidades de feliz término el aerostato que proyectó.

Y adviértase que los resultados de dichas experiencias, por ser de carácter científico general, podrán aplicarse, no sólo al problema de la navegación aérea, sino á otros muchos de la Física.

Mas estos trabajos y estas invenciones del Ingeniero español, con ser importantísimos, quedan en cierto modo obscurecidos por su último invento, que es verdaderamente admirable, de extraordinaria importancia cuando llegue á encarnar de lleno en la realidad y de aplicaciones numerosas y transcendentales.

El aparato inventado ha recibido del Sr. Torres el nombre de «telekino», que en rigor significa «movimiento á distancia», ó, más claro, é interpretando convenientemente los radicales de la palabra, «dirigir el movimiento desde lejos».

El enunciado del problema que el Sr. Torres ha resuelto, no ya en teoría, sino prácticamente, suena á cosa estupenda ó fantástica, porque puede formularse de esta manera.

Desde una playa poner en marcha y dirigir cualquier embarcación que esté en el mar á gran distancia, á distanccia de algunos kilómetros. Y esto sin disponer de algún intermedio artificial, por ejemplo: un alambre ó un cable; el espacio tan sólo.

Tal enunciado, claro es que admite muchas variantes; sea esta otra: dirigir desde la playa un bote de salvamento hasta un buque que naufraga, ó bien mandar desde tierra un torpedero contra un buque enemigo; ó efectuar la misma operación desde un buque lejano contra un acorazado; ó, por fin, desde tierra siempre, dirigir la marcha de un globo, sin que el globo, ni el torpedero, ni el bote de salvamento lleven tripulación, es decir, sin arriesgar vidas humanas.

Y si se consiguen estos resultados, será, volvemos á repetirlo, «sin haber establecido ningún enlace material» entre el centro director y el cuerpo ó el sistema móvil: embarcación ó globo.

Tal problema, hace algunos años, hubiera parecido más que imposible, absurdo; y los sabios hubieran oído su enunciado, no ya con sonrisa de incredulidad, sino con profundo desdén; ¡un delirio más!, hubieran pensado.

Sin embargo, cuando hace algún tiempo anunciaron los periódicos que Tesla, y además otro Ingeniero, no sé si húngaro ó alemán, pretendían resolver el maravilloso problema, todo el mundo, al menos

los dedicados á la electricidad, afirmaron que en teoría el problema era posible, y que el sistema que debía emplearse era el de la telegrafía sin hilos.

Pasaron años y años, y nadie fuera de España se volvió á ocupar de este asunto, al menos que yo sepa. El Sr. Torres, en cambio, se ha ocupado de él, con el talento, el ingenio y la tenacidad de siempre, y ha llegado á una solución. No ya á una solución teórica, ni, por decirlo así, esquemática.

No: ha inventado un aparato, que no hemos tenido aún el gusto de ver, pero que sabemos que lleva una hélice, un timón y los «demás mecanismos» que constituyen el «telekino».

Con este aparato ha trabajado en el Laboratorio de la Sorbona y luego en la Academia; y á distancia de algunos metros, empleando el transmisor y el receptor de la telegrafía sin hilos, gobernó el timón y la hélice con asombro y entusiasmo, según nuestras noticias, de los académicos franceses que fueron á observar la curiosísima experiencia.

Este es, en rigor, un tercer triunfo del Sr. Torres en la capital de Francia, en el centro del saber y en presencia de sabios ilustres.

Es una experiencia de gabinete, es cierto; pero que no sólo confirma la teoría, sino que da cuerpo á la esperanza.

Y para perfeccionar el invento, para aumentar su escala, para que del centro de un laboratorio salga

al aire, para que la distancia vaya creciendo desde algunos metros á algunos centenares y más tarde á algunos kilómetros, para que al fin en mar abierto se dirija desde la playa un bote salvavidas sin gente que lo tripule, para que se aplique el mismo sistema á una serie de experimentos cada vez en mayor escala relativos á la dirección de los aerostatos, es para lo que el Sr. Torres acude al Gobierno y pide auxilios materiales, que creemos le sean concedidos: una suma relativamente modesta para los dos problemas. el del aerostato, como antes dijimos, y el del «telekino».

Y téngase en cuenta que esta clase de trabajos, ya por su parte científica, ya por sus aplicaciones prácticas, han de ser de los que contribuyan de una manera más eficaz á la regeneración de la Patria, á la cultura de todos, y al nombre científico de España ante las demás naciones civilizadas.

Hoy por hoy, se sabe que el problema es posible, no sólo en teoría, sino en realidad; así lo prueba la citada experiencia de la Sorbona; y como las consecuencias serían importantísimas y todo el mundo tiene y ha de tener confianza en el talento del señor Torres, parece que la protección que solicita debe ser amplia y decidida.

Una protección generosa y constante, sin exageraciones anticipadas de entusiasmo, que la historia de pasados inventos, que eran, sin embargo, impor-

tantes, ha demostrado que son peligrosas y casi siempre bordean el cansancio y el olvido; pero sin desfallecimientos ni tornadizas voluntades, porque estos problemas no se resuelven sino á fuerza de constancia, de talento y de dinero.

Sirva de ejemplo el célebre Edisson, que, estando ya en posesión de la idea generadora de la lámpara de incandescencia, no llegó al resultado final, mejor dicho, al triunfo definitivo de su invención, sino después de muchos intentos, de muchos ensayos, de muchos fracasos y de muchos miles de dollars, que un espíritu escéptico y mezquino hubiera creído consumidos inútilmente.

Aunque el Sr. Torres no hace un misterio de su invención, y publicada está en varias partes, no hemos de dar la descripción completa, ni en este artículo, ni el siguiente. En primer lugar, porque el sitio no es á propósito, puesto que tendríamos que reproducir figuras y entrar en numerosos pormenores técnicos.

Además, porque nunca está de sobra la discreción, y aunque el invento es público, sólo es conocido de un pequeño número de personas, y no conviene por el momento ensanchar desmesuradamente el círculo.

Pero si no hemos de dar una descripción técnica y minuciosa del «telekino», podemos dar y daremos á conocer, en el artículo próximo, el principio en que se funda.

El invento, á decir verdad, parece maravilloso, y yo tengo empeño en que el público se persuada por convencimiento propio, de que la solución es posible, y que, «poco más ó menos, comprenda cómo podrá ser dicha solución».

Es infundir «la fe por la razón», que es la mejor manera, dadas las corrientes que hoy dominan, de conseguir el apoyo de la opinión pública.

Ya el público conoce, por las líneas que preceden, cuáles son las condiciones científicas y de seriedad del Sr. Torres.

Conoce los términos del problema y su importancia. «Adivina» su transcendencia.

Sólo falta que se convenza de que el problema es de posible solución, y que cada cual, con las luces de su entendimiento, atisbe por lo ménos la forma en que podrá resolverse.

Este será el objeto del artículo próximo.

II

Imaginemos, como decíamos en el artículo anterior, un buque á unos cuantos kilómetros de la costa. En el buque no hay ni capitán, ni piloto, ni marinería, ni nadie. Sólo caballos de vapor, pilas, aparatos eléctricos, servo-motores y el «telekino» inventado por el Sr. Torres Quevedo.

En la costa se encuentra un transmisor de telegrafía sin hilos y un Ingeniero que lo dirige.

De este receptor parten las órdenes; pero fijémonos bien para que no haya mala inteligencia, decimos que parten «las órdenes», no decimos que parte la fuerza.

La transmisión de la fuerza, ó mejor dicho de la energía mecánica á través del éter que impregna el espacio, es problema que no se ha resuelto todavía: apenas si está planteado de una manera vaga, y casi me atrevería á decir fantástica.

«Una orden, un mandato», como una señal telegráfica, claro es que encierra en sí una pequeña energía, la de un filete de la onda hertziana; pero energía que es incapaz por sí de producir ningún efecto físico de alguna intensidad, ni de poner en marcha una máquina directamente, ni de mover directamente un timón. La fuerza necesaria para la marcha y dirección del buque. es decir, para que el timón se incline á uno ú otro lado y para comunicar velocidades mayores ó menores, esa fuerza, repetimos, «previamente» se ha almacenado en el buque mismo; allá está esperando órdenes.

De suerte, que los términos del problema del señor Torres son claros y terminantes: de la costa, ó sea del transmisor de Hertz, parten, como la telegrafía sin hilos, no diré las «señales», diré los «mandatos»; ó, en términos un tanto filosóficos, «las causas determinantes» de los movimientos y evoluciones que la embarcación ha de ejecutar.

La fuerza necesaria para estas evoluciones, lo repetimos, va en las «entrañas del buque».

Y en él van los elementos que constituyen el «telekino», á los cuales la noble inteligencia del Sr. Torres ha prestado, por decirlo así, cierta inteligencia, no consciente, pero si disciplinada; que no todas las inteligencias lo son. Son esclavos eléctricos y metálicos los que forman la tripulación del buque, y los que han de obedecer puntualmente las órdenes del amo. Y si el buque está «parado», desde la costa se le manda caminar; onda hertziana, actuando sobre el receptor y éste sobre el «telekino», hará que la máquina entera actúe y que el buque se ponga en movimiento.

Y si el Ingeniero quiere que acelere su marcha, el «telekino» la precipitará, y la acortará cuando le manden acortarla.

De igual suerte, desde la costa se obligará al timón á inclinarse más á uno ú otro lado, con lo cual la embarcación tomará determinado rumbo, dirigiéndose á tal ó cual punto del mar.

Y se comprende ya, en una esfera teórica, que la voluntad del Ingeniero podrá transmitirse desde la costa al buque, y efectuar en él toda clase de maniobras y operaciones, como si en el buque fueran el capitán, los timoneles y la marinería.

Pero echemos el freno á la imaginación, contengamos los ímpetus del deseo y contentémonos por

hoy con desear que se resuelva prácticamente y en «escala natural» lo que ya ha resuelto el Sr. Torres prácticamente también, pero en el recinto cerrado de una Academia: mover desde lejos una hélice y un timón.

¿Cómo puede resolverse este problema? Por la telegrafía sin hilos; sólo que las «señales» de ésta se convierten en «pequeños mandatos», que hacen entrar en acción en el momento que se quiera las sutiles é ingeniosas piezas del «telekino», ó que, por el contrario, suspenden la acción del aparato.

Ya en otras ocasiones hemos hablado de la telegrafía sin hilos, pero convendrá recordar hoy la parte más elemental de esta invención admirable.

En la telegrafía sin hilos, á la cual acude el señor Torres para utilizar su invento, hay dos partes que considerar: el «transmisor», que le supondremos en la costa ó en la playa, y es el que comunica las señales por medio de las ondas *hertzianas*, y el «receptor», que deberá estar en el buque en comunicación con el «telekino», y es el que, como indica su nombre, las recibe.

El «transmisor», según hemos explicado en varias ocasiones, no hace otra cosa que producir el movimiento vibratorio de una chispa eléctrica. Es una cantidad de electricidad que pasa de una bola metálica á otra, que vuelve de la segunda á la primera, y otra vez de la primera á la segunda, y así ejecuta

unas cuantas oscilaciones de rápida amortización.

Estas oscilaciones, ó bien directamente, ó bien por una antena, pasan al espacio en forma de ondas vibrantes, y por el éter del espacio caminan ni más ni menos que las ondas luminosas; como que, en rigor, ondas luminosas son, sólo que son tan anchas que nuestra retina no puede sentirlas como luz; son luz obscura.

Son como notas muy graves del pentágrama luminoso, pero tan graves que nuestros nervios no las aprecian.

El receptor que ha de estar colocado en el buque, será el tubo de Branly, ú otro cualquiera de los que se inventen ó hayan inventado. Fijémonos en el primero, descubierto por el eminente físico francés.

Es como una retina artificial mucho más sensible que la nuestra, porque es sensible á esa luz obscura que hemos llamado onda hertziana..

¿De qué manera es «sensible», si es que la palabra está bien empleada? Pero si del «telekino» vamos á hacer un pequeño esclavo, bien podemos suponer que el tubo de Branly tiene cierta sensibilidad, que al pequeño esclavo eléctrico y de metal ha de comunicarse.

El tubo de Branly, reducido á sus elementos, y perdónenme los técnicos lo vulgar é incompleto de estas explicaciones, es un tubo de cristal con dos pequeñas roldanas ó émbolos metálicos, entre los

cuales se ha colocado una limadura también metálica. Y supongamos, además, que cada uno de los émbolos está en comunicación por un alambre con cada uno de los dos polos de cualquier pila.

El ilustre físico francés á que nos referimos, observó que la limadura colocada entre los dos émbolos interrumpía el paso de la corriente de la pila, la cortaba, era como una llave cerrada.

Pero observó también que una «perturbación eléctrica» á distancia, convertía á la limadura en cuerpo conductor; abre la llave, podemos decir, y la corriente pasa.

Así, pues, si la limadura se encuentra en estado natural, la corriente no circula, el receptor está muerto, el «telekino» dormirá.

Pero si la onda hertziana llega á dicha limadura, «algo» que todavía no está bien determinado sucede en aquella masa pulverulenta; el caso es, que ya no es aisladora, que no interrumpe la corriente, que la onda hertziana abrió la llave, y la corriente circula y el «telekino» funciona.

Si un pequeño martillo golpea en el tubo de cristal, los granillos metálicos se desarreglan y la corriente se interrumpe.

Una sucesión de ondas hertzianas que determinan la corriente, y de choques del martillo que la interrumpe, constituyen en la telegrafía sin hilos un sistema de «señales» telegráficas; en la invención del

Sr. Torres, una serie de «mandatos», que el «telekino» interpreta y distribuye moviendo el timón á la derecha más ó menos, ó moviéndolo hacia la izquierda, como la dirección del buque exija; y haciendo actuar al motor, y, por lo tanto, á la hélice con más ó menos velocidad, ó deteniendo su marcha.

Precisamente en esta «interpretación» de cada mandato, en esta distribución de las órdenes recibidas, consiste la peregrina invención del Sr. Torres, un aparato material, sin inteligencia, interpretando, como si fuera inteligente, las instrucciones que se le comunican. ¿No es esto admirable en su sencillez?

Ya ve el lector que no hay aquí nada fantástico, nada imposible, nada que no pueda comprenderse con claridad perfecta.

Porque la onda hertziana llevó una fuerza muy pequeña al buque, pero hizo entrar en acción otra fuerza ya de importancia, la «corriente de las pilas».

No será esta bastante para todas las operaciones antes indicadas, pero es bastante para que ella, á su vez, haga entrar en acción otras fuerzas eléctricas mayores; en suma, para que, cumpliendo con el mandato recibido, ponga á su vez en acción un sistema de servo-motores, mediante los que se podrá mover el timón y se podrá hacer que el motor principal ponga en movimiento la hélice.

Ya dijimos en el artículo precedente que no íbamos á describir el «telekino»; para ello necesitaría-

mos más espacio, y, sobre todo, el empleo de dibujos.

Nuestro objeto era llevar al ánimo del lector el convencimiento firme y propio de la posibilidad del problema.

Tenemos la esperanza, que acaso sea ambiciosa, pero de esperanzas y ambiciones vive el hombre, de haberlo conseguido, al menos hasta cierto punto.

De todas maneras, desde que ocurre la idea de aplicar la telegrafía sin hilos al problema en cuestión, la «posibilidad» de resolverlo es tan evidente, que casi se trueca en vulgaridad científica.

Puesto que la señal telegráfica hace entrar en acción una corriente, no queda más que inventar un aparato, que, por decirlo así, la recoja y la organice; y «soluciones teóricas» ocurren muchísimas, á cada electricista le puede ocurrir una.

Sin ir más lejos, recordaremos que vió la luz pública en *Los lunes de El Imparcial* hace tres ó cuatro años un artículo planteando el problema y demostrando «que era posible».

En algunos otros periódicos del extranjero, y entre ellos en una revista americana y en otra inglesa, se publicó algo en este mismo sentido; citemos, por ejemplo, los trabajos de Axel Orling, Brannersjelm, W. Jammeson y J. Trotter.

De modo, que explorada la parte teórica, no quedaba más que una cosa, «..... inventar el «telekino», y «demostrar *prácticamente* su eficacia .....» Esto,

que parece poco, lo es todo, y esto lo ha conseguido el Sr. Torres.

La primera Memoria que escribió sobre dicho aparato nos la remitió hacia el mes de Julio del año anterior, es decir del 902, y poco después sacó privilegio de invención en París.

La invención de que se trata, con ser admirable, está teóricamente, como otras muchas, al alcance de cualquier persona de buen ingenio que al ramo de la electricidad se dedique. El genio de la invención, afortunadamente se ha democratizado. Está al alcance, repetimos, en la parte teórica; mas para hacer encarnar la idea en la realidad y convertirla en un mecanismo que funcione, se necesitan aptitudes especialísimas, que son las que adornan al Ingeniero español, según han demostrado sus preciosas experiencias en la Sorbona.

Terminaremos ya rápidamente y sin fatigar mucho más al lector.

No vamos á describir el «telekino», volvemos á decirlo, vamos á dar una especie de «símbolo» de lo que el «telekino» es.

Las ondas hertzianas de cada mandato, al actuar sobre el tubo Branly, hemos explicado cómo determinan la circulación de una corriente eléctrica.

Pero desde el momento que esta corriente circula, se comprende y se ve á diario en la telegrafía que puede hacer girar una aguja sobre un disco circular.

Pues bien, en la periferia de este disco, incrustadas en él, distribuyamos varias piezas metálicas, con las cuales irá poniéndose en contacto la aguja al dar vueltas alrededor de su eje por la acción de la corriente recibida.

Estas piezas representan simbólicamente «cada uno de los mandatos» que el «telekino» puede recibir y ha de ejecutar, por ejemplo, movimiento del timón hacia la derecha, movimiento del timón hacia la izquierda, acción de la máquina motora sobre la hélice, ó grados diversos de estos diversos mandatos, como si dijéramos, mayor amplitud en el movimiento del timón, mayor ó menor velocidad de la hélice. Y se comprende sin dificultad ninguna, que si la aguja se para entre dos piezas metálicas del disco, y esa parte del disco es aisladora, ningún mandato se habrá transmitido; pero si la aguja se para sobre la pieza «metálica» que corresponde, por ejemplo, á un movimiento determinado del timón, la aguja al venir sobre dicha pieza cerrará otro circuito eléctrico, cuya corriente podemos suponer que sea de bastante energía para ejecutar determinado servicio ó para hacer entrar en acción al servo-motor correspondiente.

Al que haya seguido con alguna atención estas explicaciones bajo la forma simbólica ó esquemática en que las presentamos, le habrá ocurrido una dificultad.

Á saber: que como la aguja para llegar á una de las piezas metálicas de distribución desde su posición neutra, tiene que ir pasando por todas las piezas intermedias, aunque pasase con rapidez, produciría cierta «confusión de mandatos», para expresarlos de este modo; el que dominase sería el último, pero algo perturbarían los anteriores. Pues esto ya lo ha previsto el Sr. Torres, y de varias maneras puede prevenirse tal inconveniente, por ejemplo, por medio de una palanca que se mantenga suspendida cortando toda comunicación hasta que llegue el momento oportuno, es decir, hasta que la aguja llegue á la pieza del verdadero mandato

De todas maneras, estos son pormenores técnicos, que fatigarán la atención del bondadoso lector, y en que no debo insistir.

Basta con las explicaciones dadas para que el lector se forme idea, siquiera en globo, de la posibilidad del invento del insigne Ingeniero español, y para que le preste de buen grado y sin recelo el apoyo de su admiración y de su simpatía, que bien las merece.

Para no dejar ningún punto en sombra, prevengamos una pregunta.

Al hablar del tubo de Branly, decíamos que las señales eléctricas se producian alternando las ondas eléctricas con los golpes de un martillo sobre dicho tubo, y alguno preguntará: ¿Quién mueve ese martillo?

Nadie lo mueve, se mueve automáticamente; y, sobre todo, éste es un pequeño problema desde un principio resuelto en el gran problema de la telegrafía sin hilos.

Del ingenio del inventor ya estarán convencidos nuestros lectores.

De la seriedad del invento supongo que también lo estarán, no ya por mis explicaciones modestísimas, sino por todo lo que dijimos en el artículo anterior. De su importancia y su transcendencia, no hay para qué convencerles.

Cuando la invención del Sr. Torres se desarrolle y se perfeccione, como él mismo la perfeccionará, y aún la está perfeccionando, cuando del gabinete salga al campo y al mar, será un gran triunfo. En las aplicaciones científicas, humanitarias y pacíficas, no vemos inconveniente ni entorpecimiento alguno; en otra clase de aplicaciones, no hay que ocultar que la eficacia del «telekino» dependerá de los perfeccionamientos que se introduzcan en la telegrafía sin hilos.

Hoy las ondas hertzianas de las diferentes estaciones telegráficas pueden perturbarse unas á otras.

El tubo de Branly es caprichoso, y es sobre todo demasiado sensible. No es un aparato musical, no responde á determinadas ondas ó notas eléctricas, permaneciendo inerte para las restantes. Toda onda hertziana le conmueve: para él no son notas, son ruidos. En suma, el problema que se llama de la «sinto-

nización» (ó sintonía), perdóneseme la palabra, no se ha resuelto aún sino para pequeñas distancias y en casos especiales.

Cuando se perfeccione este sistema, y cada receptor sólo obedezca á las ondas hertzianas del transmisor con el cual esté en concordancia, á todas las aplicaciones del «telekino» que indicabamos antes, y que son muchas y transcendentales, se agregarán otras no menos transcendentales, pero más belicosas acaso. De esto no hablemos hoy.

Hoy sólo debemos hablar del triunfo de un Ingeniero español, que, al honrarse á sí mismo, honra á su patria y demuestra prácticamente que todavía los españoles en nuestra modesta esfera sabemos pensar, y sobre todo en trabajar ponemos empeño decidido.

Que la opinión pública, con estusiasmo, pero sin fiebre, con seriedad, pero sin alardes anticipados, preste su apoyo al ilustre inventor, es lo que deseamos, y lo deseamos con toda el alma, como amantes del mérito, del progreso y de la patria.

LA FOTOGRAFÍA DEL SONIDO

No hay que ponerlo en duda, porque fuera dudar de la evidencia. El siglo XIX es el de los descubrimientos portentosos y el de las invenciones extraordinarias. Tan extraordinarias, que á veces son inverosímiles, y algunas de ellas diríase que tienen ciertas fronteras comunes con los juegos de prestidigitación.

Ya estamos acostumbrados á los telégrafos y á los cables trasatlánticos; pero si de pronto apareciesen, no hay varón sesudo ni persona formal—aun entre los de mayor cultura—que tomara como cosa seria esto de comunicarse dos personas—una en París y otra en New-York—en unos cuantos segundos de tiempo.

Ó farsa ó brujería; tal fuera el dilema para los viejos católicos y aun para los librepensadores.

Y, sin embargo, la comunicación eléctrica, casi instantánea, á miles de kilómetros de distancia, es hoy un hecho.

Aun conociendo el telégrafo, el teléfono nos parecía ó un imposible ó una broma de los inventores; y todavía nos sorprende esto de oir la voz humana á 500 ó 1.000 kilómetros de distancia. ¡Y en verdad que hay motivo para que nos sorprendamos, porque el invento es maravilloso!

Cuando por primera vez se presentó el fonógrafo á la Academia de Ciencias de París, se cuenta que la mayor parte de aquellos respetables sabios, dudando de sus propios sentidos, negaban que el pequeño aparato pudiese hablar, y buscaban entre los presentes el ventrílocuo que les estaba embromando.

¡En verdad que el invento era inverosímil. Tan inverosímil, que hasta imposible parecía almacenar la voz humana y reproducirla; hacer que hable un cilindro giratorio; dar la palabra á un mecanismo sin alma; recoger los innumerables sonidos de las vocales y de las consonantes sólo por medio de un punzón y de un surco; materializar de este modo la vibración del aire y dejarla grabada y latente en una lámina metálica para reproducirla hoy, mañana, dentro de un año, dentro de cien; inmortalizar las emanaciones espirituales del ser humano por un

aparatillo menos complicado que cualquier caja de música! ¿No es esto asombroso?

Para creer en estas cosas, es preciso verlas y oirlas. Que de otro modo, la prudencia más elemental y hasta el sentido común se ríe de ellas.

Pues bien, algo de este género, algo tan inverosimil y aun tan imposible, se ha realizado.

Recoger la palabra y poder reproducirl, esa realmente triunfo verdaderamente asombroso.

¿Pero es menos asombroso *ver la palabra*?

Pues de eso se trata, y en parte se ha logrado por el americano Wood.

No diremos que hoy por hoy se *vea la palabra*, pero se puede ver un sonido, y por algo se ha de empezar. Que viendo uno y viendo muchos y viendo su combinación, al fin y al cabo por ver las letras y las sílabas y las palabras se concluiría.

Medite el lector en lo estupendo del problema que el profesor americano pretende resolver.

¡Ver los sonidos!

Andando el tiempo, no iremos á los conciertos tan sólo á oir las sinfonías ó las óperas de los grandes maestros, sino que al mismo tiempo que las oigamos, las veremos.

¡Y qué dibujos! ¡Qué rosetones! ¡Qué cruzamiento de ondas! ¡Qué cuadros disolventes de armonías llenarán el espacio!

Un nuevo sentido habrá brotado entre nosotros

con los nuevos aparatos que se inventen para seguir en el espacio las creaciones, por ejemplo, de Mozart ó de Wagner.

Ver y oir serán dos fenómenos que marcharán á la par, resolviéndose en una gran síntesis de superiores armonías.

Pero vamos muy á prisa; porque todavía no se llega á tanto.

La imaginación vuela: es su derecho. ¡Si no volase, para qué servía! ¡Ave sin alas ó con las alas rotas, se arrastra torpemente por el suelo, cuando no por el fango!

Pero si la imaginación está en su elemento cuando baña en el éter su plumaje y se tiñe de colores, siquiera duren tan poco y en algunos casos menos que los del arco iris, á su lado va la realidad, conteniéndola á veces, y á veces haciéndola caer de golpe bajo el peso del desengaño.

No: todavía no podemos *ver* en el espacio, ni la *palabra humana*, ni las armonías musicales. Hemos de contentarnos con oirlas, y, cuando más, hemos de almacenarlas—y no es poco—en el fonógrafo.

Por el pronto, sólo podemos ver un sonido aislado, y en rigor ni aun podemos verlo como él es en sí, cruzando el espacio en onda esférica, aunque de esto no nos hallamos muy lejos.

Por el pronto, nos daremos por satisfechos con *fotografiarlo.*

Es decir, que no vemos el sonido todavía, sino su retrato.

Es un personaje invisisible que se deja fotografiar.

La fotografía del sonido se titula, pues, el nuevo invento.

Y así, poco á poco, todos los fenómenos de la Naturaleza, el sonido, la luz, la electricidad, el magnetismo, las reacciones químicas, las vibraciones físicas, se mezclan, se confunden, se entrelazan, se transforman como oleaje misterioso de un mar inmenso, del cual no vemos las riberas, pero cuyas ondas nos bañan y cuya espuma nos salpica.

Mas vengamos á nuestro objeto: la fotografía del sonido.

La idea parece sencilla.

La parte técnica no está descrita con muchos pormenores en las revistas donde tomamos esta noticia, y por lo tanto, no podemos ofrecer á nuestros lectores una aplicación completa y circunstancial.

Que la idea es sencilla, no cabe duda. En efecto, el sonido se transmite por ondas de vibración longitudinal, y, en general, de forma esférica.

Toda onda presenta dos partes: una en que el aire está condensado; otra en que el aire está dilatado; porque sabido es, que el sonido se propaga por condensaciones y dilataciones del aire.

Así es, que toda onda sonora destruye la unifor-

midad del medio ambiente, creando en él—por decirlo de este modo—una *diferenciación esférica*.

Más claro. En vez de una masa uniforme y homogénea de aire tendremos la masa general como antes; pero diferenciándola en toda la extensión de una esfera una capa de aire condensado, y tocando con ella otra capa de aire dilatado.

Estas dos capas, que son físicamente el sonido, ó mejor dicho, el *sonido objetivo*, y que cuando llegan al tímpano y se transforman en movimiento nervioso engendran la sensación, ó si se quiere el sonido subjetivo, estas dos capas—repetimos—de aire más denso y menos denso que el aire ambiente, son para nosotros invisibles y por eso no podemos ver el sonido.

Pero hay mecanismos que aprecian estas vibraciones y esta diferenciación de la atmósfera.

En la descripción de este instrumento no podemos entrar; pero se comprende que, iluminando fuertemente el campo en que la onda sonora se dilata, la luz, al atravesarla, no podrá menos de sufrir la influencia de estas dilataciones y condensaciones.

Supongamos, para fijar las ideas y poner un ejemplo, que una parte de la onda sonora estuviera tan condensada que no permitiera el paso de la luz; ó que disminuyera en gran modo su intensidad. Pues al proyectar esta parte de la onda sobre la plancha fotográfica, en ella grabaría su imagen.

Repetimos que esto no es más que un ejemplo, ó mejor dicho, un símbolo.

De todas maneras, algo le sucede á la luz al atravesar la onda sonora, y este algo se traduce por una mayor ó menor impresión de la luz en la plancha fotográfica.

Por eso, y por razones geométricas que no podemos esplayar, la imagen de la onda sonora aparece en el centro de la placa con un círculo claro y un círculo oscuro. Es, en rigor, la sección de la onda esférica, por un plano perpendicular al eje del sistema.

Tal es, en rigor, la teoría del nuevo invento y aun la teoría incompleta: porque para completarla en algún modo, sería preciso que estudiásemos la reflexión y la refracción de la luz al atravesar los rayos luminosos, la parte condensada y la parte dilatada de la onda sonora.

Pero volvamos á las condiciones prácticas del experimento.

Es preciso producir un sonido ó una vibración en el aire, engendrando, de este modo, una onda sonora.

Es necesario iluminarla fuertemente.

Y es indispensable, por último, que esto se verifique en cortísimo tiempo, en diez milésimas ó cien milésimas de segundo, para que en un momento dado, y hasta si se quiere en un lugar determinado del espacio, coincidan ambos fenómenos: *la onda so-*

nora que diferencia el aire, y el destello de luz que la ilumina.

Esto lo consigue el profesor americano, por un procedimiento tan sencillo como ingenioso.

Una bobina engendra una chispa eléctrica, que salta entre las bolas metálicas de dos varillas, y el *chasquido* de la chispa es el que engendra la *onda sonora*.

Pero la masa eléctrica sigue por un conductor, carga una botella de Leyden, y esta botella se descarga en el acto entre dos cintas de magnesio que producen un fuerte destello luminoso. Y todo esto en un tiempo inapreciable.

La misma chispa eléctrica engendra la onda sonora y el haz luminoso que la ilumina.

Como, á pesar de todo, la coincidencia pudiera no verificarse, en vez de una chispa eléctrica se utilizan unas cuantas; pero estos son pormenores en los que no podemos entrar.

Agregando al sistema que acabamos de describir una lente condensadora, una cámara oscura y una plancha fotográfica, tendremos los elementos principales para obtener la fotografía de las ondas acústicas, ó, dicho en forma más sugestiva, para fotografiar el sonido.

Y aquí tenemos el primer problema elemental que ha de resolverse antes de acometer el gran problema: el de ver directamente el sonido en el aire.

Al pronto, parece esto último imposible; pero, ¿por qué ha de serlo? Otros problemas que parecían imposibles se han resuelto al fin.

No se puede ver el sonido todavía; pero se puede fotografiar con el método del profesor americano.

Y antes de fotografiarlo se ha podido grabar en el fonógrafo, y más tarde reproducirlo, que es mucho más todavía.

Después de todo, el sonido produce una alteración en la atmósfera; no le deja al aire como estaba, sino que, por decirlo así, lo diversifica y diferencia; pues todo está reducido á crear aparatos capaces de apreciar estas diferenciaciones de las ondas condensadas y de las ondas dilatadas.

Pero no olvidemos que la luz, al pasar de medios más densos á medios menos densos, y recíprocamente, se refracta, según leyes conocidas; es decir, que la luz se diferencia también en su marcha. Luego, en último análisis, todo se reduce á inventar un aparato que recoja y aprecie estas diferencias en la marcha de los rayos de luz.

Mas aún: ¿no es el ojo una cámara oscura? ¿No es la retina una especie de plancha fotográfica? Pues, ¿por qué no ha de inventarse una especie de lente condensadora—y cuando decimos lente, decimos aparato—que, aplicado á los ojos como maravillosos gemelos, nos permita ver el espacio convenientemente iluminado con el mismo ritmo que cualquier

composición musical, las ondas engendradas por los diversos sonidos?

¡Espectáculo maravilloso sería éste! ¡Una melodía suspensa en el aire! ¡Una armonía cuajando la atmósfera de prodigiosos dibujos! ¡Ver el contrapunto en rosetones, ojivas y círculos! ¡Fantástico edificio de la armonía!

Hoy por hoy, hay que reconocerlo, todo esto que decimos no es otra cosa que un sueño del deseo; pero soñando ha vivido nuestro siglo y realizado más tarde no pocos de sus sueños anhelosos.

¿Por qué no ha de realizarse uno más?

No de una vez, claro está. Que las ideas á veces de una vez brotan y lentamente se realizan.

La creación ideal es la chispa eléctrica, es la inspiración.

Mas para que la idea descienda á la realidad, hay que resignarse á trabajar mucho. Al trabajo constante, penoso, prosaico, desabrido, cuajado de desengaños, estéril unas veces, burlón otras; infecundo al parecer; caminando por entre impurezas, lleno de fatigas, y á veces rondando con el desaliento y la desesperación.

Si la creación es la chispa eléctrica, el trabajo es la lima pesada y sucia que no marcha, que se embota, que se gasta, que avanza con lentitud premiosa.

No importa. Sólo con el trabajo se da forma á la idea.

TURBINAS DE VAPOR

Todo se gasta, todo pasa y todo muere ó se transforma. Ideas, costumbres, leyes, instituciones, imperios, dominan cierto tiempo con dominio absoluto; pero al fin decaen y ceden el puesto á otras ideas, á otras instituciones y á otros imperios.

Y esto sucede en la industria, como sucede en toda manifestación de la actividad humana.

La máquina de vapor, la venerable, la poderosa y admirable máquina de vapor, ha llenado todo un siglo, y ha entrado á todo vapor en el que ahora empezamos, pretendiendo dominarlo también.

Era una gran invención y una gran fuerza. Ha transformado la antigua industria, y hasta pudiéramos decir que ha transformado la vieja civilización,

introduciendo en ella nueva vida, nueva actividad, todo el fuego de sus rojizos hogares, toda la ebullición de sus calderas.

La máquina de vapor ha sido durante muchos años la maravilla de las maravillas, y con los perfeccionamientos de la metalurgia y de la fabricación de metales es hoy el monstruo de acero de prodigioso organismo.

Pero la crítica no la ha respetado, y hace tiempo que viene cebándose en ella de tal modo, que, pasando de un extremo á otro, hoy afirman algunos que la máquina de vapor es la más absurda, la más monstruosa, la más imperfecta y la más funesta de todas las máquinas inventadas por el genio de la invención.

Por lo menos, si la crítica no dice esto, ni con esta crudeza, lo da á entender, y, lo que es más grave, lo demuestra.

Demuestra que es imperfecta y que ha causado daños inmensos é irreparables.

Ha deslumbrado á la raza humana, y por un siglo de increíble prosperidad, de tal manera ha derrochado las riquezas naturales del suelo, que prepara á nuestros nietos un porvenir de sufrimiento y de miseria.

La crítica es terrible en el arte, como en la ciencia, como en la industria, y cuando tiene razón, más terrible todavía. De todos modos, aunque sea moles-

ta y hasta impertinente, amén de despiadada, es el aguijón insustituíble del progreso.

Lo que hay que hacer es criticar con justicia.

Y esto ha sucedido con la máquina de vapor.

Por donde hemos venido á parar á consecuencias contradictorias.

La máquina de vapor es *admirable*, y es tan defectuosa, que es *absurda*.

La máquina de vapor ha creado una industria, y por lo tanto una civilización, espléndidas ambas, y á la vez ha aniquilado, sin inutilizarlas, inmensas energías, que han quedado perdidas para siempre.

Expliquemos todo esto, y veamos qué papel representan, en la transformación de las máquinas de vapor, las nuevas *turbinas* en que tanto se ocupan hoy las revistas técnicas, y en que se fundan tantas esperanzas.

La máquina de vapor, la máquina de Watt, pudiéramos decir, trajo á la industria una masa inmensa de energías que dormitaban perezosas en el seno de la naturaleza.

Allá en el seno de la tierra, la *hulla*, el carbón mineral; y en el espacio, el *aire* con su *oxígeno*. *Ella* en el sueño geológico de las grandes formaciones carboníferas. *El* vagando en plena holganza por la atmósfera.

Representaban y habían representado, durante siglos y siglos, una fuerza latente. *La acción directi-*

va de la inteligencia humana las *dirigió* hacia el hogar de la máquina de vapor, y en él fué donde el carbón y el oxígeno se combinaron con llamaradas de regocijo y con enorme desarrollo de energía; miles y miles y millones de caballos de vapor.

Pero la fuerza estaba allí, en el hogar, en la combustión, en las reacciones químicas de los dos cuerpos; en los infinitos choques de los átomos de oxígeno contra los átomos de la hulla, en una colosal suma de vibraciones, que es como decir en un colosal desarrollo de calórico.

Y el vapor, ¿qué papel representaba? El de *intermediario*; no es otra cosa que un intermediario muy costoso y muy torpe. Y por injusta fortuna ha dado su nombre á las nuevas máquinas y á todo un siglo.

Porque el oficio del vapor, mejor dicho, del agua de la caldera, es esto; recoge el calórico creado por la combustión, pero que no creó, carece de volumen, se esponja, por decirlo así, se convierte en vapor, pasa á los cilindros y empuja los émbolos y transmite el trabajo, que se engendró en el hogar, á las diferentes piezas del mecanismo.

Por eso decíamos que no era más que un intermediario.

Verdad es, que sin él no hubiera existido la *máquina de vapor*: hubiera sido *máquina de fuego*, como lo fué algunos años después, y sirvan de ejemplo las máquinas de aire caliente; pero no hubiera llegado

á ser la clásica, la poderosa, la soberbia máquina que todo el siglo XIX ha tenido en justa veneración.

El vapor es un *intermediario*; pero los intermediarios en la industria, como en las relaciones económicas, son indispensables. Lo que importa es que sean verdaderamente útiles, que sus ventajas sean mayores que sus inconvenientes, que cuesten lo menos posible, y, en todo caso, para desecharle, que haya modo de sustituirlos por otros medios de transmisión más perfectos.

Sin el vapor, sin su fuerza elástica, la hulla se habría consumido estérilmente en el hogar: llamas, ascuas, ceniza, humo, á eso se hubiera reducido toda la creación de fuerza de que antes hablamos.

Así se comprende y se justifica el entusiasmo que durante un siglo ha acompañado á la máquina de vapor, ya cuando trabajaba como titán en los talleres, ya cuando corría en forma de locomotora sobre los carriles, ó cuando desmenuzaba olas, deshaciéndolas en espuma, por la rápida rotación de la hélice en los trasatlánticos.

Pero aquí viene la crítica, imparcial y severa. Sí; la máquina de vapor ha prestado inolvidables servicios á la civilización, la ha empujado hacia adelante con empuje sublime; pero ¿á qué precio? ¿á costa de qué? La experiencia nos ofrece un dato evidente y abrumador.

Cada tonelada de hulla *representa*, por decirlo de

este modo, *lleva en sí* una determinada potencia: cierto número de calorías. Pues bien, de esta potencia que al combinarse con el oxígeno desarrolla y consume, es seguro que la industria no ha aprovechado como término medio ni la décima parte. Más claro: de cada *diez* toneladas de hulla que se queman en los hogares de las máquinas de vapor, no se utiliza ni *una* siquiera.

En estos últimos tiempos de tanto por ciento de potencia utilizable, gracias á grandes esfuerzos é ingeniosísimas combinaciones, ha crecido mucho; de todas maneras, el derroche de combustible mineral en todo el siglo XIX *ha sido enorme*: pongamos *nueve décimas partes* para fijar las ideas. ¿Cabe mayor despilfarro? ¿Se ha inventado máquina más imperfecta? ¿No es un verdadero crimen, ante las generaciones futuras, haber consumido en pura pérdida casi toda la riqueza carbonífera, sin haber aprovechado más que *una décima parte* en la industria? El resto ha sido humo, cenizas, millones y millones de caballos de vapor arrojados á la nada con torpeza inconcebible.

¿Qué se diría de un Estado que recaudase, pongo por caso, 1.000 millones de francos y no utilizase más que 100?

Pues una cosa parecida han hecho la Ciencia, la Invención y la Industria durante ochenta ó noventa años.

Véase, pues, cómo de la máquina de vapor, si puede decirse mucho bien, puede decirse mucho mal. Se la puede glorificar y se la puede anatematizar. Es admirable y es absurda al mismo tiempo. Así son las cosas: buenas y malas; todo mezclado, todo revuelto: sombras y luces, cúspides y abismos.

¿Y quién será el responsable de semejante desastre y de tan tremenda bancarrota? ¡Una bancarrota en que no se salva más que algo así como la décima parte del capital fuerza que la naturaleza nos entregó al ofrecernos sus criaderos carboníferos!

El responsable no es el *carbón de piedra*, que, al contrario, representa la verdadera potencia desarrollada en toda su integridad por la combustión. El responsable parece que es el *vapor*, el *intermediario*. Por eso, con razón ó sin ella, no lo discutamos ahora, se ha levantado de algún tiempo á esta parte ese clamoreo general contra todos los *intermediarios*.

La crítica ha enumerado hace mucho los grandes defectos de la máquina de vapor; algunos se han corregido, y el coeficiente de rendimiento ha crecido con rapidez; pero la máquina de vapor tiene vicios de origen que ahora ni nunca podrán corregirse, porque no residen en torpezas de la invención, ni en imperfecciones del vapor, ó sea del intermediario, si no en leyes de la naturaleza, en principios de la termodinámica.

La sentencia más formidable que contra las máquinas de vapor se ha fulminado, está escrita en el llamado *principio de Carnot.*

Procuremos hacernos comprender, aunque el asunto es algo enmarañado y difícil para artículos de esta clase, sobre ser árido y enojoso en demasía.

La potencia de una *caída de agua* se calcula fácilmente, lo hemos explicado en muchas ocasiones. Hay que tener en cuenta la *masa* de agua y la *altura*, y basta multiplicar ambos factores. La catarata trae, por ejemplo, *cien litros* por segundo, que son *cien kilos*, y la altura es de *diez metros*; pues la caída de agua representará una potencia industrial de *cien* multiplicados por *diez*, es decir, *mil* kilogramos, y dividiendo este número por 75, tendremos el *de caballos de vapor disponibles*; próximamente unos 13.

Ahora bien; esta potencia hay que recogerla en un *receptor*, que será como el más perfecto de todos los receptores hidráulicos, una *turbina*.

Si la turbina no aprovechase más que una décima parte de aquella fuerza, sería un receptor inaceptable, absurdo, imposible; si aprovecha un 75 por 100 ó un 60 por 100, ó más, ya es un buen receptor, un *buen intermediario*.

Este ejemplo fué el que sin duda tomó el ilustre Carnot para su teoría de las máquinas de fuego. Y el ejemplo es tentador.

El hogar en que el combustible arde es como una

catarata de llama; el *calor cae*, por decirlo así, desde una alta temperatura, pongamos 150 grados, á una temperatura más baja, 40 grados, como el agua caía del nivel superior al inferior.

Ó dicho con más exactitud y prescindiendo de imágenes, el *agua* recoge el calor á 150 grados en la caldera y sale á una temperatura de 40 grados. La presión y la expansión del vapor de agua transforma en trabajo industrial el calórico.

Carnot estableció en su célebre Memoria una teoría de las máquinas de fuego admirable, pero falsa, absolutamente falsa. Y sin embargo, si la teoría se hundió para siempre, quedó inalterable y soberano el célebre principio que lleva su nombre, el *principio de Carnot*. Sencillísimo, fecundo y al mismo tiempo abrumador.

Es una fórmula tan sencilla casi como la que antes empleábamos en las caídas de agua.

Una máquina de vapor trabaja entre dos temperaturas, 150 grados y 40, pues tendremos una caída de temperaturas representada por la diferencia: 150 menos 40, ó sean 110 grados. Y dividiendo esta cifra 110 por la temperatura superior 150 sumada con el número fijo 273, ó sea dividiendo 110 por 423, obtendremos la proporción en que se aprovecha la fuerza que ha desarrollado el combustible al arder en el hogar. Resulta con el ejemplo anterior que por cada 423 unidades de combustible se aprovechan como

máximo 110, relación que representa poco más de la *cuarta parte*.

Pero este es un máximo á que jamás se llega; es un límite teórico que en la práctica se reduce á la mitad, á pesar de todos los perfeccionamientos imaginados.

Sobre todo, es desconsolador, porque opone como barrera infranqueable una *ley de la naturaleza* á todo progreso futuro.

En el ejemplo precedente, la máquina de vapor más perfecta, una máquina ideal, la que realice en absoluto el llamado *ciclo de Carnot*, no podría aprovechar más que una tonelada de combustible por cada cuatro que se quemaran en el hogar.

Esto es muy triste para la industria, pero salva en gran parte, ó en buena parte al menos, la responsabilidad del vapor como intermediario.

El vapor no puede realizar lo imposible; pudiera pedírsele que de cada *diez* toneladas aprovechase *dos* y *cuatro*, pero no más. Si sólo aprovecha *una*, el resto hasta *dos* y *cuatro* representa su propia responsabilidad: aún es enorme, porque es menos de la mitad de lo que teóricamente debiera utilizarse, pero no es lo mismo perder *uno* que perder *nueve*.

Más aún, el principio de Carnot, esa ley fatal que dice: *nunca la máquina de vapor podrá aprovechar de las calorías del combustible más que una fracción representada por la diferencia de temperaturas divi-*

dida por la mayor aumentada en el número 273, es general. No sólo se aplica al vapor de agua, sino á todos los cuerpos del universo, á los sólidos, á los líquidos, á los gases; por cambiar de *intermediario* no se elude la *ley*.

Toda ley de la naturaleza es implacable; cuando le dice al hombre: en las máquinas de fuego perderás por lo menos 60 por 100 (es un ejemplo) y además lo que tu torpeza te haga perder, la sentencia se cumple.

Pero aquí el punto de vista de la crítica debiera cambiar; el vapor resulta ser intermediario imperfecto, hace perder un 50 por 100 ó más de la energía aprovechable. Pero, ¿y la *Naturaleza*? ¿Y el *principio de Carnot*, que hace perder, por lo menos, las tres cuartas partes, cuando no son las cuatro quintas partes de la potencia del combustible? ¿Cuál no sería su responsabilidad ante la justicia eterna si les tomase cuentas? ¿Por qué esos caprichos? ¿Esas inquietudes de la Naturaleza? ¿Esas predilecciones y motivos en favor de unos motores y en perjuicio de otros? ¿No se diría que participa de las pasiones humanas? ¡Por algo, dirían algunos, el ser humano se ha fabricado en el seno de la Naturaleza y es naturaleza consciente!

Porque, en efecto; es por lo menos extraño, dejándonos de filosofías pesimistas, que en los motores hidráulicos, por ejemplo, se utilice más de un 80 por 100 de la energía que la *caída de agua* representa, y

en los motores de fuego el tanto por ciento no sea ni la tercera parte que en aquéllos.

¡Siempre recarga al divisor el número constante, y pudiéramos decir fatal, de que antes hablábamos, aquel número 273! Sean los dos niveles de temperatura como en el ejemplo anterior 150 y 40, y el desnivel térmico 110; pues si no hubiera que compararle, como parte aprovechable, más que con la temperatura superior 150, tendríamos la relación de 110 á 150; por cada 150 se aprovecharían 110, casi un 74 por 100. Pero no es así: la ley de Carnot exige que á 150 se le agreguen 273, con lo cual, hemos de comparar 110 á 150, más 273, que son 423; y el rendimiento es este: por cada 423 calorías se aprovecha como máximo 110, y luego el vapor se encarga de reducirlo á menos de la mitad.

Apresurémonos, antes de concluir este árido artículo, á rectificar cuanto acabamos de decir.

Ni tal desigualdad, ni tal preferencia existen en favor de los motores hidráulicos y en contra de los motores hidráulicos. Si apurásemos las cosas resultarían éstos los más perjudicados.

No hay que fijarse en las apariencias.

En otro artículo explicaremos todo esto; indicaremos las principales transformaciones que han sufrido las máquinas de fuego, y vendremos á parar á la relativamente moderna invención de las turbinas de vapor.

El camino que hemos de seguir es un poco largo, pero es necesario para la claridad y para la propaganda de la ciencia.

Ya se dijo hace tiempo: la lluvia pesada, lenta, menuda, es la que más penetra en la tierra. Seamos lluvia, fecunda en lo posible, aunque seamos lluvia pesada.

UN PUNTO QUE CONVIENE ACLARAR

En la *Revista Minera* del 24 de Mayo del corriente se ha publicado un artículo que lleva el siguiente título: «La telegrafía de chispas es un invento español».

Dicho artículo es tan breve como interesante y lo firma el Ingeniero de Minas D. Luis de la Peña, persona muy competente en materias de electricidad, autor de muchos trabajos notables y de un libro publicado hace cinco años con el título de *Propiedades fundamentales de las corrientes alternas simples y polifásicas*, que es una de las mejores exposiciones elementales que se han hecho sobre tales problemas.

Decimos todo esto, aunque el Sr. D. Luis de la Peña no necesita ser presentado, porque la firma del autor da nueva fuerza al artículo.

En él se trata de un punto que puede ser de gran interés para la historia de la ciencia en España y que á todo trance conviene aclarar, como el señor de la Peña lo indica al final de su escrito.

El asunto es el siguiente: uno de los grandes descubrimientos con que ha cerrado su marcha triunfal el siglo XIX es el de la telegrafía sin hilos; y aunque se han dado varias soluciones á este problema, la más perfecta, y la que se va extendiendo por todo el mundo civilizado, es la del hoy célebre Ingeniero italiano Marconi.

Pero todo invento notable, y este lo es en grado sumo, encuentra desde el principio críticos, opositores y rivales.

La verdad es que el Ingeniero italiano ha encontrado grandes obstáculos al pretender sacar sus diferentes privilegios de invención, porque realmente hay quien niega que su sistema constituya un verdadero invento, y se dice que más bien parece la combinación feliz, acertadísima y eminentemente práctica de otras invenciones anteriores.

En último resultado, el transmisor no es otra cosa en su esencia que un generador de ondas hertzianas.

Y el receptor está fundado en un descubrimiento del físico Branly y en trabajos análogos de otros físicos.

Tales críticas, que no juzgamos en este momento, sólo se dirigen á disputar á Marconi la gloria de

la invención; pero el inventor Dolbear va más allá: reclama para sí toda la originalidad del invento, y de aquí un pleito ruidosísimo entre la Compañía Marconi y el Ingeniero americano.

Pues bien: Marconi, en uno de sus escritos de defensa, viene á decir que si la originalidad no es suya, tampoco lo es de Mr. Dolbear, y en comprobación establece, según dice el señor de la Peña. el hecho, para los españoles verdaderamente honroso, de que «el inventor del sistema es un español», el Sr. Silvá, según le llama equivocadamente.

Y para probarlo, copia el siguiente párrafo de una Memoria del físico español citado, que el señor D. Luis de la Peña traduce del inglés en esta forma:

«Podría sin inconveniente prepararse una cierta »extensión de terrenos en Palma, cargarla eléctrica»mente, tomar en Alicante un espacio semejante car»gado con electricidad contraria y comunicarlo con »el mar por medio de un conductor que en él se su»mergiera, y sería posible, disponiendo análoga»mente las cosas en Palma, establecer la comunica»ción entre ambos puntos, que sería completa por »causa de la buena conductibilidad del mar, y se po»drían reconocer por las chispas producidas en Ali»cante las transmitidas desde Mallorca.»

Parece, en primer lugar, evidente que el Ingeniero Marconi ha equivocado el nombre del físico español, y que no es el Sr. Silvá otra persona que don

Vicente Salvá, ilustre físico mallorquín, que á principios del siglo último se ocupó mucho en este asunto, según dice en su artículo el señor de la Peña, realizando varios experimentos entre Madrid y Aranjuez con botellas de Leyden, y resumiendo sus ideas sobre telegrafía en una Memoria que el 16 de Diciembre de 1795 presentó á la Academia de Ciencias de Barcelona.

¿Existe en nuestra Biblioteca Nacional ó en alguna otra Biblioteca de Madrid algún ejemplar de esa Memoria? No lo hemos podido averiguar todavía por falta de tiempo, aunque procuraremos averiguarlo.

De todas maneras, si no existiese, convendría pedir el ejemplar de Barcelona antes citado, ó por lo menos una copia del mismo, y aun no estaría de más hacer una nueva edición de esta obra, que no creemos que sea muy extensa.

En realidad, si el Sr. Salvá tuvo la idea de resolver en alguna forma científicamente exacta, este problema de la telegrafía sin hilos, sería gran hallazgo y gran triunfo para la historia de la ciencia española; sin embargo, en esta materia conviene no precipitarse á impulsos de un buen deseo muy justificado y muy natural, pero que pudiera concluir por un desengaño. Hay que recoger todos los datos y estudiar detenidamente la Memoria original á que el Ingeniero italiano se refiere.

El amor patrio aducirá desde luego un argumento á primera vista de mucha fuerza.

Se dirá: cuando el mismo inventor de la telegrafía sin hilos afirma que la idea original es de un físico español, parece que no hay duda ni discusión posible.

El más interesado en negarlo lo afirma, pues el hecho debe de ser cierto.

Mas recuérdese que en el fondo de esta cuestión se agita «un conflicto de patentes y una cuestión económica de importancia», y pudiera suceder, aunque no afirmamos que así sea (es una mera suposición), que el Ingeniero Marconi sólo pretenda decir esto: La idea de transmitir señales eléctricas sin hilos, ni es de los americanos, ni mía, ni de nadie en particular, porque ya á fines del siglo XVIII á un físico español se le ocurrió plantear el problema

De plantear un problema á dar una solución científica, por imperfecta que sea, hay mucha distancia.

Nadie puede tener la pretensión de obtener un privilegio sólo para la idea de dirigir los globos ó de almacenar la fuerza solar, ó de convertir directamente la combustión del cok en corriente eléctrica. Estas ideas y otras muchas así enunciadas, no servirían nunca de base para un privilegio; podrá concederse para las soluciones que se propongan, por imperfectas que sean, no por enunciar un problema.

Por otra parte, sin prejuzgar la cuestión, desean-

do vivamente que la afirmación del Ingeniero Marconi se confirme, y que las esperanzas del Ingeniero D. Luis de la Peña se realicen, es lo cierto que hasta ahora no tenemos datos suficientes para fallar en conciencia ante la historia.

Es más, y lo diré con toda franqueza, el párrafo antes citado no me parece que tiene gran relación con el problema de la telegrafía sin hilos, y, sobre todo, con la solución del Ingeniero Marconi, por donde resulta que voy á ser más realista que el rey.

La actual telegrafía sin hilos, prescindiendo de muchas de sus soluciones y tomando la más fundamental y la más práctica, que es la del Ingeniero italiano, se funda, como he explicado muchas veces, en dos descubrimientos: 1.º En el de las ondas hertzianas. 2.º En el del cohesor, y perdóneseme la palabra de Branly. Pero en tiempo del físico Salvá, ni se sospechaba que existiesen las ondas de Hertz, ni tampoco la propiedad de ciertas limaduras de convertirse de materia aislante en materia conductora bajo la influencia de aquellas ondas; pues ¿cómo Salvá, á menos de un milagro, pudo adivinar lo que iba á inventarse un siglo después? No importa; aún admito que por un prodigio de genio adivinase toda la ciencia futura; pero es el caso, que en el párrafo de su Memoria que antes hemos citado, no hay ni rastro de todo ello ni nada que directa ó indirecta-

mente tenga relación con estos novísimos problemas.

Allí no hay más que esta idea: dos cuerpos están cargados de electricidades de nombre contrario; pues si la tensión es suficiente aunque uno de estos cuerpos esté en Palma y el otro en Alicante, la chispa eléctrica á través del mar, de uno á otro cuerpo habrá de saltar forzosamente; esto pensaba el insigne físico.

No discutamos la hipótesis, que luego la discutiremos.

Mas suponiendo que fuera posible, ¿en qué se parece esta solución de la telegrafía sin hilos á la solución del Ingeniero Marconi y de otros varios? Absolutamente en nada.

Aparte de que en ambos casos juega la «electricidad» y de que en ambos se habla de «chispas eléctricas», los fenómenos son totalmente distintos. En el párrafo del Sr. Salvá que antes hemos copiado, para nada se habla ni podía hablarse de tales fenómenos, ni entonces se conocía la onda hertziana, ni el cohesor, que son los fundamentos de la telegrafía sin hilos tal como hoy se conoce.

Pero es más; aun suponiendo que la indicación del Sr. Salvá pudiera tener realidad práctica y pudiera dar origen á una telegrafía sin hilos, sería totalmente distinta de la que hoy se practica, ó, mejor dicho, sería totalmente opuesta á la que hoy recibe tal nombre.

Como que el Sr. Salvá se funda en la conductibilidad del agua del mar; es decir, que si pudiera realizarse semejante idea, sería una telegrafía «hilos de agua salada». Al paso que la telegrafía sin hilos que hoy conocemos se realiza á través de un «medio aislador», que es el éter.

Los principios son opuestos totalmente. En un caso, se parte de la conductibilidad; en otro caso, de la no conductibilidad.

En el sistema del insigne físico mallorquín se supone que es la chispa eléctrica, es decir, una masa de electricidad, la que va á circular por el agua del mar de Alicante á Mallorca ó viceversa. En la teoría de Marconi no hay semejante transporte de electricidad, es una vibración del eter, como las olas en el agua ó los sonidos en el aire, la que va de la estación de partida á la estación de llegada.

En ambos sistemas se habla de chispas eléctricas; pero á menos que no se dé por argumento un nuevo juego de palabras, no se puede decir que la telegrafía sin hilos moderna es una telegrafía de chispas.

Las chispas eléctricas no salen de la estación de partida, sino que en ella quedan, y en el transmisor del sistema Hertz oscilan engendrando la onda eléctrica que algunos llaman magnética por razones que no son del momento.

En suma, que si el Sr. Salvá propuso realmente un sistema de telegrafía sin hilos, ese sistema no

tiene ni la analogía más remota con el sistema de Marconi. Al menos, esta es nuestra creencia firmísima, fundada en las razones que acabamos de apuntar.

Pero, entonces, ¿cómo se explica la afirmación del Ingeniero italiano? ¿Cómo dice lo que mis lectores han podido leer al principio de este artículo, cómo hasta cierto punto se declara plagiario del ilustre físico mallorquín?

Declaramos con toda lealtad que no lo entendemos, y por eso conviene aclarar este punto.

El párrafo del Sr. Salvá en nada se parece hasta ahora á una solución. Dos condensadores, porque suponemos que no serán otra cosa los «terrenos cargados de electricidad» á que se refiere (aunque esta palabra «terrenos» un tanto nos desorienta); dos condensadores, repetimos, cargados de electricidad contraria, ¿cómo van á cambiar sus chispas á 50 ó 60 kilómetros de distancia ó á través del agua del mar?

Á través de un hilo ó de un filete líquido, lo comprendemos si está rodeado de un aislador, porque la electricidad no encuentra más que un camino por donde marchar; pero á través de una masa enorme que en todas direcciones presenta la misma conductibilidad, y cuyos infinitos filetes van á terminar en el fondo del mar ó en las costas, es decir, en puntos de potencia nula; ¿cómo y por qué ha de escoger la chispa eléctrica entre uno y otro condensador?

No; la chispa, como la corriente, se dividirá á través de la masa, según leyes conocidas, aunque complicadas, que no son de este momento. En una teoría ideal, alguna parte infinitamente pequeña de la chispa eléctrica podría ir de una á otra estación: el resto no seguiría seguramente el camino preciso que nuestro deseo y nuestra esperanza quisieran marcarle. Lo cual quiere decir, que en las indicaciones del Sr. Salvá no vemos ninguna solución del problema.

El no verla nosotros, no prueba que no exista; para negarlo en absoluto sería preciso conocer la Memoria íntegra del Sr. Salvá. Un párrafo aislado no es suficiente en este caso, ni para afirmar, ni para negar que sea exacto lo que el Ingeniero Marconi supone.

Y por eso, y por el interés que la cuestión tiene para nosotros los españoles, creemos, como el señor de la Peña, que es forzoso aclarar este punto y que llegue á conocimiento de todos, al menos de los que se interesan por estas cuestiones, la Memoria íntegra del ilustre físico mallorquín.

La telegrafía sin hilos no tiene hasta hoy, que sepamos, más que una solución con diversas variantes; y ninguna esencialmente práctica por transmisión directa de un extremo á otro de la línea, sin conductor aislado «de una masa eléctrica».

¿Tuvo el Sr. Salvá alguna idea, alguna inspira-

ción, algo, en suma, que pueda abrir nuevos horizontes al problema de que se trata?

Esto es preciso averiguarlo; y, como dice el epígrafe de este artículo, es un punto que conviene aclarar.

LAS LOCOMOTORAS

I

¡Quién no las ha visto correr, como monstruos de hierro y fuego, sobre los carriles, con las entrañas rojizas y abrasadas, hirviendo entre espumarajos y dejando tras sí penachos de humo!

¡Y quién, que haya visitado la Exposición de París, no ha visto en Vincennes aquella soberbia colección de locomotoras de todos los países, en majestuoso descanso, con sus enormes calderas y sus complicados músculos de acero!

¡Y quién, que conozca la historia de esta prodigiosa invención, no la sigue en su desarrollo y en su crecimiento, desde que es germen imperfecto, hasta llegar hasta las estupendas máquinas Compound, que hoy se encuentran en casi todas las vías férreas!

No pretendemos, en verdad, molestar la paciencia de nuestros lectores con explicaciones técnicas, impropias de estos artículos. Pero ocurrirá preguntar, á todo el que se interese por los grandes problemas de la industria moderna, qué reformas, qué mejoras ha presentado la última Exposición de París respecto á esta gran creación del siglo XIX.

¿Hay nuevas tendencias? ¿Hay nuevas direcciones? ¿Seguirá la locomotora mucho tiempo? El gran motor de las vías férreas, ¿ha de continuar caminando otro siglo entero sobre los mismos carriles, ó se vislumbran ya fundamentales transformaciones en la potencia de arrastre de los caminos de hierro?

Contestaciones terminantes, son difíciles. Las profecías lo han sido siempre, y además han sido más ó menos peligrosas. Pero algunas observaciones de buen sentido podemos hacer, y algunas modestas ideas podemos presentar, que realmente están en el ánimo de todo el mundo.

Lo que ha sido la locomotora y lo que es hoy, no hay persona culta que lo ignore.

La locomotora no es un misterio.

Es una fuerza, mejor dicho, un organismo metálico en que una fuerza se desarrolla y por cuyo medio se aplica al arrastre de los trenes.

Y la fuerza, la verdadera fuerza, es, como vulgarmente se dice, el fuego ó sea el calor que se desarrolla al quemarse el cok; la energía que ponen en

acción millones y millones de átomos del oxígeno del aire al caer sobre el carbón del hogar.

El tren se precipita sobre los carriles, porque momentos antes, átomos de oxígeno cayeron sobre átomos de carbono entre brasas y llamaradas.

El movimiento invisible que determinó la afinidad química entre las partículas del aire y las partículas del cok se transformó en movimiento visible en el tren.

Esta es toda la teoría, y no es más.

Cierto es que, además del hogar, la locomotora lleva una caldera; en que en esa caldera el agua hierve y se convierte en vapor; ese vapor pasa á los cilindros y empuja los émbolos, y que los émbolos, por el intermedio de las bielas, hace girar á las ruedas de la máquina, las cuales, rodando sobre los carriles, hacen avanzar la locomotora y arrastran el tren.

Pero todos estos son elementos intermediarios; la verdadera fuerza está en el hogar, en aquellas ascuas, en aquellas llamas, en aquella atmósfera de fuego; allí está el alma, lo demás es el cuerpo.

Y el alma vale más que el cuerpo. ¡Qué inmensa energía desarrolla y qué parte tan mínima se aprovecha para el efecto útil!

Intermediario torpe, derrochador, es el agua y es el vapor de agua.

Intermediario torpe es el émbolo con su movi-

miento alternativo; avanza y luego se detiene y vuelve atrás, y vuelve á detenerse, y avanza otra vez, y así con alternativas en que pierde fuerzas sin cesar.

Intermediario torpe es la biela con sus movimientos irregulares.

Intermediario es el mecanismo de la locomotora, sujeto constantemente á mil movimientos perturbadores, que hacen la marcha molesta, peligrosísima y costosa.

El combustible, al quemarse, dió tesoros de energía; una parte se va por la chimenea al espacio, otra parte circula por el agua, por el vapor, por las piezas rígidas del mecanismo, perdiendo sin cesar su mayor parte.

Sí, la locomotora es admirable; el mundo inorgánico jamás pudo construir una locomotora, y eso que ha tenido siglos y siglos para ensayarse. Ha sido necesario que venga el hombre á decirle cómo se fabrica este prodigio de la mecánica.

Pero con todo eso, la locomotora es un mecanismo de una imperfección lastimosa, y lo más lastimoso y lo más torpe en todo el ciclo de la máquina es el agua con su vapor.

Parece que decimos dos cosas contradictorias.

La locomotora es una «maravilla», la locomotora es una «gran torpeza». Y sin embargo, ambas cosas son exactas.

El hombre nunca realiza la perfección, aunque siempre va tras ella.

Sus inventos forman una serie; cada término es una maravilla, si se le compara con los términos anteriores; es una torpeza, un absurdo, y un desatino si se le compara con términos más avanzados y más perfectos.

Si hubiera una escalera para subir al cielo, un peldaño á los mil metros, ¡qué alto estaría sobre el nivel del suelo! ¡qué bajo visto desde las alturas del espacio!

Si la locomotora se compara con la fuerza muscular de una caballería, ¡qué inmenso poder! Pero si se calcula que derrocha acaso más del 90 por 100 de la fuerza que la combustión le entrega, ¡qué máquina tan desatinada!

Y claro es, que estos números no suponen un cálculo exacto, sino un término de comparación para poner en evidencia los escandalosos despilfarros de la locomotora.

Y acaso preguntará el lector. Si la locomotora es tan imperfecta, ¿por qué no se ha perfeccionado de suerte que utilice el 90 por 100 de la fuerza que en sí lleva el combustible?

Se ha perfeccionado mucho, casi todo lo que podía perfeccionarse, dado el estado actual de la ciencia y de la industria, como se ha perfeccionado la máquina de vapor en general.

Pero sobre la locomotora, como sobre la máquina de vapor, pesa, á manera de sentencia cruel, una ley de la naturaleza, que ni todos los Ingenieros del mundo ni todos los sabios de la tierra podrán jamás violentar ó torcer.

Las leyes de la naturaleza no son como las leyes humanas; son inflexibles, incorruptibles, eternas.

Sobre las máquinas de vapor, y por lo tanto sobre las locomotoras, pesa una especie de pecado original; emplean el vapor de agua como intermedio para transmitir la fuerza del calórico. Por eso son máquinas de vapor y por eso necesariamente, fatalmente, han de perder la mayor parte de la energía que se les entrega.

Esta ley formidable, esta sentencia que las condena á perpetua quiebra, lleva un nombre, el teorema de Carnot.

Este célebre teorema parece que les dice á las máquinas de vapor: «de aquí no pasaréis».

Y no sólo no pasan, sino, lo que es peor, «no llegan».

Todo el talento de los hombres de ciencia teórica, y toda la práctica de los hombres de experiencia, se consumen y se están consumiendo hace muchos años, no para llegar, sino para acercarse todo lo posible á ese límite.

Veamos si es posible explicar el teorema de Carnot de modo que lo entiendan los que por otra parte no tienen obligación de entenderlo.

Acudamos á un ejemplo:

Supongamos, en el interior de un continente una caída de agua de «veinte metros» con un caudal de «un metro cúbico» por segundo, y que la base de la catarata está muy tierra dentro y á «400 metros sobre el nivel del mar».

Esta catarata representa una potencia industrial, es decir, cierto número de caballos de vapor ó de kilográmetros, que se obtendrán multiplicando el metro cúbico, ó sean los 1.000 litros, por el desnivel de la catarata, ó sean los 20 metros.

De suerte, que la potencia hidráulica total será de 20.000 kilográmetros, y de esta potencia, una buena turbina podrá recoger la mayor parte. Pero un metro cúbico de agua en la cresta de la catarata representa mucho más como fuerza.

Si la catarata estuviera al borde del mar y á la misma altitud, entonces el desnivel no sería de 20 metros, sino de 420 metros, y la energía industrial de la catarata no sería de 20.000 kilográmetros, sino de 42.000 kilográmetros; es decir, el producto de 420 metros, que es la altura, por 1.000 litros, ó, mejor dicho, por 1.000 kilogramos, que es el peso del agua.

Por no caer directamente sobre el mar, por no estar en su orilla, por haberse formado en el interior de un continente, se pierde bajo la ley fatal, pero que es la ley de la naturaleza, la mayor parte de la energía

potencial que ese metro colocado en lo alto de la catarata representa, se pierde, decimos, sin que baste toda la ciencia del hombre á aprovecharlo. Pues esto sucede con las máquinas de fuego, y aun en ellas el obstáculo es más insuperable que en la potencia hidráulica que hemos presentado como ejemplo; porque en éste, aunque de mala manera, todavía puede aprovecharse una parte de la energía perdida siguiendo el agua en su curso hasta que desemboque en el mar, y creando, por medio de presas, desniveles artificiales; medio imperfecto y costoso, pero que al fin es un medio.

En cambio, en las máquinas de fuego no cabe este recurso.

Y completemos la comparación:

Una máquina de vapor funciona—por ejemplo—entre 150 grados, temperatura del agua y del vapor en la caldera, y 50 grados que tiene la temperatura al salir de la máquina.

Estas dos temperaturas, la más alta y la más baja, son como los dos desniveles de la catarata y de nuestro ejemplo.

Y los 100 grados de diferencia entre los 150 de la caldera y los 50 del escape, son, en cierto modo, los 20 metros de la caída del agua. Desniveles de temperaturas aquí; desniveles topográficos en la catarata espumosa.

La potencia de la máquina térmica depende, se-

gún el teorema de Carnot, del desnivel térmico de estos 100 grados de caída.

Pero en las máquinas de fuego, como en las máquinas hidráulicas, si las temperaturas cayesen desde los 150 grados hasta el 0 absoluto de temperaturas, y no hasta los 50 grados, que es un nivel intermedio, teóricamente se aprovecharía toda la potencia de la máquina.

Y este 0 de temperaturas no se crea que es el cero del termómetro, sino que está mucho más bajo, próximamente 273 grados por debajo del cero termométrico.

Estos 273 grados representan en nuestro ejemplo, aquellos 420 metros de desnivel entre la base de la catarata y la superficie del mar; así como el 0 de las temperaturas representa lo más bajo, el nivel del Océano, por decirlo así: la inmovilidad de las máquinas, la supresión de su vibración física, la anulación de todo calor. Y de aquí la ley fatal á que antes hacíamos referencia.

Como la catarata estaba en el centro de un continente á miles de kilómetros de toda playa, así toda máquina de vapor, cuando la combustión del cok ha elevado la temperatura del agua, por ejemplo, á 150 grados, se encuentra en un medio ambiente en que todas las temperaturas son muy superiores al cero absoluto. Se encuentra, decimos, á la inmensa distancia de su océano ó del nivel más bajo.

Su desnivel total es 150 grados, más los 273 que faltan hasta llegar al cero absoluto. Pero esta caída de temperatura no puede aprovecharse, porque no está á nuestro alcance; porque estamos metidos en un continente de temperaturas mucho más elevadas: 20 grados, ó 10 grados; en invierno, 0, ó, á lo sumo, 15 ó 20 bajo cero; y falta mucho para llegar á los 273. Sin contar con que ni aun estos desniveles del medio ambiente pueden utilizarse de una manera espontánea.

Acaso al lector le ocurra, que toda vez que existen máquinas frigoríficas, pudiéramos crear artificialmente un desnivel muy bajo de temperatura, ya que no el inmóvil «océano del cero»; pero esto no aprovecharía, porque precisamente para crear estas bajas temperaturas hay que consumir fuerza; y si para ganar 80, pongo por caso, hay que empezar por gastar 80, la ganancia es nula, y aun tendremos pérdida por el rodeo que hemos necesitado dar.

Que las máquinas de vapor derrochan una cantidad enorme de fuerza, es, por lo tanto, evidente. La combustión del cok nos crea cierta cantidad de energía, que es como si dijéramos que nos colocaba aquel metro cúbico de agua en lo alto de la catarata. Si tuviéramos á mano la temperatura absoluta del cero, podríamos aprovechar toda esta energía con pérdidas relativamente pequeñas; pero la caída de temperaturas de las máquinas no está junto á la playa del

océano del frío, sino muy tierra adentro, y la altura de la catarata resulta muy mezquina: todo el resto se pierde.

Así en nuestro ejemplo, el desnivel térmico utilizable es 150, menos 50, ó sean los 100 grados; y el desnivel total serían 150, más 273, ó bien 423.

Se aprovecha, por lo tanto, bastante menos de la cuarta parte. Las otras tres cuartas partes de energía se esparcen, se pierden: hemos quemado cuatro toneladas de hulla para no aprovechar más que una escasa.

Pero esta es la pérdida ideal; la que el teorema de Carnot señala. La pérdida real, la pérdida práctica, es mayor todavía; acaso es el doble. Acaso de cada ocho toneladas de combustible siete se van al espacio, como despilfarro de la torpeza humana ó del fatalismo de las leyes naturales.

Por algo afirmamos que la máquina de vapor era una maravilla y era un desatino.

Pero aún nos queda mucho por decir. Lo dejaremos para otro artículo.

II

Decíamos en el artículo anterior, que con ser la locomotora una de las máquinas más admirables que existen, hasta tal punto que bien pudiera dar nombre al siglo que acaba, es una de las máquinas más

imperfectas, más derrochadoras y, por consiguiente, más caras que se han inventado.

Y agregábamos, que no toda la culpa es suya; porque la máquina de vapor está sujeta á una ley fatalista, á lo que se llama el *segundo principio de la termodinámica;* en suma, al teorema de Carnot, el cual pone un límite al aprovechamiento del calórico en las locomotoras, en las máquinas de vapor y, en general, en las máquinas de fuego.

Sucede una cosa extraña con el teorema de Carnot, que extensamente y en términos vulgares explicábamos en nuestro artículo anterior.

El teorema de Carnot nació de una teoría falsa del calórico, absolutamente falsa; de una hipótesis hoy por completo abandonada; del supuesto inadmisible de que el calor era una sustancia material, que caía de una temperatura á otra, como el agua cae en una catarata desde la cresta á la base.

Pero felizmente para la ciencia, al desarrollar esta hipótesis, empleó su autor un procedimiente lógico, independiente de la hipótesis misma, y fundó el ciclo de Carnot, que ya es clásico, y el teorema de Carnot, que vino á ser como una gran ley de la naturaleza.

Y hasta tal punto es fecundo el célebre teorema, que hoy, al explicarlo, hasta se emplea simbólicamente el ejemplo de la catarata, y del desnivel térmico, y de la caída del calórico de uno á otro nivel.

Nada más fácil, por otra parte, que dar forma rigorosa al símbolo; pero la índole de estos artículos de ciencia popular nos lo impide en absoluto.

Y así seguiremos diciendo: la potencia utilizable de la máquina de fuego está representada simbólicamente por el desnivel de temperatura: si la temperatura de la caldera, por ejemplo, es de 150 grados, y el vapor al terminar su trabajo se lleva una temperatura de 50 grados, la diferencia entre 150 y 50, es decir, 100 grados, representarán la potencia utilizable de la máquina.

En cambio, la potencia total consumida será la que resulta de sumar los 150 grados de la caldera y los 273 grados de desnivel hasta el cero absoluto de temperaturas, que es como el océano de eterno frío.

Esos 150 grados más 273, ó sean 423, representan el desnivel total que pudiera utilizarse y no se utiliza, porque, como decíamos, esta catarata de fuego está tierra á dentro y el mar del frío está muy lejos.

De suerte que en nuestro ejemplo la combustión creó una energía potencial de 423, y sólo utilizamos una energía representada por 100, que es como decir menos de la cuarta parte.

Pero ni esto siquiera; porque el cálculo anterior es un cálculo ideal. Supone que el agua de la caldera ha recorrido el ciclo de Carnot, que es el más ventajoso para el aprovechamiento; y este ciclo no se puede realizar en la práctica.

Todos los esfuerzos de los inventores, de los hombres de ciencia y de los prácticos, así en las máquinas de vapor como en las locomotoras, tienden á imitar, bajo forma más ó menos imperfecta, el ciclo ideal del gran físico francés.

Además, lo que se procura es aumentar el desnivel térmico, que hemos visto que simboliza la parte utilizable, ni más ni menos que en el campo, si se pudiera, se aumentaría la altura de la catarata.

Y así se tiende á aumentar la temperatura alta, recalentando el vapor á veces, y se procura disminuir la temperatura baja, que en el fondo, y mediante un rodeo, á esto tienden los condensadores.

Subir el nivel de arriba, bajar el nivel de abajo para que la caída térmica de la catarata de fuego sea la mayor posible.

Pero todo esto no se hace de balde, y en cada caso y en cada sistema hay que hacer un cálculo para saber lo que ganamos y lo que nos cuesta el aumento de desnivel de temperaturas.

Claro es que de todo esto no podemos dar aquí más que una idea muy somera, y, á veces, contra nuestra voluntad, muy imperfecta, porque el problema es muy complejo, y siendo siempre el mismo en el fondo, toma diferentes formas.

Una de estas formas es la de apurar toda la tensión del vapor, y así, después de haber actuado en un cilindro, se le hace pasar á otro y aun á otros

para aprovechar hasta lo último su fuerza elástica, que en realidad no es otra cosa que ir rebajando el nivel inferior de la catarata térmica.

Por este camino se llega á las célebres máquinas modernas del sistema Compound, que representan un progreso importante en las máquinas de vapor fijas, y que en estos últimos años se ha aplicado también á las locomotoras. El problema todavía se discute, y la lucha sigue empeñada entre las locomotoras ordinarias y las locomotoras Compound. Pero no es posible que nosotros descendamos aquí á tales cuestiones, que son eminentemente técnicas.

Por lo demás, las máquinas Compound han realizado economía muy notable en el gasto de combustible.

Economía, sin embargo, que no puede ni podrán borrar nunca la fatalidad de origen, y que todo lo que consiguen es aproximarse un tanto en la práctica al aprovechamiento del ciclo ideal de Carnot.

De todas maneras, y á pesar de las nuevas inven ciones, la máquina de vapor, y con más razón la locomotora, será una máquina grandemente derrochadora de fuerza.

Porque hasta aquí sólo hemos hablado del vicio fundamental, de las leyes fatales del vapor de agua, y del fatalismo con que tropieza al querer aplicar el calórico como fuerza motriz por el intermedio de la dilatación de los cuerpos, sean estos cuerpos los que

fueren, agua y vapor, aire ú otro gas cualquiera. Porque siempre que se quiere utilizar el calor como fuerza mediante la dilatación, con el teorema de Carnot se tropezará, como pudiera tropezarse contra una muralla de bronce. Pero nada hemos dicho de otras muchas pérdidas de energía, que hacen de la máquina de vapor uno de los receptores en que el coeficiente de aprovechamiento es más pequeño.

Pérdidas encontramos desde que en la caja de fuego el oxígeno del aire y el carbono del combustible se combinan y engendran, al precipitarse uno sobre otro, la vibración calórica, que es la verdadera fuerza.

En primer lugar, la combustión nunca es perfecta; después, el humo se lleva por la chimenea gases sin quemar por completo, y con ellos una gran cantidad de calórico. Además, el calor engendrado en la caja de fuego no llega á la masa de agua de la caldera sino á través de piezas metálicas; y para que la conducción de calor se verifique, se necesita un salto ó caída de temperaturas entre las dos caras de cada pieza: de suerte que la temperatura no puede ser la misma en el centro del hogar ó de la caja de fuego si se trata de locomotoras, que en el centro de la masa de agua que llena la caldera. Agréguese á esto que todo el mecanismo por su extensa superficie, y por más que se haga para evitarlo, está perdiendo calor constantemente, calor que se esparce

por el medio ambiente á modo de constante filtración. Porque la máquina de vapor y la locomotora sobre todo, rezuman calórico, si así puede decirse, de una manera desconsoladora. Y tanto más pierden por esta causa cuanto mayor es la temperatura interna del organismo.

Todas las invenciones de los Ingenieros, como antes decíamos, no tienen más que un objeto: ya que no suprimir por completo estas pérdidas, aminorarlas en lo posible.

Mucho se ha conseguido; pero así y todo, el coeficiente de aprovechamiento de los motores de fuego es modestísimo por desgracia.

Pero los inventos, por regla general, suelen complicar los mecanismos; no siempre, pero sí en nuestro caso. Y así las locomotoras han venido complicándose y han venido creciendo, y hoy son verdaderos monstruos de hierro.

Desde aquella locomotora de Stephenson, que no había de pesar más de seis toneladas, según el programa que se le impuso, pero que había de arrastrar un tren de 20 toneladas á la velocidad de 10 millas por hora, es decir, menos de 20 kilómetros, hasta las modernas locomotoras que pesan 50, 60, 70, hasta la locomotora Consolidation, que pesa 100 toneladas, el camino recorrido en estos ochenta y cinco años es verdaderamente inmenso y hace honor al genio de los Ingenieros de este siglo.

Verdad es que si el peso de la locomotora se ha hecho más de diez veces mayor, también hoy se arrastran trenes de más de 200 toneladas y que las velocidades de marcha llegan á 110 y á 120 kilómetros por hora.

Pero las locomotoras, volvemos á repetirlo, han llegado á ser verdaderamente monstruosas gracias sobre todo á los adelantos de la metalurgia y á la aplicación del acero.

Es la locomotora moderna como un inmenso animal en que los órganos van creciendo al parecer sin límite.

La locomotora de Stephenson comparada con la locomotora moderna es como el cachorro del elefante puesto á la par del coloso de los enormes colmillos y de la poderosa trompa.

¡Bien le han crecido los pulmones; bien se le ha ensanchado el vientre y se le han robustecido los músculos al gigante de hierro y llamas!

La caja de fuego se ha ensanchado. Los tubos aumentaron en número y aumentaron en longitud, como crecen los intestinos para apurar todo el jugo de la masa alimenticia. Y aquí el jugo era el calórico, y la masa alimenticia los gases ardientes que salían del hogar.

Pero después hubo una reacción, y en estos últimos años los tubos se han acortado y han recibido ciertos perfeccionamientos, como se ve en los llama-

dos de aletas. La caldera ha crecido rápidamente y cada vez se coloca más alta, con lo cual va creciendo el monstruo.

Los cilindros se multiplican con el sistema Compound, á fin de apurar la expansión del vapor.

Las ruedas se acoplan, el sistema de transmisión se perfecciona. Se equilibran las piezas oscilantes con masas que en lo posible fijan los ejes de inercia é impiden hasta cierto punto los movimientos irregulares.

Y todo esto, y otras cosas que no podemos explicar aquí, hacen cada vez más pesadas y más enormes á las locomotoras modernas.

Tanto mejor si son más pesadas, porque así tendrán mayor adherencia sobre los carriles y podrán arrastrar mayores trenes con velocidades crecientes. Pero al mismo tiempo, tanto peor; porque como la locomotora tiene que arrastrarse á sí misma, si es verdad que aumenta su potencia, también aumenta su peso muerto. Que sólo el peso de la locomotora sea la mitad ó la tercera parte del tren que arrastra, acusa un desequilibrio formidable en el organismo.

Pero tanto peor para los carriles, que, como vulgarmente se dice, «ya no pueden más».

Así se han señalado verdaderos conflictos en las grandes redes de ferrocarriles entre el servicio de vías y el servicio de tracción, pugnando uno y otro por una imposible autonomía.

Y á todo esto el público pidiendo mayor velocidad.

El comercio pidiendo mayor velocidad también, ó trenes mayores, ó mayor número de trenes, para que las mercancías no sufran estancamiento.

El servicio de tracción inventando y lanzando locomotoras cada vez más pesadas, más complicadas, más perfectas, pero más monstruosas.

El servicio de la vía procurando robustecer ésta, empleando el acero y esforzándose en seguir á la locomotora en su crecimiento, pero sin poder alcanzarla.

Y á la vez los puentes de hierro protestando con razón de que no han sido calculados para resistir pesos tan enormes ni tan estupendas velocidades.

Es decir, todo un organismo ferroviario que crece y crece, pero que no siempre logra crecer conservando la debida armonía entre sus partes.

Y cuenta que hasta ahora nada hemos dicho de otro gran problema: el de la seguridad.

De este hablaremos otro día.

En suma, dos puntos: la locomotora ha crecido de tal suerte en dimensiones, en peso y en complicación, que si no ha llegado á su límite de desarrollo, es de presumir que no le falte mucho para llegar.

Y cuando un organismo se encuentra en este caso, es muchas veces indicio de que ha llegado un momento de su transformación completa, ó de que otro organismo más perfecto vendrá á sustituirle bien pronto.

Así la Naturaleza en su evolución geológica crea los grandes monstruos, el ictiosaurio, el plesiosaurio, el mastodonte, el elefante, y también parece que se detiene, y aun dijérase que retrocede y toma por otro camino, porque la magnitud dió de sí todo lo que podía dar y busca nuevos organismos menos colosales, pero de vida más inteligente.

Si la comparación no parece exagerada y aun impropia, diríamos que la locomotora moderna es un monstruo de hierro que no puede crecer más, y que la locomotora eléctrica, de menor tamaño, menos cargada de metal, pero más etérea, por no decir inteligente, traerá al fin de este siglo que empieza un nuevo organismo, que sustituya para la tracción á la venerable y gloriosa pero ya vieja locomotora del siglo XIX.

La locomotora eléctrica requiere capítulo aparte.

NAVEGACIÓN AÉREA

Siempre ambicionó el hombre la conquista del espacio; bajar al fondo de los mares y cruzar sus misteriosos senos; subir á las transparentes esferas atmosféricas y recorrer sus anchuras azuladas; nadar bajo las olas ó volar sobre las nubes.

Realizar, en suma, lo imposible, porque lo imposible es lo único que nos atrae, lo único que aviva el deseo. En cambio, *lo posible*, es prosáico y es ruín. Ir en dos pies por el mundo, ¿qué mérito tiene? Esto lo hace cualquiera, y los cuadrúpedos hacen mucho más: precisamente el doble, porque van en cuatro.

Parece que la Naturaleza sólo puso á disposición del ser humano la superficie del planeta, tan llena de valles y montes, pedruscos y matorrales, para que el rey de lo creado, á cada paso tropezase; y que, en

cambio, para excitar su envidia, cuajó á sus pies la esfera cristalina de los Océanos y dilató sobre su cabeza el flotante velo de los aires, convirtiendo al hombre en pobre ser pegado á una superficie rugosa, como á lo único posible, entre dos imposibles, el que se riza en olas y el que se condensa en nieblas y en nubes.

De la superficie terrestre, la ciencia y la industria humanas supieron hacer cimiento de sus vías férreas y de sus líneas telegráficas y telefónicas, y conquistaron el espacio superficial por medio de la velocidad siempre creciente del vapor y de la prodigiosa velocidad eléctrica.

Porque conquistar el espacio de una manera absoluta, sería *estar en todos sus puntos á la vez*; no nos es dado hacer esto, estando sucesivamente en dos puntos, que distan 100 kilómetros, con el intervalo de una hora. La diversidad desparramada del espacio se condensa y se sintetiza con la velocidad; caminar con velocidad infinita, sería anular el espacio, mejor dicho, apretarlo todo él en nuestro ser, como si la extensión inmensa fuese gasa que apretásemos dentro del puño.

Pero con todos nuestros triunfos, con la locomotora, con la electricidad, con los trasatlánticos, no hemos conseguido más que triunfos superficiales, que bien podemos darles este nombre, puesto que sólo se extienden á la superficie terrestre.

¡Tanto luchar para correr sobre el esferoide! ¿Y los abismos oceánicos? ¿Y las inmensidades atmosféricas? Un problema en buena parte resuelto, entre dos problemas que apenas empezamos á resolver. Pero al menos les hemos dado nombre, y esto es algo: la navegación submarina y la navegación aérea.

De ésta última vamos á dar las últimas noticias en el presente artículo.

De dos maneras, y por distintos procedimientos, se puede aspirar al dominio de la atmósfera.

Ó por sistemas *más ligeros que el aire*, como son los *globos* en general: ó llenos de humo, ó llenos de gas del alumbrado, ó llenos de hidrógeno.

Ó por sistemas *más pesados que el aire*; por grandes pájaros mecánicos, pudiéramos decir, ó como ahora se dice, aeroplanos.

Subir, como sube el humo; volar, como vuela el ave; no hay más, al menos, por hoy.

El primer sistema parece el más natural y el más expedito. Lo primero para caminar por la atmósfera, es subir á la atmósfera; pero un globo relleno de hidrógeno nos lleva tan arriba como queramos, pues, ¡á lo alto!

Sin embargo, en los espacios aéreos, como en la vida, *no todo es subir; para subir, á veces, basta arrojar lastre*; pero una vez arriba, el pobre globo queda á merced de vientos y corrientes, si no elevó consigo

fuerzas y energías que le permitan tomar rumbo y vencer los vendavales.

La opinión vulgar cree, que la dificultad de la navegación aérea consiste en que no hay *punto de apoyo* en el aire, y no es así; donde existe materia, existe punto de apoyo. Una vez en el centro de la atmósfera, si con uno de los infinitos mecanismos que pueden inventarse, se empuja violentamente el aire en un sentido, el globo camina en sentido contrario y ya tiene dirección; pero, ¿cuánto camina? ¿Qué es lo que camina comparado con lo que el viento le hace caminar? ¿Qué fuerza es preciso que desarrolle el *aerostata* para ganar velocidad y espacio contra el viento? Este es el problema y esta es la dificultad.

Regla general: en teoría, todo mecanismo, empujando á una masa en un sentido, toma por su parte una velocidad contraria; poco importa que la masa sea de aire, de agua, ó que consista en un cuerpo sólido, el principio de la reacción igual y contraria á la acción es ineludible, así en el orden físico como en el orden moral.

No consiste la solución del problema en emplear hélices de esta ó de aquella forma, paletas ó ruedas, ó mecanismos más ó menos complicados; consiste en encontrar un motor de gran potencia y poco peso; descúbrase un motor de cien caballos que pese 10 kilogramos, y no hay Ingeniero que no resuelva en el acto el problema.

Mucha fuerza y poco peso; energías que no estén abrumadas por la materia; potencias espiritualizadas, por decirlo así; esto es lo único que puede resolver la dificultad y que puede darnos el imperio de los aires. Mientras la fuerza traiga mucha ganga, mientras se agite en el seno de un organismo pesado y macizo, mientras la tortuga lleve sobre el lomo enorme caparazón, no volará la tortuga. Darle anchos pulmones que reciban torrentes de aire, una combustión activa que desarrolle en gran escala el calórico, que es la fuerza, y con esto, un pulmón vigoroso, un plumaje sólido y ligero, un alma de fuego metida en un cuerpo de gasas, con esto, repetimos, el ser así fabricado subirá al espacio y cruzará los aires y navegará contra ciclones y tormentas.

Pero hasta lo presente, una gran fuerza va acompañada de un gran peso, lo mismo en las máquinas de vapor, que en las de aire comprimido, que en las de gas, que en los acumuladores. Y no es esto decir que no se haya adelantado en tal sentido, pero todavía la materia abruma la fuerza aun en las máquinas eléctricas.

Como el anacoreta procuraba desprenderse de la carne pecadora para que el espíritu pudiera volar más fácilmente á las regiones celestes, así la industria, en su esfera, procura desprender la vibración del calor, la fuerza elástica del gas y la corriente eléctrica de envolturas carnales, por decirlo de este

modo, para que sutilizadas las potencias naturales dominen la tierra, las aguas y los aires.

Para que un globo que ha subido á la atmósfera pueda caminar en ella contra el viento, es preciso que el globo lleve una potencia disponible, capaz de mover con gran rapidez una hélice, pongo por caso. Girando la hélice muy á prisa, se atornillará en el aire, penetrará en él y avanzará tras la hélice, el globo, la máquina y la barquilla; si la fuerza es tan grande que la hélice se atornilla con una velocidad de 30 metros por segundo, aunque el viento arrastre al aerostata 20 metros en sentido contrario, todavía se habrán ganado 10 metros contra el viento.

Todo queda reducido á elevar una máquina de suficiente poder: ¿no basta cinco caballos de vapor? Pues se eleva una máquina de 50 caballos. Pero es el caso, que *á la fuerza va unida la materia;* que para subir los 50 caballos, hay que subir toda la impedimenta material que á estos 50 caballos acompaña; que para elevar un peso diez veces mayor, tendremos que hacer un globo diez veces mayor también, y que habiendo aumentado sus dimensiones, *crecerá la resistencia del aire en proporción de lo que creció la superficie.*

En resumen, disponemos de más fuerza motriz, pero tenemos que luchar con una resistencia mayor.

En esta lucha han pasado los inventores años y años, buscando las formas de menor resistencia y de

mayor estabilidad, perfeccionando detalles, mejorando toda la parte accesoria de globos y aerostatas, llegando á inconcebibles atrevimientos, como el de llevarse una máquina de vapor por los aires, y preparando de este modo, á fuerza de constancia y de ingenio, el triunfo definitivo... para el día en que se triunfe.

Lo más notable en esta materia, son las experiencias de MM. Renard y Krebs en la instalación de Chalais-Meudon. El 9 de Agosto de 1884 realizaron por vez primera un viaje aéreo en *curva cerrada*, es decir, volviendo al punto de partida y caminando contra el viento.

El aerostata era de forma pisciforme; el motor eléctrico; el volumen del globo, de 1.800 metros cúbicos; la fuerza, de unos 8 caballos; y la velocidad contra el viento, de unos 6 metros por segundo. De este modo recorrió el aerostata unos 8 kilómetros, volviendo, como hemos dicho, al punto de partida; experiencia memorable que se repitió dos ó tres veces más en meses posteriores.

Como resultado científico, es admirable; como resultado práctico, es todavía muy poco.

Y desde entonces acá, nada importante se ha publicado sobre empresa tan transcendental.

El sistema más ligero que el aire, con las experiencias de Renard y Krebs, ha dicho por ahora su última palabra.

En este punto de reposo estábamos, cuando los

periódicos científicos han publicado á fines del año 91 nuevas noticias sobre el dificilísimo y tentador problema.

Volvemos á la navegación aérea y volvemos por otro camino: abandonamos por ahora los sistemas más ligeros que el aire, y volvemos á los sistemas más pesados que el fluído atmosférico: de los *aerostatas* pasamos á los *aeroplanos*.

Al globo se sustituye el pájaro mecánico ó la cometa. Y no son *aventureros de la invención*, inventores del movimiento continuo, gente de poco más ó menos en el terreno de la ciencia, constructores de juguetes; sino un sabio como el Director del Observatorio de Washington; un Ingeniero, como Mr. Maxim, célebre inventor americano, constructor de la lámpara eléctrica que lleva su nombre, y nada menos que de una ametralladora, lo cual le hace por toda manera respetable; un hombre tan conocido como Mr. Ader, de París, y un hombre como Mr. Langley, los que emprenden estudios y experiencias para llegar á la resolución del problema por el segundo de los dos sistemas antes reseñados, es decir, por mecanismos más pesados que el aire.

Ello es, que Mr. Maxim está construyendo un aeroplano ó cometa colosal, de 400 metros cuadrados de superficie, compuesto de tubos de acero y hojas de metal, ni más ni menos que los chicos hacen sus cometas de cañas y periódicos.

¡Telas, hidrógeno, cuerdas de seda para subir á los aires! Nada de eso. *Hierro, acero, cobre, máquinas de vapor como combustible...* ¡y á volar!

¿No se ha rendido la atmósfera al flotante globo? Pues tendrá que rendirse al metal y al fuego.

Es ya sobradamente extenso este artículo, para entrar en la descripción del enorme aeroplano de Maxim; en otra ocasión volveremos sobre este asunto, ó para entonar cántico de triunfo, ó para suavizar la caída, si el pájaro de metal no lograse encontrar nido en las altas nubes y tuviera que posarse más ó menos en la prosaica tierra.

EL METROPOLITANO DE PARÍS

La vida y el movimiento de París crecen de tal manera y en proporciones tales, que sus espaciosas vías y plazas, sus viejas arterias y sus modernos boulevares, no bastan ya para la pulsación febril de la gran metrópoli.

Ni coches, ni ómnibus, ni tranvías, ni bicicletas, ni automóviles, ni el vapor, ni el petróleo, ni la electricidad caben ya en el colosal organismo.

Aumentó la sangre, no se si en glóbulos rojos ó en linfa, hasta tal punto, que las venas saltan y la congestión ó el derrame son inminentes.

Así es que en este organismo, como en la evolución y el desarrollo de todos los organismos, la vida ha procurado fabricar nuevos tejidos y nuevas canalizaciones.

El suelo puede decirse que está agotado, dieron de sí las vías públicas cuanto podían dar, se ensancharon cuanto podían ensancharse los tejidos al golpear de las multitudes, y hay que buscar nuevos espacios, porque la vieja piel se rompe de puro estirarse.

En el espacio superior no hay que pensar, hasta que á los inventores no les nazcan alas, que ni los globos, ni los aeroplanos han resuelto todavía el problema de la navegación aérea. De suerte que, por ahora, la región atmosférica de las chimeneas no puede utilizarse.

No ha quedado otro recurso que acudir al subsuelo, esto se hizo con el Metropolitan Railway de Londres, y esto se ha empezado á realizar con el Metropolitain de París.

Dentro de poco se extenderá bajo tierra por toda el área de la moderna Babilonia una gran red de galerías, por las que correrán á gran velocidad multitud de trenes llevando de un extremo á otro, no centenares, sino *millones* de viajeros.

Mientras llega el día en que el hombre no pueda ser *ave*, se resigna á ser topo.

Fué hombre, circuló por la superficie del suelo, al aire, al sol; quiso volar, no pudo; y se hundió bajo tierra, haciéndose el muerto, en espera de la resurrección aérea.

De un periódico científico tomamos los siguientes datos sobre la gran empresa que está ya en vías de

realización, y que en buena parte, si no en totalidad, podrán ver y utilizar los que visiten la gran Exposición de 1900.

La red se compone de un eje ó arteria central, que atraviesa todo París desde la Puerta de Vincennes hasta la Puerta du Dauphiné, corriendo por le cours de Vincennes, boulevard Diderot, rue de Lyon, Place de la Bastille, rue de Saint Antoine, rue de Rivoli, Place de la Concorde, Avenue des Champs Elysées, Place de l'Etoile, Avenue Victor-Hugo y Avenue Boujeau.

Este trayecto constituye la línea *número uno*, casi toda ella es subterránea, mide una extensión de 11 kilómetros y estará terminada para la época de la Exposición, según decíamos antes.

Apoyándose en el eje central, existirá otra línea de contorno que envolverá casi todo París, constituyendo un trayecto en cierto modo paralelo pero interior á la línea de las fortificaciones.

Y uniendo puntos opuestos de este contorno y cortando el eje central, se establecerán otras varias líneas transversales.

La red comprenderá hasta *seis* líneas, con un desarrollo total de 65 kilómetros.

El conjunto del proyecto se debe á los ingenieros del Servicio Municipal MM. Legoüez, Lanriol, Biette y Briotet, bajo la dirección del Ingeniero jefe monsieur Bienvenüe.

En un principio se pensó en la vía estrecha, pero al fin se ha adoptado el ancho normal de toda la red francesa de ferrocarriles.

El Metropolitano será, por de contado, de doble vía, con una anchura libre de 6,60 metros entre paramentos.

Las curvas tendrán un radio mínimo de 75 metros y la pendiente máxima no pasará de 4 por 100. La parte subterránea representará el 70 por 100 del desarrollo total.

Y hacemos gracia á nuestros lectores de los demás pormenores técnicos.

La fuerza motriz elegida es la electricidad; de suerte que se establecerá bajo el suelo de París, en el París subterráneo, del gran alcantarillado y de las sombrías catacumbas, una doble red de cerca de 70 kilómetros, por la cual circularán constantemente trenes á gran velocidad con millones de viajeros, porque en millones por kilómetro se calcula la circulación, como luego lo indicaremos.

La sustitución de la electricidad al vapor era natural y forzosa.

El vapor se va haciendo viejo, y si al aire libre tiene todavía ventajas y lucha, por las vías subterráneas, puede decirse que su imperio ha terminado. El Metropolitano de Londres casi pertenece á la historia. ¿Cómo ha de compararse la clásica é incómoda locomotora, que llena las galerías de humo, que lleva

consigo trepidaciones de terremoto, que vicia y calienta el aire, que provoca reclamaciones de los dueños de las casas inmediatas y que nunca puede alcanzar grandes velocidades por las detenciones y maniobras, con la locomotora eléctrica, mejor dicho, con el cable de transmisiones y el dinamo, que á esto se reduce todo el sistema de tracción eléctrica?

Ni humo, ni calor, ni trepidaciones, y en cambio grandes velocidades. Ocho ó diez minutos para atravesar todo París: la supresión casi del *espacio urbano*. París reducido, para la comodidad del movimiento, á una población de cuarto orden, quedando grande, artístico, maravilloso, como lo ha sido siempre y lo es cada vez más. Y luego el viaje, este *viaje de unos cuantos minutos*, nada tendrá de incómodo, de triste y de sombrío: las galerías bien iluminadas y las estaciones alegres y elegantes con sus colores vivos, sus blancas sillerías, sus bovedillas de ladrillos y sus ladrillos esmaltados. ¡El ladrillo esmaltado! ¡Nínive y Babilonia que resucitan!, ó, si lo tomamos de más cerca, ¡un patio de Andalucía! ¡Sevilla, Córdoba ó Granada!

Dígase lo que quiera, hay muy buen gusto y mucha elegancia en la gran nación francesa, sin contar con sus grandes energías intelectuales, que nunca se agotan.

El coste de esta gran red subterránea es considerable. Está calculado en 180 millones de francos, casi

200 millones de pesetas; lo cual da 2.800.000 por kilómetro; como si dijeramos, más de 12 millones de reales por cada 1.000 metros.

Yo, para formarme idea clara de una cantidad de numerario, casi siempre la reduzco á reales; es antigua costumbre que no puedo perder, ó acaso es rasgo de humildad: la peseta es moneda demasiado grande para mí.

Esta cifra de más de 3 millones de pesetas por kilómetro parece muy elevada, pero téngase en cuenta que las dificultades de construcción son grandes. La mayor parte de la red es subterránea; trátase, pues, de un túnel ó de una serie de túneles de más de 60 kilómetros, y las obras se han de efectuar bajo el suelo de París, encontrando obstáculos á cada momento, por ejemplo, alcantarillas y conducciones de agua que es preciso desviar, teniendo que dar el ensanche considerable á las numerosas estaciones de la red, estaciones que casi todas son subterráneas, exceptuando la de la Plaza de la Bastilla, que será á cielo abierto, luchando con la extracción de una masa enorme de tierras, á las que se dará salida para echarlas al Sena por las secciones extremas y por el centro mediante cuatro caminos subterráneos, en que circularán vagonetas sobre vías del sistema Decaúville. Sólo la línea de Vincennes á la Puerta de Maillot, corta seis grandes colectores ó alcantarillas, y exige un gasto de cerca de 4 millones de francos por

ese concepto, con otro millón más para la variación de cañerías de agua. Agréguese á ésto grandes desmontes, viaductos, tres cruzamientos superiores del Sena en viaducto, un paso inferior al lecho del río, y teniendo en cuenta éstas y otras dificultades que omitimos por la índole de este artículo, se comprenderá que el presupuesto de gastos no es excesivo. Por satisfechos se pueden dar los Ingenieros si no tienen aumentos considerables, como les sucede á todos los presupuestos, desde el que debió formar nuestro Padre Adán al salir del Paraíso.

Después del presupuesto de gastos viene el de ingresos, la parte financiera de la gran empresa.

Y aquí también las cifras son enormes. Hay que cubrir los intereses y la amortización de casi 200 millones de francos, casi 1.000 millones de reales, según mi manera de contar.

En este punto, es preciso entregarse á hipótesis más ó menos justificadas, al cálculo probable de viajeros, á la comparación, en suma, con otros Metropolitanos.

Se supone ¡asómbrense mis lectores! un transporte de viajeros por año de 140 millones; y escribámoslo en letra para que no se crea que hay equivocación: *ciento cuarenta millones de viajeros al año.*

La tarifa es constante, uniforme é *independiente del trayecto recorrido:* lo mismo recorriendo un kilómetro que recorriendo 40. Á saber: 25 céntimos (de

franco) en *primera* clase y 15 céntimos en *segunda*.

Es decir, que en ocho ó *diez* minutos, y por 15 céntimos, se atraviesa todo París. Si esto no es gran comodidad, una gran economía y un verdadero progreso, hay que declararse pesimista de la especie más negra y más desesperada.

Para cubrir los gastos de amortización se necesita un movimiento anual de 2 millones de viajeros por kilómetro; pero esta cifra no es exagerada, porque en los Metropolitanos de Londres, Berlín y Nueva York, el tipo kilométrico de circulación es superior á 3 millones de viajeros.

La construcción se divide, por decirlo así, entre la Municipalidad de París y una Compañía concesionaria para la explotación. A cargo del Municipio corren los trabajos de *infraestructura*, á saber: subterráneo, desmontes, viaductos y muelles de viajeros. La Compañía concesionaria ejecuta el resto. La concesión es por treinta y cinco años, y al expirar el plazo, la villa de París entra en posesión completa de la vía férrea y sus dependencias, comprendiendo las fábricas de producción de energía eléctrica. Sin embargo, la villa podrá rescatar todo el Metropolitano, si lo cree conveniente, desde el año 1910.

Para la amortización de las obras, la Municipalidad retiene 10 céntimos por cada billete de primera clase y 5 por cada billete de segunda. Y si la cifra de circulación anual pasase de 190 millones de via-

jeros, aumentaría, según cierta proporción, el beneficio de la villa de París.

Con lo dicho, que bien conocemos que es árido, pero que es interesante á pesar de todo, pueden formarse mis lectores una idea general de esta importantísima empresa, que viene á aumentar la lista de los grandes Metropolitanos.

Sólo nos queda por explicar el sistema material de la ejecución.

Este sistema es el conocido hace mucho tiempo entre los Ingenieros con el nombre de broquel (ó escudo). El inventor fué el Ingeniero Brunel, que lo empleó por vez primera en el año 1825 para la perforación del primer túnel bajo el Támesis, después de dos ó tres fracasos y cuando la empresa parecía irrealizable.

El enorme *broquel* ó *escudo*, que va penetrando en el terreno como un enorme roedor de hierro, triturando la tierra, arrojándola tras sí y sosteniendo al mismo tiempo la parte excavada, es ya de uso general.

Pero el viejo broquel de Brunel ha recibido importantes perfeccionamientos, y por su medio se han realizado ya muchos trabajos subterráneos, por ejemplo: el túnel bajo el río Saint-Clair (en Hudson); el que hubo que abrir bajo el Támesis para la colocación del enorme tubo de 9 metros de diámetro del Black-Wall; el sifón bajo el Sena entre Asnières y

Clichy, y el del Puente de la Concordia, estos dos últimos bajo la dirección del eminente Ingeniero M. Berlier, que fué quien los empleó por primera vez en Francia.

Realmente, la perforación por broqueles ó escudos se comprende sin dificultad de ningún género.

Supongamos que se ha empezado á perforar la galería en cuestión, y que contra el fondo de la galería, en toda la superficie de ataque, se coloca una plancha ó pared de hierro dispuesta á atacarla ó á roerla, á ir penetrando á lo largo del eje ideal del subterráneo.

Pues así son los escudos ó *broqueles* en *cuestión*.

Esta pared de hierro está dividida en numerosas *ventanas* de *ataque*, que pueden abrirse ó cerrarse á voluntad y según convenga.

De este modo, la superficie de ataque se subdivide todo lo que sea necesario, y mientras se trabaja en una pequeña extensión, el resto está sostenido y contenido por el escudo. Así se pudo penetrar bajo el Támesis en un terreno semifluido.

El escudo está dentro de un cilindro que contiene, como si fuese un revestimiento metálico, todo el terreno del subterráneo.

En este cilindro, que es, por decirlo así, la cámara del broquel, hay que distinguir tres partes: la *anterior* ó proa, armada de cuchillo de acero, que al

empujar todo el mecanismo, como explicaremos en seguida, *se clava* en el terreno y lo desagrega; la *parte media*, en que está el broquel propiamente dicho, con ventanaje de ataque, llamémoslo así; y la *parte posterior*, en que, protegidos por el vuelo del cilindro, están los obreros que han de sacar las tierras y han de ir revistiendo la parte de perforación ganada por el avance del escudo.

Este avance se consigue por prensas hidráulicas que, apoyándose en la parte fija de otras (revestimiento ó cimbra), empujan al cilindro con su broquel hacia delante.

La operación es, pues, sencillísima y relativamente rápida. Las prensas hidráulicas empujan al escudo, los cuchillos de la proa penetran en el terreno y lo dividen, rompen y quebrantan: es una serie de *puñaladas simultáneas en el monstruo de roca.* Abriendo por partes las ventanas de ataque se acaba de desmoronar con el zapapico ó el útil conveniente en el terreno, echando atrás las tierras. Con lo cual pueden avanzar el escudo en el espacio ganado y clavar más lejos sus puñales de acero.

Tal es, á rasgos generales, la descripción de esta gran obra.

Y para concluir, copiaremos de la revista de donde sacamos estos apuntes la siguiente curiosísima coincidencia histórico-filosófico-democrática:

El escudo perforador encontró en su camino una

enorme masa de piedra: era parte de los cimientos de la Bastilla. «El último vestigio de la vieja ciudadela del absolutismo, símbolo de la vieja sociedad francesa, quiso cerrar el paso al progreso. Inútil empeño: el escudo del Metropolitano siguió adelante.»

LA ESPERANZA DEL DÉBIL

(SUEÑO CIENTÍFICO)

Desde muy antiguo la *fuerza bruta* ha sido lo que su nombre indica: grosera y brutal.

Contra las brutalidades de la fuerza apareció el derecho; y en el orden interno de las naciones, aunque no del todo, algún freno se pone á las violencias del fuerte contra el débil.

Pero entre nación y nación, la barbarie primitiva impera, á pesar del derecho internacional

Á la moral, al derecho, á la idea santa del progreso, se sustituyen de polo á polo, y por todos los paralelos y por toda la redondez de la tierra, estos principios de orden inferior: la fuerza, el interés, el miedo, el egoísmo.

Estamos en pleno salvajismo internacional.

Los salvajes primitivos vagaban por los bosques como las alimañas. ¡Ay, si se encontraban en los linderos de una selva ó en las orillas de un río! ¡Aquella era la barbarie individual!

Hoy vagan las naciones por el mapa. ¡Ay si tropieza el fuerte con el débil! ¡Es la barbarie colectiva!

La guerra existe en estado latente. ¿Le conviene al poderoso? Estalla. ¿No le conviene? Se dilata. ¿Se presenta ocasión? La aprovecha la nación que sienta apetitos de botín. ¿No se presenta? Se provoca; siquiera el perro beba aguas abajo de donde esté el tigre, siempre demostrará el tigre que le enturbió el agua; la fábula es eterna.

Y en esta angustia permanente, en esta ansiedad suprema, en esta desesperación de toda ley y de toda justicia, ¿qué esperanza queda?

Prescindiendo de las del orden moral, una sola: la ciencia.

Mala esperanza, dirán los que de todo desesperan.

Esperanza inmensa, aunque quizá no esté próxima.

Pero esperar sólo por nosotros y para nosotros, es egoísmo que lleva en sí su propio castigo; hay que esperar por nuestros hijos y para nuestros hijos. Y para ellos la ciencia es la salvación infalible. La ciencia puede ser el triunfo de la justicia y del dere-

cho. ¡La bancarrota de la ciencia, dicen algunos! ¡Dijeran mejor la bancarrota de la imbecilidad!

Y no se trata de un triunfo platónico, abstracto, ideal, del derecho y de la justicia, sino tangible y positivo.

La ciencia puede ser *el agente del orden público* de las naciones; la guardia civil de las fronteras; el juez de los malvados, por fuertes que sean; la ley de Dios convertida en fuerza, en energía y en kilográmetros.

Y si no, meditemos.

Abandonados dos hombres á sí mismos, el uno muy débil, el otro muy fuerte, en una soledad y sin amparo, el fuerte insultará al débil; podrá maltratarle; le robará sin escrúpulo; le asesinará sin piedad.

El desnivel entre ambas fuerzas es enorme: músculos de atleta contra músculos de niño; carne recia y áspera de bárbaro, contra carne suave de mujer.

Pero, se inventa la pólvora, el primer explosivo histórico de nuestra aplicación universal, y si al fuerte le dáis un revólver y al débil le dáis otro, el desnivel de las fuerzas casi se borra.

«De hombre á hombre, no va nada», dice el refrán, y el refrán no dice bien: es un refrán jactancioso, ó es refrán de otros tiempos; para los nuestros, jactancioso resulta. Un músculo que levanta setenta kilos, siempre podrá más que un músculo que levanta diez.

Pero si de hombre á hombre no va mucho, «de revólver á revólver no va nada»: así debe modificarse el viejo refrán.

Dos hombres, cada uno con su revólver, aunque uno de ellos sea muy robusto y sea muy débil el otro, están nivelados en el terreno de la fuerza bruta; como el débil tenga corazón, que es lo que se le puede pedir á todo hombre, sí lo es.

No se le puede pedir músculos como no los tenga: corazón se le puede pedir siempre. Y para esperar tranquilo, apuntar sereno y oprimir un gatillo, el dedo de una mujer ó el de un niño bastan.

Y ¡ay del fuerte!; si la bala del débil le entra en el corazón, se acabaron sus fortalezas.

En todo caso podrán caer los dos; pero no fatalmente el de menos energía física.

Y eso hace pensar, y aun ser prudente y aun acatar la ley al hombre de más fierezas.

La pólvora ha sido el primer nivelador de la fuerza física. El elemento más democrático del renacimiento; se acabaron las torres feudales; se acabaron los caballeros cubiertos de hierro, que eran como los acorazados de aquel tiempo.

¡Bendita sea la pólvora, auxiliar del derecho, fundador, aunque imperfecto, de cierta justicia relativa!

¡Benditos sean los explosivos, á pesar de todos sus horrores! ¡Por ellos en el porvenir será la paz, la justicia sobre la tierra!

¡Y los explosivos, la ciencia los crea!

Pero la ciencia no sólo crea el explosivo; sino que quizás dentro de algunos años *los dirija desde lejos* por manera infalible.

Nos sugiere estas reflexiones, caldeadas al recuerdo de nuestros desastres, las noticias que dan algunos periódicos científicos de cierto invento debido al eminente electricista Tesla, del cual muchas veces hemos hablado en estas crónicas.

El invento es todavía misterioso. Se dice á qué tiende; se anuncian algunos de *sus efectos;* pero no se explica cómo sea y en qué consiste.

Sin embargo, poca electricidad necesita saberse para no comprender que, al menos en teoría, es posible, y para no adivinar alguna de las soluciones teóricas del problema planteado por el eminente físico húngaro, pues húngaro ó austriaco es el inventor.

Si el invento se realiza—y los antecedentes científicos de Tesla son una garantía segura de que se trata de una idea seria y no de un desatino fundamental—, las fuerzas de dos naciones, una muy fuerte, otra muy débil, podrán quedar niveladas en gran parte. Las poderosas escuadras de acorazados vendrían á ser como los caballeros cubiertos de hierro de la edad media ante los mosquetes de la infantería.

La ciencia de los explosivos como fuerzas brutales, ante las que no resiste el mayor acorazado, y la ciencia eléctrica dirigiendo la acción de estos explo-

sivos desde 15 ó 20 kilómetros de distancia, serían adelantos prodigiosos en el arte de la guerra naval. Tal vez á alguien se le ocurra que el invento de Tesla, si al fin se realiza en condiciones prácticas y en gran escala, si pasa, en suma, de las experiencias del gabinete á las revueltas llanuras de los mares, sólo podrá ser útil al pueblo que posea el secreto de la invención.

Pero, en estos tiempos en que la difusión de las ideas es tan poderosa, no hay secreto posible, y bien pronto la admirable invención del Ingeniero húngaro llegaría á todas partes y á todas las naciones, á las fuertes y á las débiles.

Hasta ahora, nadie ha revelado el secreto; pero basta formular el problema para que todo electricista de profesión, y aun todo aficionado, se empeñe en resolverlo.

Es más: sin conocer el procedimiento de Tesla, sin tener la menor idea de los resortes ocultos del secreto, ocurren, al menos en el terreno de la teoría, varias soluciones.

Porque el problema es este.

Desde una costa, ó, más en general, desde un buque y en alta mar, dar rumbo, y, por lo tanto, dirección á otra nave grande ó pequeña, pero convenientemente dispuesta, que se encuentre á 14 ó 15 kilómetros de distancia del buque director ó de la costa.

En suma, desde muchos kilómetros de distancia, manejar el timón de una embarcación cualquiera, en la cual ni hay soldados, ni marinos, ni marineros, ni ser viviente cuya vida corra peligro. No hay más que en el casco la máquina propulsora, aparatos de tiro, aparatos explosivos, es decir, acumulación de fuerzas, y los aparatos eléctricos necesarios para recibir convenientemente influencias magnéticas ó eléctricas.

¿Es esto posible? ¿No es esto una novela de las del género de Julio Verne? ¿No es esto un sueño?

En todo caso, si sueño fuera, tales estamos los españoles, que más nos aprovecha soñar maravillas de la ciencia, que revolvernos despiertos entre horribles realidades.

Soñemos, pues.

Pero ¿por qué han de ser sueños? Tesla no es un aventurero de la ciencia. Cuando él anuncia un invento, el invento podrá ser imperfecto, podrá no tener condiciones prácticas, no llegará á donde se supone que llega; sus aplicaciones podrán aplazarse para dentro de diez, de quince, de cien años tal vez; pero en el fondo de la invención hay algo grande y algo serio; debe darse por seguro.

La ciencia, como la religión, tiene su fe y tiene creencias, adivinaciones, profecías, esperanzas.

Mas al creer en la invención del Ingeniero húngaro no es una fe ciega la que nos anima; no es un

derroche de sentimiento; es un resultado de la ciencia misma.

Teóricamente, el problema es posible; y anticiparemos una solución teórica, que acaso no será la del célebre electricista, que quizá no sea práctica por hoy, pero que demostrará, en todo caso, la posibilidad del problema.

La solución la expondremos en este artículo si queda espacio para ello (aunque lo dudamos) y si no en el artículo próximo.

Sin embargo, prevengamos una objeción.

¿En qué puede aprovechar este descubrimiento á los débiles?, se nos dirá.

Conocido que sea el invento—y el invento, si es cosa seria y llega á su mayor edad, será conocido de todas las naciones civilizadas—, podrá utilizarse lo mismo por las naciones fuertes que por las naciones débiles, con lo cual el desequilibrio subsistirá siempre.

El que así discurra, no discurre bien. El número cuatro es doble del número dos; pero si á ambos se les agrega un millón, los números *un millón más cuatro* y *un millón más dos* casi son *iguales*, por lo menos su relación se aproxima muchísimo á la unidad.

Pues si el invento es tan formidable como se dice, las naciones débiles se aproximarán á las naciones fuertes con todo el poder de la nueva invención. Por lo menos, la desigualdad abrumadora, brutal, irri-

tante, cuajada de desesperación, que hoy existe, habrá desaparecido en gran parte. Los grandes acorazados de las naciones ricas y poderosas ya no serán invulnerables, porque á ellos se podrá llegar, y alguno de ellos caerá en el abismo de los mares.

Una nación débil y pobre no podrá construir cuarenta acorazados, pero podrá construir trescientos buques muy pequeños ó doscientos torpederos y un buque grande de madera que magnéticamente los dirija desde lejos. Y esto cuando sea, si alguna vez llega á ser, y no es puro sueño ó mero delirio, la invención de Tesla, es evidente que será una fuerza para el débil y aplacará un tanto los infames apetitos del poderoso.

De todas maneras, y prescindiendo de este orden de ideas, el problema como problema científico, hoy es por todo extremo curioso, y para mañana como gérmen de algo grande, todavía es digno de estudio.

Ya no nos queda más espacio para aventurar por hoy soluciones. Dejemos esta tarea para el artículo inmediato. Pero fijemos bien las ideas repitiendo lo que antes anunciamos.

Se trata de dar dirección á un buque abandonado á sí mismo y sin tripulación ninguna, desde 15 ó 20 kilómetros de distancia, sin valerse ni de hilos, ni de cables, ni de ningún otro sistema de comunicación directa. No existe más medio de comunicación que éter.

No hay otros medios que ciertos aparatos establecidos en el punto que podemos llamar director, y otros ciertos aparatos dispuestos convenientemente en esa especie de buque fantasma que queda abandonado á sí mismo y á la voluntad magnética, por decirlo así, del Ingeniero que ha de dirigirlo desde lejos.

La solución provisional. en el número próximo, como suele decirse en las charadas.

Y ya que esto no sirva para otra cosa, sirva para aguzar el ingenio de los electricistas, y sirva como de gimnasia intelectual.

¡Que de esta gimnasia sí que estamos necesitados!

TRANSPORTE DE FUERZA DIRECTIVA

En el artículo anterior «La esperanza del débil», planteamos un problema, que si llega una vez á resolverse en términos prácticos y en gran escala, transformará por completo el carácter de las guerras marítimas, ó mejor dicho, de los combates navales.

No sabemos ni cómo ni cuándo podrá resolverse este problema en términos de aplicación inmediata. Pero varias revistas extranjeras afirman que el célebre electricista Tesla ha encontrado la solución; y tratándose de autoridad tan respetable, y suponiendo que su pensamiento no haya sufrido alteración al ser comunicado al público, deber es en cuantos se interesan por la ciencia el prestarle toda consideración.

De todas maneras, no se trata de nada absurdo, ni de nada que *à priori* pueda considerarse como

imposible. Antes bien, nos parece que teóricamente considerada la cuestión, no es de solución difícil, sean cuales fueren las dificultades prácticas, y aun en el caso extremo de que por hoy fueran totalmente insuperables.

Después de haber transportado, por medio de hilos metálicos, pequeños movimientos ó signos, que es como transportar el lenguaje en el telégrafo; de haber transportado la nota musical, el sonido articulado y la voz en el teléfono; de haberse empeñado en transportar las imágenes, y de haber transportado la fuerza, mediante dos dinamos combinados, y siempre por conductores, se han empeñado los inventores en efectuar todos estos transportes *suprimiendo el hilo ó cable conductor*.

De aquí el telégrafo sin hilos del sistema Marconi, por ejemplo; la luz eléctrica sin hilos; el transporte de fuerzas sin cable á centenares y miles de kilómetros, proyecto estupendo del mismo Tesla, de que hablaremos en otra ocasión.

Pues cuando todo esto se ha hecho ó se intenta; cuando se toma el éter del espacio como medio conductor del lenguaje telegráfico, de la luz, de la imagen y de la fuerza, aunque ésta se mida por miles de caballos, ¿qué tiene de maravilloso que se pretenda transportar, no ya la fuerza industrial, sino la fuerza directiva; es decir, una fuerza que mueva á voluntad cualquier embarcación convenientemente dispuesta

y situada á 15 ó 20 kilómetros de distancia del punto de partida?

Tal es el invento de Tesla, según se dice. Gobernar una embarcación sin estar en ella y desde lejos. Precipitarla sobre otro buque. Hacer que contra él estalle ó que contra él dirija sus agentes destructores.

Más diremos: la solución teórica de este problema á cualquiera le ocurre si de antemano conoce la invención del Ingeniero italiano Marconi.

Esta es la solución que vamos á indicar, y que, no nos cansaremos de repetirlo, acaso no será práctica, pero es racional, sencilla y evidente.

Ya en otra ocasión—hace algún tiempo—explicamos extensamente la telegrafía sin hilos del sistema Marconi. Pero como en este sistema van á fundarse nuestras explicaciones de hoy, no llevará á mal el lector que reproduzcamos, con la más posible brevedad, lo que entonces dijimos.

Se trata por ahora sólo de transmitir señales. Luego veremos cómo estas señales pueden convertirse por sí mismas en acciones directivas perfectamente determinadas y tan poderosas como se quieran.

La transmisión de señales á través del espacio, por el éter, sin ningún hilo, ni cable conductor, se efectúa por medio de dos aparatos.

El transmisor, en el punto de partida.

El receptor, en el punto de llegada.

Y entre ellos el aire y el éter, en una extensión de 10 ó 15 kilómetros, ó lo que fuere ó hasta donde se alcance.

El aparato transmisor, ó sea el punto de partida, no es en el fondo más que un aparato Hertz, con el cual hace ya muchos años que el célebre físico creó su campo magnético, ó mejor dicho, sus ondas eléctricas.

Dada la índole de este artículo, no podemos entrar en una descripción técnica de dicho aparato, y tenemos que limitarnos á dar á nuestros lectores una idea muy sucinta y muy en compendio, y, por lo tanto, muy imperfecta del mecanismo en cuestión.

Redúcese, en último análisis, á dos esferas metálicas, á las cuales por dos varillas se unen dos pequeñas esferas metálicas también, quedando entre estas dos últimas un pequeño intervalo.

Si por una bobina de inducción se lanza cargas de electricidad alternativas á uno y otro sistema de calderas, constantemente estarán saltando en uno y en otro sentido, entre las esferas pequeñas, chispas eléctricas con movimientos ondulatorios.

En rigor, esto no es más que una especie de péndulo eléctrico. La electricidad va y viene con extraordinaria rapidez de una á otra esferilla, como el péndulo oscila de derecha á izquierda y de izquierda á derecha en su movimiento periódico.

Es obligar á la electricidad á que vibre y salte y

vuelva con oscilaciones con cientos y miles de período en cada segundo de tiempo.

Ahora bien, este movimiento vibratorio de electricidad tiene su ritmo propio, que depende de las condiciones del aparato, ritmo que representa un papel importantísimo, decisivo, pudiéramos decir, en la transmisión de las señales eléctricas, y, por lo tanto, en la transmisión de fuerzas directivas, como veremos después.

Pero el movimiento vibratorio de la electricidad entre las esferas del excitador no puede menos de transmitirse al éter ambiente y de esparcirse por el espacio. De suerte, que las vibraciones eléctricas con su ritmo propio, creará un campo á que podemos llamar eléctrico, ó mejor dicho, electromagnético.

Sin embargo, toda influencia mecánica al transmitirse por el espacio libre se va debilitando, y se debilita en progresión muy rápida. Podemos decir que decrece en razón inversa de los cuadrados de las distancias. Si la distancia se duplica, la intensidad del campo es cuatro veces menor; si se triplica aquélla, á la novena parte se reduce la intensidad del campo, y así sucesivamente.

Inconveniente es este gravísimo para toda transmisión de fuerza telegráfica ó industrial ó directiva, ó lo que fuere, que no vaya encauzada y recogida en un alambre. Porque llegará, sí, á gran distancia, pero sin energía para producir ningún efecto útil.

Á salvar este inconveniente se dirige el invento de Marconi y su receptor especial.

Del receptor vamos, pues, á ocuparnos ahora. Pero fijemos bien las ideas.

Una fuerza puede llegar á un punto del espacio y ser incapaz de producir ningún efecto útil por lo exiguo de la fuerza misma. Pero puede llegar como *causa determinante* y hacer entrar en juego otras fuerzas de gran intensidad que en el punto se hallen convenientemente dispuestas.

Un fósforo poca fuerza expansiva tiene y como causa eficiente poco vale, pero puede prender fuego á un polvorín y determinar una formidable expansión.

Un guarda-agujas no puede coger un tren entero y lanzarlo de una á otra vía, pero tiene fuerzas suficientes para mover las agujas, y de este modo hace tomar al tren la vía que le place.

Un electricista no puede por sí crear una corriente eléctrica que representa 100 ó 200 caballos de vapor, pero con dar vuelta á una llave lanza por el hilo ó por el conductor corrientes formidables.

Y bien; el campo magnético creado por el excitador de Hertz llega con poquísima intensidad á 15 ó 20 kilómetros de distancia; poca energía representa; pero si en el punto de llegada se dispone una pila poderosa, ó una batería, ó acumuladores, ó un gran generador de electricidad, y el campo magné-

tico llega con fuerza bastante para cerrar ó abrir una llave sutilísima, podrá la influencia del campo abrir ó cerrar esta llave y establecer ó interrumpir una corriente de bastante intensidad.

Esta especie de llave sutil, muy sutil, y tanto que puede ser manejada por las vibraciones del campo magnético, constituye, en rigor, el ingeniosísimo invento del electricista italiano.

Con lo cual podemos ya describir el receptor Marconi, prescindiendo, por de contado, de pormenores técnicos y limitándonos á presentar casi en forma esquemática el receptor de que se trata.

Supongamos que se ha establecido una pila en el punto de llegada, que los dos hilos que parten de los dos polos penetran por las dos extremidades de un tubo de cristal, pero sin llegar á unirse, porque si se uniesen la corriente circularía constantemente. Los hilos, por el contrario, quedan interrumpidos, y cada uno de ellos termina en una placa metálica circular del diámetro del tubo, colocada á pequeña distancia una de otra, de modo que entre ambas existe un pequeño intervalo que representa una interrupción del conductor y que, por lo tanto, corta la corriente.

Y aquí viene aquella llave sutil á que antes nos referíamos y que constituye propiamente el invento del Ingeniero italiano.

Entre las dos placas se coloca una especie de polvo metálico, que, según dicen, contiene granillos

de níquel y de plata, pero esto importa poco en una descripción que no tiene las pretensiones de ser propiamente técnica. Para dar al lector una idea del sistema, basta que le digamos que es un polvo metálico especial, que goza de la propiedad siguiente, que parece insignificante y que resulta admirable.

Á saber: que cuando este polvillo metálico se halla en el éter en estado natural, es *aislador;* es decir, que conduce mal ó no conduce el fluido eléctrico, y que, por lo tanto, dentro del tubo de cristal y entre las dos placas, cortará la corriente de la pila, y equivaldrá á una llave cerrada.

Pero llega al polvillo metálico la onda eléctrica que partió del excitador, ó si se quiere, la influencia del campo magnético que en el punto de partida creó la vibración de la chispa eléctrica, y al instante parece como que se paraliza y se ordenan los granillos del polvo metálico; porque desde este momento la masa que era aisladora, en masa conductora se convierte, y por ella pasa libremente la electricidad. En suma, es como si la llave que cerraba el conductor de la pila se hubiera abierto.

La intensidad del campo magnético llega muy debilitada ciertamente, pero no tanto que no pueda ordenar el polvillo metálico y convertirlo de sustancia aisladora en cuerpo conductor.

Sólo nos falta, para completar esta descripción sencilla y vulgar, advertir — pero es advertencia

principalísima—que un pequeño mazo golpea sobre el tubo de cristal, precisamente con el mismo ritmo con que salen las ondas del excitador del punto de partida. Y cada vez que el mazo golpea en el tubo, desarregla, desordena, despolariza, si se quiere, los granitos del polvo metálico y lo convierte otra vez en sustancia aisladora.

Al menos, así se hacía al principio del invento, aun cuando recientemente se han introducido nuevas modificaciones que no tienen importancia para nuestro objeto.

Ello es, que entre el campo magnético que llega con cierto ritmo y polariza el polvillo metálico y el martillo que con el mismo ritmo lo despolariza, se establece en el conductor de la pila una serie de corrientes que en el problema telegráfico constituyen las señales, y que en el problema que nos ocupa pueden servir para llegar á una solución teórica del mismo.

Porque, en efecto, esta corriente de la pila tiene ya una energía apreciable, y aun cuando sea todavía débil, aun así puede abrir ó cerrar llaves ó conductores que gobiernen el paso de corrientes tan poderosas como sea necesario, engendradas por grandes baterías de acumuladores, ó, si se quiere, por dinamos.

Estas corrientes, convertidas en fuerza motriz por medio de un dinamo convenientemente dispuesto, puede mover el timón en determinados sentidos.

Y, por otra parte, se comprende que repitiendo este mismo sistema de excitadores en el punto de partida, de receptores del sistema Marconi en la embarcación, y por medio de otro dinamo motor puede hacerse mover el timón en sentido contrario. Aunque, á decir verdad, es inútil duplicar el sistema; pero no entremos en pormenores técnicos.

En suma; desde el punto de partida, sea éste la costa ó sea una embarcación, hay manera de mover el timón de la segunda nave en un sentido, ó en sentido contrario.

Los dos campos magnéticos, sujetos, si es preciso, á distintos ritmos, son como dos cuerpos ideales que hacen girar al timón en un sentido, ó en sentido contrario; es decir, que pueden gobernar la nave á distancia y á voluntad del Ingeniero que maneja los excitadores del punto de partida.

Claro es que dicha nave deberá llevar un motor poderoso, que se comprende que, bien dispuesto, puede marchar por sí solo todo el tiempo de combate, pero que además pudiera estar dirigido á distancia por sistemas análogos al que hemos descrito. Y se concibe aún que no se perjudicarán estos sistemas si cada uno tiene distinto ritmo; como se concibe que no poseyendo el secreto de estos ritmos distintos, el aire musical, por decirlo así, de los campos magnéticos, será imposible gobernar la marcha del buque desde la escuadra enemiga.

Claro es, que todo esto es una idea, en germen, una solución teórica, una especie de sueño científico; pero no es imposible que andando el tiempo se convierta, por este procedimiento perfeccionado ó por otros procedimientos, en una realidad poderosa que sirva de apoyo á las naciones débiles para resistir en las luchas navales á grandes naciones, brutales, fuertes, egoistas y sin conciencia.

Y si esto alguna vez llegara á realizarse, más habría hecho la electricidad por el derecho internacional, hoy escarnecido, que toda la diplomacia de las naciones europeas ó americanas.

Hemos ensayado una solución, por decirlo asi, esquemática, pero no es la única. Por hoy, no soñemos más.

Nota. Respondiendo al primer artículo, y cuando ya estaba escrito éste, he recibido varias cartas conteniendo soluciones del problema; y una del señor don Eduardo Mier, «que es de las personas que más honran la ciencia española» por todo extremo interesante, y que, desarrollada en forma conveniente, publicará en breve.

UNIDADES ELÉCTRICAS

(NUEVO DICCIONARIO DE LA ACADEMIA ESPAÑOLA)

I

El Diccionario de la Academia que en breve ha de ver la luz pública, comprenderá en su apéndice las definiciones de las unidades eléctricas más usuales.

El dar nombre á estas diversas unidades parece empresa fácil, porque en rigor ya todas tienen su denominación propia, y sin embargo es empresa difícil, porque tales nombres son todos ellos de autores, de sabios y de inventores extranjeros, y cuesta trabajo, mucho trabajo, acomodar á nuestra fonética palabras que con dificultad pronuncian nuestros labios, y que á nuestros oidos suenan ásperas y aun á veces ridículas.

Y sin embargo, era preciso incluír todos estos vocablos en el apéndice del nuevo diccionario, porque muchos de ellos van siendo de uso común, y hasta aquí no existe regla alguna ni para sus terminaciones, ni para sus plurales, ni para sus adjetivos.

El sabio académico y eminente hombre de ciencias D. Eduardo Saavedra, en el último discurso que leyó á la Academia de la Lengua, al contestar al del Sr. Cortázar, trató magistralmente esta cuestión en que ahora nos ocupamos. Y los preceptos y las reglas que formuló son los que han prevalecido.

De las razones y de las doctrinas en dicha Memoria expuestas, nada diré; limitándome en este artículo, y acaso en otro, á la parte que pudiéramos llamar *constituída*, sin tratar para nada la parte *constituyente*: la ley está á punto de ser promulgada, pues á la ley me atengo.

Los radicales de los nuevos nombres de unidades eléctricas son los de aquellos sabios que han presentado algún gran servicio á la ciencia eléctrica, ya teórica, ya práctica; ó en el gabinete del experimentador ó en las regiones de la teoría.

Estos nombres son los siguientes: Coulomb, Ampere, Volta, Ohm, Watt, Faraday y Joule; sin contar otros que quedan para más adelante.

La parte más radical de los nuevos términos hay que tomarla, pues, en los nombres precedentes, porque son nombres aceptados por todas las naciones

civilizadas; verdaderos monumentos en honor del genio universal levantados; tributo á la memoria de los que honraron el trabajo y la ciencia humana.

De suerte que sobre estos radicales no cabe discusión, se impone; sería una pretensión ridícula escoger otros y hay que aceptarlos y hay que respetarlos.

La única misión de la Academia ha consistido en dar forma á las terminaciones, acomodada á la índole de nuestro idioma, y que se preste á la construcción de plurales y adjetivos.

La terminación general para todos éstos, que pudiéramos llamar *términos eléctricos*, propuesta por el Sr. Saavedra en la Memoria ya citada, por las razones que ampliamente desarrolla, es la terminación en *io*.

Cierto es que el uso de algunos de estos nombres venían siendo otros. Así, á la unidad de corriente eléctrica se daba el nombre de *amper*, nombre fácil de pronunciar, y cuyo plural *amperes* es también sencillo y de sentido agradable. Pero, en cambio, hay otros nombres que es imposible conservar. Por ejemplo, la unidad de resistencia, que designa siempre por el vocablo ohm. Porque en este caso, ¿cual iba á ser el plural?

¿Ohmes? ¿Ohmos? ¿Ohms?

Ninguno de los tres ha parecido aceptable, y el útimo sería de todo punto inadmisible por la acumulación de las tres consonantes *h*, *m* y *s*, por la difi-

cultad de la pronunciación y porque en castellano jamás se forman los plurales de este modo.

Otro tanto podemos decir del nombre que designa la unidad de *fuerza electromotriz*, á saber: la palabra volt. El plural volts es aún más inadmisible que el plural ohms.

Nuestro idioma rechaza, por regla general, esta acumulación de consonantes. Hacen daño al oído, y aun hace daño á la vista la *l*, la *t* y la *s*, constituyendo una unidad fonética.

Para nosotros los españoles cada consonante es una montaña más ó menos áspera y, en cambio, cada vocal es como un valle que tiene suavidad y dulzura. Y entre montaña y montaña, pedimos con ansia un valle en que reposar, que es como decir que entre consonante y consonante nos complace y anima encontrar una vocal.

Y así, en la palabra *volts*, trepar por la *l*, y, sin descanso alguno, emprender la subida de la *t*, y encontrarse, por último, con la *s*, es trabajo que rinde todo nuestro aparato vocal.

Verdad es que podríamos emplear la palabra *volta*, cuyo plural, voltas, es de fácil pronunciación. Pero aplicar un sistema distinto para cada palabra es romper la unidad de la nomenclatura eléctrica. Y si en las formaciones de carácter popular la variedad antes es provechosa y estética que desagradable y perjudicial, porque es señal de fuerza creadora y de

riqueza y vida, esta variedad es inadmisible en las nomenclaturas científicas, que por su carácter propio son artificiales.

Por todas estas razones, que someramente apunto, se ha adoptado—como queda dicho—la que llamaré unidad de terminación en *io*, estableciéndose los nombres siguientes:

Culombio, para la unidad de cantidad eléctrica.

Y culombios será el plural.

Amperio, para la unidad de corriente, y

Amperios será asimismo el plural de dicha palabra.

Amperímetro será el aparato de medida de los amperios.

Y es inútil insistir sobre la formación de plurales, pues todos siguen la regla general de la gramática.

Ohmio ha de ser la unidad de resistencia. Y de este sustantivo se deriva, sin dificultad alguna, el adjetivo óhmico, algo raro, pero inevitable.

Voltio, derivado de Volta, constituye la unidad de *fuerza electromotriz*. Y de esta palabra se deducirán:

Voltímetro, aparato para medir voltios, y que no hay que confundir con otro aparato antiguo llamado voltámetro. Y al mismo tiempo la palabra

Voltaje ó conjunto de voltios, término que ya está muy en uso.

Vatio, designa la unidad del trabajo eléctrico; y aunque pudiera haber duda respecto á ese término,

porque se deriva de *Watt*, y la *W* no suena en inglés como *V*, sino como *U*, la Comisión ponente adoptó la solución indicada.

Faradio fué la palabra elegida para designar la capacidad eléctrica, como derivada de Faraday, sustituyendo tan sólo á la terminación inglesa *ay* la terminación *io*, de excelente aplicación para este caso.

Por último, se designó por

Julio la unidad de medida del trabajo eléctrico, con independencia del tiempo y como derivado del nombre propio Joule.

Si el dar nombre á las unidades eléctricas á gusto de todo el mundo, á satisfacción de todos los oídos, con facilidad para todos los aparatos vocales y respetando al mismo tiempo el universal convenio de todas las Naciones, era trabajo arduo, no lo ha sido menos el de definir cada uno de estos términos, porque había que evitar, por una parte, las definiciones excesivamente científicas, y, por otra parte, no era posible consignar en el Diccionario definiciones tan sencillas ó tan vulgares que resultan erróneas.

De estas definiciones vamos á dar cuenta en este y otro artículo, procurando explicarlas de modo que nuestros lectores, sin ninguna preparación técnica, puedan comprenderlo. Y si á comprenderlas llegan, estamos seguros de que los nombres elegidos por la Academia han de parecerles sencillos y naturales.

Las palabras bien elegidas, facilitan, á no dudar-

lo, la inteligencia de las ideas; pero á su vez, una idea clara ilumina en cierto modo la palabra que la expresa.

Yo comprendo que alguno de los términos antes enumerados han de parecer extraños al público. Por ejemplo: el término ohmio.

Pero ¿de quién es la culpa, si el sabio que describió las corrientes eléctricas se llamaba Ohm?

Hubiérase llamado Pérez ó Fernández y la dificultad desaparecía y otro tanto ganaba nuestra gloria científica; pero los hechos son como son, y es inútil enojarse con ellos.

La *ley de las corrientes eléctricas* se designa por todo el mundo por la *ley de Ohm*, y lo más que podemos hacer es dar terminación castellana al nombre del insigne sabio.

El sistema y encadenamiento de las unidades elegidas no es el único que puede adoptarse, pero la Academia ha creído que era el más sencillo entre todos y el que se presta á definiciones más concretas y de menor aparato científico.

Lo que la electricidad sea en sí, nadie lo sabe. Pero, en cambio, pueden imaginarse diversos simbolismos para representar los fenómenos eléctricos. Y esto han hecho y siguen haciendo todos los autores que tratan de esta materia; pero las unidades eléctricas son elementos esencialmente prácticos, pertenecen á la ciencia positiva y es forzoso que al definir

cada una de estas unidades marquemos hechos reales y positivos que sirvan de base para la definición.

Un simbolismo científico que flota, por decirlo de ese modo, en el aire, con facilidad se desvanece como torre fantástica fundada en la neblina. En cambio, un simbolismo que se apoya en la experiencia, es decir, en la realidad, puede prestar grandes servicios á la ciencia y á la misma experimentacíón.

Y entremos ya en materia.

La primera palabra que encontramos en el orden lógico de estas definiciones, es el *culombio*.

La Academia lo define, ó, mejor dicho, lo definirá ne su día, salvo lo que determine en la última revisión, de este modo:

Culombio (de Coulomb) m. Cantidad de electricidad capaz de separar de una disolución de plata 1,118 miligramos de este metal.

Veamos si es posible explicar esta definición de modo que la comprendan mis lectores.

Ya lo hemos dicho. En la esencia de las cosas, nadie penetra. Lo que la electricidad sea, nadie lo sabe.

Pero supongamos, simbólicamente, que es una especie de gas muy sutil, un éter cuyos átomos todos se rechazan, de modo que la nota característica de esta sustancia etérea sea la nota más repulsiva. Cada átomo rechaza á los demás, y la sustancia toda tiende á la dispersión, por cuya propiedad, si el éter no fuera cosmopolita, sería digno de ser español.

Pues bien; supongamos que en un vaso en el cual hay una disolución de plata, *se le incorpora en un instante dado* cierta cantidad de éter ó de electricidad.

Por su fuerza expansiva y por insinuarse entre todas las moléculas y entre todos los átomos de la disolución, romperá los lazos químicos de la sal de plata y cierta cantidad de este metal se precipitará según las leyes de la electrolisis.

Si incorporamos doble cantidad de electricidad ó doble cantidad de éter, se precipitará doble cantidad de plata; y ya tenemos enlazados por la ley matemática de la proporcionalidad estos dos términos:

Primero. Una cantidad de electricidad ó de éter, ó de un fenómeno cuya esencia ignoramos.

Segundo. Una cantidad de plata precipitada de la disolución que la contiene; y esto es real y positivo; visible y tangible; que puede medirse, que puede pesarse.

Y como lo desconocido y lo conocido están enlazados, conforme acabamos de decir, por la ley de proporcionalidad, el hecho positivo nos servirá para medir el fenómeno eléctrico, aunque no podamos penetrar en sus misteriosas profundidades. Llamaremos, pues, culombio, á la cantidad de electricidad ó á la cantidad de éter, ó á la cantidad de fenómeno—si podemos expresarnos de esta manera—capaz de precipitar un miligramo ciento diez y ocho milési-

mas de miligramo de plata en una disolución de este metal.

Y cuando se precipite doble cantidad de plata, diremos que estamos en presencia de dos culombios; la duplicación de este metal nos hará comprender que hay una duplicación en el fenómeno, y por misterioso que el fenómeno sea, sabremos que se ha duplicado; y quien dice duplicarse, dice triplicarse, ó reducirse á la mitad, y así sucesivamente.

El mundo invisible, inabordable, misterioso si se quiere, marcha paralelamente al mundo visible y para nosotros vulgar.

Un peso de plata nos indica qué cantidad de agente eléctrico funciona en cada caso.

Así, en la caverna de Platón, no vemos los objetos, pero vemos sus sombras, y el tamaño y las formas de las sombras nos enseñan respecto á las cosas en sí y á los objetos exteriores.

Ya tenemos el punto de partida.

En el artículo próximo seguiremos explicando las demás definiciones.

II

En el artículo precedente hemos definido el culombio, palabra que expresa cierta cantidad determinada de fluido eléctrico y que se relaciona con un hecho físico, á saber: el de precipitarse en una diso-

lución de plata (*cuando por ella pasa* el culombio) cierto peso de ese metal. *Pasar* ó *estar* son delicadezas teóricas en que hablaremos en otra ocasión.

Ello es que el concepto de cantidad es inherente á la inteligencia humana.

No puede pensar el hombre en ningún objeto, hecho ó fenómeno del mundo inorgánico sin atribuirle una *cantidad* mayor ó menor.

Podremos no saber lo que es el agua, pero afirmaremos que hay más ó menos agua en un estanque.

Podremos ignorar lo que es el calor ó lo que es luz en su esencia íntima; pero nuestros sentidos despiertan en nosotros la idea de *más* ó *menos* calor, de *más* ó *menos* luz.

Pues asimismo, aun desconociendo la esencia íntima de la electricidad, sea un fluido, sea un éter, sea una vibración, sea un conjunto de pequeños torbellinos, sea lo que fuere, por mandato imperativo de nuestra razón, afirmamos que el fenómeno eléctrico está sujeto á la categoría de la cantidad.

Y esta cantidad se da á conocer en el culombio por el peso de la plata, que precipita en cierta disolución perfectamente definida de dicho metal al pasar por ella.

El hecho misterioso queda enlazado, determinado y medido por un hecho físico al alcance de todo el mundo, del sabio como del ignorante.

Y vamos ya á la segunda unidad de la serie.

La papeleta que en su día ha de publicar la Academia, salvo la revisión final, dice de este modo:

Amperio (de Ampere) m. Unidad de medida de la corriente eléctrica, que corresponde al paso de un culombio por segundo.

Vemos, según esta definición, que el amperio se refiere al culombio.

El amperio es la repetición del culombio en cada segundo de tiempo.

La diferencia del culombio y el amperio es exactamente la misma que la que existe entre un litro de agua en una vasija, masa de líquido única, invariable en cantidad (móvil ó no, importa poco) é independiente del tiempo, y una corriente de agua que en cada segundo hace pasar un litro por cada sección de cauce.

Y esto mismo podemos repetir en nuestro caso.

Una corriente eléctrica, fenómeno que ya nos es familiar por sus efectos, aunque ignoramos su naturaleza, atraviesa por un vaso en que hay una sal de plata en disolución. Pues si en cada segundo precipita 1,118 milígramos de este metal, diremos que la corriente es de un amperio. Es como decir que en cada segundo de tiempo está pasando por el líquido un culombio de electricidad.

Esta corriente lleva—se dice comunmente—*diez litros por segundo*, y todo el mundo se da por enterado; pues cuando las nuevas ideas sean familiares al

público, se dirá sin violencia: *esta corriente eléctrica es de tantos amperios,* ó lleva tantos culombios por segundo.

Y cualquiera persona, sin estudios ni preparación, sería capaz de medir la corriente eléctrica, con sólo pesar la plata que la corriente precipitó de la disolución.

Hablamos siempre de plata; pero lo mismo pudiéramos hablar de cobre, de oro y aun de hidrógeno. Todo quedaría reducido á buscar las equivalencias químicas entre estas sustancias.

Siguiendo el orden lógico de las definiciones, encontramos esta tercera:

Amperímetro, m. Aparato que sirve para medir el número de amperios de una corriente eléctrica.

A la cual nada tenemos que agregar.

Con decir que el amperímetro sirve para medir amperios, está dicho todo; puesto que la Academia no ha considerado conveniente, por ahora, dar la descripción técnica de tales aparatos, que, por otra parte, son bien sencillos, y que por nuestra cuenta describiremos en otra ocasión.

Pasando ya á la unidad de resistencia, nos encontramos con la papeleta siguiente:

Ohmio (de Ohm). Resistencia que—á cero grados—opone al paso de una corriente eléctrica una columna de mercurio de un milímetro cuadrado de sección y 106,3 centímetros de longitud.

(Se ha tomado el Ohm internacional fijado en Chicago en 25 de Agosto de 1893.)

Todo el mundo sabe, por desgracia, lo que es una resistencia, así en el orden físico como en el orden moral. Pues la resistencia eléctrica de un conductor será la que opone al paso del fluido eléctrico, ó, si se quiere, al paso de este fenómeno, á que damos el nombre de electricidad.

Unos cuerpos oponen más resistencia que otros. Á igual de las demás condiciones, no pasa la corriente eléctrica con la misma facilidad por el hierro que por el cobre.

Sucede con la corriente eléctrica lo mismo que con una corriente de agua. Si una cañería es muy larga, si es de pequeño diámetro, si la superficie interior es muy áspera, la corriente líquida será mucho menor que si con el mismo desnivel la cañería es corta, de gran diámetro y pulimentada interiormente.

Así, para las corrientes eléctricas convendrá escoger cierta unidad de resistencia; que es como si dijese, para las corrientes líquidas, que la unidad de resistencia es la que presenta, por ejemplo, un tubo de un metro de longitud, de un decímetro de diámetro, hecho de hierro fundido y con cierto grado de pulimento en la superficie interna.

En suma: que para las corrientes líquidas la unidad de resistencia podría ser *una tubería perfecta-*

mente determinada en su naturaleza y en sus dimensiones.

Pues esto mismo se ha hecho para la corriente eléctrica.

En vez de decir una cañería de hierro, decimos una columna de mercurio; con lo cual fijamos su naturaleza y fijamos sus dimensiones, agregando que ha de tener un milímetro cuadrado de sección y un número determinado de centímetros de longitud.

Porque entiéndase que el conductor es, por decirlo de este modo, *la cañería de la corriente eléctrica.*

Y fíjense bien mis lectores en que esta unidad que estamos definiendo nada supone respecto á la naturaleza de la electricidad. Es, pura y simplemente, la definición de un cuerpo; es un hecho, es una realidad.

Por eso decíamos que las teorías eléctricas en la realidad y en los hechos se fundan.

Pasemos á la unidad de fuerza, para la cual se ha escogido la palabra *voltio*, definiéndola de esta forma:

Voltio (de Volta). Cantidad de fuerza electromotriz, que, aplicada á un conductor cuya resistencia sea de un ohmio, produce una corriente de un amperio.

Como el amperio se refirió al culombio, el voltio se refiere á las dos unidades anteriores; es decir, el ohmio y el amperio, ó sea á la unidad de resistencia y á la unidad de corriente.

Todo fenómeno físico supone la acción de una ó varias fuerzas.

Cuando el agua corre por una cañería, corre por la presión de la gravedad engendrada á lo largo de un desnivel.

Cuando el gas de alumbrado circula por los tubos que al mechero le conducen, circula por la presión que viene del gasómetro.

Todo lo que se mueve, se mueve por el trabajo de una fuerza.

Pues á la fuerza que pone en movimiento el fluido eléctrico se le da el nombre de *fuerza electromotriz*.

No entraremos en desarrollos ajenos á la índole de estos artículos. No hablaremos ni de potenciales ni de funciones potenciales. Acudiendo al sentido común ó al sentido vulgar, diremos que la fuerza electromotriz es la que determina el fenómeno de la corriente eléctrica, y á manera de símbolo, podremos asemejarla á la presión que pone en movimiento el gas, ó al desnivel de agua ó columna de carga que determina el movimiento de este líquido en una conducción.

Pero, lo hemos dicho, en la naturaleza todo es más ó menos, todo es cantidad, y para toda cantidad se comprende que pueda elegirse otra que le sirva de unidad.

¿Y cuál será la unidad de la fuerza electromotriz?

Hay que ponerla en relación con hechos reales y

positivos; con algo que pueda medirse, que pueda pesarse, que esté en la esfera de acción de nuestros sentidos.

El problema, que á primera vista parece difícil, es, sin embargo, bien fácil.

Cuando por un conductor cuya resistencia sea de un ohmio circule una corriente de un amperio, diremos que la fuerza electromotriz que produce este fenómeno es de un voltio.

Fijemos bien las ideas.

Supongamos una columna de mercurio de 106 centímetros y 3 décimas de longitud, y cuya sección sea un milímetro cuadrado.

Supongamos que por este pequeño conductor circula una corriente tal que, si atraviesa una disolución de plata, precipita un miligramo 118 milésimas en cada segundo.

Todo esto tendrá una causa.

Los teóricos la expresan por sus fórmulas, por sus funciones, por sus integrales, y precisan más los términos hablando de la uniformidad del fenómeno y de otras muchas cosas. Nosotros no necesitamos saber nada de esto.

El fenómeno es perfectamente determinable. En último análisis, tenemos una columna de mercurio á la vista y una cantidad de plata que podemos pesar.

Y bien: á la causa de dicho fenómeno (precipitación de plata en las condiciones indicadas), á esta

causa ó á esta fuerza, sea la que fuere, por misteriosa ó por desconocida que sea, pero que produce efectos físicos medibles, le damos el nombre de *voltio*

Y si alguien nos pregunta qué es en sí mismo el voltio, nosotros le podríamos preguntar qué es en sí mismo el kilogramo.

Algo desconocido, pero que produce efectos físicos que ven nuestros ojos, que tocan nuestras manos, que pesan nuestras balanzas.

Y así como hoy el sabio y el ignorante y aun el necio dicen «que su equipaje—pongo por caso—pesa 30 kilos», así, andando el tiempo, cuando la costumbre domestique y eduque las inteligencias, el sabio y el ignorante y el necio hablarán de sus voltios como hoy hablan de metros ó kilogramos.

Como existe un aparato para medir amperios, que, naturalmente, se llama amperímetro, existe un aparato (ó varios) para medir voltios.

Tampoco ha creído conveniente la Academia describirlos, porque palabras como las que vamos definiendo, culombios, amperios, ohmios, voltios y las que faltan, hay que darlas en pequeñas dosis y con ciertas precauciones.

Como un día describiremos los amperímetros de suerte que todo el mundo nos comprenda, describiremos también los voltímetros.

Por hoy basta con que sepamos el objeto de estos aparatos.

Y ya se advirtió en el artículo precedente que no hay que confundir el voltímetro con el voltámetro, antiguo y venerable aparato que está descrito en todos los libros de física.

Otra palabra que se deriva del voltio, es el voltaje, definido de este modo:

Voltaje, m. Conjunto de voltios que funcionan en un aparato ó en un sistema eléctrico.

Esta palabra está muy en uso; su terminación es análoga á la de otras muchas palabras castellanas que expresan conjunto de aquellas á que el radical se refiere, y, además, es de fácil y hasta de enérgica pronunciación.

Nos quedan tres palabras por definir: julio, vatio y faradio.

Pero son de mucha importancia, y exigen algunas explicaciones y no tienen cabida en el presente artículo que, por lo árido de la materia, habrá fatigado seguramente la paciencia de los lectores.

III y último

Al explicar las definiciones del culombio, del amperio, del ohmio y del voltio, hemos comparado constantemente la corriente eléctrica á una corriente líquida, y asimismo hubiéramos podido compararla á una corriente de gas. Son comparaciones, imágenes ó símbolos que emplean, no sólo los autores de propaganda científica, sino los primeros físicos y

matemáticos de Europa, como por ejemplo Mr. Maxwell y Mr. Poincaré en sus admirables obras de electricidad y magnetismo.

Hoy más que nunca, y al tratar del *julio* y del *vatio*, necesitamos acudir al sistema simbólico. El *julio* es una nueva unidad, que sirve para medir el *trabajo eléctrico*, y dice así la papeleta de la Academia:

Julio (de Joule), m. Unidad de medida del trabajo eléctrico, equivalente al producto de un voltio por un culombio.

Todo *trabajo* es, en efecto, así en el seno de la Naturaleza como en las faenas de la industria humana, el *producto de dos factores: una fuerza por un camino*; un peso por una altura; una masa ó cantidad por un desnivel.

La unidad, la admirable unidad en el mundo inorgánico, no es la fuerza, es el *trabajo*; por ejemplo, un kilogramo que cae de un metro de altura, ó de otro modo, el kilográmetro. Y si se quiere otra unidad mayor, 75 kilográmetros, ó sea el caballo de vapor.

El trabajo de todo el sistema planetario se puede medir por kilográmetros.

El trabajo de nuestro globo terrestre por kilográmetros también.

Todas las reacciones de la Química á kilográmetros se reducen y por kilográmetros se miden.

Y no existe una sola industria que no sea la repetición de esta misma unidad: un kilogramo que cae de un metro, una fuerza de un kilogramo actuando á lo largo de un camino de un metro de longitud.

Los bueyes que tiran del arado y abren un surco en la tierra, la locomotora que arrastra un tren sobre la vía férrea, el trasatlántico que corta las olas del mar, el carpintero que cepilla una tabla, el cantero que labra la piedra, el que teje, la que cose, la que borda, el fuego de los altos hornos, que venciendo atracciones separa átomos y moléculas, hasta la misma labor fisiológica de los organismos, todo es la repetición de la expresada unidad: *fuerzas actuando á lo largo de caminos* más ó menos largos, kilogramos multiplicados por metros; en suma, kilográmetros.

Pues el mismo principio y la misma unidad, aunque con otro nombre, encontramos en la corriente y, en general, en todos los fenómenos eléctricos. No es el producto de kilogramos por metros; pero es el producto de *culombios* por *voltios*, y en el fondo da lo mismo.

Todo peso que está en una altura, y que puede caer cuando nos plazca, representa una energía y un *trabajo disponible*.

Así, un litro de agua, ó sea un kilogramo á un metro de altura, representará un kilográmetro potencial. Cuando caiga desarrollará el trabajo de un kilográmetro.

Pues estos dos factores, *el litro* y el *desnivel de un metro*, representan simbólicamente los dos factores del trabajo eléctrico.

El *litro*, que es una cantidad fija y determinada de agua, representa el *culombio*, que es una cantidad fija y determinada de electricidad; el culombio, lo hemos dicho, es como el litro de éter en el fluido eléctrico. Y asimismo el *desnivel de un metro*, pongo por caso, representa y simboliza el desnivel eléctrico de un *voltio*. Porque el voltio representa las dos cosas y otras muchas al mismo tiempo: fuerza eléctrica ó electromotriz, tensión eléctrica, carga ó columna eléctrica, y en el caso presente *desnivel eléctrico*.

Por último, así como el producto del kilogramo (peso del litro) por un metro representa la unidad de trabajo ó el kilográmetro, así el producto del *culombio* por el *voltio* representa el *julio*, unidad del trabajo eléctrico.

Y más aún, este julio se demuestra teóricamente y se comprueba experimentalmente que equivale á un número determinado, fijo, invariable, de kilográmetros.

Un culombio que pasa de un nivel eléctrico á otro, es como un litro de agua que cae en una catarata de la parte alta al fondo del torrente; es como un peso que desciende de una torre; el *culombio* es, en cierto modo, la masa eléctrica; el *voltio*, la altura de la caída. Y como hay turbinas que recogen el trabajo motor

del agua, hay máquinas que recogen estas admirables cataratas de electricidad.

Pero hasta aquí hemos supuesto *un culombio* nada más; una cantidad fija y determinada de éter (digámoslo de este modo) cayendo de un *voltio*, ó, si se quiere, de una tensión á otra, entre las cuales hay una diferencia de un voltio precisamente; una montaña simbólica en que existe un tajo de un voltio de altura.

Y aquí se presenta por orden natural otra unidad, el *vatio*, palabra derivada de Watt, que es el nombre de uno de los grandes inventores de la máquina de vapor.

El *vatio* no es más que la repetición del *julio*; un julio y otro y otro: un julio por cada unidad de tiempo, por cada segundo.

Así dice la definición de la Academia:

Vatio (de Watt), m. Cantidad de trabajo eléctrico equivalente á un julio por segundo.

Entre el julio y el vatio hay una relación análoga á la que señalamos entre el culombio y el amperio.

El *culombio* era una cantidad determinada de electricidad: el litro eléctrico, por decirlo así.

El *amperio* era esta misma cantidad repetida en cada segundo de tiempo.

Pues análogamente el *julio* es un trabajo, una energía eléctrica fija: el producto de un culombio

por un voltio, como si dijéramos, el producto de un kilogramo (ó sea un litro de agua), por un metro.

Y el *vatio*, este mismo trabajo ó energía repetido en cada segundo.

Entra en el *vatio*, como entraba en el amperio, la idea de tiempo; de una masa eléctrica que se renueva, que se repite; en suma, es la energía de una corriente ó de una catarata eléctrica, para expresarnos de este modo.

Como en una montaña se despeña un torrente, y llega un litro y otro litro y otro más, y uno tras otro caen de lo alto á lo bajo de la catarata y se dice que la caída de agua trae tantos kilográmetros por segundo ó tantos caballos de vapor, así en una corriente eléctrica, que es, á su modo, una singularísima catarata, catarata que baja del polo positivo al negativo, así, repetimos, baja un culombio y otro y otro más, y se dice que las corrientes eléctricas representan tantos *vatios* de trabajo disponible.

Y ambos nombres, el de julio y el de vatio, son propios para expresar energías. Verdad es que julio suena como el nombre de un mes, el mes de Julio, pero es el mes del calor, y el calor también se mide por kilográmetros y también es energía. Si á esta unidad se la llamara *Enero* en vez de *julio*, podría chocar; pero julio despierta ideas de calor, de fuego, de potencia, de fuerzas que trabajan en el seno de la naturaleza.

Después de todo, estas analogías, aproximaciones, coincidencias ú otras parecidas, han sido elementos importantísimos en la formación de los idiomas.

¿Qué palabra significa hoy lo que significaba en su orígen?

¿Qué palabra no ha sido constantemente transformada al rodar por el cauce humano á través de los siglos?

¿Qué piedra de torrente ha perdido más aristas y más ángulos que las palabras de cualquier idioma?

¿Qué vocablo no lleva en sus letras un mundo entero de metafísica y otro mundo de poesía, puntas rotas por el dolor, superficies redondeadas por el placer?

Bien está *julio* para expresar la energía (que en suma por calorias puede medirse), como está bien *vatio* , que recuerda á Watt, el de las máquinas de vapor, la potencia maravillosa de nuestro siglo.

Ad referendum del voto popular se someten hoy estas palabras; si la costumbre las acepta, dentro de pocos años, *julio* y *vatio* nos parecerán tan sencillas, naturales y expresivas como hoy nos parece la energía ó el caballo de vapor.

Sólo nos queda por definir y explicar la unidad de faradio.

La papeleta que le corresponde es la siguiente:

Faradio (de Faraday) m. Medida de capacidad

eléctrica de un cuerpo ó de un sistema de cuerpos conductores que con la carga de un culombio producen un voltio.

Aquí nos encontramos con otra idea, la idea de *capacidad eléctrica*.

La idea de capacidad es vulgarísima; todo el mundo sabe lo que es la capacidad de un teatro, que puede contener 1.000 espectadores, la capacidad de una vasija de dos litros, de un estanque de cinco metros cúbicos, de un gasómetro de 200 metros cúbicos de gas, por ejemplo.

Y la capacidad de todo espacio tiene un límite; cuando de este límite se pasa, hay un desbordamiento.

De todos los ejemplos anteriores tenemos el último, el del gasómetro.

En rigor, un espacio puede contener 200 metros cúbicos de gas, ó 300 ó más, según la presión á que el gas esté sometido.

Por eso cuando se habla de la capacidad de un gasómetro ó cuando se comparan dos gasómetros, hay que fijar la misma presión para ambos, porque si no la comparación no es exacta.

Pues esto mismo puede repetirse para la *capacidad eléctrica*.

Fijemos bien las ideas.

Sobre la superficie de un cuerpo conductor, por ejemplo, de una esfera de metal, se puede extender una capa de electricidad: será como una atmósfera

etérea de aquel pequeño mundo, retenida como la nuestra por la atracción de la masa ponderable, del hierro, del cobre, pongo por caso.

Á este cuerpo conductor, esta esfera de cobre ó de hierro, será á su modo un gasómetro de fluido eléctrico: un gasómetro extraño, especialísimo, esférico; pero, ¿qué más da?

Su pared exterior será el aire, que es sustancia aisladora.

Sobre la esfera, tendrá la atmósfera apretado, estrechado, contenido al fluido eléctrico, como las paredes del gasómetro aprietan, estrechan y contienen el gas del alumbrado.

Pero el gas hace un esfuerzo para escapar: contra las paredes ejerce una presión, que se mide por kilogramos, y que es mayor ó menor según la *capacidad* del recipiente y de la cantidad de gas encerrado.

Pues así el fluido eléctrico se esfuerza para salir de su prisión, y contra la atmósfera, que es la pared de los gasómetros, ejerce un esfuerzo, que se mide siempre por *voltios*, esfuerzo que será mayor ó menor según sea la *capacidad* del cuerpo y el espesor de la capa de electricidad.

Fácil nos será explicar la definición anterior. Tomemos como ejemplo una esfera metálica, y supongamos sobre ella una cantidad de electricidad representada, como se representa siempre la unidad de masa estática, de fluido eléctrico, por un *culombio*.

Pues si el esfuerzo que ejerce para escapar de su prisión es de un *voltio*, diremos que el cuerpo conductor (la esfera) tiene una *capacidad* de un *faradio*.

La forma, las dimensiones, la naturaleza del cuerpo conductor es tal, que habiendo acumulado sobre él un *culombio*, sólo ejerce contra su pared atmósferica un esfuerzo eléctrico de un *voltio*.

Si la forma, dimensiones y naturaleza del cuerpo fuesen tales, que hubiéramos podido extender una capa de *culombio*, sin que el esfuerzo para escapar ó la presión contra la atmósfera hubiese dejado de ser de un *voltio*, la capacidad habría sido doble que en el caso anterior, es decir, de *dos faradios*, y así sucesivamente.

Y obsérvese que el *culombio* es, como hemos dicho tantas veces, una *cantidad fija* de electricidad, fija ó inmóvil, es decir, estática; es como un litro de agua en una vasija. En su interior, esta masa de electricidad tendrá vibraciones, giros, torbellinos. ¿Quién lo sabe?

Pero no está sometida á un movimiento general de transporte, no es una corriente; esto es lo que importa esclarecer.

Y, sin embargo, bajo forma de corriente definimos el *culombio*. ¿No hay una contradicción? En manera alguna.

Son dos cosas distintas, lo que el *culombio sea en sí*, y el *procedimiento* práctico que se emplee para de-

terminarlo. Una masa cualquiera, de cualquier sustancia, puede medirse por uno de sus varios efectos, por ejemplo, por su movimiento ó por las oscilaciones de una balanza. Y así hemos determinado el *culombio* por su paso al través de una disolución de plata y por el peso del metal que precipita, sin que por eso el *culombio* deje de ser *unidad de electricidad estática*.

Ni más ni menos que podríamos en teoría medir un *litro de agua*, haciéndole pasar en forma de corriente por una cañería de tierra, y viendo qué peso de tierra desmoronaba. El culombio, al pasar por una sal de plata. *desmorona* ó *precipita* un peso determinado de ese metal, sin dejar de ser por eso una *masa de éter en cantidad determinada é independiente del tiempo*.

Y con lo dicho tenemos definidas todas las *unidades eléctricas* que comprenden el nuevo Diccionario de la Academia Española.

Muchos sistemas hubieran podido escogerse, y, en el orden *científico y didáctico*, acaso hay otros preferibles; pero un Diccionario no es un tratado de electricidad, como no es un conjunto de ciencias, sino un conjunto de voces. Y para el caso de que se trata, me parece que la elección de la Academia es acertadísima.

Fíjense bien mis lectores, que todas las *unidades eléctricas*, que comprenden el nuevo Diccionario se fundan EN UN SOLO HECHO, UNO SOLO, natural, sencillo,

que no supone ni exige conocimientos especiales, á saber: una corriente pasa por una *disolución determinada de una sal de plata*, y la descompone, la deshace, la *desmorona* pudiera decirse, y precipita ó deja caer un *peso determinado de este metal*.

Y no hay más, aquí está todo; ni más hechos, ni más ciencias, ni más teorías.

¿El peso de plata desmoronada es de 1,118 miligramos? Pues se dirá que ha pasado un *culombio* de electricidad.

¿Se repite esto en cada segundo de tiempo? Pues tendremos una corriente eléctrica, y se dirá que es una corriente de un amperio.

¿Pasa un amperio por una *columna determinada de mercurio*, ó de cualquier conducto que ofrezca la misma resistencia que dicha columna? Pues diremos que la fuerza electromotriz que produce la corriente es un *vatio*.

¿Queremos saber que energía, qué trabajo disponible lleva una corriente eléctrica? Pues multipliquemos sus amperios por sus voltios; lo que resulte serán *vatios*, y como se sabe cuantos kilográmetros tiene cada *vatio*, podremos por otra multiplicación hallar la potencia en kilográmetros ó en caballos de vapor de la corriente.

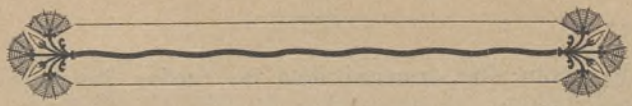
¿En un cuerpo conductor se *almacenan* (y valga la palabra) *veinte culombios* sin que la fuerza electromotriz conque el éter pretende escaparse sea más

que de un voltio? Pues diremos que la *capacidad* es de 20 faradios.

¿Saltan los *veinte culombios* á un cuerpo neutro ó de potencial-cero? Pues habrán desarrollado un trabajo de *veinte Julios*.

Todo esto es sencillo, claro, preciso, experimental y teórico al mismo tiempo; que si no fuese ambas cosas no tendría carácter científico ni tendría utilidad práctica.

Y con repetirlo una ó dos veces cada mes, durante cuatro ó cinco años, ya el público lo irá comprendiendo. Así sea.



POR QUÉ AVANZA LA LOCOMOTORA

¿Por qué avanza la locomotora? La respuesta no parece difícil: porque las ruedas engranan, por decirlo así, con los carriles, y al rodar sobre ellos, como una rueda dentada rodaría sobre una cremallera, convierten su movimiento de rotación en movimiento de traslación y de avance. Está contestada la pregunta.

Pero en seguida ocurre esta otra: ¿y por qué giran las ruedas?

Tampoco es difícil darse cuenta de este nuevo hecho. Giran las ruedas, porque la biela las hace girar, ni más ni menos que el brazo de un hombre pudiera conseguirlo aplicando su energía á una palanca. Con lo cual queda contestada la segunda pregunta. La segunda, sí; pero no la última, porque ocurre esta tercera: ¿y por qué la biela toma el movimiento

de vaivén, que, transmitido á las ruedas, las pone en marcha?

La verdad es que vamos *como sobre carriles* en esta serie de problemas elementales.

La biela oscila, porque oscila la varilla del émbolo; y anticipándonos á otra nueva pregunta, podemos agregar que oscila la varilla del émbolo porque oscila el émbolo en el cilindro de vapor; dos respuestas en una.

Empeño inútil, si fué empeño por concluir; porque aun antes de terminada la respuesta, ocurre esta nueva pregunta: ¿por qué oscila el émbolo?

Contestación inmediata: porque la fuerza expansiva del vapor actúa sobre él, ya en un sentido, ya en otro.

Pues, pregunta tan inmediata como fué la respuesta: ¿y por qué el vapor está dotado de una fuerza expansiva? ¿Qué es, en suma, la fuerza expansiva del vapor?

Aquí hemos de tomar aliento, porque el problema no es tan infantil como los anteriores. Es más, para explicar el nuevo fenómeno tenemos que acudir á una *hipótesis*, muy clara, muy sencilla, muy plausible, *pero hipótesis al fin*. En efecto, en los espacios intermoleculares del vapor de agua no penetra la vista, como penetra entre unos carriles, unas ruedas, bielas, varillas y émbolos; nos faltan sentidos para ello; sólo nos quedan la razón y la imaginación.

El vapor de agua, como todos los vapores y como los gases, *se supone* que está formado de moléculas acuosas, que han roto las ligaduras que unas á otras las sujetaban, bajo forma de atracciones, y que, ya libres, vagan en el cilindro de la locomotora, como *balas* perdidas, de una á otra parte; es una granizada infinita de proyectiles infinitesimales que bombardean el émbolo y lo empujan. De suerte que, en el fondo, *el calor* de los vapores, su fuerza expansiva y su presión, no es otra cosa que una suma de movimientos invisibles. El tren que vuela sobre la vía salvando abismos y penetrando montes, representa una transformación de aquellos movimientos del interior del cilindro; coches que avanzan, mercancías que caminan, viajeros que recorren centenares de kilómetros, son dinámicamente lo mismo que partículas de agua que se precipitan en su cárcel de hierro contra la pared móvil, que es el émbolo.

He aquí por qué el vapor empuja al émbolo.

Pero la curiosidad no se satisface tan fácilmente: aplacadas un punto sus ansias, vuelven con sus eternas interrogaciones. ¿Por qué se agitan, dice de nuevo, las moléculas líquidas? ¿Por qué no continúan como estaban en la caldera?

Nuevo problema que exige nueva solución.

Y bien; sucede todo esto, porque del hogar pasó calor á la caldera, y el calor, según la hipótesis más plausible y más satisfactoria, es movimiento. Porque

la masa de agua se agitó cada vez con más violencia. Porque, al fin, una tras otra salieron disparadas las partículas líquidas, pasando del estado de líquido, al estado de vapor.

¿Y ha terminado con esto la cadena de causas y efectos? ¿Sabemos ya por qué la locomotora avanza? ¿Llegamos, por ventura, al fondo del problema? Por haber pasado, del tren que corre, á la rueda que gira, á la biela que hace girar, á la varilla que empuja, al émbolo que oscila, al vapor que bombardea, al agua que se evapora, al hogar en que se quema carbón de piedra, ¿hemos tropezado con un término á la eterna interrogación del ser que piensa, y que con el pensamiento quiere penetrar hasta el corazón de todo misterio y de todo fenómeno?

¿Quién puede imaginarlo?

El carbón arde en el hogar de la locomotora y engendra calor, es decir, *movimiento;* pero, ¿por qué?

Porque entre el combustible y el oxígeno del aire existe afinidad química, atracción enorme, *amor inorgánico*, pudiéramos decir. La hulla, con ser tan negra y tan sólida, y el oxígeno con ser tan aéreo, se aman con amor inmenso, y el oxígeno se precipita sobre las moléculas carbonosas con *velocidad enorme*, con ímpetu titánico, y este movimiento de atracción se traduce, para nuestros sentidos, en ascua, en llama, en temperatura: con luz y fuego y resplandores se celebran todas las nupcias, las de

la naturaleza viva y las de la naturaleza inorgánica.

Hasta ahora, *este es el hecho fundamental* en la cadena de hechos que venimos relatando: la combustión, la combinación química de la hulla con el oxígeno del aire, el oxígeno precipitándose con arrebatadora *velocidad:* es decir, *un movimiento.* No es maravilla que el tren marche; marchar el tren es recorrer unas cuantas masas, puntos diversos del espacio; pues arder el carbón de piedra es marchar, *unas* al encuentro de *otras*, las moléculas de hulla y las moléculas de oxígeno. En el fondo, el fenómeno es el mismo, por más que cambie de apariencia en el camino.

El viajero que sentado tranquilamente en su coche va de Madrid á París á razón de 70 kilómetros por hora, no sabe que camina con tal velocidad porque un poco antes *unos átomos de oxígeno*, á quienes nunca tuvo el honor de conocer, caminaron también, en un espacio pequeñísimo, hacia unas moléculas de carbón; dos viajes equivalentes: *el uno* en el mundo de lo invisible, *el otro* sobre terraplenes, sobre puentes, por cortaduras, por túneles; pero lo mismo da: *todo es uno:* el átomo de oxígeno es infinitamente más pequeño que el viajero, átomo humano; pero en cambio la velocidad del oxígeno al combinarse con el carbono es inmensamente superior á esos miserables 70 kilómetros por hora.

Masa y velocidad se compensan y sustituyen, y se igualan en la *fuerza viva*:

Dinámicamente, el viajero caminando con la velocidad del tren, vale tanto como el átomo de oxígeno caminando con *velocidad química* de combinación; dos seres que caminan por algo, que se precipitan hacia un término de su carrera; el viajero á París, el oxígeno al carbón. Este era el *primer término de la serie;* término que pasó en forma de calor á la caldera, en forma de calor todavía al agua, en forma de fuerza expansiva al vapor, en forma de movimiento visible al émbolo, á su varilla, á su biela, á la rueda y al tren, y que por esta serie de cambios llegó al fin de su evolución: el *viajero que camina* á razón de 70 kilómetros por hora.

Pero hemos escrito un frase inexacta y aun peligrosa: el primer término de esta serie es el oxígeno precipitándose sobre el carbón. ¿Por qué ha de ser el primero? Afirmar esto, ¿no es atizar nuevas curiosidades y aparejar nuevas preguntas?

Sean la atracción y la afinidad realidades, sean símbolos, en todo caso, si el oxígeno se precipita, inflamado por *pasiones químicas*, hacia la hulla, será porque estaban separados; y al punto brota esta nueva pregunta: ¿quién y por qué los separó? ¿Por qué, amándose tanto, dormía aprisionada la hulla en las entreñas de la tierra, mientras vagaba el oxígeno por el espacio libre, buscando donde saciar sus ansias y sus atracciones?

¿Quién les separó?, repetimos. Si es que los separó

algún traidor de estos melodramas inorgánicos.

¿Ó es que siempre estuvieron separados? Y entonces, ¡gran crueldad y gran tormento!

En todo caso, ¿por qué se separan y se juntan los elementos de la materia? ¿Qué representan estas uniones y estos apartamientos; esta ebullición inmensa; este guardar lutos de viudez en el fondo de la mina, ó de celebrar bodas de fuego en el hogar de una locomotora?

Mientras las preguntas vinieron en fila, una por una, y fueron preguntas sencillas, fácil fué ir contestando; pero antes de contestar á todas éstas, que en tropel se precipitan, es forzoso tomar aliento y descansar, y aun hacer examen de conciencia convendría; ¡que de una rueda que va rodando sobre un carril, á toda una época geológica que rueda por los abismos del espacio, hay mucho camino recorrido!

POR QUÉ SE QUEMA EL CARBON

Dijimos en otro artículo que el carbón, la hulla, el combustible en general, se quema en el hogar de la locomotora porque el oxígeno del aire se precipitaba con enorme velocidad sobre las moléculas carbonosas, cediendo á una poderosa atracción, ó llamémosla afinidad química.

En los espacios intermoleculares, como en los espacios planetarios, la materia atrae á la materia, ó, por lo menos, las cosas pasan, según decía Newton, *como si se atrajesen*. Admitamos esta explicación, si es real, porque lo es; y si no lo fuere, porque es admirable símbolo que se presta á todas las exigencias del pensamiento y del cálculo matemático.

Sí; la molécula de carbono y la molécula de oxígeno se atraen, se desean, tienden á realizar una

unión más íntima, un sistema más denso, unas á manera de bodas inorgánicas, con todos los esplendores de las grandes fiestas y con todos los ardores de la pasión.

Y en todas estas y en otras muchas combinaciones químicas, la nota característica es un gran *desarrollo de calórico*. El oxígeno se precipita sobre el carbono y éste sobre aquél con inmensa velocidad: he aquí un *movimiento*, una *fuerza viva*, como se dice en Mecánica; masas multiplicadas por los cuadrados de las velocidades.

Y al chocar y al unirse las dos moléculas, al quedar aprisionadas con nuevos lazos, aquellas velocidades se dispersan todo alrededor en forma de calórico.

El calor no es más, en esta hipótesis, que el movimiento transformado de los cuerpos que se unieron.

Pero preguntábamos también, en ese artículo á que antes nos referíamos: ¿y cómo andaban desunidas substancias que tanto se apetecen, que con tan ardientes ansias se desean? Estaban desunidas, decimos ahora, porque las desunieron.

Esta es la historia antiquísima, allá de los primeros tiempos geológicos.

Cubrían la tierra bosques sin fin, una vegetación exuberante, masas espesas y jugosas de verdura, como inmenso sapo que sale de inmensa charca con manto verduzco.

Muchas plantas gigantescas, muchos pantanos y muchos mares; muchas nubes pesadas y una atmósfera espesísima cargada de vapor, y cargada de combinaciones de oxígeno y carbono; ese mismo maridaje, que con tanta llamarada y tanto fuego ha vuelto á repetirse en los hogares de las máquinas de vapor, y que de continuo se repite, apadrinado por la moderna *industria*, que hembra había de ser para no ser casamentera.

Pues en la época geológica á que nos hemos referido, unidas estaban también, en los primitivos bosques celulares, ambas substancias: el carbono y el oxígeno. Su vida, si la palabra es lícita, debió ser tranquila, reposada y sin ningún arranque de pasión: matrimonio viejo y fatigado. Atmósferas brumosas, tierra siempre húmeda, lechos sin fin de vegetación crasa y robusta; siglos de descanso, pesadez soñolienta, olvido y reposo, quizá, de las antiguas revoluciones cósmicas.

Pero, al fin, por entre la urdimbre vegetal, por entre toldos de hojas y maraña de troncos, y al través de espesos nubarrones, comenzaron á filtrarse rayos de sol: hermosos, pero tentadores; crueles, pero mirando al porvenir.

El rayo del sol, *vibración del éter*, llegó á las emparejadas moléculas, les comunicó su movimiento vibratorio, y bien pronto vibraba el oxígeno y vibraba el carbono al compás de la vibración luminosa.

Y ¿qué había de suceder? Cuando dos bolillas unidas por un cordón comienzan á vibrar rapidísimamente, llega un punto en que el cordoncillo se rompe.

Cuando los cónyuges de nuestro maridaje químico vibraron siguiendo el repetido impulso de los rayos solares, con vibración enorme, el lazo químico se rompió, el maridaje quedó disuelto, la combinación quedó deshecha y cada cual salió con precipitada danza por su lado, ni más ni menos que sucede con alguna frecuencia en la vida social.

El *carbono*, con sus presentimientos futuros de llegar á ser *hulla*, y con profética inspiración femenina, quedóse modestamente en la celdilla vegetal: el oxígeno, con más alientos y espíritu, más varonil y aventurero, marchóse á la atmósfera, y un divorcio de siglos quedó consumado en el bosque primitivo por aquel ardiente rayo de sol, entre el carbono y el oxígeno, antes amorosamente estrechados.

He aquí por qué, y cómo y cuándo, se separaron la molécula carbonosa y el átomo de oxígeno.

Allá, en su celda vegetal, quedó el carbono; vivió en ella lo que vivió la planta, que era su reclusión y su morada; y al fin, andando el tiempo, el vegetal vino á tierra con todo el carbono de que estaba cargado; se hundió bajo tierra con todas sus moléculas viudas, digámoslo así, y agrupándose éstas lentamente, constituyeron los colosales filones de hulla que hoy explota la industria.

En tanto el oxígeno vagó por la atmósfera, giró en ciclones, se incendió con el rayo, se electrizó con la tempestad, corrió toda clase de aventuras meteorológicas, llamemoslas así, y esperó en perpetua agitación el día de las nuevas nupcias, mientras su esposa, démosle este nombre para más decoro, le esperaba más fiel que Penélope, en las entrañas de la tierra, con perpetuos lutos, ella que pudo ostentar cintillos de brillantes; y con perpetuas sombras, ella que encierra todos los colores del iris.

Al, fin un día la industria sacó la hulla de su cárcel, la puso en la rejilla del hogar, *estimuló* el fuego con unas brasas, lanzó una corriente de aire, y los dos seres que habían roto sus ligaduras y su consorcio cósmico en las selvas de helechos, en un rayo de sol, y en presencia de una manada de animales antediluvianos, como siniestros testigos de la tragedia, vinieron á unirse con llamaradas de alegría en las entrañas de la locomotora, otro monstruo de hierro más fuerte y más poderoso que los que toscamente forjó la tierra en sus primeros ensayos, como titán de fuerzas enormes, pero de toscas manazas.

Ya podemos completar la serie que explicábamos en el artículo precedente.

La *energía primitiva* estaba en el sol, en forma de vibración inmensa ó de fuerza viva.

Bajó en forma de vibración luminosa por el rayo de luz, como corre la vibración acústica por un tubo

sonoro ó por una cuerda, y se comunicó á los compuestos químicos de oxígeno y carbono.

Se empleó en separar estos dos cuerpos, pero quedó en forma latente; en potencial, pudiéramos decir, en el oxígeno y el carbono separados. Porque separar dos seres que quieren unirse, no es más que disimular sus atracciones; un día llegará en que se precipiten uno sobre otro y devuelvan todo el trabajo, toda la energía que se consumió en separarlos.

Brotó de nuevo la energía primitiva en el hogar de la locomotora en forma de calor.

Pasó al agua de la caldera, pasó al vapor, pasó al émbolo y á su varilla, y á la biela, y á la rueda, y al buen señor que tranquilamente va de Madrid á París á razón de 70 kilómetros por hora; sólo porque hace unos cuantos centenares de siglos que bajó un rayo de luz del sol á un bosque de helechos, y separó unas moléculas de oxígeno de otras moléculas de carbono.

Este es el origen, en efecto, de todas las fuerzas que utiliza la industria. La naturaleza *ha separado* lo que quería *estar unido*; ha dejado en almacén inmensas energías potenciales: pesos en alto que al caer nos darán su trabajo; resortes estupendos á los que dieron cuerda las energías primitivas; ansias inorgánicas que quedaron en suspenso y que al saciarse hoy nos proporcionan todas las fuerzas que encierran.

Desde la rueda de la locomotora hemos ido subiendo nada menos que hasta el sol, pero la imagi-

nación sube mucho más, y más á prisa; y otra nueva pregunta se agrega al interminable interrogatorio: ¿por qué el sol tiene esa infinita energía almacenada en forma de calor, ó sea de vibración, ó sea de fuerza viva?

Porque la materia que constituye el sol fué una soberbia nebulosa, que se condensó; es decir, que cayó hacia un centro; y como el oxígeno al caer sobre el carbono desarrolla calor, así también al precipitarse toda la masa cósmica dentro de sí misma, como para apretarse unos átomos contra otros, como para juntarse todos ellos, cual si buscasen una unidad perdida y rota allá en los lejanos confines de una eternidad pasada, desarrollaron inmensidades de vibración, de fuerza viva ó de energía, que hoy consumimos nosotros, al por menor, en servicio de la civilización.

Y bien; ¿cómo la materia de la nebulosa andaba dispersa, si era tanto su afán para unirse con una sola masa? ¿Cómo se rompió su atracción inmensa? ¿Quién decretó el divorcio planetario? ¿Estuvo alguna vez reunida en unidad de amor y en eterno reposo?

¡Ah! Sobre esto, la ciencia que yo conozco no sabe nada, y yo sé otro tanto.

PASTEUR

El sabio ilustre, el trabajador infatigable, el hombre honradísimo á quien hoy llora la Francia, y á quien tributa testimonios unánimes de admiración y de simpatía el mundo civilizado, ha muerto hace poco, en este mismo mes; y aunque la ciencia por él cultivada no es de las comprendidas en el cuadro general de las presentes crónicas, es imposible pasar en silencio este acontecimiento tristísimo, que ha hecho vestir de luto á la gran nación francesa. Al fin y al cabo, todas las ciencias son hermanas, y la muerte de Pasteur es duelo de familia.

Si en el cielo azul desapareciese de pronto una estrella, de las que con polvo de oro lo abrillantan, notarían la falta ó la muerte del astro unos cuantos astrónomos; y aun es posible que tardasen algunos

días ó algunos meses en echar de menos el brillante punto luminoso para siempre extinguido. Pero la masa general de los hombres, y aun muchos sabios, no sospecharían que había muerto uno de los infinitos luminares de la bóveda inmensa.

¡Hay tantas estrellas! Suprimir una es como quitar una arena en las playas del Océano, es como sacar una gota de entre la inmensidad de los mares. ¡Quién sería capaz de conocer que faltaba un granillo, ó que faltaba una gota en el mar ó en su playa!

Pero en la raza humana los luminares no son tantos, que si falta uno de primera magnitud no eche de ver todo el mundo que lo que antes era centro que radiaba luz, hoy es punto negro con densas negruras de fosas.

Porque Pasteur—y válganos la imagen—era en el cielo de la ciencia astro de primera magnitud.

Así afirma con razón uno de los más acreditados periódicos científicos, que en la historia de la medicina hay dos grandes períodos: la Medicina antes de Pasteur, la Medicina después. Y este cambio de dirección es su gloria; porque Pasteur ha creado á la vez el método y la teoría, la ciencia y la aplicación.

Empezó Pasteur por el estudio de las formas cristalinas; es decir, que empezó por la física, procurando penetrar los misterios de la *disimetría molecular*.

Estudió después la *fermentación*, siguiendo en esta vía por algún tiempo.

Penetró después su inteligencia luminosa en las siniestras y negras regiones de los *contagios*; y tanta luz proyectó, que llegó á ver las misteriosas márgenes del negro mar de la nada, y flotando en él vió al microbio, punto mínimo de vida en la extensión del *no ser*.

Ya lo hemos dicho: la ciencia á que Pasteur se dedicó no es de nuestra competencia; pero también lo hemos dicho: hay entre todas las ciencias una profunda y recóndita fraternidad. Y nunca hemos podido pensar en la gran obra realizada por Pasteur, sin pensar á la vez en los dos grandes creadores del cálculo infinitesimal, bajo sus dos aspectos considerados, ya bajo el aspecto de lo *infinitamente pequeño*, ya bajo el aspecto de la llamada *teoría de los límites*: quiero decir, sin pensar en Newton y Leibnitz. El gran geómetra inglés y el gran matemático germano abrieron un nuevo mundo al introducir en la ciencia las cantidades *infinitamente pequeñas*. Luis Pasteur ha abierto también nuevos horizontes al introducir en la fisiología y en la medicina *lo infinitamente pequeño* de la vida.

Las matemáticas se han renovado por aquel concepto sublime, mediante el cual parece que se busca el germen de toda cantidad. De un lado, la nada; del otro lado, lo infinitamente pequeño: y por la acumulación de infinitamente pequeños las cantidades finitas.

Y las leyes de las cantidades finitas, que son las de la ciencia que pudiéramos llamar positiva, las que vemos y medimos, las que están al alcance de nuestro sentido, reducidas constantemente por el cálculo integral á otras leyes más sencillas, á las leyes de los infinitamente pequeños, que son leyes de *mera proporcionalidad*.

Revolución fué ésta enorme en el campo de las matemáticas puras y aplicadas. De un lado, las matemáticas tradicionales de los griegos, versando, casi siempre, sobre cantidades finitas, sobre sus medidas y sus relaciones; y, cuando más, algunos esfuerzos parciales, más ó menos indecisos, para penetrar en el mundo de lo infinitamente pequeño. La nota dominante, sin embargo, fué ésta: lo finito; como fué esta también la nota del arte griego.

Para lanzarse á lo infinitamente grande y de lo infinitamente grande á lo infinitamente bueno, fué preciso que viniese el Cristianismo, con sus expansiones prodigiosas, que hacen abrir brazos en la cruz hacia el perdón, que elevan ójivas que parece que van á abrirse hacia el cielo y que forjan almas que se abren en lo infinito.

Esto, como hemos dicho, y en el terreno de las matemáticas puras, *del lado allá de Newton y Leibnitz*.

Del lado acá, después de creado el cálculo infinitesimal, con sus dos grandes ramas, la ciencia moderna con sus prodigiosos descubrimientos de gran-

des leyes que abruman á la inteligencia y la deslumbran con esos resplandores de hermosura que toda gran ley lleva consigo: resplandor de hermosura, siquiera se aplique á conceptos tan abstractos como el concepto geométrico del espacio ó el concepto analítico de la cantidad.

Pues todo esto puede aplicarse, con las debidas modificaciones, á la gran obra realizada en Fisiología y en Medicina por Pasteur; y que nos perdonen las personas competentes en esta materia la intrusión que hacemos por esta sola vez en campo que no es el nuestro, bajo el influjo de las semejanzas y analogías que vamos exponiendo.

Sí; como Newton y Leibnitz traen á la ciencia *el elemento infinitamente pequeño* de la línea, de la superficie, del volumen, de la cantidad en general, sea cantidad abstracta, sea cantidad física, que es como si dijéramos—y perdónesenos la comparación—*el microbio de la geometría y del álgebra*, así Pasteur, en sus prodigiosos trabajos experimentales y también teóricos, ha traído á la ciencia médica y á la ciencia fisiológica con sus microbios algo así como el elemento diferencial de la vida; porque ¿qué es el *microbio* sino una vida infinitamente pequeña? ¿qué es sino *la diferencial del vivir?*

Si á los descubrimientos de Pasteur se agrega el estudio de los organismos considerados como conjunto de celdillas; si en la celdilla se descompone

todavía el protoplasma en sus elementos, ¿qué otra cosa se hace sino crear todo *el cálculo diferencial de la biología?* ¿Toda la teoría de los elementos infinitamente pequeños contenidos en los seres que viven?

Y si, por el contrario, desde estos elementos, partiendo de sus leyes, que deben ser sencillas y primitivas, se va ascendiendo por integraciones sucesivas hasta el ser finito y hasta sus leyes finitas también, ¿qué otra cosa se hace que crear lo que pudiera llamarse *el cálculo integral de la biología?*

Por eso creo yo, aunque me declaro incompetente en estas materias, que los trabajos de Pasteur y de sus numerosos y brillantes discípulos sobre fermentaciones, contagios y microbios, no son más que parte de una ciencia soberana que el siglo XX está llamado á crear: monumento inmenso, aún envuelto entre nieblas, pero cuyas grandes portadas ya se van dibujando, y hacia las cuales se dirigió Pasteur desde joven, guiado por el maravilloso instinto del genio.

Quiso la muerte impedirle la entrada, y hubo un momento en que se detuvo y cayó herido por una cruel parálisis; pero arrastrando sus miembros, siguió hacia adelante el sabio sublime, y traspasó su puerta y penetró en el edificio, y en él ha encontrado sepulcro inmortal.

Reseñen las personas competentes la parte técnica de esta gran obra.

A nosotros nos basta con las indicaciones generales que preceden sobre el carácter de los imperecederos trabajos del admirable sabio.

Agreguemos aún que la obra de Pasteur ha sido eminentemente experimental. Ya lo dijo Renan en su discurso de la Academia, contestando al de Pasteur. Copiemos sus elocuentes palabras:

«Monsieur de Maistre representa la ciencia moderna bajo la figura de un hombre con vestido desfilachado, cargados los brazos de instrumentos y de libros, pálido á fuerza de trabajos y veladas, manchado de tinta y caminando por el camino de la verdad, siempre con la cabeza baja y con la frente surcada de álgebras. Monsieur Pasteur, en cambio, ha abandonado la ciencia abstracta por la ciencia real, y ha hecho bien; porque la Naturaleza es más rústica que urbana, quiere que se trabaje sobre sus elementos materiales, y ama las manos callosas y sólo besa las frentes pensativas.»

Sí; Pasteur fué un trabajador infatigable, de manos casi callosas y de frente pensativa.

Sirvan estas desordenadas líneas de respetuoso tributo de admiración á la memoria del sabio inmortal, del hombre honrado y del trabajador sublime que tanta vida y tanta energía intelectual encerraba en sí, que *la muerte* tuvo que herirle *de muerte* dos veces, y necesitó más de veinte años para que el segundo golpe fuese mortal.

Mató su cuerpo; su gran obra y sus grandes trabajos son haces de luz, y no hay guadaña que lo siegue; que por donde la guadaña pasa, creyendo estúpidamente que ha cortado algo, los manojos luminosos vuelven á unirse.

La luz, como su germen, son eternos, y campos y praderas, con rayos de luz por espiga, no admiten siega.

UN DISCURSO DE MR. W. CROOKES

En la *Sociedad para las investigaciones psíquicas*, establecida en Londres, pronunció no hace mucho el eminente físico Mr. Crookes un discurso por todo extremo curioso, que se ha publicado después en los *Anales de Ciencias psicológicas* y que se ha reproducido en la *Revue Scientifique* del 15 de Mayo del año corriente.

El objeto del discurso es poner en evidencia el carácter *puramente relativo de todos los conocimientos humanos*.

Que varíen nuestras condiciones físicas, aun dentro de las leyes actuales de la Naturaleza y el mundo se nos trasforma y se transforman casi todos nuestros conocimientos científicos.

Este es el tema.

Para demostrarlo, Mr. Crookes realiza una serie de *experiencias imaginarias*.

Toma un observador, un sabio, de los que andan por el mundo, sean muchos ó pocos los que por el mundo anden, y, antes de ponerle en presencia del Cosmos, *lo modifica convenientemente*.

Primero lo hace pequeño, muy pequeño, del tamaño de un pulgón, menos aún, del tamaño de una pulga. Y ya tenemos un *sabio chiquitito*.

Pues con este sabio chiquitín emprende una serie de observaciones y de experiencias.

En segundo lugar lo agranda desmesuradamente, de modo que el sabio en cuestión llega á ser un gigante, llega á ser un titán.

Y así tenemos preparado un *sabio enorme*.

Como antes con el pequeño, ahora con este sabio gigantesco emprende Mr. Crookes en su imaginación otra serie de experiencias, tan estrambóticas pero tan interesantes como las anteriores.

Por último, dejando al sabio con el tamaño que tiene, pequeño ó grande, poco importa, modifica más ó menos sus sentidos; no totalmente, no es necesario. Basta, por ejemplo, que cambie la *velocidad de transmisión de las sensaciones*.

Y aquí empieza otra tercera serie de estudios experimentales.

Las tres series de experiencias imaginarias, dan el siguiente resultado: que éstos tres sabios, el *dimi-*

nuto, el *gigantesco* y el de *sensaciones perezosas*, verán al universo bajo formas distintas, completamente distintas de las que nosotros vemos, y aunque lleguen á las mismas verdades que nuestros sabios han descubierto, llegarán en un orden de todo punto diverso.

Por de contado, que si estos hombres no son sabios, si se contentan con las apariencias externas, si son seres vulgares, se figuran un mundo que en nada se parecerá al nuestro.

Es imposible que dé cuenta á mis lectores del curiosísimo discurso del sabio inglés; pero no resisto al deseo de recordar algunos de sus ejemplos.

Empieza Mr. Crookes por colocar al *sabio chiquitito* sobre una hoja de col.

Observatorio es este que no parece digno de un sabio, por microscópico que sea; pero no me creo autorizado para variar las condiciones de la experiencia.

En la col lo puso el inglés, y en la col le dejo yo.

Caminando por la verdosa planicie, nuestro inteligente pigmeo ve una enorme esfera cristalina; se acerca, la golpea, procura romperla, pero no puede. Decididamente es una esfera de cristal.

Pues, nada de eso; es una gota de rocío, una gota de agua en suma; la tensión superficial es la que le da apariencia de solidez.

Si el sabio es hombre de conciencia, escribirá en su diario: «El agua se presenta en la Naturaleza en

forma sólida». Y cuenta que no se trata de hielo, sino del agua líquida.

Supongamos que á fuerza de golpear en la cutícula de la gota de rocío, logra romperla; pues el agua se precipitará sobre el hombrecillo, lo envolverá, lo retendrá por adherencia, y cuando se forme la nueva gota, el sabio quedará, ó sepultado en lo interior, ó con la cabecita y los pequeños brazos fuera, manoteando en el aire y prisionero y empotrado en la esfera cristalina.

¿Le ha sucedido jamás á un sabio de los nuestros aventura semejante? El homúnculo seguramente se daría por muerto; y, sin embargo ¡cosa extraña!, la esfera de cristal empezaría á disminuir poco á poco, y al fin toda ella se evaporaría, dejando al *sabio en seco* y á su prisionero en libertad.

¿Se ha visto nunca cosa semejante en este mundo en que vivimos, que es, á pesar de todo, ese mismo mundo que pintamos ó que pinta Mr. Crookes?

¡Una roca aprisionando blandamente á un hombre! ¡Y luego desvaneciéndose y dejándole á sus anchas y á su voluntad!

¡Rocas que se deshacen! ¡Rocas que aprisionan como pólipos cristalinos! ¡Rocas que se evaporan!

Siguiendo al sabio minúsculo en sus estudios y en sus viajes exploradores de naturalista en miniatura, supongamos que llega á un charco, que ha de parecerle mar inmenso, y que observa que aquella sus-

tancia del charco es la misma sustancia que formaba la gota de cristal ó de rocío de la pasada aventura.

¿Verá la extensión líquida como nosotros la vemos?

De ninguna manera; para nosotros lo dominante en una superficie líquida es la idea de la *horizontal*. El sabio pequeñito sólo distinguirá los bordes y verá una *superficie curva*, que sube por las paredes, como si el agua quisiera escaparse por ellas. La física demuestra por la capilaridad este fenómeno, que para nosotros es pequeño, que para él sería enorme.

De suerte que, como observador exacto y minucioso, apuntará en su diario: «La superficie libre del agua es una superficie curva, que se eleva rápidamente por las paredes como ladera de montaña».

Pero hay más: si á la parte horizontal llega al fin, por ella podrá caminar sin hundirse, pues siempre la tensión superficial del agua será más poderosa que el peso del sabio: porque ya sabemos que nuestro sabio pesa muy poco; puede decirse que *no es un sabio pesado*.

Y consignaría esta nueva observación: «El hombre puede andar sobre las aguas sin hundirse»; lo que para nosotros sería un milagro, sería fenómeno natural y sencillo entre gentecilla de tan ruin tamaño, como hemos supuesto.

Después de todo, su vida ordinaria no habría de ser muy cómoda. ¡Qué angustias para llenar un vaso

de agua! ¡Y qué esfuerzos para verterlo! Pondría el vaso boca abajo y ¡nada!, el agua sin caer. ¡La capilaridad siempre oponiéndose á los experimentos del chiquituelo!

¡Y qué de afanes para encender lumbre! ¡Por rozamiento, por choque, por presión, imposible! ¡Un ser tan pequeño tiene poca fuerza!

En suma: disminuyendo el tamaño del observador, los fenómenos que dependen de la gravedad se obscurecen; los fenómenos de cohesión, de capilaridad, de atracción moleculares, se agrandan y preponderan. La ciencia de tales seres, si llegaran á tenerla, no empezaría por la gravedad, sino por las acciones de las moléculas entre sí.

La gravedad, ¿qué sería para ellos? Al principio, nada flotarían en el agua y casi flotarían en el aire. Y al agua podrían arrojar piedrecillas, pedazos metálicos, los cuerpos más densos, sin vencer la tensión superficial de las láminas líquidas.

Pues pasemos á los hombres gigantes, á los observadores mayúsculos, á los sabios pesados, aún más que los nuestros.

¡Otros fenómenos! ¡Otras apariencias! ¡Otro mundo! ¡Y qué efectos tan extraños y tan originales!

Basta decir, que así como los hombres pequeñitos del primer ejemplo, difícilmente podrían encender fuego ni aun con el fósforo más fulminante, los hombres enormes de este segundo ejemplo apenas po-

drían moverse sin producir altísimas temperaturas.

Y esto se comprende: ellos y todos sus órganos y miembros serían grandes masas, que con grandes velocidades, porque veloces y bruscos serían sus movimientos, tendrían que producir considerables fuerzas vivas, las cuales, anuladas de pronto, se transformarían instantáneamente en calórico.

¿Chocan las manos dos gigantes, con el impulso que á su tamaño corresponde? Sus manos arden.

¿Se besan dos amantes, de estos de estatura gigantesca? Pues sus brazos y sus besos y sus apasionadas caricias, se convertirían materialmente en fuego, y morirían abrasados. No con el incendio retórico de los nuestros, sino carbonizados cuando menos, volatilizados acaso por la pasión.

¡Ah! el amor en estos seres titánicos sería muy peligroso. Amar sería morir: sería consumirse en puras llamas.

Y digamos dos palabras de la tercera hipótesis.

Supongamos una clase de hombres cuyos sentidos fueren perezosos para apreciar la duración de los fenómenos. Supongamos, digo, que lo que para nosotros es un segundo de tiempo, fuese para ellos un día, ó por lo menos doce horas.

Pues esto sería bastante para que entre otros fenómenos curiosísimos se produjera éste: que no podrían ver el sol como astro aislado é independiente.

Verían en el firmamento una cinta de fuego co-

rriente de Oriente á Occidente; un arco luminoso en pleno azul: el sol, nunca.

Si acaso, los sabios, después de discurrir mucho podrían á modo de atrevida hipótesis, afirmar que la cinta luminosa era una apariencia no más, producida por el rápido movimiento de un astro. Pero lo que para nosotros es un hecho, una verdad indiscutible, sería para ellos una hipótesis, y para el vulgo una invención de los sabios; un mentir solemne; puras imaginaciones de cerebros alucinados.

Y basta de ejemplos.

El interesante y hermoso discurso de M. Crokes prueba ciertamente que las apariencias de los fenómenos pueden cambiar del todo si las condiciones de nuestro organismo cambian en gran escala, pero no prueba que las leyes de la Naturaleza cambiasen; como que en las leyes hoy conocidas se funda el ilustre físico para sus peregrinas lucubraciones.

De todas maneras, resulta que nuestro tamaño actual es de los más cómodos, para vivir con vida medianamente aceptable.

EL ACETILENO

Todo progresa, digan lo que quieran los pesimistas: hasta la luz.

Progresa brillando cada vez más, y en ocasiones dejando de brillar, como le sucede á los rayos X, que van por esos mundos entre tinieblas obrando maravillas, sin que nadie los vea.

La luz primera de que el hombre hizo uso fué sin duda la humosa tea de las cavernas. Y desde aquellos tiempos prehistóricos hasta los nuestros, el progreso del alumbrado ha sido verdaderamente admirable.

Á la tea primitiva, que da la luz rojiza envuelta en humo, seguirían las lámparas de grasa y las toscas mechas, progreso que debió exigir muchos siglos.

Y á las grasas, los aceites más ó menos impuros,

y las mechas más ó menos toscas. ¡Qué mucho, si ha llegado hasta nosotros el clásico candil y el afrancesado quinqué con su tufo correspondiente!

Después, en fila interminable, las velas de sebo y las velas de cera y las velas olorosas. ¡Y siempre lo mismo: grasas y mechas!

Y luego vino el petróleo; y luego se consumó la gran revolución: la del gas del alumbrado, que se emancipó de la mecha tiránica. El gas arde por sí, no necesita impregnar un cuerpo poroso.

Y en esta estupenda y pacífica evolución que se realiza á través de siglos y siglos, la forma varía pero el fondo es el mismo.

Desde la tea de las cavernas al gas de los gasómetros que circula por las cañerías y se inflama en los mecheros, *el espíritu inflamable*, si se nos permite darle este nombre, siempre es el mismo: un hidrocarburo, uno ó varios. Pero siempre una combinación del carbono con el hidrógeno.

Hidrocarburos se desprenden de la tea, contemporánea acaso del oso de las cavernas; hidrocarburos se desprenden de las grasas, y de los aceites, y de las cilíndricas velas y de los mecheros de gas. Las formas varían: unas groseras y toscas, otras elegantes y artísticas, otras refinadas y pulidas; pero lo que alumbra, lo que emite vibraciones etéreas, lo que da luz, en suma, siempre es el mismo *espíritu inflamable*.

Sucede con esto lo que sucede con el hombre: semifiera en los tiempos primitivos; cada vez más civilizado; nervioso y refinadísimo hoy; con crecientes atildamientos, con vestiduras variadas y siempre el mismo espíritu; siempre el alma desprendiendo rayos de luz, á veces de claridad purísima; otras veces, entre nubes de humo y tufo nauseabundo, rayos rojizos.

Y, volviendo á nuestro objeto, repitamos lo que ya hemos dicho. En la rama resinosa que arde, en el hachón que chisporrotea, en la vela aromática, en la lámpara de relojería, en el candil que alarga su pico para sostener la humilde mecha, en el mechero de gas que se abre en abanico, el fondo es el mismo: un gas compuesto de dos cuerpos que nos son bien conocidos: el carbono, cuerpo simple; el hidrógeno, cuerpo simple tambien.

¿Y por qué los hidrocarburos engendran la luz? Porque entre estos dos cuerpos y el oxígeno del aire existe una atracción inmensa, una afinidad poderosa, un profundo amor inorgánico, si la palabra es lícita, y ¡quién sabe si lo será! ¿Que sabemos nosotros de los amores de la Naturaleza?

Ello es, que cuando una causa determinante, por pequeña que sea, un punto en ignición, una pequeña llama, facilita éstas bodas misteriosas del carbono y del hidrógeno de un hidrocarburo con el oxígeno del aire, los átomos del oxígeno se precipitan frené-

ticos sobre los átomos de carbono y sobre los átomos de hidrógeno, y de este choque infinitesimal, pero formidable, brota el calor y brota la luz. Son bodas que, como todas, se celebran con fuego de pasión y resplandores de alegría.

Porque los átomos de carbón vibran y vibran rapidísimamente, y estas vibraciones se transmiten al éter, y llegan en ondas á la retina de nuestros ojos, y de aquí resulta que sólo vemos, por este hecho: por la afinidad, por el amor que el hidrocarburo y el oxígeno se tenían.

Si nuestros propios amores nos ciegan, según dicen los pesimistas tradicionales, los amores inorgánicos nos hacen ver y dan claridad á nuestos ojos y alegría á nuestro espíritu.

Y éste fenómeno, químico al principio y físico al fin, es el mismo, siempre el mismo, que viene reproduciéndose desde los primeros albores de la civilización, desde que el hombre semibestia supo encender la rama de un árbol y penetrar con ella en el socavón de una montaña. Si los hidrocarburos y el oxígeno no se atrajesen con tan poderosa atracción, la mitad de los siglos que van transcurridos, los que están formados por ese inmenso rosario de cuentas negras que forman las noches, hubieran sido de incurable ceguera para la humanidad.

Y como estas mismas atracciones, ese bombardeo de átomos de oxígeno sobre átomos de carbono es el

que también engendra la vibración del calor, si á la afinidad poderosa se sustituyese la helada indiferencia, la combustión no existiría, ni existiría el fuego del hogar, ni existiría siquiera la vida, porque el calor interno de nuestro cuerpo procede también de la combustión.

Si la naturaleza no se amase mucho á sí misma y sobre sí misma no se precipitase con el frenesí de la pasión, y perdóneseme la imagen, ni calor, ni luz, ni vida; negrura, frío y muerte, reinarían en toda la extensión del cosmos.

Vinieron, por fin, en esta serie progresiva, las lámparas de incandescencia, para hablar sólo de las que hoy nos alumbran con preferencia á las de arco voltáico. Y aquí varía ya, radicalmente, el sistema del alumbrado. En el interior de una lámpara de incandescencia casi no hay aire, y puede decirse que no hay combustión. La tradicional mecha ha desaparecido: en su lugar vemos un hilo muy tenue de carbono, que finge diferentes figuras, sólo para ganar en poco espacio mayor longitud.

Ya no hay combustión: el carbono no se consume; quiero decir, que no se combina con el oxígeno; pero vibra, se conmueve, se estremece al paso de la corriente eléctrica.

Ser que no se estremece, casi no existe.

Alma que por nada se conmueve, es alma muerta.

Hilo de carbono que no vibra, no da luz.

La inmovilidad es la nada.

Pero ante la lámpara eléctrica se ha presentado últimamente un nuevo rival, á saber, la lámpara de acetileno.

Ahora bien, el uso del acetileno para el alumbrado, ¿representa un progreso para la lámpara de incandescencia?

Físicos eminentes, inventores ilustres, opinan en sentido afirmativo; pero yo creo lo contrario, y lo creo modestamente, pero con profunda convicción.

El acetileno, á mi modo de ver, es, tratándose del alumbrado, una verdadera reacción, que reviste deslumbradoras formas de progreso: la tiranía y el absolutismo con vestidura democrática; pero que nos hace retroceder al empleo de los hidrocarburos, porque al fin y al cabo, el acetileno, del cual hablaremos en otra ocasión, no es más que un compuesto químico de carbono y de hidrógeno.

El compuesto mas rico en carburo, seguramente, pero de la familia de aquellos gases que alumbraron con la primera tea y que aún brillan en los mecheros de gas.

La luz del acetileno es purísima, deslumbradora; vence á la luz eléctrica, sobre todo cuando la luz eléctrica se deja vencer; podrá llegar á ser barata y su preparación es facilísima, basta echar en agua una sustancia que se llama carburo de calcio para que del hidrógeno del agua se apodere el carbono de

dicha sustancia y forme el acetileno, que, al salir por un mechero, podrá convertirse en blanquísima luz, la cual, según los inventores, con la del mismo sol compite.

Donde no existe alumbrado eléctrico, quizá dentro de algunos años pueda sustituir con ventaja al petróleo; pero, hoy por hoy, no es fácil que su aplicación se extienda, porque es sustancia explosiva. Y tanto que, como refiere Mr. Pictet en un interesante folleto que sobre el acetileno acaba de publicar, este gas penetró en el mundo de la industria sembrando muerte y ruinas sobre una importantísima fábrica.

En suma: sin negar la importancia del acetileno, no creo que pueda competir con la electricidad, fluido maravilloso, que para engendrar luz, para engendrar calor, para transportar fuerzas, para realizar trabajos, desde los más sutiles, desde los que exigen dedos de hada, hasta los que reclaman músculos de titán, es la última forma del progreso humano en todo lo que á la industria se refiere.

TRANSPORTE DE FUERZA SIN HILOS

POR LA ELECTRICIDAD

Transportar el pensamiento en forma de signos convencionales, por medio de un hilo, á centenares de kilómetros, fué un gran triunfo de la ciencia. Y resultó el telégrafo eléctrico, que, ampliado y modificado convenientemente, sirvió para poner en comunicación los continentes á través de los mares, salvando miles de kilómetros.

Transportar á grandes distancias, medidas también por centenares de kilómetros, el sonido musical y la voz humana, ha sido un triunfo todavía mayor, y ha dado origen á las transmisiones telefónicas; pero en este problema, como en el anterior, para que la transmisión se verifique, se necesita un hilo metálico.

Transportar las imágenes, es decir, el mundo visible por un conductor de un punto á otro, por grande que sea la distancia, es un nuevo problema en el cual se trabaja; y aunque no está todavía resuelto en forma práctica, ó, mejor dicho, en forma industrial, no puede negarse que hay soluciones varias, que por imperfectas que sean son importantísimas.

Transportar la energía, ó sean centenares de caballos de vapor, á 300 ó 400 kilómetros, es un nuevo problema, tan prodigioso como los anteriores, y que se halla plenamente resuelto, y sobre todo por medio de las corrientes polifásicas.

Pero en éste, como en todos los casos anteriores, es inevitable el empleo de uno ó varios hilos metálicos que sirvan para la transmisión de las corrientes eléctricas.

La ciencia ha podido simplificar los medios de transmisión: ha podido reducir á un mínimo la materia transmisora. El transporte no se efectúa por una carreta; ni siquiera por una vía férrea; ni por vehículos más ó menos perfectos; ni por correas; ni por cadenas; ni por tubos. Se verifica por un alambre.

Por el alambre va el pensamiento en forma de signos; la voz; la luz; la imagen; la fuerza.

No puede ser más sencilla la transmisión; y no puede ser menor la cantidad de materia, y las soluciones de todos estos problemas parece á primera vista que está muy cerca de la perfección absoluta;

al menos de la perfección humana; si la palabra absoluto parece sobradamente ambiciosa, que sí lo es.

Pues, sin embargo, ni la ciencia, ni los inventores, ni el genio ambicioso del hombre, están satisfechos todavía.

Ese alambre eléctrico—quiero decir, ese camino metálico por donde va la corriente eléctrica—se les antoja que es una imperfección y una humillación casi.

Todos estos problemas que hemos citado y que parecían resueltos de una manera definitiva, vuelven á plantearse de nuevo con esta nueva condición: que para resolverlos ha de prescindirse por completo de todo hilo metálico, de todo cable, en suma, de todo medio artificial de transmisión.

La influencia eléctrica para el telégrafo, para el telefono, para la luz, para la imagen, para la fuerza, ha de transmitirse por el espacio, por el espacio libre; sin ningún cauce metálico, artificial; utilizando tan sólo el fluido etéreo.

Una estación de partida con los aparatos convenientes, una estación de llegada con los oportunos receptores, y entre ambas estaciones el éter natural, por decirlo así.

El problema es dificilísimo, pero es grandioso, y hace honor, de todas maneras, al genio inventivo del hombre.

Ya en algunos de estos problemas parciales, nos

hemos ocupado varias veces; y así, hablamos un día de los trabajos de Tesla para encender lámparas eléctricas aisladas, y sin emplear, por lo tanto, ningún hilo conductor, y dijimos que se conseguía este maravilloso resultado por medio de corrientes alternativas de alta frecuencia y altísima potencial.

Así todavía explicamos en varios artículos, la telegrafía sin hilos, mediante el receptor Marconi.

Hoy nos proponemos hacer alguna indicación sobre un último invento del mismo Tesla, que si llegara á realizarse en condiciones prácticas sería un verdadero prodigio.

Porque el célebre físico trata de resolver este problema; transportar fuerza, una fuerza tan grande como se quiera á centenares ó miles de kilómetros, sin el empleo de hilos, ni de cables, ni de ningún sistema análogo de transmisión.

Por el espacio libre, por el éter, ha de viajar la fuerza desde la estación de partida á la estación de llegada.

Sólo el enunciado del problema, deja atónitos á los más versados en la ciencia eléctrica.

Y, sin embargo, se afirma que, al menos en teoría, Tesla lo tiene resuelto. Pero ¡cuántas dudas y qué formidables nos asaltan!

Procuremos dar á nuestros lectores una idea, siquiera sea ligerísima, de la solución. Y nuestras explicaciones serán muy someras, por dos razones. En

primer lugar, porque la índole de estos artículos no nos permite entrar en pormenores técnicos. Y además, y con esto bastaba, porque no los conocemos.

La idea que ha llegado á nuestro conocimiento de la nueva invención del célebre electricista húngaro es muy vaga: es una idea general, y nada más.

Y ahora pongamos á nuestros lectores en antecedentes.

En la naturaleza hay cuerpos que conducen con facilidad suma la electricidad, ó al menos con cierta facilidad relativa. Tales son los metales. Por eso los hilos para las transmisiones eléctricas son de metal; por ejemplo, el cobre ó el hierro.

Á estos cuerpos, por los cuales la electricidad camina con facilidad, se les da el nombre de conductores.

Como el cristal deja pasar la luz, los metales dejan pasar la electricidad. Son, si se me permite la frase, transparentes para la corriente eléctrica.

Por el contrario, hay otros cuerpos por los que la electricidad no camina, ó camina dificilmente; y á éstos se les da el nombre de aisladores ó dieléctricos. Son, en cierto modo, cuerpos opacos para la corriente.

El cristal, que es transparente para la luz, es opaco para la electricidad. Y, al contrario, el hierro, el cobre, en general los metales, que son en cierto modo transparentes para el fluido eléctrico, son opacos para la luz.

El aire es más ó menos transparente para la vibración luminosa, y, sin embargo, es cuerpo aislador para la electricidad.

Claro es que estas propiedades no son absolutas; que cuando se dice que un cuerpo es aislador ó que es dieléctrico no se quiere significar con esto que cierre en absoluto el paso al fluido etéreo. Así, el aire, á pesar de oponer gran resistencia á la corriente cuando la potencial es grande, aunque de mala gana, les abre paso para las descargas eléctricas.

¡Díganlo si no las tempestades con sus rayos y centellas!

Pero en la práctica y en el orden relativo de los hechos, como aislador se puede considerar.

Por eso los hilos metálicos de los telégrafos, de los teléfonos, del alumbrado y del transporte de fuerza, aislados van todos en su extensión con sólo correr la masa atmosférica. Como que en rigor se les puede considerar á manera de canales conductores del fluido eléctrico abiertos á través de la atmósfera. Lo permeable dentro de lo impermeable. Un camino fácil en un terreno inaccesible.

Pero todo es relativo: lo hemos dicho. Así es, que al afirmar rotundamente que el aire es un cuerpo aislador, aventuramos una afirmación que no es del todo exacta. Porque el aire es más ó menos dieléctrico, según sea la densidad, ó, si se quiere, según sea la presión á que está sometido.

Si á una bola de cristal llegan dos hilos metálicos, y al penetrar en la esfera se interrumpen, dejando un intervalo entre sus extremidades, y por estos hilos se lanza una corriente eléctrica, como no sea muy grande la potencial, que es, en cierto modo, la que impulsa á la corriente, ésta quedará interrumpida. Para saltar de hilo á hilo tendría que atravesar la masa de aire, y no puede dar este salto ni vencer esta resistencia.

Aquí, el aire que llena la esfera, y que suponemos que está á la presión ordinaria de la zona en que respiramos, es un verdadero aislador.

Pero si empezamos á extraer aire de la esfera de cristal por cualquiera de las bombas de mercurio que al efecto suelen utilizarse, al fin, al llegar el vacío á cierto grado, el fluido eléctrico pasa; el aire que queda es, hasta cierto punto, conductor.

Mas, cosa extraña, si apuramos la capacidad cristalina con nuevas extracciones de aire, de nuevo crece la resistencia para el paso de la corriente; y si fuera preciso no dejar más que el éter, nos encontraríamos con otro nuevo aislador. Al menos así se afirma, porque se supone que en el éter no circula la corriente eléctrica.

Y sin penetrar en este nuevo problema, sobre el cual mucho habría que decir, demos por averiguado el hecho y por terminada la experiencia.

Porque, en efecto, á medida que subiésemos por

la atmósfera encontraríamos capas de aire cada vez menos densas, y, por lo tanto, cada vez más permeables respecto á la electricidad. Quiero decir, más y más conductoras.

Y siguiendo esta ascensión imaginaria, nos encontraríamos una capa atmosférica dotada de la máxima conductibilidad, al paso que las capas superiores, menos y menos densas, ó, si quiere, más y más rarificadas, volverían á adquirir la propiedad aisladora, hasta que al salir al espacio etéreo, abandonando la atmósfera, nos hallaríamos con un aislador casi perfecto.

En suma: así como un hilo metálico, rodeado de aire, es un cuerpo conductor metido en un estuche dieléctrico, que es la atmósfera, así en las altas regiones de la atmósfera tenemos una capa de aire rarificada convenientemente y, por lo tanto, conductora entre cuerpo aisladores.

A saber: abajo, el aire más denso, y, por lo tanto, aislador; arriba, el aire menos denso y el éter: otro medio ambiente aislador también. Que es como decir que tenemos un cuerpo conductor en un estuche de sustancias aisladoras.

La naturaleza, según esto, nos ofrece un sistema de transmisión natural con su conductor y sus aisladores.

Y con esto, fácilmente se adivina el sistema de Tesla, al menos tal como lo describen algunos periódicos.

En el punto de partida se engendra la fuerza que ha de transportarse: un generador de fuerza—por ejemplo, una máquina de vapor—y un dinamo. Después, una varilla altísima, una especie de pararrayos colosal, para ir á buscar en la atmósfera la capa de aire conductora. Y luego, en el punto de llegada, otra varilla de la misma altura para recoger en dicha capa la corriente, y al pie de la varilla otro dinamo para convertir la corriente en fuerza motriz.

La vuelta de la corriente se supone que había de efectuarse por tierra. Porque la tierra es buen conductor.

De aquí se deduce que al hilo metálico de centenares ó miles de kilómetros se sustituye con dos varillas y el filete de una capa atmosférica.

Como la altura de estas varillas, teóricamente, sería tan grande que sería imposible, será preciso contentarse en la práctica con una capa atmosférica colocada á mucha altura, pero no á la altura inaccesible en la que la presión está representada por milímetros de la columna barométrica.

Advertiremos, además, que la corriente es de millones de volts y de miles de períodos por segundo.

Es inútil decir, que las dudas y las objeciones tanto teóricas como prácticas, se presentan en tropel. Pero de todas maneras, la idea del célebre Ingeniero, aunque fantástica, es grandiosa. ¡Y no digamos si es atrevida! ¡Como que elevándose las regiones de

la imaginación, alcanza casi la zona misteriosa de los sueños!

Pero también es verdad que si muchas de las ideas de esta clase se desvanecen como neblina, sin dejar más luz que la de un fugaz relámpago, también es cierto que otras se cuajan y se condensan y arrojan de sí maravillosas invenciones.

El porvenir dirá si el invento de Tesla, ó que á Tesla se atribuye, es un hermoso sueño ó una fecunda invención.

No seamos excesivamente crédulos; pero no seamos sistemáticamente escépticos.

Todo lo que en teoría no es absurdo, es, por lo menos, digno de consideración, y casi siempre digno de estudio. En teoría ¿es defendible el proyecto de Tesla? Dígalo la ciencia.

NOTICIAS VARIAS

Hay descubrimientos, hay invenciones, que son verdaderamente fundamentales, y que para ser explicados ante el público, aun en forma elemental, exige uno ó varios artículos.

Hay otras invenciones, en cambio, que son, por decirlo, sucursales de las primeras y de las que en breves líneas puede darse noticia.

En algunas de estas últimas vamos á ocupar hoy la atención de nuestros lectores.

La transmisión telegráfica sin hilos sigue á la orden del día, y recientemente se ha verificado una experiencia notabilísima de la cual han hablado todos los periódicos.

Vean nuestros lectores con qué rapidez marchan los descubrimientos. No hace seis meses, al explicar en estas crónicas el receptor de Marconi, decíamos que gracias á la sensibilidad de este aparato la señal telegráfica podía transmitirse á 15 kilómetros de distancia. Pues esta distancia se ha cuadruplicado; y la experiencia á que antes nos hemos referido ha transmitido las ondas hertzianas á 50 kilómetros mediante el empleo, según se dice, de ciertas lentes de azufre que recogen y condensan estos rayos eléctricos, como las lentes de cristal recogen los rayos de luz.

Los descubrimientos se enlazan, se transforman y á veces de uno nacen muchos. Así el sistema de transmisión de señales, que pudiéramos denominar sistema Hertz-Marconi, tomando los nombres del transmisor y del receptor, les sale al encuentro otro sistema inventado por el profesor Zickler, el cual emplea para la telegrafía sin hilos, no las ondulaciones eléctricas, sino los rayos ultraviolados del espectro luminoso.

Sabido es que el espectro de la luz se compone de tres partes: una central, en que está la luz visible; el iris espléndido de los siete colores, y á los costados dos espectros invisibles: uno, el de las grandes ondas, como si dijéramos el de los bajos profundísimos de la escala luminosa; otro, del lado de la luz violeta,

invisible también, y que se compone de ondas cada vez más pequeñas, á modo de notas sobreagudas.

Pues estos rayos, según parece, cuando caen sobre un condensador eléctrico, al punto lo descargan.

Y con lo dicho está descrito en breves palabras el sistema del profesor alemán. En el punto de partida se coloca una luz eléctrica de gran intensidad; en el punto de llegada un condensador eléctrico con la carga que aconseje la experiencia.

Haciendo que los rayos violados de la luz lleguen y cesen de llegar alternativamente al condensador, se provocarán en éste chispas eléctricas, que fácilmente se convierten en señales convenidas de antemano.

Es una idea, sobre la cual la experiencia juzgará; mas es lo cierto que el sistema Marconi lleva gran delantera al del sabio alemán, y ha sido sancionado por una experiencia memorable.

Verlo todo, comprenderlo todo, estar en todas partes ó llegar á todas partes con rapidez creciente, son aspiraciones naturales que el hombre va saciando sin saciarlas jamás.

Ha dado la vuelta al globlo terráqueo; sobre él se lanza con la rapidez de la locomotora ó del trasatlántico; tiende hilos y cables, y por ello circula el

pensamiento; el verbo humano envuelve la costra sólida y circula bajo las tempestades del océano.

Dirige sus telescopios al cielo, y explora lo infinito, ó pugna, al menos, por explorarlo.

Pero es en verdad humillante ver astros que están á millones de kilómetros, recorrer después montes y valles, á modo de descanso, y no poder penetrar en los abismos del mar, del mar, que está tan cerca. ¡Tan á la mano!

La fotografía recoge los astros en sus placas sensibles; recoge los paisajes en la tierra; lo mismo las nieves eternas que las fugaces espumas. ¿Por qué la fotografía no ha de penetrar en los senos de los mares?

De eso se trata, y á esta empresa se lanza M. Boutan, según dice una nota comunicada á la Academia de Ciencias de París.

Resulta de sus experiencias, que sumergiendo la placa fotográfica á uno ó dos metros bajo el agua, basta la luz del día para impresionar la superficie sensible.

Para profundidades de cinco á siete metros todavía la luz solar es suficiente; pero se necesita una exposición casi de una hora.

Para mayores profundidades, es necesario emplear la luz artificial, la cual se consigue proyectando magnesio en polvo sobre la llama de una lámpara de alcohol protegida por una campana de cristal: la

llama se alimenta por medio de un depósito de oxígeno.

No es imposible, por lo demás, ampliar y perfeccionar estos procedimientos, con lo cual se comprende que dentro de algunos años se obtengan fotografías de paisajes submarinos.

¡Cuántos misterios, cuántos horrores podrán descubrirse, cuando desciendan á 300 ó 400 metros bajo las olas, el aparato fotográfico y una poderosísima lámpara eléctrica, manejados ambos aparatos desde arriba por medio de la electricidad!

El célebre físico de Ginebra Raoul Pictet, el célebre *creador del frío artificial*, que tan admirables resultados ha obtenido en esta rama de la física, ha inventado un nuevo motor, en que combina el aire con el agua, ó mejor dicho, el aire con el vapor de agua; y afirma en una Memoria curiosísima que acaba de publicarse, que por su nuevo sistema se obtiene sobre las máquinas de vapor ordinarias una economía de combustible que llega al *40 por 100*.

Importantísimo será el descubrimiento, si la experiencia lo sanciona, para la industria en general. Sería duplicar, ó poco menos, de repente la potencia de la mayor parte de las máquinas empleadas en trabajos industriales.

El nombre ilustre del autor ampara la invención;

pero la teoría y las conclusiones, antes de ser aceptadas, deben ser discutidas concienzudamente.

Parte M. Pictet de una que pudiéramos llamar *experiencia ideal*, sumamente curiosa.

Tómese, dice, aire perfectamente seco y del desierto africano; tómese agua á 50 ó 60 grados, por ejemplo, que el sol de aquellas regiones bien podrá darla á esta temperatura; y el agua caldeada y el aire seco colóquense en un cilindro con sus correspondientes émbolos.

La presión interior en el primer instante será igual á la exterior, la de la atmósfera; pero en el aire seco se evaporará el agua, y la presión en el interior aumentará, con lo cual tendremos una fuerza motriz disponible.

Dando realidad práctica á esta idea, ha combinado su máquina, y calculando el rendimiento obtiene la cifra antes indicada.

La discusión completa del problema es imposible en este momento. A la experiencia le toca decidir.

El hombre es eminentemente voluble y eminentemente descontentadizo.

Una invención le entusiasma y el entusiasmo crece, pero bien pronto llega á su máximo y luego baja y acaba por desdeñar hoy lo que ayer admiraba.

Creyó, hace pocos años, que la lámpara eléctrica

de incandescencia era la perfección, ó poco menos, y hoy la lámpara de incandescencia en todas partes brilla, y aun pudiéramos decir que brilla por su propio derecho.

Sin embargo, ya ciertos inventores buscan otra cosa, otra lámpara, otro sistema.

Así, el profesor Nernst trata de resolver el problema de la incandescencia al aire libre. Es decir, de suprimir la lámpara de cristal con su vacío interior y su maravilloso hilillo carbonizado.

Para realizar su propósito emplea cilindros sumamente estrechos á manera de lápices, ya de alúmina, ya de magnesia, que bajo la influencia de una corriente eléctrica, llega á vibrar con incandescencia vivísima, y que lucen en el aire sin necesidad de bomba que los contenga.

Verdad es que para llegar al estado de incandescencia necesita alcanzar una temperatura bastante elevada; pero esto se consigue rodeándolos con un espiral de platino, que puede retirarse fácilmente, conseguido el objeto.

La supresión de la bomba de cristal tiene, sin duda alguna, sus ventajas; pero la incandescencia al descubierto podrá tener, en cambio, grandes inconvenientes, entre otros, el de comunicar con facilidad el fuego y el calor á los objetos próximos. Menos seguridad, más calor, menos facilidad para encender, no son circunstancias muy recomendables.

No creemos, pues, que por hoy sea un peligro la lámpara de incandescencia al aire libre, para la maravillosa lámpara de Edison; pero, al menos como noticia curiosa, bueno es saber que existe.

Acaba de publicarse un libro, que es en su clase lo más perfecto que conocemos.

Se titula *L'aeronautique*, y su autor es M. Bauet-Rivet.

Trata del problema de los globos, y, en general, del problema de la aeronáutica. Pero de una manera clara, sencilla y científica. Sin economizar el cálculo, cuando es necesario; pero al mismo tiempo, sin grandes alardes matemáticos.

Se compone la obra de una introducción histórica y de once capítulos, en que sucesivamente se estudia: la teoría del globo libre; su construcción; operaciones para llenar el globo y para lanzarlo; instrucciones de observación; teoría del globo en el aire; fenómenos que se observan é impresiones que se reciben; empleo de las corrientes aéreas; globos que pueden dirigirse; leyes de la aviación; los voladores; los aerostatos y la ciencia, y un último capítulo por todo extremo interesante, de la guerra y los globos, capítulo que recomendamos muy especialmente á los que se interesan por estas materias.

No porque sea muy extenso; no porque en él en-

contremos nada que no se supiera de antemano, sino porque nos parece un tanto sujestivo.

¿Es que con los globos cautivos no se puede explorar grandes extensiones de terreno?

¿Es que con una *triangulación de globos* y un buen sistema de comunicaciones eléctricas, no se podría tener á la vista, por decirlo así, en cada instante una comarca entera?

¿Es que no asaltan aquí ideas....., que no trataremos de desarrollar, porque las entregamos íntegras á las personas competentes?

Todas estas no son afirmaciones, son preguntas; son preguntas que formula la curiosidad y el buen deseo, y nada más.

De todas maneras, la obra á que me refiero merece leerse.

Y basta de noticias científicas, que de las otras noticias, de las que apasionan al público, nunca basta; pero estas últimas no son de mi especialidad.

IMÁGENES ELÉCTRICAS

Hace poco tiempo, á dos meses no llega, que todo el mundo se ocupa de los rayos X del profesor Roentgen y de sus maravillosas fotografías á través de los cuerpos opacos.

La luz invisible se puso de moda, y en revistas y en periódicos, y en todas partes donde se reunían personas de cierta ilustración, no se hablaba de otra cosa, del prodigioso descubrimiento del profesor alemán.

Era un verdadero descubrimiento *fin de siglo;* algo en sí contradictorio, algo extravagante; algo que sale de las fórmulas convencionales á que estamos acostumbrados; la ciencia rozándose con la magia.

La luz parece que está hecha *para ser vista*; para inundar el espacio con sus ondas vibrantes; par

pintar de azul el mar, y de verde las selvas, y de blanco los nevados picachos de los montes, y de colores las flores, y de oro y grana los celajes. Para reflejarse en la pupila humana, para pintar el iris en el espacio.

Y no era maravilla que la luz, que tales prodigios realiza, pudiera fotografiar los objetos, provocando reacciones químicas, las láminas fotográficas.

Estas eran maravillas del siglo á las cuales ya estábamos acostumbrados, y que hasta naturales nos parecían, cuando no vulgarísimas.

Pero el siglo XIX realizó tales prodigios, el *fin de siglo* quiso hacer algo más original; y en él hemos descubierto *la luz invisible*, *la luz negra*, por decirlo así, *pasando á través de los cuerpos opacos*.

Que un rayo de luz, que es puro y diáfano, cruce por una lente de perfecta transparencia y lleve en suspenso, como flotando, imágenes del mundo exterior al fondo de la cámara obscura, es fenómeno que no nos cuesta trabajo comprender; la luz, es para el vulgo, como el cristal, transparente.

Pero que rayos de luz negra pasen por cuerpos opacos, por un espeso tablón, por un libro de mil páginas, por doble ó triple envoltura de papel negro, y venga á imprimir una imagen sobre la plancha fotográfica, esto sí que á primera vista no se comprende y que da al traste con todas las ideas á que el público está acostumbrado.

La verdad es, que todavía se ignora la verdadera esencia de estos rayos X.

Suponían unos, que eran los conocidos rayos *catódicos*, engendrados en los tubos de Crookes por el paso de una corriente eléctrica á través de un espacio casi vacío. Pero esta idea se va abandonando.

Otros suponían, que eran los rayos X una transformación de los rayos catódicos al ir á través del cristal de dichos tubos de Crookes ó de Geissler.

La opinión dominante es hoy, que los misteriosos rayos proceden de la fluorescencia, y que toda fluorescencia puede engendrarlos. De suerte, que por eso los engendran los tubos ó ampollas de Geissler, porque en el punto en que los rayos catódicos chocan con el cristal, se produce lo que, con alguna impropiedad, podríamos llamar mancha fluorescente.

Pero todo esto nada nos dice respecto á la naturaleza íntima de los rayos X.

La mayor parte de los sabios están de acuerdo en que tales rayos no son más que una vibración del éter.

Pero, ¿qué clase de vibración? Porque hay dos clases de rayos vibrantes. En el sonido, por ejemplo, las moléculas del aire vibran longitudinalmente, hacia adelante y hacia atrás en la misma línea; en suma, en la línea en que va el rayo sonoro. En cambio, los puntos todos de la cuerda de un arpa, que es también como un corto rayo sonoro, vibran trans-

versalmente, es decir, á un lado y á otro de la posición primitiva de la cuerda.

Y puesto que hay vibraciones longitudinales y vibraciones transversales, dado que los rayos X no sean otra cosa que vibración del fluido etéreo, cabe preguntar si el éter, para engendrarlos, vibrará longitudinal ó transversalmente.

Sobre este punto, andan divididos los más ilustres físicos.

Si la vibración de los rayos X es vibración longitudinal, nada tiene de extraño que los rayos del profesor Roentgen sean invisibles para nosotros; porque nuestro nervio óptico de tal manera está fabricado, que sólo es sensible á las vibraciones transversales. Bien al contrario del nervio acústico, que sólo es sensible á las vibraciones longitudinales del aire. Y por eso oímos con el oído y vemos con los ojos, y no se ha encontrado manera de que cambiemos uno por otro sentido corporal, lo que, dicho sea entre paréntesis, sería uno de los mayores triunfos del *libre cambio*.

Pero aunque los rayos X consistan en vibraciones transversales, aun así puede explicarse fácilmente que sean invisibles para nosotros, porque de igual suerte que somos sordos para los sonidos muy elevados en la gama musical, así somos ciegos para los rayos de luz superiores al color violeta, por el número inmenso de sus vibraciones.

Hé aquí por qué suponen muchos que los rayos X no son más que *rayos ordinarios de luz*, pero de la región ultravioleta. Es decir, de cortísima onda y de inmenso número de vibraciones.

Pero hay todavía otra opinión sobre la naturaleza íntima de los rayos descubiertos por el ilustre profesor alemán.

Hay quien supone que no son rayos de luz, sino rayos eléctricos. Que no vibra el éter, sino que se electriza, digámoslo así, ó que, por lo menos, los rayos X son una transición entre la luz y la electricidad. Y esta es la última opinión, y por lo tanto la más flamante de que tengo noticia. Valga por lo que valiere, la pongo modestamente en conocimiento de mis lectores.

La verdad es, que algunos físicos han resucitado con motivo de los rayos X numerosos casos de imágenes que llaman fotofulgurales, ó, de otro modo, engendradas por la descarga eléctrica de las nubes.

Los ejemplos de este singularísimo fenómeno se cuentan por centenares, y se remontan á los primeros siglos de la era cristiana.

El fenómeno es este. Estalla el rayo: pues muchas veces la descarga eléctrica, ó la luz eléctrica, graba sobre unos cuerpos las imágenes de los otros cuerpos, que se hallan en presencia de los primeros, estando todos ellos, por de contado, sometidos á la influencia del fenómeno eléctrico.

Es una verdadera fotografía eléctrica; y se ha realizado muchas veces á través de cuerpos opacos.

Los físicos consideran, sin embargo, que estas fotografías eléctricas son de dos clases.

En unas hay *transporte de materia*. No parece sino que la descarga eléctrica coge todas las moléculas que constituyen la superficie de un cuerpo, y se las lleva por el espacio sin desarreglarlas, y sobre la superficie de otro cuerpo las deposita por su orden. Es algo parecido á lo que todos hemos visto en una célebre comedia de magia, cuando Don Simplicio vuela por el aire y queda grotescamente adherido á una pared.

Pero hay otros casos en que no puede admitirse un verdadero transporte de materia, y en que sólo podría explicarse la formación de estas imágenes por algo parecido á la acción de los rayos X, ó sean los rayos invisibles.

He dicho que existen muchos ejemplos de imágenes eléctricas, ó, si se quiere, de fotografías eléctricas, y entre más de 40 que tengo á la vista voy á citar algunos de ellos.

San Gregorio de Nazianceno, en uno de sus escritos contra Juliano y á propósito de la reconstrucción del templo de Jerusalén, dice, próximamente, lo que sigue: «Pero un torbellino de viento que se levantó de pronto y un violento terremoto obligaron á los obreros á abandonar el trabajo.

»Espantados, corrieron en tumulto á refugiarse en una iglesia próxima, y fué prodigio nunca visto el aparecer en el cielo una luz vivísima *en forma de cruz*, que vino á imprimirse en los vestidos de todos ellos.»

En Inglaterra, en el siglo XVII, refería el Obispo de Ely, que cierto día de verano, mientras que el pueblo asistía á los oficios divinos en la catedral de Wells, se oyeron dos ó tres truenos espantosos, y multitud de personas se encontraron con cruces impresas sobre sus propios cuerpos.

Refiere asimismo el P. Kircher (á mediados del siglo XVII) que una erupción del Vesubio produjo un efecto análogo sobre numerosas personas.

Á fines de este siglo XVII cayó un rayo sobre la iglesia de San Salvador de Lagny, é imprimió en la sabanilla del altar las palabras de la consagración, tomadas de la cartulina en que se hallaba el *Canon de la Misa*, exceptuando las palabras esenciales y sagradas.

El suceso se atribuyó á milagro, y tuvo que acudir á Lagny el sabio P. Lamy, benedictino, el cual explicó en lo posible el fenómeno físico; y explicó, sobre todo, con admirable perspicacia el por qué se habían impreso en la sabanilla del altar unas palabras y otras no. Es que las palabras sagradas estaban escritas con *tinta roja* que contenían gran cantidad de vermellón: era, realmente, cuestión de ma-

yor ó menor transparencia de cuerpos esencialmente opacos.

Así pudiéramos citar multitud de casos: árboles cuya imagen se imprime en el pecho de un hombre por la acción del rayo; paisajes que se reproducen en la carne muscular de unos cuantos carneros; cruces de rosario que desaparecen y se graban sobre la piel del que lo lleva; mujeres en cuyos brazos aparecen dibujadas flores próximas; un niño que sube á coger un nido á un árbol, y estando arriba, el rayo le pinta por manera maravillosa el nido y los pájaros en el pecho; la imagen entera de una persona dibujada en negro sobre una pared pintada de cal; una niña de un colegio de Burdeos, en cuyo cuello se graba un reloj de oro con su cadena, desapareciendo el reloj y la cadena para siempre.

Y agreguemos á todo esto, como ejemplo de imágenes espontáneas, las noticias que hace más de cincuenta años daban Humboldt y Mosser sobre rayos oscuros y sobre imágenes por contacto.

«Nada es nuevo bajo el sol»—se ha dicho—, y puede agregarse *que ni siquiera es nueva la luz que no se ve*.

TODAVÍA LA DIRECCIÓN DE LOS GLOBOS

Gran problema en que está empeñado el genio de los inventores, sin que hasta ahora se haya encontrado la solución.

Gran problema, repetimos, que el siglo XIX pretendía resolver, y en que todavía se empeña al llegar á sus postrimerías. ¡Buena despedida hubiera sido! Pero le queda poco tiempo, y no es fácil que en dos años, residuo de la centuria, lo consiga.

Las célebres experiencias de los dos capitanes franceses, realizadas hace pocos años, despertaron, en verdad, grandes esperanzas.

Y es que, en rigor, se resolvió el problema: el globo trazó una curva cerrada varias veces, y volvió contra el viento al punto de partida. Pero la fuerza era muy pequeña, y sólo en tiempos de calma, ó

con vientos de poca intensidad, se pudo conseguir tal fin.

Desde aquella fecha acudieron inventores de gran valía á los aeroplanos, pero sin conseguir ningún resultado transcendental. Experiencias en pequeña escala, intentos fracasados, sistemas que se lanzan al espacio sin aeronauta que los dirija, estudios curiosos, pero nada más que curiosos.

Recientemente se ha reproducido el interés por este magno problema, y con el exclusivo objeto de resolverlo se ha formado una gran Sociedad. Con este motivo se han recordado en los periódicos ensayos muy curiosos y que son, en efecto, dignos de recordarse.

Los inventores primitivos pretendían dar dirección á los globos por medio de velas, pero el sistema era absurdo en sí mismo, mientras no se acudiese á otras combinaciones; porque colocado un globo en una corriente aérea, que se cubra ó no se cubra de velamen, la corriente se lo llevará consigo.

No es este caso el de una embarcación que flota en las aguas del mar. Para las naves existe un punto de apoyo, mejor dicho, un punto de resistencia; y combinando la resistencia del agua contra el casco del buque, con la acción del viento sobre las velas y con la inclinación de éstas, se puede hacer que la embarcación camine por diferentes puntos. Es un problema de mecánica elemental.

Pero en el espacio, en el seno de una corriente, ¿dónde está el punto de resistencia?

Todó cuanto rodea al globo camina en la misma dirección, llevándose al globo consigo.

Las velas mayores ó menores, podrán hacer girar al sistema alrededor de su centro de gravedad; pero una vez colocado en cierta posición de equilibrio relativo, con el viento se irá en la dirección que este lleve.

¿Significa esto que el problema sea imposible en teoría? Bien al contrario: en teoría está resuelto, pero no por medio de velas.

Si existiera un motor de poco peso y de gran potencia, por ejemplo, que con un kilo de peso pudiera desarrollar 100 caballos durante diez horas, con 10 kilos tendríamos 1.000 caballos disponibles; y aplicando la fuerza motriz á una hélice, marcharía el globo en la dirección que se quisiera darle.

Podrían existir todavía dificultades prácticas; pero éstas serían de orden relativamente inferior.

El problema está reducido á tener fuerza suficiente para comunicar, por una hélice, al sistema una velocidad superior á la del viento que se pretenda dominar. Hay que ganar velocidad sobre el viento, y con la que se gane, caminaremos en la dirección que nos plazca.

Pero ¿dónde están esos motores de gran potencia y de poco peso?

Las máquinas de vapor, las máquinas de gas, las de petróleo y análogas; los acumuladores, las pilas, pesan enormemente. Y para elevar un gran peso sería preciso dar al globo dimensiones extraordinarias, con lo cual la resistencia del aire, ó si se quiere la acción del viento contrario, sería superior á las fuerzas del motor.

Algunos de estos sistemas se han empleado en experiencias memorables, pero los resultados siempre han sido mezquinos. Y sin embargo, ¡cuántas combinaciones ingeniosísimas!

Recordemos algunas, dignas ciertamente de recuerdo.

No pudiendo encontrar punto de resistencia en el espacio, quisieron algunos inventores encontrar resistencia en el suelo, ó en el mar, si sobre los abismos del mar caminaba el globo. Y para ello suspendían al globo una cuerda ó maroma que llegando al suelo ó llegando al mar, y rozando contra la costra sólida ó contra la superficie líquida, oponía una resistencia mayor ó menor, en cuyo caso y teóricamente se consideraba que era eficaz el empleo de las velas.

En cierto modo, esto era dar al globo una especie de quilla *en forma de cola*. Y por extraño que el sistema parezca, algunos resultados dignos de consideración se obtuvieron.

Dícese que en ocasiones hasta se logró una desviación de 70 grados respecto á la dirección del vien-

to; y aunque mucho nos parece, que se obtuvieron desviaciones de 30 grados parece ser que es cosa averiguada.

Otros inventores, inspirados siempre por la misma idea, buscaron por velas inferiores puntos de resistencia en otras capas distintas de la que el globo atravesaba, y en que la corriente aérea era otra de la que impulsaba el velamen superior.

Siempre la idea era la de dar una especie de quilla artificial al globo, realizar en lo posible las condiciones en que los buques caminan; en éstos, un punto de resistencia en el agua, una fuerza motriz sobre las velas; en los globos una potencia motriz sobre las velas mismas, una fuerza resistente en que apoyarse, para conseguir la desviación, ya en las capas atmosféricas inferiores, ya sobre el suelo ó sobre el agua.

Y este invento de los cables ó colas de los globos sugiere otra nueva idea, pero totalmente distinta de aquella que veníamos explicando.

En uno de nuestros precedentes artículos dimos cuenta de un proyecto atrevidísimo que varias revistas y varios periódicos atribuyen á Tesla.

Proyecto inmenso, aunque hasta el presente proyecto fantástico, á saber: el de transportar la fuerza motriz—por grande que ésta sea, centenares ó miles de caballos de vapor—á centenares ó miles de kilómetros de la estación central en que la fuerza se crea.

El insigne físico supone, que llevando una corriente eléctrica alternativa de gran frecuencia y de altísima potencial á cierta altura de la atmósfera, esta corriente podrá alcanzar por sí misma la capa atmosférica de mínima resistencia, y por ella, como por un inmenso cable conductor, podrá correr hasta la estación de llegada, si ésta manda á la atmósfera y también á gran altura un conductor que recoja dicha corriente.

Ya apuntamos algunas de las dudas, dudas formidables, que semejante invención inspira á todos los electricistas prácticos; ya anunciamos las tremendas objeciones que á la invención de Tesla pueden hacerse. Y dijimos que á no venir amparada dicha invención por un hombre tan ilustre como el del electricista húngaro, hubiera podido pasar por una novela más del género de las de Julio Verne.

Pero, por hoy, no es ésta la cuestión que nos ocupa.

Admitimos, por un momento, que la invención de Tesla es un hecho; y decimos que en tal hipótesis, el problema de la navegación aérea estará resuelto ó poco le faltará para llegar á la solución definitiva.

En efecto: supongamos una estación central en que por una máquina motriz, por ejemplo, por una máquina de vapor y uno ó varios dinamos, se engendra una corriente eléctrica de centenares ó miles de caballos de fuerza, y que por un cable y un globo se

lleva esta corriente á suficiente altura para que, verificándose la hipótesis de Tesla—si es que tal hipótesis puede verificarse—dicha corriente continúe subiendo hasta la capa de mínima resistencia.

Imaginemos, por otra parte, un globo á gran altura; en la barquilla del globo un dinamo, y pendiente de la barquilla un alambre ó cable que llegue hasta el suelo.

Pues si todo esto pudiera ser una realidad; si el transporte de fuerza motriz sin necesidad de hilos fuese un hecho, ¿qué dificultad habría en considerar al globo como la estación de llegada?

La corriente eléctrica, después de llegar á la capa de mínima resistencia, por ella correría y bajaría hasta el globo, y pondría en movimiento la dinamo y podría hacer girar una hélice con la energía de 100, ó 200 ó 1.000 caballos de fuerza, dando al globo la dirección que el timón determinase, y venciendo la resistencia de la atmósfera y la de casi todas las corrientes atmosféricas.

Por último, cerrando el circuito, la corriente bajaría hasta el suelo por el cable, y por la costra sólida, que es un buen conductor, llegaría hasta la estación de partida, después de haber recorrido un inmenso cuadrilátero en que el lado móvil iría caminando, por decirlo así, con el globo mismo.

El problema de la navegación aérea quedaría resuelto de este modo.

Pero nótese que hablamos en forma condicional. Quedaría resuelto, decimos, suponiendo que la invención de Tesla fuese algo más que un hermoso sueño científico de la imaginación.

Todo lo comprenderíamos en la solución que acabamos de indicar: la estación central, creando miles de caballos de fuerza; el cable, unido á un globo cautivo y llevando la corriente á cuatro ó seis kilómetros de altura; la capa de mínima resistencia en las regiones de la atmósfera; y allá lejos, el globo del problema, con su dinamo y su cola arrastrando por el suelo; por último, la tierra, tierra ó agua, importa poco, sustituyendo al cable de regreso. Todo esto, volvemos á repetirlo, por enorme, por colosal que sea, puede comprenderse; tenemos fe científica bastante para creer en estas grandezas. Pero ¿cómo la corriente eléctrica atraviesa en sentido vertical por dos veces, una subiendo y otra bajando, las capas atmosféricas que encuentra hasta llegar á la de mínima resistencia?

Esto es lo que, dicho con toda la lealtad, no comprendemos y hasta nos parece imposible.

Chispas eléctricas con la potencial de millón y medio de voltios, tiene poco más de un metro de alcance de un conductor á otro. Pues ¿cómo han de atravesar kilómetros de altura?

Y cuenta que cerramos los ojos respecto á lo que ha de suceder en la capa de mínima resistencia,

dando por bueno que suceda lo que sucede en la costra sólida para las corrientes de regreso.

Hemos presentado el ejemplo anterior como alarde ó entretenimiento científico, para que se vea qué incalculables consecuencias, qué prodigiosos resultados se obtendrían si realmente se resolviese el problema del transporte de fuerza motriz sin hilos ó cables conductores. Como que uno de los problemas más difíciles de la época moderna, la dirección de los globos, se convertiría en problema relativamente fácil.

¡Ahí es nada, tener en un globo nada menos que 500 ó 1.000 caballos de fuerza, ó por lo menos 100 caballos, con sólo elevar uno ó dos dinamos!

Y este problema de la dirección de los globos ha de ser un problema tentador para todas las naciones, y como llegara á resolverse, mal habían de pasarlo los más poderosos acorazados si de dos kilómetros de altura caía sobre ellos una lluvia de granadas de dinamita.

¡Lluvia de fuego que el cielo mandaba sobre los poderosos de la tierra para templar su orgullo, castigar sus crímenes internacionales y poner freno á sus ambiciones!

Por eso, como decíamos al empezar, continúa sobre el tapete este problema de la navegación aérea.

¡Muchas ilusiones quedan todavía que desvanecer! ¡Muchos desengaños que sufrir! ¡Mucho ingenio

se consumirá en la empresa! ¡Mucho se disparatará también! Pero como no se trata de un problema fundamental absurdo, al fin se dará con la solución.

En este siglo ya no es probable, porque el siglo XIX está en sus postrimerías. Pero ¡quién sabe lo que sucederá en el siglo XX! Ya lo veremos, si lo vemos.

EL AIRE LÍQUIDO

¡Grandes progresos se realizaron en otros siglos y grandes maravillas! ¡Verdad es que la humanidad las ha realizado desde el primer día de su existencia!

Maravilla, casi divina, es la palabra; maravilla de sutileza y de ingenio es la escritura; maravilla es la luz artificial; maravilla de inspiración, por su sencillez y su transcendencia, fué la *primera rueda* del *primer carro*, y es invento que ha persistido invariable hasta la rueda de la locomotora.

De suerte que al cantar las excelencias de nuestro siglo no pretendemos rebajar á los siglos que nos han precedido.

Pero el del vapor y la electricidad, por más que sea el nuestro, hay que confesar que ni admite siglo superior ni siglo que se le iguale.

En la escala de la ciencia y de la industria, jamás nota más alta ha resonado en el espacio terrestre.

Uno de los últimos triunfos del siglo XIX es el que sirve de epígrafe á esta crónica: el oxígeno, ó si se quiere, el aire líquido, y también pudiéramos decir el aire sólido.

Liquidar el oxígeno ó el aire no es ya una aspiración más ó menos atrevida, más ó menos fantástica, del hombre de ciencia.

No es siquiera un nuevo experimento del gabinete de un físico.

Liquidar el aire es una operación común y ordinaria, que ha entrado de lleno en la industria.

Como se manda á la tienda por una botella de agua de seltz, se podrá mandar por una botella de aire; pero no de aire gaseoso, sino de aire semejante al agua ó á otro líquido cualquiera.

Estas invenciones modernas todo lo trastornan, y hasta á la gramática atropellan.

Hace algunos años, decir *aire gaseoso* hubiera sido un soberano disparate y un pleonasmo ridículo. Hoy es una frase natural y, además, necesaria. No basta decir aire; es preciso decir aire gaseoso, ó aire líquido, ó aire sólido.

La ciencia experimental ha comprobado los mayores atrevimientos de la ciencia teórica, como sucede la mayor parte de las veces cuando la ciencia

teórica es sólida y cuando sabe anticiparse á la misma experiencia.

Descubre un astro, mejor dicho, lo profetiza cuando nadie lo ha visto, cuando la observación constante de todos los astrónomos lo niega.

Por el estudio de unas ecuaciones anuncia la refracción cónica, fenómeno desconocido y jamás observado, pero que al fin se observa.

Por la teoría de Mendeleef anuncia nuevos cuerpos simples, pero que por fin se descubren.

Y asimismo hace muchos años que los físicos afirmaron este atrevido teorema. Todos los cuerpos, para temperaturas y presiones convenientes, pueden pasar por estos tres estados: estado sólido, estado líquido, estado gaseoso.

No hay cuerpo simple que no pueda pasar por estas tres formas; después el cuerpo más denso, desde el platino, por ejemplo, hasta el cuerpo más ligero, el hidrógeno.

Y en efecto, hoy se liquida y se solidifica el hidrógeno. Con lo cual no es maravilla que se liquiden y solidifiquen el oxígeno y el ázoe, y, por lo tanto, el aire.

El razonamiento en que se fundan los físicos para formular tal afirmación era natural y era sencillo, pero era hipotético: aun hoy mismo lo es.

Los cuerpos—decían—se componen de moléculas, y las moléculas de átomos. Entre estas partecillas de

los cuerpos existen fuerzas atractivas: la atracción universal de la materia. Y fuerzas repulsivas: la repulsión universal del éter. Y la vibración mayor ó menor, que es como decir el calórico medido por la temperatura de estos átomos y de estas moléculas, tienden con más ó menos energía á separarlos.

De suerte que un cuerpo sólido, por ejemplo, no es más que un sistema en equilibrio. El calórico procura su dilatación: la presión del ambiente se opone á ella; las atracciones y repulsiones interiores completan el equilibrio.

Y así, cuando las atracciones dominan á las moléculas, están muy próximas y muy sujetas, tendremos los cuerpos sólidos.

Cuando atracciones y repulsiones se equilibren de cierto modo, y las moléculas giren y vaguen por la masa con más ó menos libertad, tendremos los cuerpos líquidos como las bolillas de acero de los ejes de las bicicletas, que imitan, en cierto modo, por su movilidad, las gotas de un líquido.

Cuando las fuerzas repulsivas dominen, y las atracciones internas y las presiones externas no consigan dominar las fuerzas repulsivas, tendremos los gases.

De donde se deducía lógicamente, admitida la hipótesis, que esto de ser una sustancia sólida, líquida ó gaseosa, era cosa puramente accidental.

Un cuerpo no es sólido, líquido ó gaseoso *per se*, como dicen los escolásticos, sino *per accidens*.

Descendiendo la temperatura del aire, y aumentando su presión, el aire debe convertirse en cuerpo líquido y hasta en cuerpo sólido.

El aire, el oxígeno, el azoe, el hidrógeno, podrán presentarse en cualquiera de estos estados.

Lo que sucede con el agua, que es líquida en los mares y en los ríos; que es gaseosa, cuando se convierte en vapor; que es sólida, cuando se trueca en pedazo de hielo, no es una excepción, no es caso particularísimo, no es un privilegio. Es la manifestación de una ley general.

Todas estas teorías, que pudieran pasar en otro tiempo por atrevimientos filosóficos, son hoy realidades tangibles.

Hoy podemos tener un frasco de aire líquido, una capa de aire líquido, un surtidor de aire líquido también, en un ambiente de aire gaseoso.

Y se ha realizado este triunfo, ni más ni menos que como la ciencia teórica lo había indicado; aumentando la presión del aire á centenares de atmósferas, haciendo descender su temperatura casi centenares de grados.

Variando la presión y la temperatura convenientemente, se puede hacer que todos los cuerpos pasen por los tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

Y claro es que prescindimos de ciertos problemas relacionados con el cambio de estado de los cuerpos, por ser problemas muy hondos, muy sutiles, é im-

propios de crónicas de carácter popular como la presente.

Señalamos una ley general, dibujándola á grandes rasgos. Y sirva esta advertencia para prevenir ciertas críticas, que serían justas si no les saliéramos al encuentro.

Pero, ¿hay manera práctica de realizar esta ley general?

Existen ciertamente procedimientos que hoy no describiremos, porque no tenemos tiempo para ello, pero que describiremos en otra ocasión, á pesar de su carácter técnico, procurando ponerlos al alcance de nuestros lectores.

Por el momento, no hemos de salir de la parte teórica y general del problema, y encarándonos en este campo, diremos que hay medios de aumentar ó disminuir la presión en escala extensísima, y que también en escala muy extensa hay medios de aumentar ó disminuir la temperatura.

De lo primero no dudan mis lectores, puesto que conocen las maravillas que hoy realiza la mecánica.

Respecto á la temperatura, con el arco voltaico se sube á 2 ó 3.000 grados; y en cuanto á manera de disminuirla, se han realizado en estos últimos tiempos verdaderas maravillas, llegando, si no al frío absoluto de la teoría, es decir, á la inmovilidad de los átomos, por lo menos á un grado de frío que se aproxima mucho á dicho límite. Grado tal,

que toda combinación química es imposible; en que las afinidades más poderosas parecen heridas de muerte; en que los ácidos más enérgicos, las más enérgicas bases, están en presencia como cuerpos inertes, y dijérase que así como el frío acababa con la vida, infunde una muerte especial en el mismo seno de las substancias inorgánicas; ¡la muerte de la inmovilidad!

Prescindiendo de los procedimientos prácticos que Mr. Pictet y otros físicos han empleado para obtener resultados tales y sin abandonar el terreno de la teoría, como antes anunciamos, puede demostrarse que hay modo de robar á un cuerpo indefinidamente su calor.

Para hacernos comprender, sirvámonos de un ejemplo, ó, mejor dicho, de un símbolo bien conocido de nuestros lectores.

Si una masa de agua cae de un nivel superior á un nivel inferior y encuentra en su camino un receptor hidráulico, por ejemplo, una turbina, sabido es que desarrolla un trabajo motor.

Así, pues, el hecho de caer el agua de una catarata, puede utilizarse para la creación de cierta energía industrial.

Y después de haber obtenido esta fuerza cierto número de litros que estaban en el tramo más alto quedan en el tramo inferior.

Pero el fenómeno podemos decir—empleando una

palabra admitida por la ciencia—que es reversible. Es decir, que puede invertirse.

Así como la caída del agua se convierte en fuerza, empleando una fuerza extraña, por ejemplo, una máquina de vapor, podemos sacar agua del depósito interior y subirla al depósito superior.

Empleando términos abreviados, afirmaremos, que en el fenómeno directo la caída del agua crea fuerza, y que en el fenómeno inverso consumiendo fuerza se puede hacer subir cierta cantidad de agua.

Pues tratándose del calórico y aplicando el fecundo principio de Carnot, tenemos derecho á repetir esto mismo, aunque con ciertas diferencias fundamentales que ha puesto en claro la ciencia moderna.

Un cuerpo á alta temperatura, semeja, aunque no con toda exactitud, una masa de agua en un tramo superior.

Y un cuerpo á baja temperatura, simboliza, en cierto modo, el tramo inferior de la catarata térmica.

En una máquina de vapor, por ejemplo, el hogar es el tramo superior, la parte alta de la catarata de fuego; y el condensador en unos casos, y en otros casos la atmósfera, es el tramo inferior, el pie de la catarata el depósito bajo de calórico.

Y como el agua al caer de lo alto á lo bajo de la catarata engendra fuerza al encontrar la turbina, el calórico al abandonar el hogar y venir al condensa-

dor pasando al través de la máquina de vapor, engendra fuerzas también.

Con una diferencia, sin embargo: que toda el agua que sale del depósito superior y prescindiendo de la que se evapore en el camino, en el depósito inferior se recoge, y esto no sucede con el calórico.

Pero de todas maneras, si no todo el calor que perdió el hogar, una buena parte en el condensador cae. Y este es, precisamente, el defecto de las máquinas de fuego. Esta pérdida es ineludible porque se funda en una ley de la Naturaleza.

Y hecha esta salvedad, continuemos nuestra explicación.

Como el fenómeno hidráulico era reversible, el fenómeno térmico lo es también.

El calórico al caer engendró fuerza. Pues empleando la fuerza de otra máquina podemos hacer que el condensador suba calórico al hogar, como antes con una bomba podíamos hacer que subiese agua del depósito inferior al superior. Pero sacar agua del depósito inferior es enfriarlo, y como la operación no tiene límites—al menos en teoría—hasta el agotamiento total del depósito más bajo, claro es que podremos enfriar tanto como nos plazca cualquier cuerpo, tomándolo por tramo inferior de la catarata de fuego.

Y, caso extraño, como la máquina elegida para efectuar esta operación puede á su vez ser una má-

quina de fuego, habremos resuelto de paso este problema inverosímil: con el fuego crear el hielo, con el calor crear el frío. Y parodiando aquella frase del lego de *Don Alvaro*, del inmortal Duque de Rivas, cuando decía: «Tiene cosas muy raras el padre Rafael», podemos decir nosotros: «Tiene cosas muy raras la ciencia».

Muy raras, pero admirables.

TRANSPORTE Y CENTRALIZACION DE FUERZAS

Lo hemos dicho en otras ocasiones. Los grandes descubrimientos modernos relativos á la electricidad y sus aplicaciones, no han venido á aumentar el caudal de las energías disponibles para la industria humana.

El dinamo no ès una máquina creadora de fuerza.

Es un invento maravilloso: está transformando todas las industrias, todas; pero no las transforma porque acreciente el capital *energía*.

Es, pues, un invento de un orden completamente distinto de aquel orden á que pertenece la invención de la máquina de vapor, ó, mejor dicho, de las máquinas de fuego.

Un aumento de animales de carga ó de tiro en un mercado y de la sustancia alimenticia correspon-

diente, es un aumento de fuerza. El número de kilográmetros de que antes disponía ha crecido: hay fuerza, nueva fuerza para la industria de transportes.

El descubrimiento de una mina de carbón de piedra es todavía un aumento de energía disponible.

Una catarata que se deshace en espuma en el seno de un monte, es una fuerza también que está pidiendo un empleo útil.

Y, en cambio, todos los dinamos que emplea la industria moderna no traen consigo ni un kilográmetro; y perdónese la exageración aparente, que en esta exageración se oculta una gran verdad.

La catarata representa una fuerza nueva, porque todo peso que está en una altura, y que desde ella cae atraída por la masa terrestre, representa un trabajo mecánico que, por lo pronto, es trabajo utilizable, y que cuando se utilice será trabajo industrial, como antes decíamos. Y un pedazo de carbón de piedra representa también una energía potencial, porque se halla rodeado de aire, y cuando se coloque en un hogar, y en condiciones oportunas, las moléculas de oxígeno de la atmósfera se precipitarán sobre él, y al efectuarse la combinación química se desarrollará calórico que podrá aplicarse, por ejemplo, á la máquina de vapor.

El caso es el mismo que el de la catarata que antes citábamos. Es otra catarata; catarata, por decirlo así, invisible, de la cual no vemos más que lo que

pudiera llamarse espuma luminosa, pero que en el fondo equivale á la masa de agua que se despeñaba por el tajo de la montaña. En ésta, eran gotas de agua que caían hacia el centro de la tierra. En el hogar de una locomotora son moléculas de oxígeno las que caen sobre la masa de carbón.

Las apariencias de ambos fenómenos son distintas, su esencia es la misma.

Los sentidos que son torpes, vulgares y prosaicos, consideran ambos fenómenos como totalmente diversos.

No hay manera de convencer á los ojos que aquella masa de agua que viene por entre peñas, que se encuentra con un tajo, que por él salta en forma de lámina líquida, que llega al fondo y se deshace en espuma, es lo mismo, exactamente lo mismo, que unos cuantos trozos de carbón que se hacen ascuas en el hogar de una locomotora.

Pero la razón humana, que materialmente ve menos, ve mucho más en lo invisible. No se contentaba con las apariencias: va al fondo de las cosas, y al llegar á este fondo tan misterioso como sublime, ve desprenderse del aire cataratas de oxígeno que caen sobre el carbón.

Así, siempre que un cuerpo es atraído por otro, á lo largo del camino que recorre desarrolla un trabajo. Y estas son las energías que la industria aprovecha, y no puede aprovechar más que estas energías.

La industria no vive sino utilizando *desniveles, desigualdades y diferenciaciones*. Si en todo existiese una estúpida nivelación, ni existiría la industria, ni la vida existiría.

¿Cómo se separaron las cosas, los seres, los átomos? ¡Quién lo sabe! Filosofen los filósofos, aguce sus ideas la metafísica, forjen hipótesis los aficionados, que el hombre de ciencia positiva se limita á señalar los hechos; y la industria, es decir, la ciencia práctica, los utiliza. Y como sabe que cuando dos cosas están separadas pretenden unirse por atracciones reales ó aparentes (importa poco), en este hecho de caer una sobre otra, de precipitarse y de unirse, hay siempre un desarrollo de energía, sorprende la unión al paso y aprovecha la energía desarrollada, las ansias de unión, por decirlo así, para utilizarlas en la producción universal.

Por eso el animal doméstico, que consume alimentos, engendra fuerzas musculares en varias de las reacciones químicas que se desarrollan en su organismo.

Por eso la catarata, que se desploma en una montaña atraída por la tierra, desarrolla trabajo ó energía que sorprende, y recoge una turbina.

Por eso el carbón que se quema en un hogar—y decir que se quema es decir que llama á sí y recoge en el lecho abrasado de sus ascuas á las moléculas de oxígeno que vagan por el aire—, engendra calor,

es decir, fuerza, que dilatará el agua de la caldera y la convertirá en vapor y empujará los émbolos motores.

Pues nada de esto sucede en el dinamo, y por eso el dinamo no engendra fuerza, es decir, no la engendra por sí ni por su propia virtud.

El dinamo no aprovecha los desniveles eléctricos de la Naturaleza.

En la Naturaleza existen desniveles eléctricos, ¡quién lo duda!, á veces formidables, y si no, que lo diga el rayo. Pero existen accidentalmente, son pasajeros, y no valen como fuerza lo que aparentan valer.

Por otra parte, los desniveles ordinarios que nosotros conocemos son harto mezquinos, ó si no son mezquinos en sí, lo son todavía para las aplicaciones prácticas.

En la industria eléctrica, en las grandes instalaciones, en los dinamos mismos, existen estos desniveles eléctricos. Precisamente, cuando se habla del voltaje, ó de diferencias de potenciales, de estos desniveles eléctricos se habla. Pero estos no son *desniveles naturales;* no los hemos encontrado en la Naturaleza, como hemos encontrado en ella la catarata en lo alto, el carbono separado del oxígeno.

Si representamos la electricidad por el éter más ó menos condensado, sea esta representación real, sea puramente simbólica, podemos asegurar que no

existen en la Naturaleza regiones en que el éter está á la alta tensión, próximas á otras regiones en que el éter está más dilatado; de suerte que, por natural tendencia, se precipite de las primeras regiones hacia las segundas como viento etéreo, como gas que sale del gasómetro y corre por una cañería.

Estos desniveles eléctricos, esta diferencia de potenciales, ó si se quiere, esta diferencia de voltaje, ó no existen en la Naturaleza en condiciones utilizables, ó no *hemos dado* con la catarata ó con el viento etéreo; es decir, con el éter fuertemente diferencial.

Existen, sí, en los dinamos estos desniveles eléctricos, representados por 500 wolts, ó por 1.000 wolts, ó por 2 ó 3.000 acaso; pero no como producto espontáneo de la Naturaleza, sino como producto artificial de la industria humana.

Estos desniveles el hombre los ha creado consumiendo fuerzas; mejor dicho—porque es la palabra propia—, consumiendo trabajo.

Por eso el dinamo nunca está solo: solo sería un hacinamiento de metal, una masa inerte, incapaz de crear ni un kilográmetro de fuerza. El dinamo va siempre acompañado de una máquina motriz, que es la que engendra y de la que brota la energía que por el dinamo circula en forma de corriente eléctrica.

Todo dinamo — según hemos explicado tantas veces—, no es otra cosa que un ovillejo de alambre, que gira con rapidez suma en presencia de un imán

ó de un electroimán, en cuyo alambre, sólo por el hecho de moverse entre los polos magnéticos, brota la corriente.

Pero esta energía eléctrica la engendra por el movimiento del inducido, que es el ovillejo, la máquina á que el dinamo va acoplado.

Y esta máquina, esta fuerza motriz, puede ser cualquiera: una máquina de vapor, una máquina de gas, ó de aire caliente, ó de vapores complicados, una turbina que recogiese las energías de cualquier catarata, una rueda de paletas que recibiese el impulso de un río, un molino de viento, un receptor del agua almacenada de las mareas ó del calor solar ó de una reacción química, y hasta podría ser el esfuerzo muscular de muchos caballos ó de muchos hombres.

En esto consiste precisamente el carácter prodigioso del dinamo.

No *crea la fuerza*, pero las unifica todas y á todas las convierte en corriente eléctrica.

Es una máquina que realiza la unidad de cuantas fuerzas existen ó puedan existir.

Todas ellas se convierten en desnivel eléctrico, es decir, en cierto número de voltios y corriente eléctrica, ó sea un determinado número de amperios; y en último análisis, en trabajo eléctrico representado por el producto de los amperios por los voltios.

Pero no sólo da unidad á la diversidad infinita de

las fuerzas, sino que las moviliza de una manera prodigiosa.

La máquina de vapor es una masa enorme, que se puede transportar de un lado á otro con facilidad; y el carbón que consume anualmente representa centenares de toneladas.

Una catarata, allá en el monte está entre peñascos y riscos y soledades. ¿Quién la lleva á una fábrica? ¿Quién la transporta á un centro industrial?

Todas estas son fuerzas dispersas, inútiles, perezosas, que pérezosamente se consumen.

Son fuerzas que llevan una impedimenta colosal; son fuerzas demasiado apegadas á la materia.

Pero cuando todas estas fuerzas se convierten en energía eléctrica, bien puede decirse que han espiritualizado cuanto la fuerza material puede espiritualizarse.

Convertida la catarata ó convertida la energía química del carbón de piedra en energía eléctrica, por un hilo se llevan á 200 ó 300 kilómetros de distancia centenares de caballos: prodigio de la ciencia moderna que es asombro de la razón y que apenas la imaginación puede concebir.

Y cuando la corriente eléctrica llega al punto de su destino, para que se transforme en fuerza industrial, es decir, en fuerza aplicable en todos los usos de la industria, sólo hace falta otro dinamo.

Porque el dinamo es reversible, según la palabra consagrada; cuando el ovillejo se mueve en presencia del imán, por la acción de una fuerza exterior, la corriente nace en el hilo metálico. Pero, á la inversa, cuando á un ovillejo metálico llega una corriente, el ovillejo se mueve.

El movimiento engendra la corriente; pero después la corriente engendra el movimiento, y le engendra con gran energía, si grande fué la de la fuerza origen de esta evolución.

De suerte que todo este invento prodigioso del transporte eléctrico de fuerzas depende de tres elementos. En el punto de partida, la fuerza ó la energía que ha de transportarse y un dinamo que se transforme en corriente eléctrica; después, un hilo ó conductor para salvar la distancia y por la cual la corriente eléctrica marche. Y al fin, en el punto de llegada, otro dinamo para recibir la corriente y para convertirla en fuerza utilizable con sólo el movimiento de rotación del dinamo.

Dos dinamos y un hilo metálico.

Ó, si se quiere, dos imanes, dos ovillejos y un conductor.

Dijimos antes, que el dinamo no creaba fuerza; que no hacía otra cosa que dar uniformidad á todas las fuerzas naturales. Y decimos ahora, que las transporta con facilidad admirable: de suerte que por medio de hilos ó conductores pueden reconcentrarse en

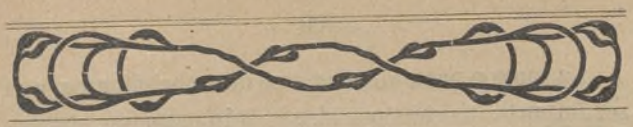
los centros de la industria fuerzas inmensas esparcidas por el globo terráqueo.

Así, pues, el dinamo ejerce todas estas acciones sobre las energías de nuestro globo: la electricidad las moviliza, las transporta, las centraliza donde conviene que estén centralizadas. Y así, después de centralizadas, conviene subdividirlas para el consumo y hasta llevarlas á domicilio. También esto se consigue con el dinamo y por nuevo sistema de conductores, como sucede con la luz eléctrica.

He aquí, pues, cómo el dinamo, sin constituir una nueva fuerza, ejerce funciones de transcendental importancia, como son todas las de la distribución en los organismos, sean organismos naturales, sean creaciones de la moderna industria.

Por medio del dinamo se utilizan fuerzas que de otro modo serían perdidas por completo.. Y desde el punto de vista práctico, utilizar energías que antes no se utilizaban, vale tanto como crear nuevas energías, y aun para la vida de las sociedades, el dinamo es un mecanismo creador de fuerzas; pues si no las saca de la nada, la arranca del seno de la Naturaleza, la desamortiza, le presta alas etéreas y la lanza por una corriente nerviosa de hilos metálicos.

Así el siglo XIX, en lo que tiene de grande desde el punto de vista industrial, puede decirse que es el siglo de la máquina de vapor y del dinamo.



EL TIEMPO AL REVÉS

En el orden de la ciencia y de las invenciones, es decir, de la ciencia pura y de sus aplicaciones útiles, el carácter de nuestro siglo es la fecundidad.

También en otros siglos se realizaron grandes descubrimientos; pero muchos de ellos resultaron estériles, al menos en un largo período.

Eran aparentemente como una raza que se agota; como la ascensión por una ladera: se asciende por ella cien metros, pero no se ha llegado á la cima, en la misma ladera se continua y el horizonte es el mismo de antes, visto de mayor altura.

Pero en nuestro siglo XIX sucede lo contrário.

Es llegar á la cima; es descubrir nuevos horizontes; es ver á lo lejos nuevas cúspides, que nos están, por decirlo así, llamando.

La mayor parte de nuestros descubrimientos, con ser importantísimos por sí, son aún más importantes por la fecundidad que entrañan. No son el último término de una serie, sino el punto de partida de nuevas y numerosas series.

A cada invención, como si fuere encrucijada de infinitos caminos, nuevas vías se extienden ante el explorador.

Y esto sucede con los grandes inventos y sucede con los inventos de menor importancia.

Hablábamos en otro artículo del cinematógrafo, ese maravilloso juguete que perpetúa el movimiento, que graba los *instantes* como se graban las letras en un libro, que materializa y conserva lo pasado como si lo pasado no pasase ó como si estuviera siempre dispuesto á pasar ante nuestra vista.

Hace bastantes años leíamos un libro curiosísimo de un sabio francés, libro cuyo título era *Les entretiens de l'infini*, y en que el insigne escritor, dando rienda suelta á sus imaginaciones y suponiendo realizado lo que parecía imposible, fabricaba una especie de cinematógrafo astronómico.

Suponía el autor, que su espíritu viajaba por el espacio y que iba encontrando en él las varias imágenes de la tierra ordenadas á modo de fotografías. Porque, es indudable: en cada momento, cada región de la tierra manda su imagen al espacio en rayos vibrantes de éter; y si la atmósfera no debilitase los

rayos luminosos; y si además éstos no fueran perdiendo en intensidad con su creciente divergencia; y si además el espíritu viajero estuviera dotado de extraños, sutilísimos y trascendentales sentidos; si todas estas circunstancias, repetimos, pudieran realizarse, y el novelista ó el poeta ó el soñador están en su derecho al suponerlas realizadas, en caso tal, es evidente que iríamos encontrando por el espacio algo así como fotografías etéreas de nuestro globo; hojas superpuestas del inmenso libro de nuestra historia humana; álbum estupendo y esférico viajando por el espacio hacia lo infinito.

Y así el sabio á que vengo refiriéndome, cuenta, en estilo poético y lleno de interés, cómo fué encontrando fotografías de la Historia de Francia, que es la que naturalmente escoge, desde la época geológica hasta la Francia de la Revolución.

Estos serán sueños, delirios, imaginaciones fantásticas, y, sin embargo, estas imaginaciones y estos sueños, aunque en esfera más modesta, se han realizado en ese ingeniosísimo aparato que hoy recorre todas las capitales de Europa.

Y, aunque en círculo más limitado, reproduce el sueño del poeta, porque en este sueño parece como si no se atreviera más que á ver cada imagen en sí, y el nuevo mecanismo las enlaza todas y reproduce el movimiento.

Pero he dicho antes, que cada invención es el

punto de partida de otras nuevas invenciones, como germen fecundo que arroja de sí nuevos seres. Y esta idea la vemos ya confirmada en el invento particular de que nos ocupamos, realizándose en él lo que jamás ha podido realizarse, lo que la naturaleza no realizará nunca.

Vamos á explicar esta proposición, al parecer absurda. «Hacer nosotros lo que la naturaleza no puede hacer.» Ó, si la fórmula parece sobradamente ambiciosa, «fingir que hacemos lo que no puede hacerse».

Precisemos las ideas.

El espacio es homogéneo en todas direcciones; es el mismo en un sentido que en el sentido opuesto.

Podemos recorrer una línea, y cuando bien nos plazca, recorrerla en sentido contrario. Ir, por ejemplo, de Madrid á París; y en llegando á París, volver á Madrid otra vez.

En el espacio cabe avance y retroceso, y en uno y otro sentido el camino no tiene fin. Y, además, el avance y el retroceso dependen de nuestra voluntad y está en nuestros medios, con ser nuestros medios de acción tan mezquinos.

Pero lo que podemos hacer en el espacio no podemos hacerlo en el tiempo. Ni el tiempo retrocede jamás, ni en el tiempo podemos retroceder. Tiempo que se recorre, ya no se recorrerá nunca; es un río en el cual no se puede navegar hacia el origen. Jamás descubriremos la fuente de donde brota. Río abajo se na-

vega, y tiempo abajo va corriendo la existencia hasta el mar «que es el morir». Pues bien, este imposible se puede vencer con el nuevo aparato, ó, por lo menos, «podemos hacernos la ilusión de que lo hemos vencido»; y, en este terreno, forjar apariencias que causen la ilusión de realidades, es un triunfo digno de aplauso y de admiración.

En la obra francesa á que antes nos referimos, se plantea este problema y se resuelve en el terreno de la imaginación, por manera tan sencilla como ingeniosa.

Si aquel observador, espíritu puro que vaga por el espacio, como decíamos hace poco, fuese penetrando por las regiones infinitas en persecución de las ondas de éter, que en sus vibraciones se llevan las móviles fotografías de las varias regiones de nuestro globo; si aquel observador, repetimos, caminase con *más velocidad* que las enormes capas fotográficas, es decir, con una velocidad superior á la de la luz, es claro que iría encontrando imágenes más y más antiguas y vería las escenas terrestres *en orden inverso*. Primero, las escenas del año 93, por ejemplo; después, las del año 92; después, el París del 91; y así, caminando siempre hacia atrás, el tiempo habría girado 180 grados; la historia habría dado la vuelta.

Si esta experiencia imaginaria pudiera realizarse, veríamos el tiempo invertido; el tiempo al revés, como dice el epígrafe de este artículo.

Pero la experiencia puede realizarse, aunque en pequeña escala, con el cinematógrafo.

Sembremos, por ejemplo, un rosal, y en cuanto empiece á crecer el tallo, instalemos el aparato de Edison ú otro aparato análogo, convenientemente modificado, enfrente de la planta, y tomemos, no 15 fotografías por segundo, que no es necesario tanto, sino una fotografía por hora, ó cada doce horas, iluminando las sombras de la noche con luz eléctrica, y así durante dos ó tres meses.

Aplicando después esta cinta á un cinematógrafo, todas las imágenes se enlazarán en un movimiento continuo, y veremos crecer el tallo y brotar yemas, y brotar ramas y aparecer las hojas; y, á su vez, crecer y dibujarse el capullo y abrirse lentamente y convertirse en rosa, y coronarse de rosas el rosal.

La vida continua, el crecimiento incesante, e hermoso desarrollo de la planta, aunque crecimiento y desarrollo abreviados.

Pero si hacemos que esta misma cinta *marche en el cinematógrafo en sentido contrario*, habremos invertido el tiempo; quiero decir, que lo recorremos en sentido inverso, y veremos primero el rosal coronado de rosas; y por movimiento incesante y continuo, las rosas se irán encogiendo y cerrando, y se irán apretando sus pétalos, y cada rosa irá retrocediendo hacia su capullo, aunque apareciendo todavía los matices sonrosados de la flor. Y luego el capullo

será todo verde, y luego será cada vez más pequeño, y luego será yema, y al fin se embeberá en la rama; y las ramas se irán recogiendo, como se irán recogiendo las hojas, hasta que no quede más que el primer brote; hasta que, disminuyendo y disminuyendo, desaparezca en la tierra.

De suerte que, si no en realidad, en la apariencia podemos hacer lo que la Naturaleza ni aun en la apariencia ha podido realizar: «Hacer que el tiempo marche hacia atrás.»

Y es que la Naturaleza obedece á leyes fatales, y el hombre—aunque en esfera muy pequeña—siente y utiliza los aleteos de la libertad.

POR QUÉ DILATA EL CALOR

En la ciencia, buscar *el por qué* de los fenómenos no es buscar su fondo metafísico, ni es penetrar en sus misteriosos senos; es, pura y simplemente, reducir unos fenómenos á otros, es agruparlos y clasificarlos, formando de esta suerte grandes familias.

Y si la ciencia del mundo inorgánico pudiese reducir todos los hechos *á uno solo*, aunque ese fuese metafísicamente inexplicable, la ciencia positiva había realizado su más alta misión y su más fecunda síntesis.

Esta es la gran aspiración de la ciencia moderna, y trata de realizarla con las hipótesis llamadas *mecánicas*, en las que todo procura explicarse por la *materia y el movimiento*. Contra esta tendencia *sintética y mecánica* se nota en muchos sabios cierta enemiga

y mal querencia, y hasta pretenden sustituir á *las hipótesis mecánicas las hipótesis físicas*, lo cual, á mi entender, es un gran error y un lamentable retroceso.

Pero sea de estas cuestiones lo que fuere, en lo que dijimos al principio todos están conformes: la ciencia aspira á unificar los hechos, á reunirlos en grupos, á prescindir de apariencias y á buscar en el fondo de los más desemejantes fenómenos, un fenómeno único y un hecho común.

Fijémonos bien las ideas por medio de algunos ejemplos.

Allá en el espacio, en los negros senos de nube tempestuosa, estalla el rayo: una línea angulosa de viva luz se destaca sobre el fondo sombrío, iluminándolo un instante con rojizo ó cárdeno resplandor. He aquí *un hecho* que hace centenares de siglos presencian los hombres. ¿Qué es eso y por qué será eso?, se habrán preguntado millones y millones de veces, millones y millones de seres humanos.

Allá, en el fondo de un gineceo, una belleza helénica se habrá entretenido, probablemente, en edades remotas, en frotar las cuentas de ámbar amarillo, que mercaderes fenicios le trajeron de las costas del Báltico; y recortando en seguida las puntas de las alas del ave predilecta de Venus, curiosa y risueña habrá pasado las horas de ocio viendo cómo los electrizados granillos atraían las ligeras recortaduras.

En rigor, no hace falta el gineceo, ni aun la belleza helénica, que bien podría ser una tarasca; ni mucho menos la blanca paloma, puesto que recortaduras de papel sirven para el caso; pero, de todas maneras, es preferible imaginarse una jóven bonita recortando alas, á plantarse ante los ojos á una vieja recogiendo hilachos.

De todas maneras, tenemos *este segundo hecho:* el ámbar frotado atrae los cuerpos ligeros.

Allá, en tiempos muy posteriores y muy próximos á los nuestros, el físico Galvani ó su señora mujer Lucía Galiacci, haciendo una operación anatómico culinaria con *una rana* sobre el hierro de un balconaje, observa que al contacto de los metales, el ya difunto animal *se estremece. Otro hecho:* otro *tercer hecho* el estremecimiento de una rana.

¿Qué inteligencia hay tan poderosa, tan penetrante, que á primera vista descubra, ni semejanza alguna, ni la más remota analogía entre éstos tres fenómenos?

Fuera, lejos, en lo alto, nubes tempestuosas que el aquilón arrastra, masas negras que chocan entre sí en los aires, como monstruo de las tinieblas empeñadas en fantástica batalla, y una línea angulosa de luz estallando con estampido prolongado.

En el fondo de un *boudoir* clásico unas plumas recortadas adhiriéndose á un grano de ámbar.

Una rana muerta, estremeciéndose en las ma-

nos de una cocinera sobre los hierros de un balcón.

El rayo de Jove, el electrón de los griegos, el batracio de Lucia Galiacci: ¿en qué se parecen estas tres cosas?

En la magnitud: lo más grandioso; lo más mezquino; lo más prosáico.

Ni en el sitio: la nube tempestuosa; un entretenimiento casero; el balcón de una cocina.

Ni en la apariencia: luz angulosa y relámpago y trueno; atracción de dos cuerpecillos; estremecimiento de una rana muerta.

Extremos más disparatados, fenómenos mas distintos, cosas que menos se parezcan, no es posible que se los imagine el hombre más aguerrido en conflictos de contrastes y antítesis. Ni el mismo Victor Hugo podría hacer chocar allá, en las apocalípticas profundidades de su cerebro, *el rayo, el ámbar y la rana.*

Y, sin embargo, la ciencia ha encontrado *la unidad de esa variedad.* Donde los sentidos sólo ven infranqueables abismos y disparatados despropósitos, ve la razón abrazos estrechísimos. El rayo es *electricidad*, la atracción del ambar es otro fenómeno *eléctrico*, la sacudida del renacuajo á la *corriente eléctrica* es debida.

Por eso la ciencia, en sus cúspides, en sus grandes leyes, en sus unidades supremas, no sólo es grandiosa, sino que es eminentemente bella, con suprema hermosura.

Para el que sólo ve el andamiaje en que se apoyan los obreros al construir un edificio, el edificio no podrá ser bello; para el que echa abajo maderos y tablones, quita cuerdas y espuertas y limpia manchones de cal, la hermosura arquitectónica del monumento aparecerá en sus líneas, en sus contornos, en la variedad de sus accidentes de piedra y en su unidad ideal.

Otro tanto sucede con la ciencia: quitad andamiajes y contemplad grandes leyes: la ciencia se ilumina.

Y vengamos ya al objeto de este artículo, que, por lo visto, corre el peligro de tener más cabeza que pies, según es de larga la introducción; aunque el peligro siempre sería menor que si no tuviera ni pies ni cabeza.

¿Por qué dilata el calor?, decimos. Lo cual equivale á preguntar: ¿Qué es el calor?

Permítaseme que presente un ejemplo: yo soy muy aficionado á los ejemplos, porque, á mi entender, los ejemplos son el *álgebra de la ciencia popular*. El álgebra de la alta ciencia no es otra cosa: un *simbolismo*. Que los ejemplos mal escogidos pueden falsear las ideas, nadie lo duda; pero otro tanto sucede con el *Álgebra matemática* cuando se aplica á todo trance y atropellando la realidad de los hechos.

Un cuerpo sólido, un pedazo de hierro, pongo por caso, se calienta, y al calentarse *se dilata*.

Sube la temperatura, pues sube la columna del termómetro, es decir, se *dilata* el *mercurio*.

Se calienta agua en una caldera, pues también aumenta de volumen, *también se dilata*, y tanto, que hasta se convierte en vapor.

Y bien, ¿cómo reduciremos *este hecho* á *otro hecho*, vulgar, conocido, con el que, en suma, estemos familiarizados?

Aquí de mi ejemplo, que no es otra cosa que la traducción de las más acreditadas teorías sobre la naturaleza del calórico. *Las más acreditadas hasta hoy;* que hoy la crítica empieza á clavarlas el dientecillo. Por lo visto, para todo tiene dentadura la crítica.

Y vamos de una vez al ejemplo.

Imaginemos una llanura: en esa llanura, una multitud humana; una masa de esclavos, cautivos ó prisioneros, y todos agrupados en un apretado pelotón.

Más aún: atemos unos á otros con cuerdas y cadenas los cautivos, y apretemos el grupo todo con un cinturón elástico.

No otra cosa es un cuerpo sólido: un conjunto de moléculas atadas, por decirlo así, unas á otras con los lazos de la cohesión y oprimido en su total superficie por la presión atmosférica. Cada molécula es como un cautivo; las fuerzas de atracción internas son las cadenas que los sujetan entre sí; la presión exterior es el cinturón elástico del ejemplo.

Supongamos ahora que por una causa cualquiera, moral ó material, el pelotón de esclavos se agita y cada uno de ellos se revuelve, empuja y gira, estirando las cuerdas y tendiendo las cadenas. ¿No es evidente que estas agitaciones internas se transmitirán hacia fuera, y la masa toda se ensanchará, dilatando el cinturón que la rodea?

Pues esto mismo sucede en todos los cuerpos por la acción del calor. El calor no es otra cosa que la agitación de las moléculas, de los átomos, de las partecillas todas del cuerpo: los cautivos moleculares que se revuelven y que con movimientos rápidos pugnan por romper sus ligaduras, esparciéndose por el espacio.

Por eso se ensancha el cuerpo, por eso se dilata, por eso se estiba su contorno, para dejar hueco á los movimientos interiores.

Por eso, *calor y movimiento* son una misma cosa. Por eso, todo choque, todo rozamiento, toda presión, *se convierte en calor*. Por eso, á la inversa, *todo calor* puede convertirse en movimiento. Si él lo es, ¡qué mucho que aparezca visible en las máquinas lo que es *invisible* en forma de calor en los cuerpos cuya temperatura crece!

El hecho primitivo no puede ser más elemental: las consecuencias no pueden ser más transcendentales. Como que dan origen á la Termodinámica, una de las ciencias más fecundas de nuestro siglo.

En otra ocasión volveremos sobre lo mismo; por hoy, basta con proclamar *esta gran hipótesis*, mejor diría, *esta gran verdad:* el calor es el movimiento interno y vibratorio de los cuerpos; hipótesis que desarrolló Tindall en su precioso y popular libro, y que ha dado origen á tantas obras magistrales.

EL FRIO

En el artículo precedente traté de explicar lo que era el calor según la hipótesis moderna de la física; y la ley del contraste, aquella ley que en el fondo es la ley hegeliana, por la cual todo cuanto es *llama á sí* á su contrario, me obliga á tratar en el presente artículo de lo que el común sentir opone al calor como contrario suyo, lo cual significa que, anticipados los tiempos, voy á disertar sobre el frío en pleno mes de Agosto.

Esto es consolador, y viene á ser como un sorbete, que ofrezco galantemente á mis lectores para que con él templen los ardores caniculares.

He dicho que el frío es lo contrario del calor, y he dicho un solemne disparate; y aunque no lo haya dicho, disparate ha sido el darlo á entender.

Lejos de ser el frío algo contrario y opuesto al calor, es el *calor mismo*. Que estas afirmaciones, al parecer desatinadas, tiene á veces la ciencia, y con esta sorpresa nos encontramos al descender al fondo de las cosas.

Dijimos que el calor no era una entidad, no era una substancia, no era un fluido, no era otra cosa que la vibración de las *últimas partículas ó moléculas de los cuerpos*. Vibración que el sentido de la vista no percibe, porque como tienen pequeña amplitud las vibraciones de que se trata, la forma aparente de los cuerpos no cambia, como no cambia la forma de una muchedumbre poderosamente agitada cuando se ve desde lejos: ó cambian muy poco, por lo que se ensancha; y esto mismo sucede con los cuerpos al dilatarse.

Pues bien: también los cuerpos fríos, también la nieve que cubre los campos, también la superficie helada del riachuelo y los témpanos de hielo en el Norte, con ser cosas que alejan de sí la idea del *calor*, están sujetos á la vibración interna, y, por lo tanto, la nieve y el hielo y el témpano *son cuerpos calientes*.

¡Vaya usted á convencer á nadie de esta verdad! Y, sin embargo, es una verdad como un templo, y perdóneseme lo vulgar de la frase.

Los cuerpos más fríos, las mezclas frigoríficas más íntimas, son masas cuyas moléculas están en vibra-

ción, y por lo tanto son masas calientes: sobre esto, no le quede la menor duda á mis lectores; y como se vayan convenciendo de esta verdad, han de encontrar gran consuelo, ó consuelo filosófico, por lo menos en el invierno próximo.

El frío, el verdadero frío, el frío absoluto, el que nada tiene que envidiar á otro frío cualquiera, el que ya no es calor, aunque tampoco se ponga al calor como negación contraria, es el que correspondería al grado 273 bajo cero de la escala termométrica.

¿Y por qué?, preguntarán mis lectores, sorprendidos con esta nueva estupenda afirmación.

Porque, según parece, á esta temperatura cesa toda vibración interna de la materia, por lo menos la que constituye al calor. Las moléculas se quedan en su sitio: no vibran, no se mueven, están muertas, están heladas; y faltando todo movimiento, falta el calor, que, como hemos dicho tantas veces, no es más que movimiento interno de la materia.

Ya no se halla ésta, como en los cuerpos sólidos que nos rodean, en equilibrio dinámico, sino en absoluto equilibrio estático.

El verdadero *frío* es, pues, el *cero absoluto del calor;* como el cero del sonido es el *silencio*.

No vibra el aire, y el aire está silencioso; y no nos trae ningún sonido, y tenemos el *silencio*.

No vibra el éter, y ningún rayo de luz penetra en nuestros ojos; y nos rodea la *sombra*.

No vibran los cuerpos y, al ser esto posible, el termómetro bajaría al cero absoluto; y veríamos materializados ante nosotros, en la mezcla frigorífica que tal portento realizase, el cero absoluto de calor.

Tres ceros, que son tres cadáveres, *sombra*, *silencio* y *frío absoluto*; como la inmovilidad absoluta del pensamiento sería otro cadáver más.

Á pesar de todo lo que hemos dicho, hablamos en términos de verdad práctica; la opinión vulgarísima que opone el frío al calor, algún fundamento tiene; pero fundamento relativo: fundamento que se refiere á nuestro propio ser, que es para todo cuanto nos rodea el único punto de comparación que poseemos.

No; para nosotros no es lo mismo el sol de estío que llueve incendios; las llanuras abrasan; los ardores de la canícula; la vida, que vibra poderosamente en nuestra sangre que se enciende, en la savia que circula por los tejidos vegetales, en la selva que se cuaja de hojas, en el jardín que se deshace en flores, en las ramas que se cargan de frutos, en la Naturaleza toda que arde con nuevo fuego; todo esto no puede ser igual, repito, al campo cubierto de escarcha, al picacho con caparazón de nieve, al cuerpo aterido, á la sangre perezosa, á la savia que huye del invierno, se baja á las raíces y en la tierra vegetal se agazapa, al sol que, metido entre nubes grises y pardas, parecen ascuas que se van apagando en las cenizas, al bosque sin hojas y convertido en muche-

dumbre de esqueletos, á la Naturaleza toda, que parece péndulo próximo á pararse y que están batiendo sus últimas y moribundas oscilaciones.

No: el frío y el calor no puede ser lo mismo para nosotros y para los seres que nos rodean, aun cuando en ley absoluta sean dos cosas idénticas por su esencia y que sólo difieren por la cantidad: más vibración ó menos vibración de las moléculas, pero vibración siempre.

Lo que hay es, según antes decíamos, que el hombre todo lo refiere á sí mismo; y lo que está, por decirlo así, encima de él causa cierta impresión en sus sentidos y le da un nombre en armonía con esta impresión; y lo que está por debajo le causa otra impresión distinta y le da otro nombre distinto también.

Diferentes son los nombres y las posiciones de ambas cosas: son diferentes respecto á nuestra propia posición, pero en el fondo ambas cosas pueden ser idénticas.

Yo estoy en una ladera de una montaña y miro hacia arriba y digo: ¡qué altura! Allá están las nubes, allá está la profundidad del cielo, por encima de mi cabeza suben los infinitos tropezando con estrellas, soles y nebulosas. Y miro hacia abajo y digo: ¡qué profundidad! ¡qué abismo! Y creo estar entre dos cosas distintas; pero si mi vista pudiera atravesar abismos y profundidades y la masa sólida del

globo terráqueo, en vez de perderse en negras simas, subiría por alturas inversas á las que tengo encima, y llegaría á los picachos de los antípodas y tropezaría también con nubes y seguiría *bajando cielo arriba* por entre soles, nebulosas y mundos, hasta perderse en el mismo infinito con que tropezó al subir, y que por arriba y por abajo y por todas partes nos rodea con su inagotable inmensidad y su unidad sublime.

Pero no nos enardezcamos, y perdónesenos la palabra, con arranques filosóficos y poéticos; bajemos un poco la temperatura de la imaginación y volvamos á tratar del *frío*, que debe ser, según promesa solemne, el único objeto de este artículo veraniego, que, aunque de lejos, comienza á olfatear la otoñada.

¿Por qué, si el frío y el calor son una misma cosa, vibración interna de la materia, con vibración más ó menos intensa, por qué, repetimos, nos parece cosa tan distinta?

Ya lo hemos dicho: por motivos puramente relativos; porque al juzgar del calor y del frío, no tomamos y tomamos el calor de nuestra sangre, y la temperatura de nuestro organismo, como término de comparación, y 50 grados de calor canicular comparado con nuestros 37 grados, representa un *exceso ó diferencia positiva* de 13 grados; y estos mismos 37 grados comparados otra vez con 5 grados bajo cero, representa 42 grados de diferencia negativa.

Los más y los menos, la cantidad positiva y la

cantidad negativa del álgebra, pero que en el fondo son grados distintos de una misma cantidad, explica la ilusión de los sentidos y el error egoista en que incurrimos.

Más aún: si tenemos presente un ejemplo de nuestro último artículo, la verdad luminosa de la explicación que precede se nos presentará más luminosa todavía. Digo que es luminosa, porque la da la ciencia, no por copiarla yo malamente.

Imaginemos *tres estanques al nivel*, pero separados por dos largas compuertas ó barreras, el primero del segundo y éste del tercero.

En el uno, el agua se agita con poderosísimo oleaje. Este estanque simboliza lo que nosotros llamamos *el calor*.

El estanque del centro también tiene su oleaje, pero *un oleaje medio*, no tan grande como el primero á que hemos hecho referencia. Pues este estanque *somos nosotros*, con nuestra vibración calórica de 37 grados. Y aunque esto de estar representada nuestra orgullosa persona por un estanque, puede parecer á muchos atrevimientos simbólicos rayanos en la extravagancia, á mí no me lo parece, sino fórmula exactísima y casi matemática. Si dicen que somos *tierra*, si afirman que somos *polvo*, si un día al año, bajo las inspiraciones tristes de la Cuaresma y con arrepentimientos acaso tardíos del pasado Carnaval, aseguran que somos *ceniza*, yo no sé por qué no he

de tener derecho á decir que somos un *estanque* cuya superficie vibra con oleaje más ó menos fuerte. Después de todo, más agua que tierra tenemos en nuestros cuerpos, y sea como fuere, para el ejemplo en que me ocupo, por agua estancada ó turbulenta me doy.

Pasamos al tercer estanque, cuya superficie también tiene su oleaje; pero un oleaje mínimo, de 5 ó de 10 ó de 20 grados bajo cero. Pues en este estanque simboliza el *frío*.

Y entre el estanque del calor ó del oleaje poderoso y el estanque del frío ó del oleaje lento; está el ser humano, ó sea el estanque del oleaje medio.

Si levantamos las compuertas que separan el primero del segundo, el oleaje poderoso nos invade, porque es más fuerte que el nuestro, y estamos en plena canícula y decimos: ¡qué calor! Es que viene á nosotros más cantidad de vibración.

Si cerramos esta compuerta y abrimos la que nos separa del estanque mortecino, todo nuestro oleaje, que es más poderoso que el suyo, al tercer estanque se va, ó tiende á irse, si con un buen gabán de pieles no cerramos el portillo, y, de todas maneras, no nos hartamos de repetir que hace mucho frío.

Es que la vibración de nuestro organismo se va.

Diferencia hay entre estos dos casos; pero es tan sólo la que resulta del sentido en que el oleaje se dirige: ó viene á nosotros, ó de nosotros se marcha.

De estas ideas, que tan sencillas, tan elementales parecen, despréndense consecuencias extraordinarias y grandes aplicaciones industriales. Por ejemplo, para no citar más que una, de lo dicho se deduce: que con el calor se puede fabricar *frío*, y perdóneseme la frase, y que con el frío podría *fabricarse calor*, al menos en teoría. Grandes descubrimientos para los meses invernales; pero no creo que para los que se aproximan nos pueda servir de mucho.

Pero sobre todo esto, en otra ocasión nos ocuparemos. Por hoy puede bastarnos con el calor de Agosto y con el helado ambiente del presente artículo, como ejemplo clarísimo de cómo calienta el calor y cómo enfría el frío.

APLICACIONES DE LA ELECTRICIDAD

Los grandes descubrimientos traen consigo grandes sorpresas y, á veces, aparentes contradicciones.

Es algo de lo que sucede al descubrir nueva tierra y nuevos mundos.

¡Qué vegetación tan extraña! ¡Qué animales tan singulares! ¡Todo cambia, hasta el cielo! ¡Nuevas estrellas aparecen nunca vistas! ¡La estrella polar se hunde en el horizonte, y desde el horizonte sube á la cruz del Sur!

Á poco que se medite, se cae en la cuenta de que los hombres andan cabeza abajo, si las nuevas regiones son antípodas de las nuestras.

Á veces diríase que las leyes de la Naturaleza han cambiado por completo.

Pues esto mismo sucede en la ciencia y en la industria cuando se realiza uno de esos descubrimientos que, como vulgarmente se dice, hacen época. Tal es, entre otros, la invención del dinamo.

Supongamos que á uno de los mayores sabios de la antigüedad se le hubiera llevado al pie de una catarata, y se le hubiera propuesto este problema: fundir cualquier metal, una barra de hierro, por ejemplo, sólo por la acción de la lámina líquida, que desde su altura caía deshecha en espuma.

Así llámese Platón ó Aristóteles ó Arquímedes, ¿qué más? así se llamase, viniendo al siglo que linda con los nuestros, Newton ó Leibnitz, diría que era imposible; y aunque hiciese un esfuerzo supremo, y forjara una teoría para resolver el problema, tendría el profundo convencimiento de que jamás tal problema sería práctico.

Con agua, á la temperatura ordinaria, fundir metales; con un río, que acaso viniera de una nevera, crear temperaturas de 1.000 ó 1.500 grados; convertir la blanca espuma en borbotones hirvientes de metal. ¿No es, pretender tales cosas, pretender más que lo imposible y lo absurdo?

***

Pues este imposible evidente, este absurdo imaginado, no sólo es ya una posibilidad, sino que es la realidad misma; y en Suiza y en otros puntos hay

verdaderas fundiciones en que para nada se emplea el carbón. Empléase una de aquellas soberbias y holgazanas cataratas, que durante siglos y siglos no habían hecho otra cosa que correr por las quebradas del monte, lamer en ocasiones témpanos de hielo, esponjar sus espumas á los rayos del sol, ó adornarse á veces con pedazos de arco iris como irizadas cintas del espacio.

Holgazanas y vanidosas fueron; pero les llegó su hora: ¡ya tienen que trabajar!

Hoy alimenta hornos y hornillos y crisoles, en que se eleva la temperatura á 3.000 y á 3.500 grados, y á 4.000 á veces; lo cual jamás había podido conseguirse quemando carbón.

Y, ¿cómo se consigue? ¿Cómo se realizan estos prodigios? ¿Cómo, por medio de una masa de agua que cae de cierta elevación, pueden obtenerse temperaturas capaces de convertir barras de hierro y acero en blanda cera; de crear multitud de piedras preciosas por la fusión de sus componentes; de volatilizar el carbón y hasta de forjar cristalitos de diamante?

Ya queda dicho: por medio del dinamo, que, como tantas veces hemos explicado, no es más que un manojo de hilos de cobre girando al rededor de un imán ó un electroimán.

Aquí está todo el misterio. La catarata se recoge en una turbina, la turbina hace girar al dinamo, y

toda la energía de la masa líquida, al desplomarse, se transforma, se espiritualiza, por decirlo así; en suma, se convierte en corriente eléctrica.

Sus ondas, sus espumas, sus espumarajos en la caída, su torbellino en el fondo, sus laminitas de cristal en lo alto, su iris en el espacio, su alma, en fin—si la imagen es permitida—se ha desprendido de la envolvente materia formada de gotas, y del dinamo sale hecha impalpable esencia, á que, por darle algún nombre, le llaman *corriente eléctrica*, y, por apoyarla en alguna imagen, suponemos que es vibración ó movimiento del éter.

Ya tenemos la corriente eléctrica; pero, ¿cómo por medio de la corriente eléctrica se puede obtener esas enormes temperaturas, que con la del sol pretenden hombrearse, si la palabra vale?

***

Hay muchos sistemas; pero pueden reducirse, en suma, á dos fundamentales. Ó una resistencia grande interpuesta en la corriente, ó un arco voltáico en que las puntas de los carbones se hallen á gran distancia también, lo cual, en el fondo, es oponer una enorme resistencia al paso de la corriente.

Porque la corriente eléctrica, al pasar por un conductor cualquiera, va convirtiendo su energía en calor. Por eso, á veces, cuando no son bastante grue-

sos los alambres, ó cuando hay un corto circuito, se enrojecen los conductores.

Siempre que el agua corre por un cauce liso y regular, desliza mansamente; y más que agua que corre, parece una barra de cristal puesta en un estuche.

Pero si el lecho es irregular, lleno de asperezas y de guijos y de piedras, el agua ya no corre con la facilidad que antes; choca, retrocede, se retuerce en torbellinos y se cubre de espumas, como boca de caballo que tasca el freno que lo contiene; y si pudiéramos emplear termómetros bastantes sutiles, veríamos que su temperatura y la temperatura del cauce se elevan.

Pues esto sucede con la electricidad.

Cuando corre por un alambre, que es su cauce, también encuentra resistencias mayores ó menores, según los casos; y cuando esta resistencia es muy grande y la corriente es muy poderosa, se embravece contra el obstáculo; y lo caldea; y lo enciende; y lo funde; y lo volatiliza; y crea esas temperaturas dignas del sol, ó dignas de los abismos geológicos.

Y no es maravilla; porque el trabajo mecánico, ó, si se quiere, la energía, nunca se anula, es inalterable; y toda la energía de la catarata—quizás 100 caballos de vapor—, están metidos, por decirlo de este modo, entre las dos puntas de carbón del arco voltáico, saltando de una á otra por la atmósfera de car-

bón volatilizado; y tanta energía en tan apretada faena, ya que no pueda convertirse en otra cosa, se convierte en centenares de calorías, que pregonan su potencia interna con los 3.500 grados del termómetro.

***

Un distinguido escritor observa, con fundamento, que la metalurgia tiende á dar un salto atrás, al menos en lo que á la forma de sus procedimientos se refiere.

En un principio, dominaban nuestras clásicas y famosas forjas catalanas. El hogar era pequeño; pero sobre él se lanzaba una gran corriente de aire, alimentada precisamente por una caída de agua.

Había algo de profético en estas nobles forjas catalanas. No es que la catarata engendrase el calor, que el calor lo engendraba el combustible; pero, al menos, la fuerza hidráulica contribuía al movimiento de los fuelles y era causa determinante, si no causa efectiva, de una más viva y reconcentrada combustión.

Después, la metalurgia empleó altos hornos, cubilotes colosales, gigantes de la industria, en cuyas entrañas ardían montañas de hulla.

Pues hoy se marca una tendencia contraria. Parece como que se vuelve á la forja catalana, pero eléctrica. Un pequeño espacio, hecho de sustancia refractaria, y un arco voltáico, bastan para fundir

todos los metales. Sólo que al fuelle de la forja catalana se ha sustituído el dinamo; y la caída de agua ya no manda una corriente de aire, sino que manda ese aire maravilloso que se llama corriente eléctrica.

Por lo demás, bien se comprende que hablamos en términos generales y sin entrar en pormenores técnicos, que harían excesivamente árido nuestro trabajo.

Decimos que la corriente eléctrica puede engendrar temperaturas muy superiores á la que obtenía la antigua metalurgia, y esto en un pequeño espacio; pero no decimos más, ni nos ocupamos de cómo por este método pueden obtenerse grandes cantidades de metal en fusión.

Hablábamos, al empezar, de las sorpresas y aun de los asombros que los nuevos inventos engendran á veces. Y vamos á terminar este artículo con una afirmación estupenda: que si bien hoy es puramente teórico, ¡quién sabe lo que podrá ser en el porvenir!

Yo digo, que no sólo por medio de una catarata, que al fin y al cabo es una fuerza y representa y lleva consigo muchos caballos de vapor, pueden conseguirse altísimas temperaturas, sino que con el *hielo*, que es, al parecer, masa inerte, que no es agua que cae, sino que es agua congelada y muerta, que donde la dejan se está, más que iría, helada; con el hielo, repito, se pueden crear temperaturas capaces de caldear un espacio. Contradicción, al parecer, estupen-

da; paradoja con ribetes de ridícula; y que, sin embargo, es verdad indiscutible, como probaremos cuando llegue la ocasión. Por hoy, como no se trata de nada práctico, dejaremos en suspenso el problema, terminando este artículo como Jerónimo Paturot terminaba su folletín:

«¿De quién sería aquella mano? ¿De quién sería aquella cabeza?» Que es, en nuestro caso, como decir: «¿De qué modo con el hielo puede elevarse la temperatura de una habitación, siquiera á 20°?»

LA FUERZA DEL SOL

Aunque la atención del público más se fija de ordinario en sucesos escandalosos, en accidentes cómicos ó dramáticos, en noticias políticas ó del orden social, en algo, en suma, que venga á ser como escena interesante de la gran comedia humana, que no en descubrimientos científicos, por admirables que sean, ó en invenciones industriales, por útiles que puedan ser, como no traigan consigo aquéllos y éstas algún poderoso estimulante de la curiosidad, y aunque esto ha sido y será siempre para esa masa en que más domina el sentimiento que la inteligencia, y á que se llama público, aun así y todo, aún quedan esparcidos por esos mundos de Dios algunos seres excepcionales que se interesan por la ciencia en sí y por las invenciones útiles.

Y digo esto, porque suelo recibir con bastante frecuencia cartas en que me invitan á tratar en mis artículos de ciencia popular determinados problemas. Cierto que en ocasiones los problemas que se me proponen son los del género desatinado del movimiento continuo, bajo estas ó aquellas formas encubiertas, pero tampoco escasean, entre los temas propuestos, problemas y cuestiones de verdadero interés.

Recientemente he recibido una carta, entre otras, invitándome á tratar de la aplicación del calor del sol como fuerza motriz, y aunque hace años ya escribí algo sobre esta materia, á ella vuelvo, siquiera por la oportunidad que pueda tener en estos meses abrasadores del verano; y sobre ella he de escribir dos ó tres artículos, poniendo en conocimiento de mis lectores cuanto se sabe hasta hoy sobre este importantísimo problema.

I

Que el calor solar representa al cabo del año una potencia inmensa, millones y millones de caballos de vapor, es una cosa evidente.

Que recoger la energía solar en unos ó en otros *receptores* no es difícil, al menos teóricamente, no es menos evidente tampoco.

Pero que en la práctica se ha tropezado con grandes dificultades, la mayor parte de las que nacen de

una dificultad de origen, por decirlo de este modo, es verdad tan evidente como las anteriores y que no ignora ningún inventor de los que hacia este problema han dirigido sus esfuerzos.

El calor solar representa al cabo del año una potencia gigantesca.

El calor solar puede recogerse: hay multitud de medios para ello, desde los reflectores hasta las pilas termoeléctricas.

De suerte que el obstáculo no consiste, ni en que sea despreciable la fuerza, ni en que la ciencia no dé medios para recogerla.

El obstáculo consiste en que esta fuerza inmensa está repartida sobre toda la tierra, es decir, sobre una superficie enorme, y los receptores habrían de ser enormes también.

En todos los motores conocidos, los puntos de aplicación de la potencia están reconcentrados en un pequeño espacio, y en este espacio puede colocarse un receptor de razonables dimensiones.

Así, por ejemplo, en una caída de agua, toda la masa del líquido que se desprende de la altura, puede hacerse que pase por un aparato hidráulico, por ejemplo, por una turbina. Pero, ¿quién canaliza los rayos del sol que caen sobre dos ó tres kilómetros cuadrados de las llanuras de la Mancha, pongo por caso, para llevarlos á un receptor de tamaño natural?

Esto se ha intentado hacer por los reflectores, como explicaremos más adelante, pero en escala muy pequeña.

En una máquina de vapor, los puntos de aplicación de la potencia están recogidos, por decirlo de esta manera, dentro del hogar de la caldera, es el carbón hecho ascua, contra el cual chocan los átomos de oxígeno del aire, formando, si la comparación vale, pequeñas cataratas químicas del oxígeno contra el carbono.

Pero no es posible, ó por lo menos no es fácil, encerrar el fuego que llueve del cielo en una caja y hogar de unos cuantos metros cúbicos de cabida.

Y digo que no es fácil, no porque en teoría no lo sea, sino porque hay que acudir á grandes superficies para que la fuerza solar que se recoja tenga importancia industrial y compense económicamente los sacrificios de la empresa.

Y sin embargo, esto también se ha intentado, y hace años di yo cuenta en mi libro titulado *Teorías modernas de la física*, de cierto invento interesante y curioso de un Ingeniero industrial de Cataluña.

Otro ensayo más que jamás llegó á aplicarse en grande escala.

En las pilas y en las estufas termoeléctricas sucede exactamente lo que en los dos ejemplos anteriores; los puntos de aplicación de la potencia están recogidos, concentrados, canalizados, por decirlo

así, en un *espacio manejable*, y valga la palabra, y en este espacio bien puede colocarse un receptor de dimensiones prácticas.

Pero, á primera vista, aun en este tercer sistema, para recoger grandes cantidades de calor solar, sería preciso cubrir de pilas termoeléctricas muchos centenares de metros cuadrados.

Todo lo cual no quiere decir que con el sistema de reflectores, ó de cajas negras recubiertas de cristal, ó de pilas termoeléctricas, ó con algún otro sistema, no se llegue á resolver prácticamente el problema.

Quizás es el huevo de Colón, quizás es el ovillejo de bramante de que hablaba ya en uno de mis anteriores artículos.

Lo primero para resolver un problema, es que el problema sea científicamente posible, y éste en que nos ocupamos lo es.

Lo segundo, es que sea prácticamente posible, y lo es también.

En el estado actual de la ciencia y de la industria, es prácticamente posible encender un arco voltáico en los boulevares de París con la energía que representa el calor solar que cae sobre las llanuras de la Mancha. Y ésta no es una exageración, no es una imagen, sino que puede convertirse en realidad si hay un potentado que quiera consumir en la caprichosa empresa unos cuantos millones.

Todo es cuestión de dinero; que dificultades científicas no existen.

Cúbranse unas cuantas hectáreas de la Mancha, y si no bastan hectáreas, un kilómetro cuadrado ó más, si uno no es suficiente, de receptores solares del sistema Mouchot, por ejemplo, hasta tener unos cuantos centenares de caballos de vapor.

Aplíquese esta fuerza motriz á unos cuantos dinamos, y engendraremos de este modo una corriente eléctrica tan potente como sea necesaria para nuestro objeto.

Tiéndanse hilos de cobre, por mucho que cuesten, desde Madrid á París, que por donde van los hilos telegráficos pueden ir ellos; y del diámetro tampoco hemos de preocuparnos, porque todo será cuestión de unas cuantas toneladas más de cobre, es decir, de unos cuantos centenares de miles de francos más, para lo cual tenemos á nuestro hipotético millonario.

Por último, al extremo de los hilos establezcamos en uno de los boulevares una lámpara de arco voltaico ó de incandescencia, y no dude nadie que brillará la lámpara, y que aquella lámpara del boulevard brillará por el sol que cae sobre los terruños de la Mancha. Será sol manchego convertido en arco voltáico parisién.

Vuelvo á repetirlo, la posibilidad práctica de la empresa es evidente, y no es difícil calcular todos los elementos de la instalación; superficie que ha de cu-

brirse en la Mancha de receptores; cálculo de número de caballos que representen; número y potencia de los dinamos; diámetro de los hilos; número de bujías de la lámpara, y número de millones que el capricho de encender la tal lámpara nos hubiera de costar.

En resumen, y ya lo explicaremos más detalladamente en el artículo próximo, el problema de utilizar la fuerza del sol no supone dificultades científicas, sino dificultades prácticas, y, sobre todo, dificultades económicas.

Bien es verdad que todo problema industrial viene á resolverse, al fin y al cabo, en un problema económico.

II

Hemos dicho en el artículo anterior, que la fuerza que representa el calor solar, que constantemente llega á la tierra, es enorme y muy superior á la que proporcionan todas las máquinas de vapor que hoy funcionan para servicio de la industria humana.

Pero hemos dicho también, que para utilizar esta fuerza existe una gran dificultad práctica, á saber: que si la fuerza del calor solar es enorme, en una superficie enorme está distribuída, puesto que cada venticuatro horas se distribuye por mitad en la superficie de cada hemisferio, al menos aproximadamente.

Consignemos algunos datos tomados de una obra que hace tiempo se publicó, y que para dar cierta idea de la índole del problema que nos ocupa me parece que son suficientes.

M. Violle, en una Memoria titulada *Radiación solar*, que se dió á luz hace unos veinte años, consigna los resultados obtenidos en Argelia en una serie de experiencias que tenían por objeto medir la fuerza solar. Y el término medio es, en números redondos, el siguiente: *en un minuto* llega á cada metro cuadrado de superficie una cantidad de energía representada por 6.800 kilográmetros.

En un segundo llegarían, pues, 113 kilográmetros; pero como los receptores nunca recogen toda la fuerza motriz, no podría contarse siquiera con 75 kilográmetros *por segundo*, durante las horas del sol, por cada metro cuadrado: pongamos un *caballo de vapor*.

Resulta de todos estos datos, tomados en globo, y á los cuales mucho habría que rebajar, que para obtener una fuerza de 100 caballos de vapor sería preciso que el receptor solar cubriese una superficie solar de 100 metros cuadrados y que en toda ella se utilizase el 75 por 100 de la fuerza motriz solar.

Aun suponiendo que los expresados números sean muy exagerados en beneficio de las máquinas, aun reduciéndolos á la mitad ó á la cuarta parte, ó á la décima parte, aun así prueban dos cosas. En primer

lugar, que la fuerza solar es importantísima; en segundo lugar, que el problema puede llegar á tener condiciones prácticas tan luego como se encuentre un receptor apropiado y poco costoso, capaz de recoger la fuerza solar en una superficie de 200 ó 400 ó 1.000 metros cuadrados, para echar por largo, como vulgarmente se dice.

Prueba, además, según decíamos en el artículo precedente, que el obstáculo principal que existe para recoger la energía solar consiste en que ésta se distribuye sobre una superficie enorme y que para superficies *manejables* es relativamente pequeña.

De todas maneras, el problema es digno de que en él se fijen los grandes inventores, secundando los esfuerzos que hace más de veinte años realizaron varios físicos, entre otros M. Mouchot. Y, sin embargo, á pesar de su importancia, ha sido abandonado casi por completo en este largo espacio de tiempo: los inventores, como las criaturas humanas, unos nacen con suerte, otros nacen desdichados.

Tres sistemas de receptores pueden emplearse: al menos, son los únicos que se han propuesto hasta el día.

El primer sistema consiste en un conjunto de reflectores ó espejos, que reconcentran los rayos solares sobre un foco en el cual se coloca una caldera de vapor de tamaño apropiado.

Este sistema se ha aplicado más de una vez en

pequeña escala, y ya en la Exposición de París del año 78, M. Mouchot presentó su «Generador solar», que consistía en un espejo cónico de 20 metros cuadrados, en cuyo foco se había establecido una caldera tubular con agua: el calor solar convertía el agua en vapor, y éste después se utilizaba para poner en movimiento una bomba. El espejo era móvil, para seguir al sol en su marcha.

Pero volvamos á las pilas termoeléctricas.

Imaginemos una serie de barras de dos metales distintos, por ejemplo, bismuto y antimonio, y colocándolas en orden alterno, soldémoslas por sus extremidades en contacto.

De este modo habremos formado una barra continua, pero compuesta de trozos de dos metales diversos. Pues bien; si calentamos *las soldaduras pares*, por ejemplo, hasta 200 grados, y metemos las soldaduras impares en hielo fundente, bastará unir los extremos de la barra total por un alambre para tener una corriente eléctrica.

Mas, en general, la corriente eléctrica se establecerá cuando las soldaduras estén á distintas temperaturas.

Cuando con la imaginación se procura penetrar en lo invisible del fenómeno, parece que se ve algo así como esto que voy á explicar, y que podrá ser, ó verdadera explicación, ó mera hipótesis, ó forma esquemática del fenómeno.

El calor que se comunica á cada soldadura hace vibrar las moléculas de los dos metales y pone en movimiento al éter que entre esas moléculas existe; pero como á un lado y otro de la soldadura los metales son distintos y no ofrecen la misma facilidad para que el éter se acumule, la repartición del éter será distinta en una y otra región; y como este desequilibrio no está compensado, sino más bien exagerado por las distintas temperaturas de las soldaduras contiguas, habrá como una tendencia á que el éter circule y á que la corriente se establezca.

Dividid un canal en trozos; dejad en unos expedito el movimiento del agua, entorpecedlo en otros con hierbas y ramajes; agitad el agua poderosamente en unos puntos de unión, haciendo que ruedas de fuerza centrífuga la expulsen; agitadla débilmente en otro punto, y veréis cómo nace una corriente en el sentido de la menor resistencia.

Pues una cosa análoga debe suceder en las pilas termoeléctricas, ó al menos en esta forma puede uno imaginarse el fenómeno.

Y fácilmente se comprende ahora la explicación de las pilas termoeléctricas como receptores de la fuerza solar.

Claro es que la forma de la pila termoeléctrica tipo será preciso modificarla, pero en la esencia siempre será una pila termoeléctrica. Unas soldaduras las calentará al sol, y podrán llegar á 60 ú 80 grados.

Otras estarán bajo tierra á una temperatura muy inferior á ésta; y como la pila esté bien aislada, la corriente eléctrica, es decir, la fuerza transportable, nacerá forzosamente como transformación de calor solar.

Y la industria no habrá hecho otra cosa que utilizar la *caída de temperaturas* que naturalmente existe entre la superficie de la tierra y el interior de ésta; así como utiliza en una máquina de vapor la *caída de temperaturas* que existe entre el hogar y el condensador; así como utiliza el *desnivel de una catarata*, es decir, la diferencia de alturas de su vértice y de su base; así como utiliza el *desnivel* ó *diferencia* de presión entre dos puntos de la atmósfera, que determina una corriente de aire; así como podrá utilizar el *nivel variable* de la marea; porque todo desnivel de temperaturas, de presiones, de tensiones eléctricas y aun del mismo curso de las corrientes de agua, es siempre utilizable como fuerza.

Todavía recordarán los que asistieron á aquellas experiencias la impresión profunda que producían.

«He ahí—pensaría el espectador—una bomba que constantemente funciona, vertiendo unos 2.000 litros por hora. ¿Cuál es la fuerza que la mueve, porque yo no la veo?

»No se ve ninguna caída de agua, no se quema ni un kilogramo de hulla. Ningún motor animado actúa sobre ella, y sin embargo, la bomba, modes-

tamente, mientras hay sol, trabaja sin cesar. Y eso que el sol de París no es un trabajador muy activo. En Argelia, en Andalucía y en las llanuras de la Mancha, en días de verano, otro hubiera sido el resultado».

Ninguno de los motores conocidos y vulgares la ponía en movimiento.

Sólo los rayos del sol que penetraban en el embudo metálico que constituía el reflector, eran los que, al reconcentrarse en la caldera, proporcionaban la fuerza motriz.

El segundo sistema de receptores es de un orden completamente distinto del precedente.

Imaginemos una gran caja metálica colocada sobre un suelo mal conductor del calórico, y dada de negro en toda su superficie superior.

Supongamos aún que toda la caja se recubre por una envolvente de cristal, constituyendo algo así como una estufa de jardín.

Si en la caja se pone cierta cantidad de agua, los rayos atravesarán la envolvente cristalina, llegarán á la superficie ennegrecida, se convertirán, por decirlo, en calor oscuro, mediante cuya transformación quedarán hasta cierto punto aprisionados bajo la cubierta de cristal, y, de este modo, según los inventores, el agua podrá hervir, convirtiéndose la caja en una verdadera caldera de vapor.

Muchas observaciones pudieran hacerse respecto

al expresado sistema, y no pocas dudas asaltan el ánimo; pero como no estamos escribiendo un artículo crítico, sino meramente descriptivo, no insistiremos más sobre este punto; advirtiendo, sin embargo, que no conocemos ningún ensayo de este sistema.

El tercero y último es el de las pilas termo-eléctricas, de las cuales vamos ante todo á dar una idea para aquellos de nuestros lectores que no estén versados en la física.

¿Qué es una pila termo-eléctrica? La descripción no es difícil. La explicación lo es más, y, en último análisis, es una hipótesis como tantas otras; hipótesis aplicada á un hecho real y positivo para tranquilidad del espíritu y pasto quizá de la imaginación. Pero, á pesar de todo, utilísima como todas ellas para el progreso de la ciencia, por lo menos tan útil como lo son los andamiajes para la construcción de un gran edificio. ¿Y qué edificio se construye sin andamios?

Advirtiendo que las grandes hipótesis son andamiajes que no desaparecen tan pronto, sino que más bien parece que se incrustan en la severa masa del monumento.

Lo que nunca puede utilizarse son las nivelaciones estúpidas y artificiosas, ni en el orden moral, ni en el orden material. La vida, la fuerza y el movimiento, suponen siempre un desnivel; pero entiéndase que tanta importancia tiene *lo que está abajo* como *lo que está arriba*, porque sin aquél no existiría éste.

Digo, pues, que el tipo ordinario de las pilas termo-eléctricas sería forzoso modificarlo para convertirlas en verdaderos receptores de la fuerza solar.

Yo imagino que en la superficie abrasada de la Mancha se nivela perfectamente una superficie de 2.000 ó 3.000 metros cuadrados; que se cubre con una sustancia aisladora de electricidad y que se embaldosa, por decirlo así, esta área, no con baldosas ordinarias ni con ladrillos, sino con *dobles placas soldadas de dos metales distintos*; por ejemplo, bismuto y antimonio, ó bismuto y cobre ó hierro y cobre, ó la combinación que la ciencia y la economía aconsejen.

Recubierta el área de este modo y aisladas estas especies de baldosas metálicas unas de otras, las dobles placas representan todos los pares de la pila termo-eléctrica, y todas las soldaduras que han de estar sometidas á la alta temperatura del sol.

Al mismo tiempo, imagino pozos profundos ó galerías subterráneas que se *apilen* aisladas unas de otras, dobles placas metálicas también soldadas en número igual á las que cubren la área superior. Y estas serán las soldaduras de temperatura de baja.

Uniendo las placas de arriba á las de abajo por hilos ó cables de cobre, ya en *tensión*, ya en *cantidad*, tendremos una inmensa pila termo-eléctrica con tantos *volts* y tantos *amperes* y tantos *wats* como se quiera; porque aunque la fuerza electro-motriz es muy pequeña, aunque no es más que una fracción del *volt*

puede multiplicarse por 100, por 1.000, por 10.000, uniendo en tensión 100, 1.000 ó 10.000 pares, ó tantos como sean necesarios.

Y lo mismo puede decirse de la multiplicación de *amperes* ó de *wats*.

Claro es, que todo esto lo explicamos en esta forma únicamente para que el lector comprenda de qué modo podrá utilizarse y recogerse la fuerza solar en las pilas termo-eléctricas del porvenir, aunque las condiciones prácticas de estos futuros receptores sean muy distintas del receptor tosco, y, por decirlo así, macarrónico que acabamos de explicar, más bien como símbolo que como otra cosa; hay un punto técnico que es el de las resistencias, del cual no podemos ocuparnos aquí.

¡Quién sabe si en los siglos que han de venir, las techumbres de todos los edificios no serán pilas termo-eléctricas que suministrarán al vecindario miles de caballos de vapor!

La materia se presta á todo género de imaginaciones y fantasías, pero debemos concluir por hoy.

EL ALMA DE LA INDUSTRIA

Decíamos en otro artículo, que con ser infinitas las formas de la industria humana, bajo todas ellas palpitaba *un solo hecho*, que era como la celdilla elemental ó el protoplasma de todos los tejidos organizados: á saber, *el trabajo mecánico*.

Y decíamos en términos claros, precisos, verdaderamente matemáticos, lo que por *trabajo* se entendía: era, no más, que el producto de una fuerza por un camino (estimado en la dirección de la fuerza). Levanto *cinco* kilos á *tres* metros; pues he desarrollado un trabajo de 5×3, ó sean 15 kilográmetros.

Todas las industrias, absolutamente todas, no hacen otra cosa que desarrollar kilográmetros, ó, si se quiere, caballos de vapor, contando que cada caballo de vapor equivale á 75 kilográmetros.

¿Qué se necesita para que exista una industria cualquiera? Ante todo y sobre todo, disponer de kilográmetros en *forma apropiada* á la industria de que se trate, ó, como se dice vulgarmente, disponer de fuerza; sólo que no es fuerza lo que se necesita, sino *fuerza actuante:* una fuerza capaz de recorrer un camino. Que el producto de estos dos elementos, fuerza y espacio, sea muy grande; que tengamos muchos kilográmetros ó muchos caballos de vapor, y tenemos lo bastante. Para sus aplicaciones, ya la mecánica sabrá descomponer el producto, que esto es lo único que puede hacer el hombre. No *crea* trabajo mecánico, lo modifica sin variar su cantidad total: tengo 4.000 kilográmetros, pues medios hay para convertirlos en 2.000 kilos, actuando á lo largo de 2 metros; ó en 1.000 kilos trabajando sobre 4 metros; ó en 500 kilos, á lo largo de 8 metros; ó de medio kilo, recorriendo 8.000 metros: con tal que el producto sea siempre de 4.000 kilográmetros, lo demás corre de nuestra cuenta. *Transformamos*, no *creamos*.

Descomponemos un *producto*, un todo, en sus factores; pero la totalidad permanece invariable en sus infinitas transformaciones; es lo que comúnmente se llama *conservación de la fuerza*, y debiera llamarse *conservación del trabajo*, ó, con más propiedad, *conservación de la energía*, para comprender en el enunciado, no sólo el *trabajo mecánico* sino la *fuerza viva*.

Pero no anticipemos las ideas, que esto vendrá en otro artículo.

La industria es un tejido, una trama de kilográmetros, combinados y transformados por el mandato de una *idea directora*. Los progresos de la industria consistirán en dos cosas: *primera*, tener *mucha fuerza* (ó trabajo mecánico) *disponible: segunda*, apurar los medios de transformación, aplicándolos á todos los casos.

Empecemos por el primero, y hénos ya en el seno de las *fuerzas naturales*, es decir, frente á frente con el título del artículo: *el alma de la industria*, porque el trabajo mecánico *lo es*.

Las fuerzas naturales, ó mejor dicho, las energías naturales, se presentan bajo infinitas formas, como se presentaba la industria bajo infinitas formas también.

Una catarata se desprende de lo alto de una roca; pues ya tenemos los dos eternos elementos: *la fuerza* (presión ó choque), *el camino* (la altura de que cae). Así es, que no hay cosa más fácil que calcular *la energía* de que será capaz una caída de agua.

¿Caen por segundo 2.000 litros de 15 metros? Pues como cada litro pesa un kilo, tendremos 2.000 $\times$ 15, ó sean 30.000 kilográmetros por segundo, que, dividiendo por 75, dan 400 caballos de vapor.

La catarata representa, pues, 400 caballos de vapor, de los que, si no la totalidad, una gran parte

podrán aprovecharse. ¿En qué industria? Hoy, y gracias sobre todo á la electricidad, *en todas*.

La catarata encierra en sí, convenientemente transformada, todas las industrias imaginables.

La catarata puede tejer, puede hilar, puede llenar de luz un teatro, puede arrastrar un tranvía, puede platear una estatua, forjar un hierro, fundir un metal; puede coser á domicilio, puede arar un campo, segar mieses, activar la vegetación; puede hacerlo todo, al menos todo lo que es trabajo material y transformación física ó química.

Sopla el *viento* por el fondo del valle, sobre la colina ó sobre el monte; pues en el viento tenemos todavía los dos elementos que antes señalábamos: una *fuerza* (su presión), un *camino* (el que recorra); y recogiendo su energía en las aspas de un molino y prescindiendo de la irregularidad de su acción, tendremos una potencia industrial utilizable: su presión se medirá por kilogramos, su camino por metros y su producto por kilográmetros, con los cuales podremos hacer lo que hacíamos antes con los que nos suministró la catarata: tejer, hilar, dar luz, arrastrar trenes, platear ó dorar ó cobrizar objetos, forjar, fundir, coser, arar, cuanto trabajo realiza hoy la industria humana.

Y como la marea *que sube* puede llenar grandes depósitos, y al bajar deja enormes cantidades de agua á unos cuantos metros de altura; y como entre

su máxima elevación y su depresión máxima hay un desnivel, resulta que la marea puede crear, bien almacenada, una verdadera catarata. Con lo que ni preguntar es preciso si la marea podrá hacer lo que hicieron el salto de agua y el viento, ya manso, ya embravecido, que en rigor es *otro salto de aire* entre dos niveles de presión.

Y como las olas en su ondulación ejercen *esfuerzos* y recorren *alturas*, inútil es todavía ponerse á discutir si podrá aprovecharse su energía para los mil y mil trabajos industriales que la moderna y poderosa civilización de nuestro siglo realiza en ambos mundos.

El carbón de piedra descansa en el fondo de las minas; el oxígeno del aire vaga por la atmósfera; pero si se colocan la molécula de aquél y la molécula de éste en condiciones oportunas, también caerá una molécula sobre otra molécula con los dos elementos de siempre: *fuerza*, es decir, atracción, ó si se quiere afinidad; y *camino recorrido*, el que describen para combinarse.

¿Qué diferencia hay entre un átomo de oxígeno que *cae* sobre un átomo de carbón, y un litro de agua que cae sobre el globo terráqueo?

Para los sentidos, la diferencia será colosal; para la razón es *nula*; el tamaño no influye en la esencia de las cosas; lo grande y lo pequeño son ideas relativas; *el litro de agua* es una especie de molécula lí-

quida; el globo terráqueo es otra molécula que nos parece muy grande, pero que en el seno infinito del espacio es tan mezquina como la molécula de carbono.

¡Quién sabe si en las profundidades de lo infinitamente pequeño habrá seres que discurran como nosotros, y que se crean sumidos en los abismos de un sistema planetario!

¡Quién sabe si todo nuestro sistema solar no será más que un átomo precipitándose sobre otro átomo planetario también, en algún trabajo químico ó físico de seres inmensos para nosotros inaccesibles! ¡Inaccesibles por su grandeza!

¡Quizá el cosmos en este momento realiza algún trabajo sublime de su industria inconmensurable alguna función prosáica de su desarrollo orgânico!

¡Quizá todo cuanto vemos forma parte de una lágrima sin límites que se evapora en cielos de cielos, ó forma parte de un desperdicio estupendo que cae en abismos de abismos!

En suma, todo fenómeno en cuyo fondo existen *una fuerza y un camino*, encierra una energía, un trabajo disponible, kilos, metros, kilográmetros y caballos de vapor, es decir, un compendio de cuantas industrias existen, y puede por lo tanto transformarse en cualquiera de ellas, si es que el hombre sabe hacer la transformación y las condiciones económicas lo consienten.

Mas nótese que hemos hablado de la catarata, de la marea, de las olas, del viento, de la combustión, que aun pudiéramos haber hablado del calor solar, de las combinaciones químicas, del petróleo, de las substancias explosivas, y que no hemos dicho ni una palabra de la *electricidad*.

De intento ha sido; porque, hoy por hoy, la electricidad no es una fuerza natural utilizable en la industria *como motor primitivo*. Es *el transformador por esencia*, pero no es energía industrial que directamente podamos recoger. Todo trabajo se puede convertir en electricidad, y la electricidad puede convertirse en toda clase de trabajo; pero ella por sí, como potencia, de nada nos sirve, porque es mezquina ó inaccesible.

No hay ríos poderosos de electricidad á nuestro alcance, donde podamos remansar el misterioso fluido.

No hay *saltos eléctricos* en que colocar eléctricas turbinas.

Las corrientes eléctricas de la tierra apenas si pueden mover la aguja imantada.

Las nubes tempestuosas, siempre pasajeras y poco frecuentes, se llevan sus cataratas eléctricas por el espacio.

Toda la electricidad que hoy utiliza la industria la fabricamos nosotros transformando las demás fuerzas naturales. La dinamo queda inerte si *un mo-*

tor hidráulico ó de fuego no hace girar vertiginosamente al ovillejo inducido. La pila, en general, da poca corriente y poca potencial, y las que suministra las produce quemando zinc casi siempre, lo cual es muy caro.

Esto es hoy: mañana, Dios dirá.

Pero en esta variedad de las fuerzas naturales, ¿no hay algún lazo común, algún carácter dominante? Sí los hay, y ya hemos indicado que en todas las potencias ó energías del globo existen los dos elementos fundamentales tantas veces citados: *una fuerza, un camino recorrido*, y, por lo tanto, un trabajo mecánico.

Pero hay algo más; aunque, por hoy, con lo dicho baste, y alguien de puro cansancio piense que con lo dicho sobra.

EL BARÓN CAUCHY

Agustín Luis Cauchy, matemático admirable, nació en París el 21 de Agosto de 1789, y murió en su casa de campo de Sceaux el 22 de Mayo de 1857.

Fué uno de los primeros entre los primeros en este siglo tan fecundo en grandes geómetras. Por sus facultades creadoras, si no el primero, no fué el segundo tampoco. Y entre los antiguos y los modernos quedará su nombre en primer término en la historia de esta ciencia sublime de Arquímedes, Pitágoras, Descartes, Newton, Leibnitz, Gauss, Lagrange y Abel.

Tuvo grandes admiradores; pero tuvo también enemigos, y mordieron en él más de una vez la envidia y la pasión; que no en todos sus críticos se encuentra esa imparcialidad, que el alma sedienta de

justicia apetece y nunca sacia: sin duda el manantial brota de terreno secano y gotea con lentitud.

Para que á Cauchy se le haga justicia completa, hay en su vida un obstáculo casi insuperable: no se limitó á ser matemático. Si su genio se impone, sus ideas, sus creencias y hasta sus actos políticos, excitan la encarnizada enemiga de los que ni piensan ni creen como Cauchy pensaba y creía.

El ideal de la imparcialidad crítica habría de ser que un devoto aplaudiese el genio poderosísimo de Zola, á pesar de haber escrito un *Lourdes;* y que un revolucionario, un razonalista y un ateo aplaudiesen á la par el prodigioso genio del que creó el cálculo de los residuos, las integrales entre límites imaginarios y la teoría matemática de la luz, aun siendo, como era, reaccionario en política y católico en religión.

Porque Cauchy fué un escritor eminentemente religioso; un católico á toda prueba; con más fe en el dogma que en la sublime fórmula de sus más sublimes cálculos.

Para Cauchy, lo primero era la fe en Cristo; después, pero á distancia infinita, como grano de arena ante el cielo inacabable, el cálculo integral. Esto fué Cauchy toda su vida: desde niño, cuando hombre y á la hora de la muerte.

La revolución francesa aún rugía, aunque alejándose lentamente, como tempestad que pasa; la diosa

razón aún imperaba, aunque no ya sobre el altar de la patria; y la juventud francesa, ó era razonalista ó era atea, al menos en gran parte. Y, sin embargo, Cauchy, á la edad de diez y seis años, en el dormitorio general del Colegio y entre sus compañeros indiferentes, descreídos ó burlones, se arrodillaba al pie de su cama y rezaba dos veces al día, al levantarse y al recogerse, las oraciones que su madre le había enseñado. Siempre dulce, siempre cariñoso, pero inquebrantable. La oración, lo primero; después, el estudio. Lo mismo escandalizaba á sus compañeros con su piedad, que asombraba á sus maestros con su genio.

Entró en la Politécnica con el núm. 2: salió de la Escuela de Puentes y Calzadas con el núm. 1; y á los veintiún años fué á Cherburgo como Ingeniero, destinado á las grandes obras que había emprendido el Emperador en aquél puerto. En el fondo de su maleta iban la mecánica celeste de Laplace; las funciones analíticas de Lagrange; un Virgilio, porque Cauchy fué gran latino, y la *Imitación* de Cristo. Y es que Cauchy era capaz de hacer un cálculo matemático en las márgenes blancas de un libro de rezos, y de interrumpir una integración por una letanía.

Su religiosidad en ésta época era tan grande, que su familia, familia á la antigua y eminentemente cristiana, tuvo momentos de alarma, creyendo que el joven Ingeniero iba á volverse loco. Fué preciso

que Cauchy se defendiese ante su propia madre, señora que, sin embargo, era por todo extremo piadosa; y acerca de éste episodio se conserva una carta del gran matemático, sumamente interesante. Dice así en unos de sus párrafos:

«¿Por qué aseguran que pierdo la cabeza? ¿Qué »hay en la religión, que me habéis enseñado, para »que mi juicio se extravíe? ¿Por qué tales temores? »¿Será porque asisto á los Divinos oficios con asidui»dad y porque cumplo mis deberes de cristiano, con»fesando y comulgando muchas veces al año? Gra»cias á vosotros, padres míos, no he tenido más que »buenos ejemplos que seguir y buenos ejemplos que »imitar. Y gracias á la bondad de Dios, he nacido de »padres tan cristianos como vosotros. Si algo tengo »que pedirle al Sumo Hacedor, es que fortifique en »mí este sentimiento religioso, separando de mi co»razón, más y más, el amor de las criaturas, para »que más y más me arranque y me una al que es »todo amor.»

Esto escribía á sus padres á los veintidós años, entre cálculos de resistencia, cales hidráulicas, bloques de hormigón y trabajo de Ingeniero. Imagínense á qué punto de piedad religiosa llegaría Cauchy á los sesenta y ocho años.

Y no era para los demás un fanático intolerante: á nadie imponía sus creencias, pero huía del que no profesaba la suya. Durante toda su vida, en la cien-

cia como en la política, tranquilamente, dulcemente, pero tenazmente, su protección cuando podía proteger, su simpatía en todas las ocasiones y su lealtad en las obras de prueba, las reservó íntegras para sus hermanos en Cristo. No es probable que Cauchy hubiese sido nunca apóstol de los gentiles.

Alguien ha comparado á Cauchy con Pascal, por su genio y por su fe; pero la comparación no es exacta. Como matemático, Cauchy es superior, inmensamente superior á Pascal, por grande que Pascal sea; porque Cauchy es coloso entre los colosos. Como creyente, el carácter de Cauchy es muy distinto del que constituyó siempre el fondo tormentoso y desesperado del autor de las Provinciales y de los Pensamientos.

Pascal, lucha, duda, se desespera y se irrita; su razón poderosa derrama torrentes de claridad, y él se complace en humillarla, pisoteando contra el lodo los rayos esplendorosos de su luz; el demonio de la duda le muerde; el escepticismo le devora á pesar de su fe; y enfermizo, delirante y eternamente atormentado, su vida se consume en su propio fuego.

Cauchy, en cambio, es tranquilo, sereno, plácido; jamás vacila, jamás lucha; emplea su razón en grandes creaciones, sin poner en duda que su razón es un destello de la Divinidad; la fe antes, pero la razón después; el bien y la verdad, dos hemisferios del

mismo sol, y alrededor de ese sol gira como planeta sublime, adorándolos alternativamente.

Pascal es dramático, romántico, diríamos mejor; Cauchy es de una serenidad olímpica y de un clasicismo rectilíneo. Su primera Memoria de ciencia pura fué la que presentó el año 1811 á la Academia, sobre polígonos y poliedros, Memoria que reveló en él á los veintidós años un gran geómetra, y nada que mejor simbolizase su carácter: la línea recta, el plano, la solidez geométrica é indeformable. El corazón de Cauchy, más bien que víscera humana que palpita, que sufre, que se contrae de dolor ó que se extremece de placer, y por donde circulan las pasiones en el torrente sanguíneo, es un poliedro invariable, de materia purísima, limpio y transparente como cristal de roca, con sus iris y sus reflejos, pero sujetos á fórmulas matemáticas y á leyes geométricas. Vibra, sí; pero acaso no palpita.

Y no es que Cauchy fuese insensible: su caridad era tan grande como su ciencia, y siempre sacrificaba su vanidad de sabio á su compasión de cristiano. Él va de puerta en puerta como un mendigo pidiendo para los irlandeses católicos que se mueren de hambre, y eleva su voz hasta el Soberano Pontífice; él trabaja más que nadie en l'Œuvre de Saint François Regis; él toma parte muy activa en la reforma de las prisiones, con aplauso y aprobación de Tocqueville; él se afana por crear un amparo á los pe-

queños saboyanos, pobres niños, que todos los inviernos dejaban sus montañas cubiertas de blanquísima nieve para hundirse en los negruzcos tubos de las chimeneas, tiznados de grasiento carbón; él forma parte de la Sociedad de San Vicente de Paúl; y de esta suerte, la caridad y la religión, con la ciencia por compañera, absorbe de continuo su actividad prodigiosa. Pero la caridad casi nunca se separa en él de la religión; la ciencia nunca toma asiento de rebeldía; su razón es inmensa, poderosísima, pero nunca el juez supremo, sino modesto delegado del Gran Juez.

Cauchy es un alma noble, pura, intachable en su vida privada y en su vida pública; pero tiene algo, en su corrección y en sus perfecciones, de la forma geométrica. Pocas veces en él la línea recta ondula ó se retuerce á impulso de la palpitación humana; nunca el plano de sus poliedros se bombea con ampollas de vapor que pugnen por reventar.

Y fué dulce, afable y cariñoso con sus discípulos, y de una paciencia sin límites; dos ó tres veces repite sus intrincadas demostraciones, para que las comprendan mejor.

Eso, sí; él prefiere que las personas sobre las cuales derrama sus beneficios sean tan fervorosos cristianos como él lo es; de los demás, se aparta cortés y fríamente. Es probable que si el pobre Abel hubiese sido católico en vez de ser protestante, y en vez de

ser liberal hubiese sido legitimista, las simpatías de Cauchy hubieran sido mayores y no habría perdido entre los papelotes de la Academia la inmortal Memoria sobre funciones elípticas del desdichado y sublime joven.

Pero no se suponga en Cauchy, ni mala intención, ni felonía; Cauchy era un hombre honrado y un caballero. Es que vivía en su mundo, en el único que llegó á conocer, en su cerebro de genio y en su corazón de creyente. Dentro de sí mismo vivió siempre para las grandes creaciones matemáticas, ignorando casi las de sus compañeros y no dándoles gran importancia. Dentro de la legitimidad de los Borbones vivió en política; lo demás era ruina, vergüenza, podredumbre, desacato y usurpación. Dentro de su fe, vivió y murió en materias religiosas; el católico, un hombre que ve á Dios; el que no lo es, un desdichado que perdió la vista. Todo esto era para Cauchy tan evidente, y más evidente que el más luminoso de sus teoremas. Y así fué toda su vida; línea recta que va desde su primera comunión y su primera Memoria sobre poliedros hasta sus últimos sacramentos y sus asombrosos trabajos sobre la luz.

Á punto estaba de entrar en la Academia, y nadie en buena ley podía disputarle un puesto que era suyo, cuando se derrumbó el primer Imperio. Vino la Restauración, y una Ordenanza de 1816 reorganizó el Instituto. Entonces Monge, el ilustre Monge, fué

excluído, y en su lugar se nombró por voluntad Real, no por la libre elección *de sus iguales*, á Cauchy.

La exclusión de Monge fué una indignidad ante la Francia, una vergüenza para la ciencia y un dolor para la Academia. Ni Monge había votado la muerte del Rey, ni había sido convencional; fué sólo ministro de la época revolucionaria, prestando grandes servicios á su patria.

Cauchy pudo entrar y debió de entrar en la Academia por derecho propio; pero entró de mala manera y con cierto linaje de complicidad en un acto inicuo. Fué académico por favores palaciegos, y él, sin embargo, no era palaciego ni adulador. Todo lo cual le enajenó muchas simpatías.

Pero es que, dadas sus ideas, tal nombramiento había de parecerle perfectamente legítimo. El Rey legítimo le nombraba: ¿qué mejor título para Cauchy? Y que no eran apetitos ambiciosos, á que siempre fué ajeno, los que le impulsaron á ser cómplice del repugnante atropello cometido con Monge, lo demostró ámpliamente en el resto de su vida.

Estalló la revolución de 1830; cayeron los Borbones; se impuso el juramento, y Cauchy, sin vacilar un punto, antes que jurar un régimen que su conciencia rechazaba, lo sacrificó todo: sus cátedras, sus Academias, su posición oficial, su porvenir, y hasta su familia. Salió, pues, de Francia, y fué á establecerse á Turin, donde Carlos Alberto creó para él ex-

presamente una cátedra de *Física Sublime*, y donde durante algunos años continuó la publicación de sus admirables ejercicios de matemáticas. Su vida era tranquila; sus opiniones seguían inquebrantables; y su existencia se resume, durante estos años, en sus grandes descubrimientos, en su fe religiosa, en una visita al Soberano Pontífice Gregorio XVI, y en el convencimiento firme de que la Francia caminaba á su destrucción con el nuevo régimen. En suma, Cauchy seguía escribiendo; Dios seguía en las alturas; Carlos X en su destierro de Praga; y á pesar de todo, la Francia no lo pasaba enteramente mal.

Por este tiempo, el Rey apeló á la lealtad de Cauchy para que se encargase de la educación del Delfín, y gran sacrificio fué para el ilustre matemático abandonar, en parte al menos, sus creaciones sublimes, para escribir cartillas de educación al alcance de un niño; pero no podía negarse á ser, como él decía, *cortesano del destierro;* una indicación del Rey era una orden, y aceptó sin vacilar y se trasladó á Praga.

Podrá no ser simpático el carácter de Cauchy á muchas personas, y no era ciertamente un hombre de ideas modernas; pero, con todo, era una conciencia recta y honrada.

Tal vez, á fuerza de aspirar con sus adoraciones á las Divinas alturas ó á las alturas Regias, se le quedaba el corazón un poco seco, como perfume que se quema y sólo deja carbón, mientras el aroma se

eleva por los aires. Pero sus ideales eran puros y su conducta siempre fué nobilísima. Que se acierte ó que se yerre, cuando hay pureza de intención, sin escoria de egoísmo, todo hombre merece respeto, aun de sus mismos adversarios. Cuando más, podremos lamentarnos de que habiendo en su cerebro tanta luz no hubiese otro tanto fuego en su corazón; pero es que á veces el fuego se deshace en luz.

En Praga publicó Cauchy muchas de sus inmortales Memorias sobre la teoría matemática de la luz, entre ellas la de la Dispersión. Porque Cauchy para todo tenía tiempo: para educar al joven Príncipe, con imitaciones más ó menos cándidas de Fenelon y de Bossuet; para enriquecer la ciencia con incomparables creaciones; para encomendarse á Dios diariamente con fervor inextinguible, y hasta para recibir el título de Barón de su gracioso Soberano.

Al fin, concluyó la educación del Príncipe; y como la Francia decididamente vivía y progresaba, á pesar de sus revoluciones; como la religión no sufría persecución alguna; como el desquiciado mundo parecía volver á sus polos, Cauchy volvió también á París, cediendo á los ruegos de su familia, aunque un poco asombrado de no encontrar la madre patria cubierta de ruinas y surcada de abismos. Y es que jamás hubo hombre, ni con más claridad, ni con más tranquilidad de entendimiento. Lo que él veía, ó creía ver con evidencia, jamás le inspiraba la menor

duda: ni el gran *autoritario* sufrió nunca rebeldía de su razón.

Era Cauchy el hombre de la exactitud matemática; y llegó al extremo de espantar á todos los Académicos, empezando por Laplace, cuando presentó su teoría de las series convergentes. Todo cuanto se había hecho desde Newton á Lagrange era como un monumento fabricado en el aire: nada estaba demostrado con exactitud; y hasta tal punto podría ser falsa toda la ciencia moderna, que cuentan que el mismo Laplace volvió aterrado á su casa, y febril y angustiadísimo encerróse en su gabinete y no salió hasta no comprobar la convergencia de todas las series que en sus obras admirables había empleado. Afortunadamente resultaron convergentes, y la gloria del inmortal matemático se salvó.

Y, sin embargo, éste Cauchy, tirano formidable de la exactitud matemática, al abandonar el campo de la ciencia y lanzarse al de la filosofía, afirma enormidades como la siguiente: «Que con la misma clase »de exactitud conocemos un teorema de geometría, »que la existencia de Londres ó de Viena por el tes»timonio universal, y sin haber estado en ambas po»blaciones». Decididamente, Cauchy lo era todo menos filósofo. Pero es que el principio de autoridad domina en su ser de una manera absoluta: la autoridad de Dios, la autoridad del deber, la autoridad del Rey legítimo, la autoridad de lo que es verdadero, sea

cual fuere el conducto por donde se sepa que lo es.

Volvió á Francia—decíamos—, y los miembros del Bureau de Longitudes le eligieron para la vacante que había dejado Prony. Era plaza que Cauchy ambicionaba, y durante algunos años prestó en ella grandes servicios con la creación de nuevos métodos astronómicos, dignos de su genio soberano. Pero, contra ley y contra costumbre, la cuestión del juramento le salió al paso de nuevo. Empeño inútil; Cauchy no juró; podían quitarle sus plazas, como le habían despojado de sus cátedras; no había modo de obligarle á jurar. La autoridad del deber había escrito en su cerebro: «no debes jurar»; como la autoridad de la ciencia había escrito la *teoría de los residuos;* como la autoridad política había escrito: «tu rey es un Borbón»; como la autoridad de la fe había escrito: «Cristo es Hijo de Dios Padre»; y allí estaban, hasta la hora de la muerte, los eternos mandamientos, como si se hubiesen grabado en bronce perenne.

Por fortuna para Cauchy, estalló la revolución de 1848, y el Gobierno provisional suprimió el juramento político.

Lo restableció cuatro ó cinco años después Luis Bonaparte, Emperador; pero tuvo la generosidad de hacer dos excepciones: una, á favor del republicano Arago; otra, á favor del legitimista Cauchy.

Cauchy había triunfado. Ni juró á los Orleans, ni juró la República, ni juró el Imperio. Veinticuatro

años, á pesar de perder sus cátedras y su posición, en el destierro y en la tristeza, mantuvo inquebrantable la integridad de sus opiniones.

Reseñar los trabajos del ilustre matemático, dar sólo la lista de sus Memorias, exigiría un tomo entero, como el que publicó hace veintitantos años Mr. Valson, y de cuya obra hemos tomado principalmente los datos que preceden. Pero no es esta materia propia para *Plutarco del Pueblo*.

La labor de Cauchy es inmensa; su genio invadió con desbordamientos poderosos toda la ciencia matemática pura y toda la física matemática; la teoría de los números, la geometría, el análisis, las funciones simétricas, las series, la teoría de ecuaciones, las ecuaciones diferenciales, el cálculo integral, las imaginarias, el simbolismo matemático, la teoría de la elasticidad, la óptica con sus maravillosas teorías de la luz y de la vibración del éter, la astronomía, todo. Durante años y años estuvo bombardeando á la Academia, semanalmente—si se me permite la palabra—, con nuevas y nuevas teorías.

No es, pues, maravilloso que casi toda la ciencia moderna, ó una gran parte por lo menos, se alimente de su jugo y vaya marchando por los derroteros que él señaló. El espíritu de Dios flotó sobre las aguas, y el espíritu de Cauchy flota sobre toda la ciencia matemática de nuestro siglo.

El dió cimiento á cuanto se había creado de más

sublime desde Newton acá, con su teoría de la convergencia de las series; fábrica era, todo lo anterior, fundada en el vacío; Cauchy le puso cimiento de granito.

La forma imaginaria era una esfinge en que habíanse empeñado una serie de hombre insignes: Kühn de Kenigsberg, en 1650; Truel en 1786; el abate Bucé en 1806; Argand de Génova, en 1806; y Mouzey y Warren en 1828, y François, Faure, Vallesy otros muchos. Pero la esfinge hablaba á medias y más bien tartamudeaba. Cauchy estableció la teoría definitiva y dió la interpretación geométrica más fecunda que se conoce hasta el día de las cantidades imaginarias. Sus trabajos sobre esta materia se extienden desde el año 1821 al 1847, y sus consecuencias han sido la renovación casi completa del análisis.

También el distinguido profesor español Sr. Rey Heredia escribió un libro sobre cantidades imaginarias el año 1855; libro que se publicó el 65, y en que hay como una adivinación de la gran teoría de Cauchy. Demuestra, ciertamente, el Sr. Heredia un buen ingenio y un talento nada vulgar; pero su teoría, que es idéntica á la del gran geómetra francés, vino veinte ó treinta años después que la de éste; y como, además, el Sr. Heredia sólo poseía conocimientos elementales de las matemáticas, no pudo realizar las maravillas que, partiendo de la misma idea, se habían realizado ya y se realizaron después.

Las integrales de Cauchy entre límites imaginarios y su teoría de los residuos, son dos prodigiosas creaciones; pero su carácter es de tal modo técnico, que es imposible explicarla en este artículo.

Apuntaremos, sin embargo, una idea, y es la siguiente: que quizás en ambas teorías se reflejan, sin sospecharlo Cauchy, sus hondas creencias religiosas.

Y es que, á veces, en el cerebro humano se enlazan misteriosamente, por profundos flujos y reflujos, las más apartadas regiones de la *ideación*. Me explicaré.

Para Cauchy, la vida es transitoria y deleznable; los amores mundanos, vanas quimeras; y el amor á la criatura—lo dice en la carta que á los veintidós años escribía á su madre—, debe borrarse ante el amor Divino. Lo único verdadero y firme es lo eterno, lo absoluto, lo infinito. La clave de la vida mundana está en la muerte, que matemáticamente pudiéramos llamar el *cero* de la vida; y después en lo *infinito*.

La muerte y el más allá; los *ceros* y los *infinitos*, explican el enigma de la existencia.

Pues, sin saberlo acaso, aplica Cauchy estas creencias religiosas á sus más admirables teorías; y por este camino marchan los modernos á impulso del maestro; él aplica á las curvas, á las superficies, á las funciones, á toda ley que enlace en la unidad de una fórmula la variedad de puntos ó de valores particulares, esta misma idea.

Por eso data de la revolución científica de Cauchy la tendencia que domina en las matemáticas el estudio de *ceros* y los *infinitos* de las funciones, desdeñando todo lo demás como particularidades insignificantes, que en los *ceros* y en los *infinitos* han de tener cumplida explicación. ¿Qué importa, según el espíritu de Cauchy, la variedad de puntos vulgares, que apenas se diferencian unos de otros, que son como individuos aislados, sin que ninguno encierre en sí los profundos secretos de la función matemática de que forman parte? En los *ceros* y en los *infinitos* está lo más recóndito y lo más grande de todos los problemas.

Por eso Cauchy, como desdeña en la vida á la criatura y al ser individual, desdeña en la matemática la turbamulta de puntos particulares, para estudiar aquellos puntos especialísimos en que está el *cero* ó en que está el *infinito*, y en que se reconcentra, por decirlo así, la esencia de la curva, de la superficie, de la función ó de lo integral.

Es seguro que algo de esto sentía Cauchy. Cuando se marcha por las regiones ordinarias de una función, como cuando se marcha por la vida humana, todo es limitado: si se cierra el círculo se vuelve á lo mismo; es ritmo que no avanza, repetición monótona, camino cerrado y pobre que siempre vuelve a empezar del mismo modo.

Pero cuando se encuentra uno de esos puntos su-

blimes de la tradición de Cauchy, el *cero* ó la muerte de la función, y sobre todo el *infinito*, y abrazándole se da vueltas alrededor, y todo cambia y se asciende á otras hojas geométricas ó regiones de la función, que hubieran sido inaccesibles, á no salir de la vulgaridad uniforme del primer espacio, por el *cero* de la muerte, ó por lo *infinito* de lo inmortal.

Todo esto parecerá un poco vago á nuestros lectores, pero es que en las teorías de Cauchy hay profundidades inmensas, á muchas de las cuales él no llegó, pero han llegado sus discípulos.

En física matemática y en la teoría de la luz y de las vibraciones del éter, Cauchy se elevó á las más altas esferas de la ciencia.

¡Qué prodigioso esfuerzo el de la limitación de la onda luminosa por el cálculo de residuos y por integrales séxtuplos!

Por lo demás, y prescindiendo de ciencias matemáticas y físico-matemáticas, Cauchy era un hombre de gran cultura literaria.

Poseía el latín á la perfección, y en su juventud obtuvo premio de honor por sus odas latinas.

Conocía el griego y traducía á Homero sin dificultad. Sabía además el hebreo, pues el padre de Cauchy, que era eminente orientalista, se lo había enseñado con todo el afán con que un padre enseña á su hijo, y juntos trabajaron en cierta Memoria, muy apreciada por los inteligentes, sobre prosodia hebreica.

Como escritor era limpio, correcto, pero excesivamente retórico. No tiene ni el color, ni el estilo, ni la originalidad, ni el sello especialísimo de los grandes escritores. Bajo este concepto, Pascal era escritor de otra estirpe. Sólo para defender á los jesuitas encontró Cauchy, en dos ó tres opúsculos, cierto linaje de elocuencia y pasión.

El mucho trabajo, la edad que no era escasa y penas de familia, como la pérdida de su padre y de su hermano, fueron agotando la naturaleza de Cauchy, que nunca fué muy vigorosa. Llegó, pues, el último día de aquella inteligencia excepcional. Grandes trabajos astronómicos tenía preparados, cuando le explicaron que su hora postrera había llegado, y no demostró ciertamente por dejarlos interrumpidos el menor disgusto. No volvió á ocuparse de la ciencia para nada. En cambio, su angustia fué grande y grande su aflicción, recordando cierta obra piadosa que temía que no se realizase faltando él.

Murió tranquilo, sereno: como creyente que jamás ha sido atormentado por la duda, como cristiano que ve en Dios un padre cariñoso, como noble que ni en la hora suprema debe perder su dignidad arístocrática.

Murió como un patriarca, bendiciendo á los suyos, á su mujer y á sus hijas, con las palabras sagradas *Benedictio Dei omnipotentis, Patris et Fili*, que pronunció con voz entera, aunque el brazo, ya

inerte, tuvo que sostenerlo el sacerdote para el acto de la bendición.

Sin embargo, á la hora de su muerte, el geómetra reclamó sus derechos: es un incidente curioso.

Cuando le daban la Extremaunción, cuyos pormenores siguió con su espíritu de exactitud ordinario, llamó la atención del sacerdote para decirle «que la oreja izquierda no había sido tan bien ungida como la derecha».

La misma observación hizo respecto á los pies: «Era preciso descubrirlo por igual, para que por igual también recibiesen los dos el Santo Óleo».

La *ley de la simetría* aliándose á la ley divina. Los escrúpulos del geómetra, abrazándose en un abrazo postrero á los escrúpulos del cristiano. Las dos naturalezas disputándose el último aliento.

Fué Cauchy un prodigioso matemático, un hombre honrado, un carácter noble, un espíritu eminentemente religioso, y al presentarse á su Dios se presentó en plena *simetría sacramental*.

EL NEWTON DEL NORTE (ABEL)

Así se llama en los anales de la ciencia Niels-Henrik Abel (Nicolás Enrique Abel), matemático inmortal, que nació en Agosto de 1802 en un presbiterio de la diócesis de Cristiandad, y que murió el 6 de Abril de 1829 en Froland, de miseria, de frío y de tisis.

Vivió, si fué vida su vivir, veintiséis años y medio, y en este plazo, relativamente breve y angustioso, llegó á la altura de los primeros matemáticos antiguos y modernos, superando á veces á los grandes maestros, y abriendo asombrosos horizontes á la ciencia sublime de Descartes y de Newton.

Pero, ¡qué diverso es el destino de los hombres, cuando debiera ser el mismo si la Justicia fuera de este mundo!

El Newton de Inglaterra, si bien tuvo que sostener luchas y en ocasiones padecía escaseces, alcanzó la edad de ochenta años, y murió rico, respetado y admirado por todos. Ocupaba sitio en los Parlamentos británicos; buscaban su amistad los Reyes y los sabios; le cantaban los poetas. Voltaire suponía que los Ángeles que rodean el Trono de Dios andaban envidiosos de tan envidiable genio; sus restos descansan en la abadía de Westminster, entre sepulcros de magnates, guerreros y hombres ilustres; en su losa sepulcral está escrito el binomio, y el mundo entero repite con asombro y respeto semirreligioso el nombre inmortal del que descubrió la atracción.

El Newton del Norte, el pobre Abel, vivió siempre pobre; verdad es que le protegieron sus maestros, pero eran pobres también y no podían hacer mucho por él; le protegió mezquinamente, y, por decirlo así, sólo á ratos, el elemento oficial y burocrático, abandonándole al fin por completo; le postergaron para favorecer medianías; le *perdieron* algunos de sus maravillosos trabajos en la Academia de París, arrebatándole de esta suerte en sus últimos instantes hasta la esperanza y el consuelo de la inmortalidad; y murió de tisis, como hemos dicho, poco después de los veintiséis años, en los brazos de Cristina, su prometida, que, según se cuenta, rechazó brutalmente á cuantos le rodeaban, para ser ella la única que apretase contra su pecho el pobre cuerpo de su

amado al escaparse de la ingrata tierra aquella sublime inteligencia y aquella alma dulcísima.

En pobre fosa le arrojaron, y no hubo mármol en que grabar ninguna *de sus fórmulas* matemáticas, ante las cuales el aristocrático *binomio*, sublime en su tiempo, pero hoy infantil, es juego vulgarísimo de cualquier principiante. ¡Suena tanto este nombre, el binomio de Newton!

Más tarde, algunos amigos le costearon una modesta tumba de hierro, que está perdida entre los salvajes bosques de Froland. Dura y sin piedad, y fría como masa metálica, fué para él la vida, y de hierro es también su sepulcro. Siempre frialdad y dureza, y por remate, exceptuando en un pequeño círculo, el olvido.

El olvido, repito; porque la posteridad, representada por la gran masa humana, sigue olvidándole y desconociéndole. Y el caso es que nadie tiene la culpa. Trató de cosas que muy pocos entienden, ¿cómo ha de hacerle caso nadie?; se fué por las nubes; los mortales andan á ras de tierra.

Es que en toda *obra humana* que la fama trompetea, toman parte, lo mismo que en el teatro, por un lado el autor y los actores, por otro el público, y entre todos la realizan y la ensalzan, ó la hunden entre todos.

Imaginad un teatro, pequeño ó grande, ó el de la comedia humana, ó el de los dramas y comedias

representables. Esparcid á guisa de público, por butacas, palcos y galerías, multitud de instrumentos musicales, arpas, liras, cajas sonoras, todo aquello que sea susceptible de vibrar; pero sólo de vibrar cada instrumento con determinada vibración: la suya, la que le es propia. Estos son los espectadores del mundo ó los espectadores del teatro; cada uno tiene ciertas notas; pero nunca toda la escala, nunca el inagotable tesoro de las melodías ni de las armonías, que duermen en el seno de lo desconocido y que despiertan no más que á la voz del genio.

Y en el escenario del mundo, ó del salón de espectáculos, poned á un hombre que haya creado algo: una combinación de notas, un acorde de ideas. Ese es el autor, el creador, el que con su drama, con su invento, con su teoría científica ó con su sistema filosófico se presenta á la muchedumbre. ¿Qué sucederá? Este es el gran problema de la lucha individual por la existencia: á esto se llama *acertar ó no acertar*.

Si el hombre del escenario acierta á dar una nota ó á modular un acorde que por casualidad esté en toda la masa de los instrumentos musicales, ó en una gran parte al menos, todos vibrarán á la vez, reformarán el acorde ó la nota que los despertó, y el éxito será grande, y el entusiasmo general, y la victoria completa.

Pero si el hombre del escenario da notas que no están en las cuerdas de las arpas y de las liras que

tiene ante sí, es decir, de la muchedumbre, por sublimes que las notas sean, los instrumentos musicales permanecerán silenciosos, y en el silencio y en la indiferencia se perderán aquellas peregrinas vibraciones, que torpemente y á deshora buscaban ecos gemelos en ajenas notas.

La habilidad consiste en hermanar algo *verdaderamente grande* con algo *extraordinariamente vulgar*: y no empleo esta palabra en sentido despreciativo, sino como expresión de sentimiento ó de ideas que sean comunes á toda una masa humana. Que la creación sublime, pero nueva, venga escoltada de vulgaridades simpáticas que la lleven consigo, y la abran paso en cerebro espeso, y la impongan á voluntades dormilonas. Que la gente reciba regocijada ó conmovida lo que no comprende, por el acompañamiento que trae; y, si podemos expresarnos de este modo, que la nota sublime venga rodeada y precedida de batidores, de notas callejeras.

Por eso Isaac Newton es admirado por todos; hasta por los que son incapaces de comprenderlo, que son la inmensa mayoría de los hombres.

Por eso Niels-Henrik Abel es desconocido para todos, exceptuando un pequeño grupo de iniciados; y por eso, y por espíritu de justicia, después de hablar del Newton inglés en mi artículo anterior, voy á ocuparme en éste del Newton noruego, ó, como se dijo en su tiempo, del Newton del Norte.

Es que los descubrimientos y las creaciones de Isaac Newton eran prodigiosos; pero es que, además de serlo, venían acompañados de *fiadores populares*, ó referíanse á nociones y cosas que todo el mundo siente ó conoce, siquiera sea de un modo vago.

Los astros. ¿Quién no ha mirado al cielo? Sus atracciones. ¿Quién no ha pensado que, en efecto, se atraen soles, planetas y estrellas? Y si no lo pensó, ¿quién no lo comprende, con que una vez, al menos, se lo digan bajo la fe de un sabio?

Pues únase á esta idea sencilla y vulgar, á modo de estimulante, esta otra idea: que la atracción es proporcional á las masas, y en razón inversa, á los cuadrados de las distancias, y aunque no se sepa lo que son *cuadrados*, ni *relaciones inversas*, ni se penetre en nada de esto, la extraña fórmula dará prestigio y nebulosidades de misterio á la nueva idea.

No está la grandeza de Newton en anunciar que los astros se atraen, porque otros lo dijeron también; sino en haber hecho prodigiosamente fecunda esta teoría por sus admirables cálculos, que aprisionaban la variedad astronómica en la unidad matemática.

Estos cálculos, ni los sospecha, ni los adivina la muchedumbre humana, pero los acepta con entusiasmo, por la *vulgaridad comprensible* que viene con ellos: *astros*, *atracciones*, *cuadrados y distancias*.

Comprender de una cosa *un poco* y sospechar que en lo no comprendido *hay mucho*, es lo que más

excita la admiración, cuyo gran estimulante es el misterio. *Las coqueterías de la verdad*, dándose á medias, son las que más atraen.

Y en todos los grandes trabajos del matemático inglés hay algo de esto; una idea profunda, inaccesible al vulgo; una envolvente llamativa y aparatosa. Mejor dicho, un foco muy intenso, pero reconcentrado é invisible, y alrededor resplandores vagos, pero colosales, de aurora boreal.

Las gentes ignoran el foco, pero ven los resplandores; esto sucede con el descubrimiento de la atracción. Esto sucede con el descubrimiento de las *fluxiones*, que es del cálculo diferencial é integral.

¿Qué sabe la multitud de funciones, variables, ni límites? Nada; pero tiene visiones y como presentimientos de que existen leyes de dependencia entre las cosas, cambio de las mismas, algo que decrece sin cesar, algo que crece sin límites, lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande, y concluye por admirar á los creadores de esos cálculos que oye llamar *cálculos sublimes*.

¡Ah!, en estos cálculos sublimes llegó Abel á la más alta sublimidad; á mil codos sobre todos los cálculos de Newton, comprendiendo el mismo binomio.

Sin embargo, apresurémonos á decirlo; llegó *ciento cincuenta años* después, y esto ha de tenerse en cuenta para no rebajar ni al uno ni al otro coloso; que, al

fin, en el campo de la ciencia matemática son dos colosos que á través del tiempo se miran de frente y á nivel.

Pero es que estos cálculos del matemático noruego, con ser en su conjunto un foco poderosísimo, son un foco reconcentrado; la masa humana no penetra en el foco, no ve los resplandores, y no tiene para qué ni por qué admirarse. Y no hay motivo para culparla tampoco. No es crimen, pero es ignorante; las cosas en su punto.

Y otro tanto pudiéramos decir de los descubrimientos de Newton en Física. ¿Quién no conoce la luz, si no es ciego? ¿Y quién no se interesa con el gran físico cuando la descompone en sus siete colores? Para ello no hay que conocer, ni la teoría de la emisión, ni la de las ondulaciones, ni la de las indiferencias, ni la fórmula de Fourier, ni aquellas admirables fórmulas de Cauchy, limitando en integral séxtupla y en residuos de onda luminosa. Esto es hebreo para la mayor parte; pero la luz es luz, y bastantes resplandores lleva consigo sin acudir á fórmulas matemáticas.

Y bien. ¿Cuál de las creaciones de Abel despide resplandores que lleguen hasta el vulgo?

Tienen hermosuras, profundidades y aureolas divinas; pero sólo para la razón en esferas muy altas; y lo que está muy alto se pierde de vista.

El vapor de las altas regiones no se ve; ya se le

verá cuando, condensado en agua, corra por el río, murmure en la fuente ó caiga entre espumas por la hirviente catarata.

No es imposible hacer comprender al público la grandeza de los problemas que Newton resolvió: su atracción, sus fluxiones, algunos de sus problemas matemáticos, sus experiencias de óptica.

Pero, ¿cómo es posible que nadie, sin largos estudios previos, comprenda los descubrimientos del Newton del Norte? ¿Cómo han de apreciarse, ni su mérito, ni su originalidad, ni su grandeza, ni su transcendencia para la misma astronomía, para la mecánica, y, más ó menos á la larga, para todas las ciencias exactas y experimentales?

Yo enunciaré alguno de estos descubrimientos, pero será para dar notas que no han de encontrar ningún eco; será como para hablar de un idioma extraño, venido allá de tierras fantásticas.

Cuando se trata de las atracciones de los astros, puede haber emoción.

Cuando se enumeran los diversos órdenes de *infinitos*, el estremecimiento de lo infinito, y perdóneseme la frase, puede correr por nuestros nervios.

Pero si se dice: Abel demostró que las ecuaciones de grado superior al cuarto no pueden resolverse algebraicamente. Si se recuerdan sus profundos trabajos sobre las series en que obligó á las matemáticas á hacer examen de conciencia, y en que midién-

dose con lo infinito supo domarlo; si se presentan como títulos de gloria sus prodigiosos descubrimientos sobre las transcendentes elípticas, hiperelípticas y abelianas, la inversión, la ley de periodicidad, los métodos de transformación, aunque éstos en competencia con el ilustre Jacobi, y aquel teorema del cual decía el gran matemático Legendre que era monumentum *aere perennius*, ¿quién ha de entusiasmarse, como no sean los del oficio, y esos de antemano estarán entusiasmados?

En cinco ó seis años de vida miserable, enfermiza y angustiosa, llenó *dos volúmenes en folio*, que componen más de 1.000 páginas, con problemas y creaciones de primer orden. Pero esos volúmenes no son para el *Plutarco del Pueblo*, que otro es el objeto y otra la tendencia de esta idea importantísima y fecunda.

Y sin embargo, como lo imposible tiene para mí atracciones poderosas, voy á apuntar una idea, una sola; fué uno de los mayores descubrimientos de Abel el de la ley de *periodicidad de las funciones elípticas invertidas*; con esto solo quedaba para siempre su nombre en página luminosa de la ciencia. Pero, ¿qué quiere decir esto? Válgame una imagen, no para explicar la idea, sino para trazar un pedazo borroso de silueta.

Supongamos que muchos sabios, de los de más fama entre los más famosos de Europa, se pasan años

y años desde Euler á Legendre, mirando la *esfera de un reloj*.

Las agujas caminan siempre hacia adelante, trazando círculos y círculos sin fin. Pero cierto día, un joven mira por detrás del reloj y ve oscilar periódicamente el péndulo y exclama: «no miréis el reloj de frente, *invertid* el punto de vista, y veréis que la primera ley, la de las agujas que avanzan, y su perfecta regularidad, se explican por modo sencillísimo, mediante esta *ley periódica* que yo he descubierto».

Pues esto hizo Abel con las *funciones elípticas*.

Y cuenta que la *ley periódica* es una de las grandes leyes de la naturaleza; más grande, quizá, que la ley newtoniana. La *periodicidad* está en el vibrar del átomo de éter, y explica la luz, los colores y todas sus maravillas. Está en el vibrar del aire, y explica el sonido, sus armonías y sus melodías. Está en el calor y la electricidad, y explica un número infinito de fenómenos físicos. Está en las inmensas elipses de los astros, que son vibraciones planetarias. Y hasta en el periódico ritmo del verso, con sus asonantes y consonantes, la encontramos también. Es, por fin, la ley de periodicidad el *símbolo* más perfecto de una solución para este problema, enigma que jamás resuelven los filósofos; la fusión de la variedad en la unidad, sin que la variedad desaparezca. La ley de *perpetuo avance* representa el progreso; la ley *periódica*

la conversión de lo pasado en la eterna renovación de las cosas.

El descubrimiento del joven noruego ha sido grandemente fecundo, porque en sí lleva un fondo filosófico y transcendental, común á muchísimas cuestiones de la ciencia pura y de la ciencia práctica, de la razón abstracta y de la realidad palpitante.

Pero ni de éste, ni de los demás descubrimientos de Abel, podemos ocuparnos aquí.

Otro es nuestro propósito: y si de la historia del matemático noruego hablamos en este Plutarco popular, es porque con ser muy sencilla, muy pálida y muy insustancial, encierra grandes enseñanzas. Mucho se conduele hoy todo el mundo de la miseria y el sufrimiento de las clases humildes; mucho se escribe sobre el pobrísimo jornalero, verdadero Cristo del trabajo; y en cambio, á empeño se toma el ir arrojando cieno y odio sobre el egoísta y corrompido burgués. Supónese que el hambre y el dolor son patrimonio exclusivo del obrero, y se procura establecer diferencias absurdas entre el que trabaja con sus músculos y el que trabaja con su cerebro.

No tanto: el dolor es patrimonio del hombre, ya se siente en trono de terciopelo, ya se doble jadeante sobre el terruño; lo mismo cuando la fibra muscular se contrae al golpe de la azada, que cuando la celdilla gris se inflama al brotar de la idea; desgaste de vida hay en el primer caso y desgaste enorme de

vida hay en el segundo: y la angustia y la fatiga, á un lado y á otro del dinero van, acompañándole por la negra galería; pero van acompañando también al pensamiento del sabio, cuando vaga sublime durante las horas silenciosas de la noche; quizá no espantan al sueño de aquél; quizá no dejen que se cierren ni una vez los párpados de éste.

Por eso voy á contar en breves líneas la historia del Newton del Norte. El padre de Abel era pastor protestante de Gjerrestad, y la familia era y fué siempre muy pobre; además, fué bastante numerosa; el padre, Soren-Georg-Abel; la madre, Ana María Simonsen, una hija llamada Isabel, y creo que cuatro hijos más.

Cuando Abel llegó á los dieciséis años, le hicieron entrar con uno de sus hermanos en la Escuela-Catedral de Cristianía, en la que recibió las lecciones de un buen profesor: B. Holnmboe, que fué siempre su protector y su amigo.

Al poco tiempo, el profesor no enseñaba: él y el discípulo estudiaban juntos á Euler, Lacroix, Francœur, Poisson, Gauss y La Grange. El año 1821, pasó Abel de la Escuela-Catedral á la Universidad; tenía diecinueve años; no le quedaban más que siete para ganar la inmortalidad, y era todavía un estudiante.

Su estudio predilecto fué siempre el de las Matemáticas, pero sus aptitudes eran generales. Al morir sabía latín, el griego, además el alemán y el

francés, en cuyos idiomas escribió muchas de sus Memorias, y agréguese á estos cuatro el suyo propio: en suma, cinco idiomas. En lo único en que, según sus biógrafos, no se distinguió mucho, fué en puntuación ortográfica.

Avanzó á saltos de gigante en la ciencia, pero la miseria le esperaba siempre, al acabar cada asalto, para hacer presa en él. Hay pormenores prosaicos, pero que deben contarse, para que nuestros lectores se formen idea exacta de la situación del pobre joven.

Él y su hermano no tenían más que *un par de sábanas:* cuando las echaban á la colada, sobre la basta tela del colchón dormía aquel genio prodigioso, que puso orden en el caos de las series divergentes, enmendando la plana desde Newton á Lagrange, y á todos los matemáticos, exceptuando Cauchy, que daba una lección á Gauss en la teoría de ecuaciones, y que con su ley de periodicidad abría inmensos horizontes á la ciencia. El horizonte de su pobre cuerpo, en aquellas muchas heladas de la Noruega, era la tosca tela de un jergón, que estaría probablemente tan tísico y tan extenuado como su dueño.

La Universidad, si no comprendió todo lo que valía, comprendió que valía mucho: no hay que negarlo. Y como el auxilio que se le daba era mezquino, y como el padre de Abel habia muerto y su numerosa familia estaba en la indigencia, los profesores se

cotizaron para constituir e una modestísima pensión á fin de que, según decían, «pudiera conservarse para la ciencia aquel raro talento; protección de que es digno, agregaban, por su constante celo y su buena conducta».

Gracias á dicha pensión pudo terminar sus estudios universitarios, y el año 1822 sufrió el èxamen *philosophicum*.

Por este tiempo tuvo dos pequeñas contrariedades. Creyó haber resuelto las ecuaciones de quinto grado; pero había un error en el método. Calculó la influencia de la luna sobre el péndulo, pero sus cálculos resultaron, no ciertamente erróneos, pero sí inútiles, porque sólo se referían al caso en que la tierra estuviese inmóvil. Según se cuenta, había pasado la noche alegremente con sus compañeros, y, sin dormir ni descansar, púsose á resolver el problema al volver de lo que pudiéramos llamar la *juerga escandinava*: cosas de los jóvenes y cosas de las juergas.

Porque Abel no era el sabio clásico, solemne y majestuoso, que al salir de su gabinete de estudio parece que está diciendo: «cuidado, no acercarse mucho que acabo de celebrar una conferencia con el supremo Hacedor». No; Abel era un joven alegre y comunicativo, simpático á todo el mundo, que así resolvía un problema de cálculo integral, como tomaba parte en una fiesta estudiantil y cantaba canciones populares: hasta tenía su nombre de guerra.

En ocasiones, sin embargo, permanecía silencioso y melancólico horas enteras: «Estoy triste», decía. «¿Qué tienes?»—«Nada; pero estoy triste».

De estas tristezas tuvo muchas mientras viajó por el extranjero, y sobre todo en aquel último año tan desesperado y tan sombrío de su corta existencia.

Su carácter era dulce y bondadoso; con un solo rasgo puede pintarse.

Hizo un viaje á Copenhague, y en una carta, que pocos días después de su llegada escribía á un amigo, salían estas frases: «Las mujeres de aquí son *horriblemente feas*». Pero aún no ha terminado de escribir la cruel sentencia, y ya está arrepentido de haber sido tan severo. Por eso agrega con dulzura angélica, á renglón seguido: «Sin embargo, son muy graciosas».

Jamás hizo daño á nadie; jamás se sobrepuso en él el egoísmo á los instintos generosos. Sus únicos rencores fueron para Gauss y Cauchy, y tenía motivo.

Acusaba á Gauss por su inaccesible y olímpica majestad. Le acusaba también porque en sus grandes trabajos jamás descubría la idea generadora: «Es como el zorro, decía: con la cola va borrando el camino que sigue, para que nadie pueda ir detrás.» Además, se daba como cierto, que al saber el gran maestro alemán que un joven pretendía demostrar que no pueden resolverse algebráicamente las ecuaciones superiores al cuarto grado, había dicho: *Es*

ist ja ein grauel sowas usammen zu schreiben. Es decir: «Es una abominación escribir tales cosas.» Y, sin embargo, Abel tenía razón: la abominación está en juzgar con ligereza, por muy genio que se sea.

En cuanto á Cauchy, su desdeñosa altivez aristocrática, su soberbia científica, encontraba mezquino todo lo que él no había hecho; sus aires de gran señor eran intolerables para el joven noruego, eminentemente demócrata é hijo de un padre que trabajó cuanto pudo en su modesta esfera por la libertad de su patria. Por último, por indiferencia ó distracción, le perdió su *gran Memoria* sobre las funciones elípticas, y quince años, según se dice, la tuvo perdida. Razón tenía el pobre estudiante para estar quejoso del gran maestro.

Y aun así, aun declarando á ambos, á Gauss y Cauchy, antipáticos, reconoce el mérito extraordinario de los dos maestros, y los estudia siempre que puede; y de Cauchy dice: «¡Ese, ese sí que sabe cómo se tratan los problemas de la matemática!» Grito de un alma noble, que pone por encima de todo, y de sí mismo, la verdad y la admiración por los genios.

Y es que era un alma noble: más aún, era el alma de un inocente; ¡así le fué en la vida!

Allá, en su primera juventud, se pasaba las noches en claro, sentado en la cama y persiguiendo una idea;

de pronto se levantaba para despertar á un compañero y decirle: «Ya encontré la solución.»

Otras veces meditaba sobre uno de sus problemas en plena clase, mientras explicaba la lección el profesor Sverdrup, y de pronto se escapaba, gritando: *¡Jer har der!* que era su eureka.

En los últimos meses de su vida, los más intrincados cálculos y las más profundas creaciones los realizaba en familia, entre los niños que juegan, las mujeres que hablan y su prometida que le distrae, mientras él escribe fórmulas y fórmulas.

Es, sin duda, que siente que se le va la vida, y quiere aprovecharla de todas maneras: en el hogar doméstico, con el amor; en las altas regiones del pensamiento, con la ciencia.

No; no había ni odio, ni rencor, ni envidia, ni malas pasiones, en aquella alma purísima; no había más que resplandores de la verdad matemática.

Fué siempre pobre, indigente casi; por ser muy pobre no podía casarse con Cristina; porque su porvenir y el de todo ser que á él se uniese era sombrío y desesperado. Y, sin embargo, quedó vacante la clase de matemáticas de la Universidad, clase que, por ley humana y divina, le correspondía, y se la dieron á Holmboe, que no pasaba de ser un buen profesor de matemáticas elementales. Y aquí, preguntamos: ¿Hay muchos hombres que resistan esta prueba sin un grito de desesperada protesta? Pues

bien; en Abel triunfó la amistad y la gratitud por su viejo profesor, á quien tanto debía, sobre el egoismo y el instinto de defensa.

Ni se dió por ofendido, ni se amenguó el cariño por Holmboe. ¡Con qué sublime sencillez le felicitaba, como si aquella irritante injusticia no fuese su ruina y su desesperanza!

Cuando está en París, aunque sólo cuenta con miserables recursos y no tiene ningún amparo, todavía manda dinero á su familia, y reparte lo poco que le queda con sus compatriotas.

Es que no aprecia el dinero; es que vuela por las más altas regiones del cálculo integral, pero no sabe echar una cuenta de estas mezquinas de la vida, sin equivocarse en una suma ó en una multiplicación. Pero sabe echarlas para pagar sus deudas religiosamente á costa de un perpetuo sacrificio: «Debo mucho—dice—; pero ya lo voy pagando todo». Y lo que debería, por junto, sería algo así como 3 ó 4.000 reales.

Gracias á la protección de la Universidad y á la merced del Rey, al fin obtuvo una pensión de 600 solvspecies, que son unos 12.000 reales, por año, durante dos, para completar sus estudios y trabajos en París. Al fin, el elemento oficial iba á sacrificar por Abel 24.000 reales; no salían muy caras las funciones elípticas, ni la gloria futura de la Noruega.

Y fué á París, pasando por Berlín, donde se detu-

vo algún tiempo y donde hizo amistad con Crelle, amistad verdaderamente salvadora para la gloria del inmortal noruego; porque habiéndose fundado por aquél entonces aquella *revista de matemáticas* que tan famosa ha sido después y que llevó el título de su fundador, en ella pudo publicar Abel sus Memorias y sus trabajos, y á ella debió su celebridad y su nombre.

Debe reconocerse que Alemania, incluyendo en ella al inmortal Gauss y al admirable Jacobi, le salvaron, si no la vida, la fama al menos. Y Crelle ¡ah! ¡Crelle fué para el estudiante noruego un buen amigo y un entusiasta admirador! ¡Si sería buen amigo, que hablaba bien de Abel y hasta quería pagarle sus artículos! El pobre Abel se negó constantemente durante algunos años: en el último de su vida, cuando ya la miseria le ahogaba, tuvo que aceptar.

En suma: el recibimiento en Berlin fué grandemente simpático y consolador.

Para llegar á París, centro de toda vida científica por entonces y sobre todo de la vida matemática, Abel hubo de separarse un tanto del camino directo, y pasó, aunque rápidamente, por Suiza y por Italia. «Es el único viaje que he de hacer en toda mi vida—decía en una de sus cartas—¡y deseo tanto ver Suiza y ver Italia! Yo también amo la Naturaleza y admiro sus hermosuras.»

Por poco le cuestan caras sus aficiones de artis-

ta. Se supo en Cristianía su pequeña escapatoria y el escándalo y la indignación llegaron en las esferas oficiales casi á la altura del atentado.

¡Abel no trabaja! ¡Abel se divierte! ¡Abel derrocha el dinero del Estado! ¡Abel retrasa su llegada á París quince dias, un mes quizá! ¡Abel es indigno de la protección que se le dispensa!

¡Válgame Dios, y qué oportunamente caen las severidades *del Estado*, cuando le da por ser severo!

Menos mal, que no le suprimieron la pensión de los 12.000 reales, y que le dieron tiempo para llegar á París. Y al fin, llegó.

¡Qué frío, qué desconsolador fué el recibimiento! Nadie le conocía: el *Journal de Crelle*, de reciente creación, era desconocido también de casi todos los matemáticos franceses: pocos podían comprender al sublime estudiante, y esos no le prestaban atención. Iba recomendado á un astrónomo; pero Bouvard no se ocupaba de matemáticas puras. El barón de Ferussac *no estaba nunca en casa*. Á Poisson sólo pudo verle una vez en un paseo público. Legendre, que no sólo era una gran inteligencia, sino un carácter paternal, era muy viejo y tardó mucho en comprender al joven matemático. Laplace, sólo pensaba en la mecánica celeste. Fourier y Ampere en la Física matemática. Cauchy, el gran Cauchy, el aristocrático señor, el leal y noble pero frío y altivo legitimista, el orgulloso creador de tantas teorías maravillosas,

no veía en aquel mísero estudiante noruego, lívido y mal vestido, otra cosa que un pobre diablo que soñaba despierto con problemas imposibles, que imposibles debían ser cuando Cauchy no los había resuelto todavía.

Tan poco caso hizo de la admirable Memoria de Abel, que la perdió entre sus papeles como cosa sin importancia, y fué preciso el grito de alarma del mismo Jacobí, el noble rival de Abel, y de toda la Alemania científica, para que se buscase con algún empeño.

Me parece recordar que se encontró quince años después.

Ello es que Abel murió creyendo, según se dice, que se había perdido aquel trabajo en que tantas esperanzas fundaba. ¡Gran consuelo para la agonía del pobre tísico!

Triste fué para el desdichado su estancia en París. ¡Desdén, indiferencia, miseria!

Los sabios ni se fijaban en él. Sobre sus trabajos no informaba la Academia. La compra de libros matemáticos agotaba sus recursos. Las migajas tenía que repartirlas entre sus amigos y paisanos. La nostalgia de la patria le abrumaba con sus tristezas y melancolías. Su prometida estaba lejos, y la esperanza de verla siempre, más lejos todavía. Sus compañeros se iban marchando, y al fin se quedó solo. Y, á todo esto, era preciso trabajar, descubrir algo gran-

de, buscar gloria y, de paso, el pan nuestro de cada día.

Sólo Legendre sintió ternura por el pobre estudiante noruego; pero Legendre tenía ochenta años. Su ternura era casi la de la muerte; y es, que, sin saberlo, estaba muy cerca de *ella* el pobre Abel, y ya le acariciaba por la rugosa mano del *octogenario*.

Es imposible que nos detengamos más en esta dolorosa historia. El que desee conocerla por extenso, que lea la preciosa biografía de Abel escrita por C. A. Bjerknes, profesor de la Universidad de Cristiania. Su libro ha sido la fuente principal y casi única del presente artículo.

Al fin, Abel volvió á su patria, para encontrarse en ella más pobre, más desamparado y más triste que nunca. Ya no tenía pensión, ni auxilio, ni mucho, ni nada. Un año entero pasó en la última indigencia. Sus únicos recursos eran unas cuantas lecciones de matemáticas y lo que sus amigos podían prestarle. Al fin, como recurso supremo, algo así como el equivalente á unos diez *duros mensuales* por desempeñar la cátedra de astronomía, mientras el profesor titular viajaba.

Dos veces acudió el Senado Universitario á la Superioridad, pidiendo que se hiciese algo por el gran matemático, gloria de Noruega y gloria del siglo XIX. Dos veces fué rechazada la petición.

Sin embargo, mientras él se moría de hambre y de tisis, su fama iba creciendo.

El gran Jacobi reclamaba imperiosamente, en nombre de la ciencia, la *Memoria de Abel*, perdida en el Instituto de Francia. Legendre, á pesar de sus años, estudiaba y comenzaba á comprender los trabajos del moribundo estudiante, y le escribía ciertas cartas rebosando entusiasmo y simpatías.

«¡Qué cabeza la de ese joven noruego!», exclamaba el noble anciano. Otra vez, el mismo Jacobi, el insigne rival de Abel, escribía: «¡Qué *deducción* tan vigorosa la de los teoremas de transformación de las funciones elípticas! Es superior á todos mis elogios, como es superior á mis propios trabajos». Humboldt y Gauss, reparando este último dignamente su ligereza, pedían para Abel una cátedra en la Universidad de Berlín, y puede decirse que la consiguieron. Los matemáticos franceses Legendre, Poisson y Lacroix escribían al Rey de Suecia para que hiciese entrar á Abel en la Academia de Stokolmo.

No, la humanidad no es tan mala. Es perezosa, es tardía, pero al fin se arrepiente, sólo que en ocasiones se arrepiente con lastimoso retraso.

El porvenir se ilumina; pero la vida se acaba. Y además, ¡ir á Berlín! ¡abandonar su patria! Abel no se resigna á perder su Noruega querida. ¡Ah! ¡La patria, y por ingrata que sea, tiene de cuando en cuando ternuras de madre, dulzores de leche y ternuras de cuna!

Sin embargo tan angustiosa era la situación, que

Abel se veía precisado á aceptar la cátedra de Berlin; pero se consolaba pensando que su prometida, de este modo, podría ser su esposa; y que, como se le oyó decir en sus últimos días, ya no anunciarían á su Cristina, cuando fuese á sociedad, ni diciendo «madama», ni diciendo «la mujer de Abel», sino, con mucho respeto: *Der Hr. Profesor, mit seiner Gemahlin:* El honorable profesor con su *esposa*. Estaba agonizando, y aún le quedaba una sonrisa para su amada, una idea para la ciencia.

Pero, no había esperanza.

En su último viaje á Froland, para celebrar la Nochebuena con Cristina, *no llevaba bastante abrigo*, porque sin duda los *diez duros* mensuales no alcanzaban para estas gollerías, y al llegar se sintió enfermo; era el 19 de Diciembre de 1828.

El 6 de Abril de 1829, á las once de la mañana, fué noche eterna para aquel ser sublime y desgraciado: había vivido ventiséis años y entraba en el primero de su inmortalidad.

No hizo mal á nadie, quiso bien á todos y ensanchó prodigiosamente la ciencia.

Y, sin embargo, aún hubo quien dijo: «No, no siempre fué juicioso el joven noruego. Cometió locuras que le hicieron mucho daño: al ir á París, quiso ver Italia y Suiza, separándose del camino directo y gastando más de lo necesario; además, compraba muchos libros de matemáticas y muy costosos. Natural-

mente, se arruinó: las locuras se pagan». ¡Vaya usted á contentar á todo el mundo!

Nació, según se afirma, antes de tiempo, como Newton. Y en Abel se comprende la prisa: había de vivir tan poco que necesitaba ganar horas.

En cambio, murió casi á medio día: en plena luz. ¡La luz sea para el pobre Abel!

FABRICACIÓN DEL DIAMANTE

El genio humano se muestra maravilloso en sus grandes creaciones, así en la esfera de la ciencia como en la esfera del arte y hasta en la esfera industrial. Pero no pocas veces muéstrase extravagante.

Tales extravagancias pueden ser aparentes y pueden convertirse, andando el tiempo, en algo verdaderamente admirable y fecundo. Y en este caso la extravagancia no lo era, sino torpeza y ruindad en los que de mala manera la juzgaban.

Otras veces la extravagancia es perdonable, y jamás transforma sus contornos ridículos en nobles contornos.

Nos ha sugerido estas ideas la noticia de un nuevo procedimiento para la fabricación del diamante.

Todos mis lectores saben, que el diamante es carbono cristalizado.

El carbono es un cuerpo simple. Su molécula, ó la molécula del carbón ordinario, aparte de sus impurezas, es siempre la misma: la misma en la masa sucia, negra, amorfa, que en el cristal puro, limpio, transparente y de irisados ó metálicos reflejos.

La diferencia entre uno y otro cuerpo, es decir, entre el carbón y el diamante, que con aparecer tan diferentes son uno mismo, consiste tan sólo en el modo de la agrupación.

En el carbón, ó si se quiere en el carbono, las moléculas andan revueltas, confundidas, desordenadas, con mil y mil orientaciones caprichosas.

En el diamante las moléculas se han ordenado; todas tienen la misma orientación; la luz las atraviesa sin romperse y deshacerse y apagarse en caótica masa.

En estilo metafórico, pudiéramos decir que el carbono es el *caos;* que el diamante es la *creación.*

Ante el carbono se pronunció el divino mandato *fiat lux* y convirtióse en diamante; y ya pudo el lapidario dibujar sobre la piedra artísticas facetas primorosamente combinadas.

Y acaso todo es así: entre lo feo y lo bello, entre el bien y el mal, entre la estupidez y la ignorancia, no hay que distinguir más que estas dos cosas: ó desorden ó forma ordenada.

¡Quién sabe si el necio no será más que un *sabio amorfo*, y no será el sabio otra cosa que un *necio cristalizado!*

La Naturaleza, aplicando á la masa amorfa del carbón sus fuerzas infinitas, sus altas temperaturas y sus enormes presiones, ha creado el diamante.

La ciencia ha procurado imitar estos procedimientos, y aunque no ha resuelto el problema por completo ni de una manera perfecta, algo ha conseguido; y mucho se ha trabajado en estos últimos años para la producción artificial del diamante, sobre todo desde el punto de vista científico.

Se han estudiado los *disolventes* del carbono, y se ha llegado por medio de la lámpara de arco voltaico á este resultado singular: que el aire puede ser un disolvente en dicho cuerpo simple. *Temperaturas* las da el mismo arco voltaico tan altas como jamás se habían conseguido, porque ya se miden por miles de grados. Y en cuanto á presiones, hable por nosotros un conocido químico italiano, el Sr. Majorana, que ha tenido la idea más extraña, más inesperada, más caprichosa, entre todas las que puede asaltar la enardecida mente de un inventor.

Idea á la cual puede aplicarse aquel calificativo que al principio de este artículo empleamos: ¡extravagancia!

El Ingeniero italiano emplea el método que podemos llamar *balístico*.

En suma: fabrica diamantes á cañonazos, ¡nada menos que á cañonazos!

Dígaseme si la idea, sea ó no fecunda, no se presenta con todos los visos, contornos y ribetes de estrambótica.

Entre una piedrecilla delicada, transparente, pura, propia para brillar sobre la frente de una hermosa, para engarzada en oro y para guardada en estuche de raso, y un cañón poderoso y brutal, y una masa de pólvora que estalla, y un proyectil enorme que parte con velocidad, que casi aspira á ser velocidad planetaria, ¿qué relación ni qué armonía puede existir? Pues, sin embargo, en el cerebro del químico italiano estas dos ideas han realizado singularísimo maridaje, que ha dado de sí el método balístico para la producción de los diamantes.

Y es que, como hemos dicho, en la producción de este cuerpo, y entre otros varios elementos, hay tres dominantes: la disolvente, la temperatura, la presión.

Este último, es el que Majorana busca en el choque formidable del proyectil.

Mas el procedimiento, dibujado en sus líneas generales, no puede ser más sencillo.

Imagínese un cañón, con su carga de pólvora y su proyectil.

Hágase que este proyectil termine, en la parte que ha de ir cortando el aire, con un chaflán ó superficie plana.

Colóquese enfrente del cañón una especie de yunque metálico fuertemente sostenido, y en la cara que ha de recibir el choque del proyectil y en la parte central del círculo en que el choque ha de realizarse, practíquese una pequeña cavidad.

Por último, tómese un pedazo de carbón que pueda encajar en la pequeña cavidad del yunque, pero sobresaliendo bastante de la superficie del mismo.

Y con esto tendremos preparados todos los elementos de la fabricación.

Un arco voltáico puede elevar la temperatura del trozo de carbón, y colocando á éste en la cavidad antes descrita y disparando el cañón contra él, no hay más que encomendarse á Dios, porque, á no dudarlo, algo formidable debe resultar de tan formidable procedimiento.

Ó todo se rompe y se destruye, ó el carbón, bajo presión tan enorme y sometido á aquella temperatura que del choque resulta, ha de engendrar en su seno algunos cristalillos de diamante, más ó menos ruines é imperfectos, pero con todos los caracteres del carbón cristalizado, que es lo que afirma el inventor. Y con lo que precede, queda expuesto el nuevo procedimiento de fabricación del *diamante á cañonazos*.

En estos últimos años, tres invenciones, enormemente extravagantes si se nos permite la frase—

hemos podido señalar y hemos señalado en estos artículos.

La primera, los *anuncios escritos en las nubes*, que es el sistema más original de anuncios que se conoce, y que ya se utilizó en la Exposición de Chicago. El segundo, la *transformación de la plata en oro*, ó sea la producción del *argentaurum*, de que todavía se habla. Y, por último, la *fabricación del diamante por el método balístico*.

Y basta con estos tres ejemplos, para confirmar la exactitud de las afirmaciones que hicimos al empezar este artículo.

PARA LAS CIENCIAS FÍSICAS

Escribo este artículo con pie forzado; y el pie forzado es esta pregunta:

¿Qué debe hacer la ciencia ante esta fecha, 1.º de Mayo, fecha que va siendo para la gente tímida, para los que no tienen fe en el *trabajo libre* y en el *derecho*, algo así como el *Mane*, *Thecel*, *Fares* de la cena babilónica?

Pues no debe hacer nada. Es decir, debe hacerlo todo. De otra manera, debe seguir trabajando *como hasta aquí*, sin cuidarse de fechas más ó menos siniestras, más ó menos bullangueras; sin pedir nunca descanso; con la vista siempre clavada en las altas regiones del pensamiento, que es de donde bajan siempre los gérmenes fecundos de todo progreso, lo

mismo para las toscas necesidades de la materia que para las nobles aspiraciones del espíritu.

La pasión, el error y el sufrimiento, uniéndose en conjunción funesta, piden la muerte del capital. La ciencia se afana por dar al capital nueva vida, explotando lo que pudiéramos llamar *los grandes ahorros de la Naturaleza;* que ahorros de energía son las estupendas fuerzas que la industria moderna explota.

¡Medrados estaríamos si la Naturaleza, viviendo al día, no hubiese acumulado, entre otros, esos inmensos *capitales en depósito* que se llaman minas de carbón de piedra!

¡Si algún justiciero prehistórico hubiese *quemado* cada mañana el carbono que depositó el sol en la jornada precedente dentro de la diminuta cárcel de la celdilla vegetal!

¡Ó si por odio á la *acumulación* en un solo sitio, que es la única manera de ganar potencia, hubiese esparcido granillos y granillos de combustible por montes y valles, por llanuras y desiertos, como se aventa polvo ó se esparce ceniza!

No; el *capital* es necesario en la Naturaleza como en la vida social; la *acumulación* de capitales es la única fecunda como potencia productora: el desmenuzamiento, la dispersión, es impotencia y muerte.

Esto es lo que puede decir la ciencia el 1.º de Mayo, como en otro instante cualquiera del año solar, por si las enseñanzas de lo que en sus severas

regiones pasa pudieran utilizarlo los que pretenden arreglar otras regiones del organismo humano.

La ceguedad, el hambre y la envidia, agrupados por tristes impulsos, piden con alarido en cuello la nivelación universal, mejor pudiéramos decir, la igualdad estúpida de *la identidad.*

Todos igualmente pobres, todos igualmente ignorantes, todos igualmente desdichados: si hay mil que sufren y hay uno que por milagro se salvó, *venga á sufrir también:* no sufrirán menos los otros, pero habrá más que sufran: ¡generoso consuelo!

El rasero por encima de todas las cabezas, de todas las fortunas, de todas las inteligencias, y aun de todas las virtudes; lo que importa es trazar *la línea de nivel,* que en ella, según parece, está la salvación.

Pues ante la ansiada horizontal del *1.º de Mayo* futuro, lo que la ciencia dice, es esto:

Todo trabajo, toda energía, toda actividad, supone *un desnivel,* ó, si se quiere, una *diferencia.*

La nivelación universal de la Naturaleza, como en la vida social, es la quietud, el reposo, y la muerte al fin.

¿Por qué el río que corre, lleva la fecundidad consigo? Porque baja de las supremas cúspides de las montañas á la honda superficie del mar; porque hay *desnivel, diferenciación,* algo en alto que desciende, algo en bajo que llama á sí; como el mísero

trabajo del obrero pide al capital que descienda á él para que lo eleve.

Bajad todas las cordilleras al nivel de las playas, y ni tendréis playas, ni tendréis cordilleras; tendréis un globo de tierra muy redondo, y sobre él una capa de agua toda igual; ni valles, ni bosques, ni flores; sino inmensas charcas, que son la expresión fiel de la igualdad y de la nivelación física.

¿Por qué la catarata del Niágara es fuerza colosal de miles de caballos? Porque cae; y cae porque hay desnivel; ó, si no os place decirlo de este modo, decid que es porque hay *diferencias* de altura, de nivel, de posición; poco importa la palabra. El caso es, que si estuvieran por igual la cresta de la lámina líquida y el fondo hirviente de espuma, ni sería catarata, ni sería fuerza, ni pintaría al caer el arco de los siete colores; sería lago inmóvil, y quizá laguna infecta.

¿Por qué la locomotora corre, y trabaja la máquina de vapor en los talleres, y rompe y desmenuza olas el trasatlántico en el Océano? Porque entre el hogar y el condensador hay una caída, un salto, un desnivel de temperaturas; por eso baja el calórico de centenares de grados á unos cuantos grados no más; salto térmico, catarata de fuego que en su camino va dejando fuerza y trabajo para la industria y riqueza para el hombre. ¡Benditos los desniveles naturales, que en ellos están las energías que la Natu-

raleza nos tiene guardadas y que á medida que las merecemos generosamente nos concede!

Si todo estuviese á la misma temperatura, el cosmos habría muerto, y así dicen algunos pesimistas que morirá.

¿Qué mueve al fluido eléctrico sino la diferencia de potencial? ¿Y qué es esta diferencia sino un salto, una catarata eléctrica, *un desnivel*?

Poned al éter por igual é inmóvil; al calor por igual, sin diferencia de temperaturas; al magnetismo, sin polos; á la catarata, sin salto; al globo, sin montañas; al año, sin días, noches, ni estaciones; nivelad todas las inteligencias, buscando el nivel más bajo, único sistema de nivelación repentina; nivelad todas las fortunas, destruyendo capitales y bajando al nivel de la miseria, única nivelación que un día dado, en un 1.º de Mayo, pudiera el Estado realizar; nivelad gustos y tendencias, genios y talentos; nivelad caracteres, para venir á la insustancialidad de los idiotas; nivelad sexos, con nivelación repugnante, y este mundo, y esta sociedad de igual dad y nivelación universal que de esta suerte hayáis fabricado, podéis arrojarlos sin escrúpulos á cualquier rincón del espacio en que se vayan amontonando los desperdicios planetarios.

En el mundo físico sólo existe una igualdad: la de *las leyes* que rigen los fenómenos; y estas leyes como elementos de orden para el movimiento provo-

cado por las diferencias y los desniveles de fuerza.

En el mundo social sólo existe otra igualdad: la de *las leyes* también; leyes jurídicas y morales; y existen como elementos de orden cuando las diferencias y los desniveles funcionen, y para que funcionen, garantías son de diferencias espontáneas y fecundas, no brutales raseros manejados por la envidia, por el odio ó por la desesperación.

Una ceguedad funesta, un desconocimiento absoluto quizá de lo que más importaría conocer, levanta en todas partes odios y enemigos contra *la ganancia económica*.

Se quiere también nivelar el *trabajo dado* con el *trabajo* ó el producto *recibido*; negación insensata de todo progreso. «Trabajo *como uno*, obtengo *como veinte*»: ¡infamia y escándalo!, se grita. Pues si no hay *ganancia*, ni hay civilización, ni progreso; volvamos al primer día de la humanidad, porque ganando todos, capitalistas y obreros, hemos llegado al momento presente. Y aquí sí que la ciencia del mundo físico ofrece ejemplo permanente de igualdad á los partidarios de la igualdad á todo trance. La Naturaleza procede siempre en sus cambios por *cantidades iguales;* el gran principio de la conservación de la fuerza lo prueba.

Pero es que en el *mundo de la mecánica* domina el fatalismo de la *cantidad*, y por *cantidades iguales* procede en sus transformaciones; y bien, á ese mundo

de la estática y de la dinámica material se nos quiere volver, como si fuésemos gota de agua, grano de arena, piedra que rueda, estúpida masa que gira.

No; en el mundo del ser humano domina la espontaneidad, la libertad, la acción directiva por lo menos; y en ese nuestro mundo consumimos *como uno* de las fuerzas de nuestro organismo y *ganamos* como *mil* de las fuerzas y energías que la Naturaleza tiene almacenadas. No creamos, pero dirigimos, y utilizamos y *ganamos*.

Puede decirse que en cada instante pasa ante nosotros, en el flujo y reflujo de los fenómenos, un enorme *tren de energía disponible*, y al llegar á donde estamos, dos vías se presentan ante su misteriosa locomotora: *una vía*, que conduce otra vez al seno de los fenómenos materiales, cerrando el cielo como en círculo eterno; *otra vía*, que lleva todo el cargamento de potencias y energías gratuitas á nuestros talleres, á nuestras fábricas, al seno de la industria humana. Y en esa bifurcación hay un cambio de vía, su sistema de agujas: si no sabemos moverlas, el tren sigue por el camino del mundo físico á cerrar su curva fatal; si sabemos cambiar las agujas, á nuestro poder viene, y en trabajos que el hombre utiliza se aplica.

Pero en este último caso, ¡qué diferencia tan enorme entre el *trabajo que nos costó mover la aguja y el trabajo y la energía que el tren nos entregó!* ¡Qué *ga-*

nancia tan enorme! ¡El *capital-ciencia*, qué *interés* tan usurario nos rinde!

Esto viene haciendo el trabajo inteligente, el ingenio inventivo y la ciencia humana, desde los albores de la vida espiritual. Este es el verdadero *1.º de Mayo* del progreso, que se repite en todos los instantes.

El que inventó la palanca, centuplicando la fuerza; el ingenio admirable que inventó *la rueda*, burlando el rozamiento; el que puso unas paletas giratorias á la catarata que se despeñaba; el que tendió la vela para recoger las bocanadas del aire; el que lanzó la primera corriente eléctrica; todos esos no hicieron más que mover una *invisible aguja* para sacar de la circulación fatalista y traer á los talleres de la civilización un tren *inmenso de energías*.

Y todos ellos, y la ciencia con ellos, á cada nuevo triunfo celebran en silencio *su 1.º de Mayo*; porque ese 1.º de Mayo es el verdadero redentor del obrero

TELEGRAFÍA SIN HILOS

El hombre es insaciable: sus ambiciones no encuentran barrera que no se esfuercen por saltar; sus deseos no tienen límite; constantemente resuena en sus oídos aquella voz tentadora: «Lisardo, en el mundo hay más».

Maravillosa conquista fué la del telégrafo, porque fué casi suprimir el espacio; pero, al fin y al cabo, el lenguaje telegráfico es un lenguaje convencional. Y se inventó el teléfono, por cuyo medio la voz humana, á pesar de ser tan débil, resuena á centenares de kilómetros y aún aspira á traspasar los mares y á hacerse oir de una á otra orilla del Atlántico.

Pues todavía esto parece poco. El telégrafo y el teléfono se nos antoja que son mecanismos imperfecos, porque uno y otro emplean hilos metálicos para

salvar la distancia y transportar la señal eléctrica ó la palabra humana.

Este hilo metálico es una humillación; es un resto de servidumbre; revela en cierto modo nuestra impotencia; sujeta los anhelos del espíritu á la metálica materia de un conductor.

De aquí el nuevo problema que hoy se pretende resolver: transmitir las señales eléctricas á centenares de kilómetros, si es posible sin líneas telegráficas, libremente por el espacio, por el éter.

¿Y por qué no? La ciencia supone que el éter, sustancia eminentemente elástica, se extiende por todas partes.

Pues si por todas partes se extiende, él podrá servir de vehículo á la señal eléctrica, como sirve el vehículo á la luz y el calórico.

Nada muere donde nace; todo se comunica y se pone en relación con cuanto le rodea.

Si un hombre levanta un dedo, ¿quién puede dudar que teóricamente este movimiento, con ser tan mínimo y tan insignificante, ha de tener resonancia hasta las regiones más apartadas del cosmos?

Pero ¿qué número es capaz de expresar y de medir la magnitud de esta resonancia ó de esta influencia en el estado dinámico de una lejana nebulosa?

Claro es que toda señal eléctrica, ya una corriente que nace en un conductor, ya una carga de electricidad estática que se acumula sobre una esfera de

metal y que oscila, han de alterar las condiciones del éter que le rodea; han de crear lo que se llama un *campo eléctrico*, bien un campo electromagnético, bien un campo electro estático. Pero la intensidad de esta modificación irá decreciendo con la distancia, según una ley rapidísima, y á un centenar de kilómetros la modificación del éter será tan pequeña, que no se comprende cómo puede existir aparato con sensibilidad suficiente para apreciarla.

Sucede aquí lo que sucede con la luz: soles enormes se nos presentan en el espacio como pequeñísimos puntos brillantes. ¡La distancia, todo lo achica!

Que las modificaciones eléctricas de un sistema pueden transmitirse por el espacio, apoyadas en el éter no más, es cosa sabida y evidente. La conversación que circula por el alambre de un teléfono, puede oirse en un alambre paralelo; y de aquí nace una primera solución del problema, pero, á decir verdad, muy imperfecta.

Si en la orilla de un río que tenga, pongo por caso, 100 metros, se establece un conductor que tenga 100 metros también, comunicando sus extremos con tierra, y en la otra orilla se hace otro tanto, es decir, se tiende otro conductor de 100 metros paralelo al primero, todo sistema de corriente eléctrica que circule por uno de ellos y que representará, naturalmente, un sistema de señales, creará un campo electromagnético, es decir, una alteración en el éter;

alteración que se extenderá hasta la orilla opuesta: que rodeará el segundo conductor, y que provocará en el otro sistema de corrientes eléctricas, ó, hablando en términos prácticos, *de señales*, que salvarán la anchura del río sin que ningún alambre las lleve de una á otra margen.

Pero es un sistema imperfecto, molesto y de escaso poder; es decir, de pequeño alcance.

La intensidad del campo magnético, que podémos suponer que decrece en razón inversa del cuadrado de las distancias, llegaría al otro extremo con escasísima intensidad.

Bien pronto la transmisión sería prácticamente imposible.

¿Hay algún modo de vencer este obstáculo, mejor dicho, esta dificultad?

Á primera vista, parece que no.

Pero el genio de la invención no se da por definitivamente vencido jamás.

Y en el problema que nos ocupa, el Ingeniero italiano Marconi ha conseguido, si no una victoria decisiva, una victoria de gran importancia.

Abandonando el sistema de los campos electromagnéticos y acudiendo al de los campos electroestáticos, ha logrado transmitir las señales eléctricas á 15 kilómetros de distancia, desde *un pequeño aparato transmisor* á otro aparato *receptor* tan pequeño como él: casi pudiéramos decir, *de un punto á otro punto*.

Su sistema es verdaderamente ingenioso, y el principio en que se funda, quizá sin sospecharlo su autor, tiene algo de metafísico.

Las causas de los fenómenos pueden ser *causas eficientes*, de las que pasan totalmente á sus efectos. Cuando un cuerpo choca con otro, y contra él se para, la fuerza viva que llevaba el primer móvil se conserva íntegra después de verificarse el choque; ni disminuye, ni aumenta; y si desaparece de la vista, es porque se ha convertido en calórico ó en trabajo molecular.

Pero hay otras *causas* que pudiéramos llamar *ocasionales*, porque no son ellas las que producen directamente los efectos: tales causas sólo sirven de ocasión para que estos efectos se produzcan.

Cuando un mecánico da vuelta á la llave de un tubo que conduce vapor y éste se precipita en los cilindros y pone en movimiento la máquina, el movimiento de la llave ha sido causa ocasional ó determinante del movimiento de la máquina.

El esfuerzo que desarrolló el maquinista, ¡qué pequeño!; el esfuerzo que desarrolla la máquina, ¡qué enorme!

Entre la causa y el efecto no hay aquí proporción, ni puede haberla; la causa aquí no es más que una orden de mando para que entren en juego otras fuerzas y otras energías, que pueden ser tan grandes como se quiera.

Y lo mismo pudiéramos decir del fósforo que inflama una carga de pólvora.

Pues en estos principios se funda el admirable *receptor* del ingeniero italiano.

Las variaciones del campo eléctrico no se convierten íntegramente en señales eléctricas; porque á la distancia de 15 kilómetros estas variaciones son muy pequeñas y las señales eléctricas se harían imperceptibles.

Lo que hacen las variaciones del campo eléctrico es obrar como causas determinantes, haciendo entrar en juego ó suprimiendo, alternativamente, una corriente eléctrica, que puede ser tan grande como nos convenga.

Descubrió un físico francés, según parece, que ciertas masas metálicas pulverulentas (según se dice, compuestas de polvo de plata y polvo de níquel), en estado natural no conducen la electricidad y que, por lo tanto, si se interponen en un conductor, cortan la corriente. Pero que, *cuando se la somete á la acción de un campo eléctrico, aun siendo de muy pequeña intensidad*, el polvillo metálico se ordena y polariza, y ya la masa es conductora de la corriente eléctrica.

Pues en esto se funda el nuevo receptor. Éste se halla cortado, y sus dos extremos penetran por dos partes opuestas de un tubo de cristal y terminan por dos discos metálicos que no están en contacto, pero

sí á pequeña distancia uno de otro: el pequeño intervalo que hay entre ellos se llena con la sustancia pulverulenta de que antes hablábamos, y viene á ser como la *llave que ha de abrir ó cerrar el paso de la corriente*. Agreguemos á lo dicho, que un martillo golpea en el tubo de cristal con el *ritmo* con que van llegando las ondas del campo eléctrico.

Llega una onda, polariza la masa pulverulenta y la hace conductora; que es como abrir la llave.

La corriente pasa, pero el mazo golpea en el tubo; y la masa pulverulenta se despolariza y desordena, haciéndose aisladora, que es como cierra la llave: la corriente se interrumpe. Y de este modo continúan las señales entre el transmisor y el receptor.

Nos encontramos aquí con que aquéllos caracoles simpáticos, de que se habló hace muchos años, han venido á encarnar en dos aparatos eléctricos que funcionan *con el mismo ritmo*. En esto consiste su simpatía.

Y es que, á veces, los poetas, los literatos, los humoristas y, en suma, los hombres de imaginación, tienen adivinaciones maravillosas, por disparatadas que parezcan.

FOTOGRAFÍA DE COLORES

I

Todo asombra hasta que se comprende; y cuando se ha comprendido, el asombro se convierte en desdén, ó, cuando menos, en indiferencia.

Entre las invenciones modernas admiramos la fotografía; porque, en efecto, recoger la luz del sol, la imagen de una persona, de un monumento, de un paisaje, y grabarla en una placa ó en un papel sensible con todos sus accidentes de sombra y luz, con su verdadera perspectiva geométrica y hasta con su perspectiva aérea, motivo es de asombro y de admiración.

Pero tan pronto como se estudia el hecho y se ve de qué modo pueden realizarse estas aparentes ma-

ravillas, el asombro cesa, y la fotografía parece la cosa más natural de este mundo.

Cualquier habitación cerrada, con una rendija ó un agujero en uno de sus balcones, es, aunque imperfecta, una verdadera cámara obscura.

Cada uno de los objetos exteriores: un árbol, el haz de una fuente que brilla, una persona que pasa, mandan manojos de luz que en el agujero del balcón se cruzan como en el vértice de un cono y que vienen á pintar en las paredes de la habitación, con sombras y con luces, los objetos exteriores, el árbol que el viento movía, la persona que pasaba, la fuente en que reverberaba el sol.

Pues supongamos que la pared de la habitación es una sustancia química tal, que la luz la impresiona y la descompone y la oscurece. Pues ya tenemos el germen ó el embrión de la fotografía.

Cámaras obscuras las da la física tan perfectas como quieran imaginarse. El agujero del balcón se sustituirá por una lente ó por un sistema de lentes, que dibujarán la forma de los objetos con geométrica exactitud. Y en cuanto á la sustancia química á que antes nos referimos, podrá ser un bromuro ó un yoduro de plata, por ejemplo; porque la luz los descompone, y la plata libre forma así como una finísima cutícula que será una mancha de sombra.

De este modo tendremos lo que se llama una negativa; porque en ella las sombras y las luces están

al revés, y al revés puede decirse que están también las medias tintas; las débiles del objeto, como fuertes de la negativa; y las que eran fuertes en aquél, como débiles en ésta. Lo único que permanecerá con toda su exactitud geométrica será el dibujo.

Teniendo la negativa, y después de lavarla por los medios que la práctica ha enseñado y que aconseja la química para limpiarla de todo lo que no es la precipitación de la plata, nada más facil que obtener cuantas pruebas positivas se quieran. Basta para ello, y suponiendo que la negativa es transparente en sus claros, colocarla sobre un papel sensible; por ejemplo, impregnado también de yoduro de plata. La luz ennegrecerá todo lo que corresponda á los claros de la negativa y respetará las partes que la negativa protege con sus sombras.

De este modo, volverán las cosas al estado que tenían en la Naturaleza; lo que estaba en luz, en luz quedará; y obscurecido lo que estaba en sombra; y entre estos dos límites, las medias tintas recobrarán su intensidad verdadera.

Claro es que aquí hemos explicado una fotografía elemental muy primitiva, que en nada corresponde á este novísimo arte que hoy tan alta perfección alcanza. Pero téngase en cuenta que no pretendemos explicar un curso de fotografía, sino únicamente hacer comprender á nuestros lectores los principios fundamentales de esta admirable invención.

Y los principios no pueden ser más sencillos: la lente, para dibujar formas geométricas; y una composición química que se ennegrezca á la luz, para fijar sombras y claridades.

Pero ni la Naturaleza, ni los seres, en general, están pintados al *carbón:* algo más que formas y sombras y luces nos muestran.

El cielo, nos muestra su azul; el valle, su verdura; su plata, el río; sus olas espumosas, el mar; su rosicler, la alborada; sus cortinajes de oro y grana y sus mares de fuego, el ocaso; la mujer, la blancura de su cutis ó su cutis moreno, su cabello rubio ó negro ó castaño, con ondulaciones de sombra y luz; y la Naturaleza toda, moja sus maravillosos pinceles en los colores del arco iris para iluminar á los seres y á las cosas con más rica y espléndida paleta que las de Murillo y Velázquez.

Pues esto no lo sabía hacer la fotografía; á eterna sombra estaba condenada: del blanco, del negro ó de la media tinta no podía salir; no hacía ni siquiera lo que hace la burbuja de jabón, que en su película sutil sabe pintar el iris de los cielos.

Esto lo ha realizado Mr. Lippmann.

Mr. Lippmann ha logrado fijar sobre la plancha fotográfica toda la divina llama de los colores.

La prodigiosa invención tendrá todavía imperfecciones; no estará todavía en condiciones de vulgarizarse; no habrá pasado del gabinete del sabio al

taller del industrial; pero la conquista de la nueva tierra está hecha: lo que falta, por decirlo de este modo, es colonizarla.

¿De qué modo ha realizado Mr. Lippmann este prodigio?

He aquí lo que nos proponemos explicar en el presente artículo.

Y cuenta que la idea de la invención es tan admirable como la invención misma. Es una invención eminentemente científica; como que se funda en la teoría ondulatoria de la luz, ó sea en la vibración del éter y en la teoría de las interferencias.

Después de todo, Mr. Lippmann no ha hecho otra cosa que formar burbujas de jabón; sólo que las suyas son burbujas de plata; al menos, para nuestra explicación, así podemos suponerlo.

Si un niño sabe formar burbujas y en ellas se pintan iris, todo un académico y un sabio ¿no ha de saber hacer otro tanto, aunque de manera estable y permanente, ya que en el niño las lágrimas, las sonrisas y las burbujas de jabón son transitorias y fugaces?

Pues, sí; supo hacerlo el sabio académico, y por manera bien sencilla.

Tómese una lámina sencilla, es decir, una hoja transparente é impregnada, pongo por caso, de yoduro de plata, y colóquese contra una superficie de mercurio; con esto, basta; ya se formaron las burbu-

jas; ya grabó cualquier objeto sobre la hoja sensible, no sólo su forma geométrica, sus colores; y los grabó para siempre.

Y excuso decir que omito pormenores técnicos y que voy á la idea fundamental; y lo fundamental es la hoja sensible, aplicada contra la superficie del mercurio que sirve de espejo.

Veamos si pueden comprenderme mis lectores. Mas para ello necesito hablar de la luz como vibración del éter y de las interferencias.

Suponen los físicos que la luz es la vibración del éter, y que en el éter se propaga por ondas vibrantes, como el sonido en el aire y como las olas sobre la superficie del mar.

Será esta hipotesis la expresión exacta de la realidad, ó será un puro simbolismo: poco nos importa, puesto que con ello se explican todos los fenómenos de la óptica y llevan traza de explicarse los principales fenómenos de la electricidad.

Y puesto que la luz se propaga por ondas, bien podemos compararla con el oleaje de los mares.

En el mar las ondas pueden ser más ó menos anchas; por ejemplo, en cien metros, si las olas tienen de cresta á cresta dos metros, habrá cincuenta olas; y si tienen un metro, cien; y si tienen medio metro, doscientas.

Pues lo mismo sucede con la luz, y en esto se diferencian los colores. En un milímetro, el rojo tiene

menos ondas que el azul; y el azul menos ondas que el violado. De suerte que los colores sólo se diferencian por el número de sus ondas contenidas en un milímetro; que es como decir por el número de vibraciones en un segundo.

Podemos agregar, empleando una imagen tosca, pero expresiva, que en la luz el éter forma algo así como pliegues, y que cuanto más estrechos los pliegues, más se aleja el color del rojo y más se acerca al violado.

Y ahora, vamos con las interferencias.

Cuando el oleaje llega contra un muelle, en él se refleja y retrocede, y las olas que vuelven encuentran á las olas que llegan. Cuando coinciden dos crestas y dos depresiones, resulta una ola mucho mayor; una ola doble; una ola más poderosa. Por el contrario, cuando coincide la cresta de la que llega con la depresión de la que vuelve, solicitadas las moléculas líquidas á subir y á bajar cantidades iguales, se quedan en su nivel natural.

De suerte que si suponemos con la imaginación un oleaje perfectamente regular, y un muelle perfecmente liso y elástico, paralelamente al muelle se formarán olas de mayor altura que las ordinarias, teniendo al lado mayores profundidades también, y la distancia de estas líneas al muelle dependerá evidentemente de la anchura de las olas.

Á este fenómeno de acumularse las olas ó de com-

pensarse, es á lo que se da el nombre de fenómeno de interferencias. Y con lo dicho tenemos explicada la teoría de Lippmann.

Porque, en efecto, el espejo es el muelle ó el muro en que el oleaje luminoso se refleja: el espesor de la hoja sensible, impregnado de yoduro de plata, es el mar, con ser tan estrecho, en que el oleaje luminoso penetra, y la luz es el mismo oleaje del éter.

También para cada color se encontrarán las ondas que llegan con las ondas reflejadas sobre el mercurio; también se reforzarán unas veces, y otras se anularán, resultando más luz ó resultando sombra: también se formarán olas más altas de la vibración luminosa, paralelamente al mercurio, y la distancia á que se formen dependerá de la anchura de la onda etérea; de otro modo expresado, de la *clase de color*; el rojo formará estas altas ondas á mayores distancias que el azul, y éste á mayores distancias aún que el violado.

Pero una mayor onda luminosa significará una mayor fuerza en la luz para descomponer el yoduro de plata; y *una mayor precipitación de este metal.*

De suerte que en el espesor de la hoja sensible se formarán una serie de hojas de plata, cuyas distancias respectivas dependerán de la Naturaleza del color que las engendró.

La hoja sensible queda de este modo dividida en hojas más estrechas; es una especie de estratificacio-

nes de hojas metálicas á mayor distancia unas de otras si las formó el color rojo, más juntas si las formó el color violado.

Aquellas superficies en que las olas se reforzaban, ya no son puramente ideales, es decir, puramente geométricas; están materializadas por hojas de plata tan estrechas, que apenas la imaginación las comprende. Y una vez lavada la prueba fotográfica para echar fuera el yoduro de plata no descompuesto y el yodo, tenemos realizado para siempre una fotografía de colores, como explicaremos con más detenimiento en el artículo próximo.

II

Hemos visto en el artículo anterior en qué consistía el descubrimiento de Mr. Lippmann, que, en verdad, más era una idea científica, maravillosamente realizada en la práctica, que una complicación de artificios y de procedimientos, que vendrán más adelante, pero que por ahora en nada alteran los métodos prácticos de la fotografía clásica, pues todo se reduce á colocar la hoja sensible, que, como dijimos, ha de ser transparente, contra una superficie de mercurio que sirva de espejo.

Con esto basta: cada color, al atravesar la hoja sensible, al llegar al espejo y reflejarse en él, deter-

mina una multitud de sutilísimos planos de plata, que hacen de dicha hoja sensible, con ser tan pequeño su espesor, una especie de libro que llega á contener 200 ó 300 hojas metálicas.

Y, cosa admirable, que explicábamos detenidamente en nuestro último artículo, la distancia entre hoja y hoja y, por lo tanto, el número total de ellas, depende de la naturaleza del color.

El libro, digámoslo así, del rojo tiene menos hojas, y, por lo tanto, están más separadas que el libro correspondiente al azul. Y más hojas tiene aún, y, por lo tanto, están más juntas, el libro que corresponde al violado.

Cada color del pentágrama ha escrito y ha archivado en el pequeño espesor de la hoja su volumen correspondiente, sólo que la forma de estos pequeños libros, sus contornos, por decirlo de este modo, no es el contorno rectangular de los libros de nuestras bibliotecas; su contorno es el que tiene en el objeto de cada color.

El libro de plata que escribe en la fotografía la imagen de los rosados labios de una mujer tendrá el contorno de esos labios y nada más; y las hojas del libro estarán separadas según al color corresponda.

Una porción azul del cielo, limitada por nubes, escribirá también su obra respectiva en las láminas sensibles; la separación de las hojas será la que ma-

temáticamente exija el expresado color azul; el número de sus páginas será una consecuencia de la separación de sus hojas, y el preciso para llenar justamente esa prodigiosa biblioteca que se llama placa ú hoja sensible.

En cuanto al contorno de este conjunto de páginas, será el que dé las lentes y el que se dibuje en el cielo, por caprichoso que sea; que las lentes trazan con perfecta semejanza todas las figuras geométricas que hay en el espacio, así el contorno de una nube, por fantástica que parezca, como la línea espumosa de una playa, como la curva de un lejano monte, como el perfil de un árbol, como las líneas de un monumento, como las artísticas líneas de un cuerpo humano.

La lente es maravilloso geómetra que lo dibuja todo con exactitud matemática.

De suerte que, como decíamos antes, cada color marca el número de hojas de plata que en la hoja sensible ó cliché deba tener, según la anchura de su pequeña ola en el aire; y el contorno de esas hojas, y, por lo tanto, de ese libro fantástico, al que ha dado realidad el genio del insigne físico francés, lo determina la lente.

El cliché ú hoja fabricado por los mismos colores y por la reflexión de éstos sobre el mercurio, no es una prueba negativa, es una prueba única; y este es uno de los inconvenientes del método que venimos

explicando y una de sus inferioridades respecto á la fotografía moderna.

De cada fotografía de colores no se puede sacar otras pruebas, al menos hasta el día: es ella sola, es única. El que quiera dos ejemplares, ó tres, ó más, tiene que ponerse otras tantas veces ante la cámara oscura.

Otro de los inconvenientes de este sistema, es que se necesita una larga exposición á luz. Por horas se medía al principio, luego se ha reducido á medias horas, y, al fin, Mr. Lumiere ha obtenido fotografías de colores en algunos minutos, á veces en tres minutos.

Esto, sin contar con la dificultad de obtener capas sensibles, absolutamente transparentes y homogéneas, y sin contar todavía con las faltas de orthocromatismo. Es decir, que el tiempo necesario para que se fije un color es muy distinto del tiempo que los demás colores necesitan.

Pero todas éstas, con otras que omitimos, son dificultades de detalle que poco á poco se van venciendo, y de las que no hemos de ocuparnos en el presente artículo, cuyo único objeto es dar una idea clara y precisa, tanto como sea posible, de la nueva y admirable invención del insigne físico.

Prescindiendo, pues, de pormenores que poco nos interesan, volvamos al tema principal.

Explicamos en nuestro primer artículo cómo cada

color, por la ley de la interferencia de la vibración luminosa, se fabrica á sí mismo, dentro de la capa ú hoja sensible, sus laminillas de plata; nada menos que sus 200 ó 300 ó 400 laminillas. No era, como en la fotografía ordinaria, un simple depósito de plata relativamente tosco y, sobre todo, único; era un verdadero organismo de hojas ó espejillos transparentes de metal; era haber fabricado cada onda luminosa sus burbujas de jabón, con el espesor característico de dicha onda.

Era haber convertido la capa sensible, y perdónesenos esta nueva imagen, en una inconcebible colmena con celdillas de metal, pero cuya forma ya no es exagonal, sino que es la del contorno de la mancha coloreada en el objeto, en la figura ó en el paisaje que se copia.

En suma: es haber convertido en cliché un sistema que casi pudiéramos llamar organizado, porque ya la hoja sensible no es homogénea, sino que en su interior se ha constituído algo á modo de un organismo de hojas de plata, que cuando la luz lo hiera, una parte sólo dará el color rojo, y otras el color azul, y otras el extremo del iris, y muchas los matices intermedios de la escala luminosa. ¿Y cómo se verifica esto?

El comprenderlo no es difícil; el demostrarlo con toda exactitud es muy complicado, sobre todo para un artículo de esta índole.

Procuremos lo primero, prescindiendo de exactitudes matemáticas impropias de la ocasión presente.

Supongamos una porción de hojas sensibles con sus laminillas de plata interiores, que el bromuro ó yoduro de plata, que impregnaba la hoja, determinó y formó el oleaje de la luz roja.

Tenemos ante nosotros la fotografía en que se han fijado los colores. Las hiere la luz blanca del día: pero la luz blanca sabemos que se compone de los siete colores del iris; es decir, que es una superposición de siete oleajes distintos; cada oleaje con olas de distinta anchura; y aquí viene el siguiente problema:

¿Por qué esa parte de la fotografía elaborada y organizada por el color rojo, escogerá en la luz blanca sólo el color rojo que la engendró, devolviéndolo al espacio; y cómo lograrán anular los otros seis colores?

La verdad es que el sentido común lo encuentra natural. Puesto que el color rojo engendró esas laminillas de plata que antes llamaban libros del color rojo, sólo este color será compatible con dicha organización laminar.

Todos los demás colores deben destruirse y anularse en esa serie de espejillos metálicos y transparentes, que no están colocados á la distancia unos de otros que estos nuevos colores exigen; y esto es precisamente lo que sucede.

El color rojo es el único que, al atravesar por esas láminas metálicas y al reflejarse en ellas, se refuerza á sí mismo; el único en que las ondas que llegan y las ondas reflejadas se superponen sumándose; el único, pues, que al salir de la fotografía y venir á nuestros ojos viene íntegro.

Otro color cualquiera se rompe, se quiebra, se anula, se destruye á sí mismo al meterse en aquel organismo de laminillas que no corresponde á la anchura de su onda, y, por lo tanto, ya no sale la placa, ni á nosotros llega tampoco.

La demostración de este efecto es puramente matemática y, por lo tanto, no tiene cabida en este artículo, según antes dijimos.

El descubrimiento del profesor francés es verdaderamente original; es eminentemente científico; se funda en la teoría vibrante de la luz y de las burbujas de jabón, y por completo se separa del camino que han seguido la mayor parte de los fotógrafos y físicos, como se separa del que en los comienzos de la fotografía indicaba un renombrado sabio.

Planteaba éste el problema del siguiente modo: búsquese siete sustancias químicas, una de ellas que, por la acción de la luz roja, tome dicho color, y otras que, por la acción de la luz azul, se pongan azul también, y así sucesivamente.

Mézclese todas estas sustancias, y con ellas impréguense las hojas ó placas sensibles y se habrá

resuelto el problema; cada color escogerá las sustancias que lo producen dejando intactas las demás. En efecto, el problema está planteado con gran claridad y rigor matemático, pero hasta la fecha nadie ha podido realizar este programa sencillo.

El esfuerzo, pues, más serio y que ha dado mejores resultados hasta la fecha, es el del insigne profesor francés.

Con gran minuciosidad lo hemos explicado en sus principios generales, pero es que realmente lo merece todo tan prodigioso esfuerzo de ingenio y de ciencia.

UN FILAMENTO DE CARBÓN

Ya el título es extraño.

Hay, y todo el mundo conoce, filamentos de cáñamo, filamentos de algodón, filamentos, en suma, de diversos tejidos materiales.

¡Pero un *filamento de carbón!* ¿Qué quiere decir esto? ¿Y para qué sirve?

¿Y quién para mientes en engendro tan baladí, dado que exista, y cuyo nombre, en todo caso, más que otra cosa parece un atrevimiento de la gramática y una impropiedad del lenguaje? ¡El carbón en filamentos!

Todo el mundo conoce el carbón; pero lo ha visto y se lo figura en forma de masa, más ó menos compacta: como el carbón de encina que viene del monte: como el carbón de piedra, arrancado á pedazos del fondo de una mina.

Pero, ¿quién ha visto ni dónde se encuentra *un filamento de carbón* en el seno de la naturaleza, á pesar de ser tan pródiga en asombrosas y aun en caprichosas combinaciones?

En la naturaleza podrá no encontrarse, ó se encontrará difícilmente, porque á pesar de ser tan rica y poderosa, no tiene el ingenio sublime del hombre. Es la naturaleza un *rico torpe y rutinario:* siempre lo mismo.

Jamás la naturaleza ha fabricado una locomotora ni un dinamo: habrá minas de carbón y de hierro; pero no hay minas de donde se saquen ya fabricados dinamos y locomotoras. La acción directriz, la fuerza combinatoria, la luz divina del espíritu humano, son necesarias para realizar los portentos de la ciencia y de la industria.

Un *filamento de carbón* procede de un filamento vegetal ordinario; por ejemplo, de una fibra de bambú, de una mecha de algodón, de una especie de cinta de papel, que celulosa es, al fin y al cabo, y, por lo tanto, de origen vegetal.

Si estas fibras se colocan en un molde de metal y se someten al fuego, se carbonizan; es decir, todo lo que no es carbón, el hidrógeno, pongo por caso, *se va*, y no queda más que un *hilillo de moléculas de carbono*. Á esto es á lo que llamamos *filamento de carbón*.

Que, por lo demás, puede obtenerse de muchas

maneras, y hasta del carbón directamente, sin pasar por las fibras vegetales.

Pero nuestro objeto no es explicar los procedimientos que emplea la industria para obtener tales filamentos.

Sólo nos proponemos un fin filosófico-científico, digámoslo así. Sólo nos proponemos, repito, poner ante nuestra vista un *hilillo de partículas de carbón* y quedarnos en meditación profunda delante del insignificante y ruin y negruzco ser. ¡Un hilo de carbón! ¿Para qué sirve?, volvemos á preguntar.

Es que, á veces, los seres más insignificantes, más humildes, más ruines, más despreciables, son por lo menos gérmenes de sublimes grandezas y de luces maravillosas.

Cruzad el campo y ved sobre el terruño un pobre labrador, tosco, prosaico, sucio; tierra cuajada y amasada con sudor; un grado más alto, sólo un grado, que las bestias que trabajan junto á él ó que van delante; un último y modestísimo escalón en la escala zoológica que empieza por el *homo sapiens* y sigue bajando.

Pues ¿quién sabe? Quizá en ese rudo y tosco y embrutecido ser está el germen divino de un gran artista, de un gran poeta, de un hombre de Estado, de un sabio, de un general victorioso, de un gran inventor. *Él* fué tosco carbón vegetal, negruzca masa que rodó por aquel surco, que sus bueyes arañaron

en la tierra con la uña del arado; pero su hijo ó su nieto recogerán en el robusto ó sutil cerebro, flor de aquel campo, los resplandores de la idea y las palpitaciones del espíritu humano.

Que aquella fibra vegetal la carbonice la sociedad con su fuego y la electrice con sus corrientes, y brotarán torrentes de luz.

Pues eso hace el *filamento de carbón*.

Pero con su cuenta y razón brilla.

Si se le pone en la atmósfera, en contacto con el aire, y se hace pasar por el hilillo de carbón una corriente eléctrica, arde, sí, y luce breves instantes, pero pronto el oxígeno atmosférico lo *consume*; el carbón se quema, su luz se apaga, su vida es breve, sus resplandores efímeros.

Mas si se le protege con una *envolvente cristalina* y dentro del espacio protegido se hace el vacío, sigue ardiendo días y días, meses y meses, quizá ochocientas horas, quizá más; *luce y no se consume*, ó se consume á la larga.

Así el ser humano, así la más noble inteligencia, el cerebro más poderoso, si se entrega libremente á la acción corrosiva del medio ambiente, si se deja quemar por el oxígeno de las pasiones que le rodean, pronto es triste silencio, fría ceniza, fúnebre sombra. Es forzoso que algo puro, cristalino, una coraza transparente le proteja; que á él llegue la vibración etérea, no la acción combustible; murallas protectoras cris-

talizadas; pase por ellas lo que pueda ser luz, no pase lo que ha de ser humo; fórjelas la idea del deber y el amor al bien.

Todo esto es explicar por símbolos del orden moral una de las más portentosas maravillas de nuestro siglo, tan sencilla como prodigiosa.

Á saber: la *lámpara de incandescencia*.

Y, en rigor, ya la hemos descrito: un globo de cristal, en cuyo interior se hace el vacío, un vacío casi perfecto, y en el cual se coloca un filamento de carbón.

Por un extremo del filamento entra la corriente eléctrica, por el otro sale, y al pasar por el *hilo de carbón* lo hace vibrar y lo ilumina. No más.

Lo ilumina, porque la luz no es más que vibración del *éter*, comunicada al éter por los cuerpos vibrantes, cuando la rapidez de las vibraciones es suficientemente elevada: como el sonido es la vibración comunicada al aire por el cuerpo sonoro.

Esta es la explicación que da la ciencia, y la realidad será de este modo ó de este modo podrá ser simbolizada. La verdad es, que nosotros no conocemos las cosas como ellas son, porque no estamos dentro de ellas y con ellas confundidos, sino por los *símbolos* que despiertan en nuestro cerebro.

Pero, ¿cómo la corriente eléctrica hace vibrar las partículas del hilo de carbón?

Válgame otra imagen, que sobre símbolos é imágenes trabaja la imaginación y funcionan las poten-

cias intelectuales: sobre *representaciones* de las cosas, dicen los autores de psico-física.

Cuando un arroyuelo de poquísima profundidad corre por un lecho lleno de piedrecitas, ¿no es cierto que al chocar con éstas se cubre de blancas espumas la corriente?

Pues algo así sucede cuando la corriente eléctrica pasa por el hilo de carbón, cuyas moléculas son como las piedrecillas del fondo en el ejemplo precedente. Sólo que aquí la fuerza de la corriente es tan grande, que las moléculas vibran y engendran la luz, que viene á ser como la luminosa espuma de aquel arroyuelo eléctrico.

Y si la comparación no vale por sí, valga al menos como medio mnemotécnico para fijar el fenómeno en la memoria.

De suerte que hay una diferencia radical entre las lámparas que se llaman de *arco voltáico* y las lámparas de *incandescencia*.

En aquéllas, el carbón, que es una barra relativamente gruesa, dividida en dos trozos, ó, mejor dicho, dos barras, vibran al aire libre y el oxígeno las quema y las barras se consumen.

En éstas, es decir, en las de incandescencia, el hilillo de carbón vibra en el vacío y no se quema ni se consume, ó se consume lentamente.

Y he aquí cómo nada, por humilde que sea y despreciable que nos parezca, es despreciable ni, en

rigor, humilde. ¡Un hilillo de carbón! ¡Qué negro, qué ruin!

¡Un filamento de carbón! ¡Hilacha carbonizada!

Si una hilacha vale tan poco, ¡cuánto menos valdrá cuando esté reducida á carbón!

Pues esa hilacha negra ¡es luz! ¡Luz admirable que brilla desde la modesta vivienda del menestral al palacio del magnate!

Con *hilachas* convertidas en carbón se alumbra hoy el género humano.

Es que en el Universo no existe lo ruin ni lo despreciable. Sólo es ruin lo que está *inmóvil*, porque entonces se confunde con la *nada*.

Pero lo que más *ruin* nos parezca, como se agite, como se mueva, como trabaje, no con agitación desordenada que se destruya á sí misma, sino con esa ordenada agitación que se llama *vibrar*: que en el instrumento musical es *armonía*, y en éter es *luz*, y en literatura se llama *verso*, y en el cerebro acompaña al *pensar*, y en el mar es *oleaje*, y en los espacios celestes es eterna trayectoria elíptica; eso, repito, que se nos antoja más *ruin*, engendrará *luz*, y *armonías*, y *estrofas*, y *pensamientos*, y *oleajes* y *eternas músicas pitagóricas* en las profundidades de los cielos.

No existe lo ruin; existe lo perezoso.

Existe la *sombra*, que es la *inmovilidad* del éter;

y el *silencio*, que es la *inmovilidad* del aire; y el *sueño* ó la *muerte*, que son la *inmovilidad* del pensamiento.

Tomad *carbón*, y es negro, feo, sucio, sombra cuajada, recuerdo informe de las tinieblas de un abismo; haced que pase por él la corriente eléctrica, y vibrará y será *luz*.

Tomad carbono, ázoe, hidrógeno, oxígeno y pocos cuerpos más en mínimas cantidades, y bien poco valdrá todo ello. Pero combinadlo de cierto modo; colocadlo en el centro de esa asombrosa lámpara de incandescencia que se llama cerebro humano; haced que pase la corriente espiritual por las hilachas de la masa, y la veréis iluminarse con los *resplandores de las ideas*.

Todas estas cosas, y otras muchas, pienso cuando veo lucir una lámpara de incandescencia, y en ella el filamento de carbón hecho luz.

Línea brillante, que finge no sé qué signos misteriosos.

Porque ya hasta la luz se ha espiritualizado, si vale la palabra.

Ya no es hoguera alegre, pero humosa: masa y volumen de luz y fuego.

Ya no es tosca y voluminosa mecha mal oliente y carbonizada, que con el pábilo está haciendo escarnio de sí misma.

Ya no es mechero de gas tendido en abierto aba-

nico, pero amenazando con la explosión á cada instante.

No es ni *volumen*, ni *superficie de luz*; es *una línea*, no más que *una línea*, que no da humo, que casi no da calor.

La geometría de la luz se va simplificando: su variedad se va condensando en una unidad cada vez más brillante.

LOS BANCOS Y LAS DINAMOS

Quizá sea preocupación de mi espíritu, tendencia irresistible de todo mi ser, costumbre inveterada, y hasta monomanía si se quiere; pero yo veo en las cosas más opuestas, más lejanas y contradictorias, semejanzas y analogías que á muchos podrán parecerles extravagancias. Ante toda variedad, lo que yo más siento y con más afán busco es la unidad; y el no encontrarla me fatiga y disgusta; y al dar con ella ó imaginar que he dado, siento descanso y placidez.

Por eso me admira en nuestro teatro antiguo aquella riqueza y hasta derroche de imágenes, comparaciones y semejanzas poéticas entre el mundo espiritual y el mundo inorgánico; aunque ya sé quien hay que frunce el entrecejo y encuentra todo eso

raro, violento, falso, barroco, decadente, gongorino y desatinado.

Bueno; cada uno tiene sus gustos y sus opiniones; y sin desconocer los peligros del género imaginativo, llamémoslo así, y sin negar sus extravíos, yo afirmo que eso que se considera como artificioso y falso es prodigiosamente profundo y prodigiosamente sublime. Con más, legítimo con toda clase de legitimidades humanas y divinas.

El realismo en el arte, no hay que dudarlo; como el positivismo en filosofía, como el método experimental en la ciencia, tiene su legitimidad indiscutible y su base muy sólida y muy segura. Como su nombre lo indica, se funda el realismo en el *hecho*, en la *realidad concreta*, en el *individuo*, pudiéramos decir: es eminentemente *individual*. Por eso es rico en pormenores y en caracteres.

Pero el idealismo, cuando impregnado de espíritu oriental, azuzando la imaginación, elevándose sobre las diferencias y las contradicciones, búscalo *uno* entre lo *múltiple* y enlaza el mundo del fatalismo y el mundo de la libertad con una serie de imágenes poéticas, ejerce un alto ministerio, y practica derechos indiscutibles, y crea la belleza bajo otra forma que el realismo, pero lo crea tal y al crearla afirma una verdad superior. No es puramente individual, es colectivo y *armónico*.

Y al llegar á este punto adivino que el lector me

ataja con esta pregunta ó con estas dos preguntas:

¿Qué tiene que ver todo eso con el epígrafe y el objeto del artículo?

¿Y qué tendrán que ver los *bancos* con las *dinamos*?

Reconozco humildemente que las preguntas están en su lugar, y que esto de emparejar *bancos* y *dinamos* tiene sus apariencias de extravagancias.

Pero es que lo más extravagante suele convertirse, al andar de los tiempos, en cosa corriente, vulgar y hasta de sentido común.

Búsquese el escritor más severo, más sensato, menos tocado de alucinaciones, de forma más pura y correcta, más sencillo y más clásico. Escójase uno cualquiera de los párrafos de cualquiera de sus obras. Y en este párrafo tómese á la casualidad una *palabra*. Yo afirmo que el *sentido moderno* de esta palabra está á mil leguas y á mil siglos de su *sentido primitivo*. Que para llegar á su significación actual ha pasado por centenares y centenares de imágenes, de analogías, de giros, de cuartos de conversión, de oposiciones, de extravagancias; que ha sido ablandada y *emplastecida* por la pasión, retorcida por la casualidad, aguzada por la ironía, transformada por la imaginación en todos sus contornos, fusionada con sus semejantes y estrujada por razas y por siglos hasta sacar de ella los gérmenes de unidades superiores. Todas las lenguas modernas no son más que el resultado y el residuo de un profundo y sublime

simbolismo, y de un trabajo inmenso de comparación y analogía. Pero vengamos á nuestro asunto y dejemos estas lucubraciones para otra vez.

¿Qué tiene que ver un Banco, por ejemplo, un Banco de emisión, el Banco de España, sin ir más lejos, con una dinamo de cualquiera Compañía de electricidad? ¿En qué se parece el modesto billete de 25 pesetas, ó el primaveral billete de 50, el respetable de 20 duros, ó el monumental de 4.000 reales, llamado comúnmente *un Veraguas*, ¡y esta sí que es imagen!; qué tendrán que ver todos ellos, formando paquetes, ó andando sueltos por esos mundos, con una máquina que gira, con una corriente eléctrica que circula, con un arco voltáico ó con una lámpara de incandescencia? Á primera vista, en nada se parece, y nada tiene que ver una cosa con otra; y el epígrafe de este artículo es disparatado, inexplicable, una caprichosa aproximación de dos términos sin relación ni parentesco.

De una parte, una forma del crédito: una función económica.

De otra parte, fuerzas naturales que trabajan, caballos de vapor que se transforman: la luz eléctrica, pongo por caso, que se deshace en vibraciones etéreas.

De una parte, *el crédito*, repetimos, lo más intangible: lo espiritual de lo espiritual.

De otra parte, máquinas pesadas y poderosas, fuerzas materiales en acción.

Sin embargo, paréceme que si el crédito es lo más sutil del espíritu, la electricidad es lo más sutil de la materia, y algún contacto de semejanza, aunque muy remota, se nos va presentando ya.

Pero no son estas las semejanzas que pretendo establecer, que estas serían vagas é insustanciales.

Las semejanzas más profundas no son las que brotan del fondo que pudiéramos llamar *estático*, sino las que aparecen en la función *dinámica*. Las cosas tienen parecido, más que por las sustancias de las formas, por la identidad ó por la analogía de las funciones que ejercen. Una Venus no deja de ser Venus por estar hecha de barro, en mármol ó en bronce: estos serán matices, individualizaciones, determinaciones, como diría un filósofo; pero la idea estética será siempre la misma. Una locomotora será locomotora, ya se fabrique de hierro ó de acero, ó aunque se fabrique de aluminio: la función que ejerce será siempre idéntica: hacer hervir agua, empujar émbolos, volar por la vía.

Pues bien: yo digo que las funciones que ejerce el *crédito* en el mundo económico, ó, concretando más el problema, las funciones de un Banco de emisión, son idénticas á las funciones que ejerce la *dinamo* en el mundo industrial.

No; *estáticamente*, no son iguales un billete de Banco y una corriente eléctrica; pero *dinámicamen-*

te, realiza la misma función, cada uno en su esfera respectiva. Están hechos de distinta materia: un cuadradillo de papel con letreros, dibujos y estampas, y un fluido que va por un alambre; ambas son cosas bien distintas. En su inmovilidad no se parecen. Pero que se muevan, que circulen, y ejercerán las mismas acciones, y prestarán los mismos servicios al ser humano, cada uno en su forma propia. Los dos elementos encajarán dentro de la misma unidad superior. Y vamos á demostrarlo.

Hemos dicho muchas veces, en otras ocasiones, que *la dinamo* (ó el dinamo) no es otra cosa que un ovillejo de alambres que se mueve rapidísimamente en presencia de los polos de un imán ó de un electroimán, alejándose y acercándose á ellos alternativamente. Y basta que el alambre se mueva en presencia de los polos, para que la electricidad brote, para que, en suma, la corriente eléctrica circule por el hilo metálico.

Un hombre es también un manojo de nervios y de venas, y basta que se acerque al ser amado, ó que de él se aleje, para que la sangre y la vida ó circulen más á prisa por el ovillejo anatómico ó por la dinamo humana, ó para que se detengan y se paralicen.

Y este hecho, este fenómeno del orden físico, es el que deben retener nuestros lectores: *que en un alambre que se mueve en presencia de un imán se des-*

arrolla una corriente eléctrica. Parece muy sencillo, muy elemental, insignificante casi, y, sin embargo, puede transformar toda una civilización, al menos en sus formas económicas y en su esfera industrial. Es uno de los mayores triunfos de nuestro siglo.

¡Qué exageración! ¿No es verdad que parece una exageración?

Pongo un imán; muevo un alambre, y si lo rodeo á una brújula, observo que la aguja oscila cuando el alambre se mueve. Veo esto, y digo: «¡el mundo se va á transformar!»

¿Cabe tan estupenda afirmación en cerebro humano?

Hay muchas cosas que no caben en el cerebro humano, porque de suyo es pequeño y medianamente acondicionado, y que, sin embargo *son* y trabajan por *ser* y que al fin se hacen sitio en ese misterioso hueco en el que el pensamiento aletea unas veces soberbio, otras se agita atortolado y otras se acurruca perezoso.

De todas maneras resulta, que una dinamo no es otra cosa que un alambre *moviéndose* ante un imán: lo cual basta para que la corriente circule por el hilo metálico.

Pero *cualquier fuerza*, por ser fuerza, es capaz de producir *movimiento*, por eso es y se llama fuerza; luego cualquier fuerza del Universo, sea cual fuere, su naturaleza, su forma, su modo aparente de ser,

moviendo una dinamo engendra una corriente eléctrica. Luego cualquier fuerza, repetimos, puede convertirse en corriente eléctrica.

Hecho enorme, descubrimiento maravilloso, este de la conversión de toda fuerza en una fuerza única: la del fluido eléctrico circulando por un alambre. Es haber resuelto el problema estupendo de *la unidad* en el mundo de la dinámica.

La máquina de vapor aplicada á *mover* una *dinamo* engendra una corriente: pues se ha convertido la fuerza expansiva del vapor, ó mejor dicho, el fuego del hogar, en corriente *eléctrica*.

Un salto de agua, actuando sobre una turbina, pone otra vez en movimiento la misma máquina *dinamo*: pues engendra, ni más ni menos que la máquina de vapor, una corriente eléctrica, que en nada se diferencia de la anterior.

La dinamo, pues, *unifica* toda la fuerza de la naturaleza.

Es un mecanismo de *unificación*: no engendra, no hace brotar de la nada, transforma no más, pero transforma reduciendo á la *unidad* cuanta variedad se le presenta.

Y yo pregunto ahora: ¿Qué otra cosa hacen los Bancos de emisión?

Al Banco acuden toda clase de efectos comerciales, letras, pagarés, promesas futuras bajo diversas formas, instrumentos de crédito, representaciones

variadísimas de múltiples valores, y del Banco salen *bajo una sola forma: el billete de Banco.*

El Banco recoge aquellos signos de la *circulación económica* y les da *unidad*, y *los asegura* con sus propios capitales y los pone en *circulación.* Ni más ni menos que la dinamo recogía fuerzas, las más distintas, bajo variadísimas formas, y las identificaba, y respondía de ellas, y las hacía circular por los alambres de una red.

La primera función del *Banco* es como la primera función de la *dinamo*, fundir la variedad económica, como la variedad dinámica, en una superior *unidad* de la misma índole: ó instrumento de circulación de valores, ó fuerza fluida para la circulación de la energía.

Pero esto no es más que empezar.

Las funciones son múltiples en el Banco y en la dinamo, y en todas ellas se encuentra semejanza admirable, ó, mejor dicho, identidad de acción.

¿Qué ventajas se consiguen con que la dinamo transforme las fuerzas y las dé, como se dice en Aritmética, un común denominador?

Por el pronto, una ventaja inmensa: la facilidad del transporte; de la circulación, podríamos decir.

Una máquina de vapor y su carga de combustible y de agua, es un todo pesadísimo; es muy costoso y es muy pesado y hasta difícil transportar el mecanismo y su fuerza de una parte á otra.

de aquí á 1.000 kilómetros de una á otra provincia.

Una caída de agua, la catarata del Niágara, cualquier cascada perdida en lo agreste de los Pirineos, son fuerzas, sí; fuerzas enormes, pero son intransportables. ¿Quién se lleva de una parte á otra el pedazo de sierra, su corte en roca, y su lámina líquida y sus afluentes?

Fuerza es la palpitación de la marea, pero no hay modo de arrancarla de la costa á donde llega, ó de la playa en que se dilata; allí se queda; y si logra utilizarse, será en la misma costa ó en sus alrededores.

Fuerza, y muy grande, es el viento, aunque irregular; pero las aspas del molino que las recoge, en su sitio quedan, y dando siempre sobre sí mismas, hasta que vengan á buscarlas; que ellas no pueden ir al encuentro, ni de caballeros andantes, ni de sublimes locos. Fué á buscarlas Don Quijote, y el Quijote moderno se encamina también, pero mejor montado que sobre Rocinante.

En suma: las fuerzas naturales están dispersas por toda la superficie del globo, ó son intransportables ó son difíciles de transportar; y, por lo tanto, son fuerzas perdidas, ó poco menos, para la industria.

Pero la dinamo las recoge, las transforma, las unifica, las convierte en corriente eléctrica, las espiritualiza, por decirlo de este modo, y las lanza por un alambre á centenares de kilómetros de distancia.

Es decir: que la dinamo *unifica* primero y des-

pués hace posible y rápido, instantáneo casi, el *transporte*. Ó de otro modo: *facilita* prodigiosamente *la circulación de la fuerza*.

Pues esto mismo hace el billete de Banco. Los efectos comerciales circulan en una plaza, pero aun en ella sólo entre ciertos límites. De una plaza á otra sólo los de determinada clase y con restricciones también.

¡Pero vaya usted á pagar á un sastre de Zamora ó á un zapatero de Badajoz, á un huertano de Murcia ó á un obrero de Cataluña, con un pedazo de pagaré de la plaza de Madrid!

La circulación económica en estas condiciones, ó es difícil, ó es imposible.

Pero unificados todos estos signos del crédito, convertidos en billete de Banco, y multiplicadas las sucursales, la circulación es fácil, es sencilla, es barata; y allá en lo futuro, cuando las leyes y las Asociaciones económicas salven las fronteras con la misma facilidad con que hoy las salvan los vientos que cruzan por encima, ó la luz que por encima se dilata, será prodigiosa, tan prodigiosa como hoy lo es la corriente eléctrica.

Tenemos, pues, identidad en las funciones de los Bancos y de las dínamos: *primero*, por la *unificación*; *segundo*, por la facilidad de la *circulación*.

Y aún queda *mucho más*; pero queda para otro artículo.

LA LOCOMOCIÓN

Tenía razón Hegel: el espíritu humano vive de oposiciones. Toda idea llama á sí la contraria. Acabo de escribir el título de este artículo, *La locomoción*, que es, bajo cierto punto de vista, uno de los asuntos más pedestres, y sólo me ocurre hablar de metafísica, que es la materia más sublimada.

Sí: en el arte, en la ciencia, en la política, en la industria, no hay más que un solo problema: recoger una variedad en su más alta unidad, sin que la variedad deje de ser, de modo que la variedad y la unidad se compenetren y fundan sin destruirse, como los sonidos en la armonía, como los colores en el iris, como sentimientos, ideas y voliciones en la conciencia.

¿Y qué tiene que ver esto con la locomoción, con

el peatón que marcha un paso tras otro paso, con el jinete que escapa á la carrera, con la locomotora que vuela abrasada sobre férreos carriles, con el aeronauta que ensaya su vuelo en el espacio?

Á primera vista, nada; en el fondo, mucho; esto es aquéllo.

¿Qué es, en efecto, el acto de la locomoción?

Recoger la *variedad infinita del espacio en un solo punto*, ó, no siendo esto realizable, acercarse lo más posible al ideal. El que fuera un Dios estaría al mismo tiempo en todas partes; no siéndolo, sólo podemos estar *sucesivamente* en varios puntos. Solución mezquina, pero única solución para el ser finito.

Y si la velocidad fuera infinita, menos malo; caminar con velocidad infinita por una línea, es tanto como estar en toda ella al mismo tiempo.

Pero las velocidades infinitas no se han hecho para nosotros; lo único que podemos hacer es caminar más ó menos á prisa, y esto es lo que hacemos al pedirle al corcel, á la locomotora, al vapor y á la electricidad, sus energías para que nos lleven por esos mundos de Dios.

Por eso digo que la locomoción no es otra cosa que el esfuerzo del hombre para recoger una variedad, la del espacio, en una unidad, la de nuestro ser.

Me parece que la tesis queda demostrada.

Y siempre lo mismo: un ideal imposible y un es-

fuerzo hacia ese ideal, aun sabiendo que no hemos de realizarlo. Por eso son poderosos los ideales, porque llaman hacia sí; por eso son infinitos, porque nunca se agotan; por eso son inmortales, porque nunca se alcanzan, y porque no se alcanzan nunca, los amaremos siempre.

Hermoso sería sentirnos á la vez en el fresco valle y en el picacho nevado de la montaña; que nos salpicase la espuma de las olas del Océano y que nos diese sombra el bosque umbroso; romper témpanos de hielo en el Polo al mismo tiempo que cogíamos puñados de abrasada arena en el Desierto; oir dos voces queridas en apartadas zonas fundiéndose en un acorde de cariño; pero si este sueño es sueño y no más, ambición acaso desordenada del espíritu, como estimulante prodigioso de nuestras actividades hay que respetarlo y hay que divinizarlo casi.

Lo que importa es mirar al cielo y amar el ideal como estrella que nos guía, y luego, viniendo á la realidad, tomar lo posible en el seno de la realidad misma. Si se puede dar un paso para acercarse al monte próximo, porque desde él se descubre más horizonte, no quedarse en la barrancada, que es cenagosa y oscura. Si se puede domar el caballo, domarlo, porque su carrera es más veloz que la nuestra. Si el vapor nos da sus alas, tomarlas también, porque cuanto más á prisa caminemos más se achicará el espacio ante nuestro creciente poder y más fácilmente

lo plegaremos como inmenso varillaje de abanico infinito.

Pero la locomoción, como casi todos los actos humanos, tiene un doble carácter: ó es individualista, ó es socialista, si es que se me da por buena esta clasificación.

En el origen de las sociedades, ¿cuál de estos dos caracteres puede decirse que domina? Mirando las cosas superficialmente, el carácter individualista; allá va el salvaje por el bosque haciendo salvajadas en plena libertad. ¡Pero qué *locomoción individualista* tan mezquina! Es la de las raíces que se extienden unos cuantos metros bajo tierra; es la de la copa del árbol que cuando sopla el viento oscila en el espacio, siempre sujeta por el tronco.

La locomoción en gran escala, de una comarca á otra, de Oriente á Occidente, del Asia hacia la Europa, fué en aquellas edades eminentemente socialista; marchaban tribus enteras, grandes agrupaciones de familias, rebaños humanos, en suma. No iba el individuo, iba la masa; y con ella, caminaban hacia nuevas regiones los individuos, como las gotas de agua bajan por el cauce formando un río; una gota sola no podría: la tierra chupa las gotas, las evapora el sol.

Á medida que la civilización ha progresado, á la *locomoción fatal* ha ido sustituyéndose la *locomoción libre*. Que el individuo vaya á donde quiera y como

quiera, y con la máxima velocidad posible, para que junte con presteza los dos extremos de un espacio en un solo punto, y en él coloque el espejo sublime de su conciencia individual.

Pero el socialismo no desaparece nunca, porque representa *el elemento fatal*, es decir, lo necesario, la fuerza matemática de lo inorgánico, la masa como suma y el movimiento, ó, de otro modo, *la negación de la libertad;* la libertad, este sí que es el elemento individualista.

Por eso en este siglo del vapor, de la locomotora y de los ferrocarriles, en el siglo más individualista que existe, la locomoción por las vías férreas es eminentemente socialista. La tradición siempre deja residuos.

Hasta tomar el billete, el individuo es libre, es individuo; desde que entra en un departamento y le cierran la portezuela, ya es masa inerte, que caminará como fardo de mercancía, ó poco menos.

Allá van 300 viajeros en un tren, formando un todo invisible; con la misma velocidad todos ellos: la de la marcha. El sabio y el ignorante, el bueno y el malo, la mujer fea y la mujer hermosa, el que va soñando idealismos y el que va rumiando miserias, todos son masas iguales que describen la misma trayectoría, la de la vía férrea, con igual rapidez. Aquella celdilla gris que vibra con un pensamiento noble, describe sus 50 kilómetros por hora, como

aquella otra celdilla en que impurezas ó ruindades revuelven el protoplasma.

La velocidad es la reglamentaria para todos; la igualdad ante la marcha es perfecta. El estado socialista de un tren es nivelador.

Todos los viajeros caminan á la vez, á la vez se detienen, se les marca la hora á que han de tener apetito y á que han de tener sueño, y el maquinista es para aquel organismo fatal algo así como el símbolo del Estado que arrastra al individuo y á todos ellos sobre el mismo terraplén, por encima del mismo puente ó por el centro del mismo túnel.

Observo por la ventanilla un sitio pintoresco en que querría detenerme, una eminencia á que me apetece subir, una casita blanca que desearía contemplar de cerca, un pequeño valle que forma recodo y al recodo me agradaría asomarme para ver qué hay más allá. Imposible: la fatalidad en forma de locomotora me lleva y nos lleva á todos; el maquinista es el destino tiznado de carbón, y poco le importan mis ansias, mis ilusiones ó mis sueños. Hay que trazar una rasante ó que dar vuelta á una curva: arroja el fogonero su paletada de carbón y adelante; allá se quedan para siempre el bosquecillo pintoresco, la luminosa eminencia, la casita blanca que no veré jamás, el recodo dulcemente misterioso á que nunca me asomaré.

Voy pegado, como molécula á molécula, al com-

pañero que ocupa el asiento próximo, que duerme prosaicamente y que no ha sentido ni ha deseado lo que yo, como girones de ilusión, he visto pasar ante mis ojos entre la columna de humo que la caldeada chimenea va dejando tras sí.

Por eso digo que la locomoción en los ferrocarriles es eminentemente socialista, y si no representase tan gran progreso y de algún modo pudiera serme antipática, por el socialismo que representa me lo sería en grado sumo.

¡Pero es triunfo tan grande de la ciencia, es emancipación tan prodigiosa de trabajo, representa tanta suma de esfuerzos individuales y de *asociaciones libres* (que son precisamente lo contrario del socialismo organizado mecánicamente), que es forzoso mostrar indulgencia, y por la libertad que simboliza perdonarle la tiranía que ejerce durante algunas horas, á son de silbato y golpe de palanca!

Como protesta contra esas *locomociones colectivas* de la vida moderna, que se manifiestan con los mismos caracteres, desde el tranvía á la locomotora y el trasatlántico, agrupando seres libres en forma de mercancía para transportarlos con fatal uniformidad mecánica á lo largo de centenares de kilómetros, se ha inventado la *bicicleta*.

¡Qué libre, qué independiente, qué individualista es la bicicleta!

¡Quién fuera muy joven, para mil cosas, y entre

ellas para correr mil kilómetros en el modelo más perfecto de bicicleta; en ese inesperado mecanismo, uno de los más admirables de los tiempos modernos!

El caballo y la bicicleta son los dos tipos perfectos de la locomoción individualista, que ha de ser la del porvenir.

¡*En un caballo con la crin tendida* y en una bicicleta suspendida en milagroso equilibrio de rotación, es como se recorre el espacio con plena conciencia de libertad!

¡Y en la bicicleta sobre todo!

En los demás sistemas se acude á fuerzas ajenas á nuestra propia fuerza.

¿Qué mérito hay en correr á razón de 50 kilómetros por hora, si el vapor nos presta su energía? No vamos, nos llevan. El carbón nos da su potencia de combustible; suple nuestras flaquezas; acude en ayuda de nuestra debilidad.

Hemos sido ingeniosos para obligar á la Naturaleza que trabaje por nosotros, pero confesando la pobreza de nuestros propios recursos.

Y no sucede esto con la bicicleta: son nuestros propios músculos los que trabajan; con el mismo esfuerzo conque paso á paso, pesadamente, torpemente, malgastando nuestra energía locomotriz, marchamos como míseros peatones, con esa misma fuerza, mejor dicho, con una parte no más, recorremos centenares de kilómetros.

Lo que hay es que utilizamos con inteligencia nuestros esfuerzos, obligándoles á producir su máximo efecto mecánico.

No nos dió alas la Naturaleza; pues nosotros nos hemos puesto ruedecillas; no será esto tan poético como aquello, pero es invención eficaz y utilísima. Además, ¿quién nos dice que no podrán combinarse en lo porvenir con las bicicletas las alas?

¡Bicicletas aladas! Ya que no se pueda volar por el espacio, volar á ras de tierra. Esto sería un progreso; un primer paso; un aleteo, dijéramos mejor.

Verdad es que el ciclista puede tropezar con algo ó con alguien, pero en este mundo siempre estamos expuestos á tropezar con cualquier cosa ó con cualquier ser humano. Son contingencias de la vida.

Cierto es también que el ciclista puede caerse, pero será una caída individual, digna y solitaria, sin las promiscuidades repugnantes de un descarrilamiento ó de un choque en ferrocarril.

¡Caer revuelto con masas humanas desconocidas, con seres prosáicos, entre maletas, sacos de noche, astillas de los coches y agua hirviente de la caldera, en el caos del siniestro, es caída triste y lastimosa, en que ni á salvo queda la dignidad!

Además, la bicicleta es el triunfo de la mecánica racional; su teoría es la admirable teoría del giróscopo, de ese aparato que, apoyado en su rotación,

desafía á la gravedad y se suspende á sí mismo en el espacio.

Los astros son inmensos giróscopos, y la bicicleta es un duplicado giróscopo á su vez; de suerte que de cualquier modo que se la considere, representa cualidades nobilísimas y excelentes.

Con la bicicleta ha dado el hombre una lección á la misma Naturaleza, tan sabia en otras ocasiones. Empezó la invención humana con tanteos, pero la Naturaleza no hizo más; que, á la verdad, antes de llegar al bípedo se ensayó en el cuadrúpedo; á la manera que el hombre construyó carros de cuatro ruedas ó de dos apareadas hasta llegar á colocarlas en el mismo plano.

El esfuerzo supremo del cosmos en punto á locomoción inteligente fué el hombre.

El último esfuerzo del hombre ha sido la bicicleta.

Regocijémonos todos los individualistas con esta nueva victoria de la gran teoría; teoría salvadora de la dignidad y de la libertad humana. Expresión tan sencilla como maravillosa de una de las grandes leyes de la mecánica al servicio de la inteligencia. Fórmula compendiada de grandes progresos futuros en el arte de la locomoción.

El hombre ya no es un bípedo, es un ciclista. ¡Que hagan otro tanto los cuadrúpedos!

LOS EXPLOSIVOS COMO FUERZAS MOTRICES

Que todo explosivo es *una fuerza*, y una fuerza formidable, nadie lo duda. Pero en la industria, lo que menos importa, lo que importa poquísimo, son las fuerzas.

Afirmación es ésta que ha de causar asombro á mis lectores.

¿Cómo ha de importar poco la fuerza para la industria humana, si de *fuerzas* se alimenta todo trabajo industrial?

Y, sin embargo, nuestra afirmación es exactísima.

Importa poco *la fuerza*, repetimos, porque con una fuerza tan pequeña como se quiera se puede ob-

tener siempre otra fuerza, al menos en teoría, diez veces, mil veces, un millón de veces mayor, y así sucesivamente.

Dígalo si no la *palanca*, y dígalo la *prensa hidráulica*.

Con un kilogramo de fuerza puede el hombre obtener una tonelada, y, teóricamente, 100.000 millones de toneladas.

Respecto *á la fuerza*, el hombre es un semidiós. Al parecer, la saca de la nada; la multiplica á capricho, la acrecienta sin límites.

Precisamente en esto consiste la ilusión de los inventores del movimiento continuo.

Y es que el gran elemento de la dinámica del universo, y en la esfera de la industria humana, el elemento fundamental no es la *fuerza*, sino la *energía*, y en términos concretos, ó el *trabajo mecánico* ó la *fuerza viva*.

En el lenguaje vulgar se confunden dos palabras que son dos cosas completamente distintas, á saber: la *fuerza* y el *trabajo*.

La industria *no vive de fuerzas, sino de trabajo*.

En rigor, *la fuerza* es un elemento abstracto, una especie de símbolo de la mecánica. La fuerza se mide por kilogramos.

En cambio *el trabajo* es la fuerza activa, es la fuerza en acción, es la fuerza recorriendo un camino y afanándose á lo largo de él para realizar algo: una

labor industrial, un movimiento, una reacción química, un fenómeno fisiológico.

La fuerza es un factor del trabajo: 10 kilogramos, por ejemplo.

El trabajo es *el producto de una fuerza por un espacio recorrido:* por ejemplo, 15 kilogramos, elevados á 5 metros, y producto de 5 por 15, ó sean 75, toma la denominación de kilográmetros. Precisamente á estos 75 kilográmetros es á lo que se llama *caballo de vapor*.

Jamás se dice que una locomotora tiene la fuerza de 500 kilogramos. Esto sería un soberano desatino: 500 kilogramos y 1.000 kilogramos los tiene el hombre, los tiene un niño, con sólo apoyar su mano en una máquina convenientemente dispuesta.

Lo que se dirá es que la locomotora es de 500 *caballos de vapor*, aunque incorrectamente, y siguiendo la costumbre, se diga que tiene la *fuerza* de 500 caballos.

La fuerza es, por decirlo así, el hilo de una tela; la repetición del hilo es la tela completa y el trabajo mecánico.

Por eso afirmamos al empezar, que importa poco que un explosivo sea capaz de desarrollar un gran esfuerzo.

Lo que importa, si ha de emplearse como fuerza motriz, es que sea capaz de desarrollar *un gran trabajo*.

Los explosivos, sin embargo, y hablando en términos generales, pueden realizar lo uno y lo otro: un gran esfuerzo y un gran trabajo. Pero para que se generalice su empleo como fuerza motriz es forzoso algo más. Es forzoso educarlos, civilizarlos, domesticarlos, pudiéramos decir.

Hoy el explosivo es una fiera de inmenso poder y de poder desordenado. Da saltos prodigiosos, mata, destruye, aniquila, incendia, de una vez lo hace todo. De un golpe consume sus energías, sin dar tiempo para encauzarlas.

Nos encontramos en el momento actual, respecto á los explosivos, en la situación en que se encontrarían los hombres de otras edades respecto al caballo cuando no habían conseguido domarlo.

En suma, hay que ir domando las sustancias explosivas.

Y el domarlas consiste en que vayan prestándonos sus energías lentamente y en la medida que nos convenga, no de una vez con estragos y ruinas. El trabajo regular, que es el fecundo, en vez de explosión horrible, que es destructora.

Un explosivo, en último análisis, como tantas veces hemos dicho, no es más que una mezcla de dos sustancias que tienen entre sí una gran afinidad química, que se encuentran en estado inestable, y que, por una ligera vibración, se precipitan una sobre otra con inmenso desarrollo de calórico. Explosión

repentina de amor, si así puede decirse, entre seres inorgánicos.

Por ejemplo, y este ejemplo ha de servirnos luego, una mezcla de aire y esencia de petróleo es un verdadero explosivo.

El aire tiene oxígeno, la esencia de petróleo se compone de hidrocarburos, es decir, de combinaciones de hidrógeno y carbono.

Pues no tomemos más que dos de estos elementos para fijar las ideas, el oxígeno del aire y el carbono del hidrocarburo.

Entre el oxígeno y el carbono existe una gran afinidad, tienden con gran ansia á combinarse, y cuando están, por decirlo de este modo, muy divididos, y muy cerca cada átomo de oxígeno de cada átomo de carbono, basta una pequeña conmoción para que se precipite uno hacia el otro, desarrollando una cantidad inmensa de calórico. Porque todo choque, ya lo sabemos, es una fuerza, mejor dicho, es una energía industrial, que bien recogido y bien utilizado, puede convertirse en trabajo útil.

Pues en este caso se encuentran casi todos los explosivos.

En rigor, podríamos llevar una carga de dinamita, irla consumiendo en pequeñas porciones en un cilindro motor, con lo cual tendríamos una máquina de gran poder.

Pero es seguro que á la primera explosión en el

cilindro estallaría toda la carga de dinamita que teníamos de repuesto.

Y es que este explosivo no está bastante domado.

Así, pues, es preciso no tener la materia explosiva ya formada y próxima al cilindro en que han de irse verificando las explosiones parciales.

Los explosivos que hasta hoy se emplean, se forman un momento antes de aquél en que ha de utilizarse la explosión.

Y en realidad, pocos son los explosivos empleados como fuerza motriz en la industria.

Citemos dos, que son los fundamentales, y que da origen á dos clases de máquinas.

Primero. El gas del alumbrado en su mezcla con el aire.

De aquí resultan las llamadas máquinas de gas.

Segundo. La esencia de petróleo ó vapor de petróleo, mezclado con el aire también. Y esta es la mezcla explosiva que se emplea en las máquinas de petróleo de los automóviles.

En ambos casos, la verdadera sustancia que hace explosión es la mezcla de los hidrocarburos del gas del alumbrado ó del petróleo con el oxígeno del aire.

Y aquí tendríamos que repetir lo que antes dijimos: un hidrocarburo es una combinación de hidrógeno y de carbono; y la afinidad del oxígeno y de cada uno de estos dos cuerpos es enorme.

Si una pequeña sacudida eléctrica, si un cuerpo

en ignición favorece estas afinidades, al punto el oxígeno se precipita sobre el hidrógeno para formar agua; ó mejor dicho, uno y otro cuerpo, oxígeno é hidrógeno, se precipitan para unirse en combinación estrechísima.

Y otro tanto podemos decir del oxígeno y del carbono. Con verdad puede asegurarse que el carbono del gas del alumbrado ó el carbono del vapor de petróleo se quema en presencia del oxígeno, que es como decir que se combina con el oxígeno para formar óxido de carbono ó ácido carbónico.

El oxígeno en presencia del carbono, es como un cuerpo colocado en lo alto de una torre cuando se le abandona á la atracción terrestre. El cuerpo cae sobre la tierra con choque formidable; pues el oxígeno cae sobre el carbono también con choque no menos formidable, desarrollando gran cantidad de calórico, que será, en último análisis, la fuerza ó la energía utilizable. Porque los gases que resultan de la explosión, resultan á alta temperatura y tienen una gran fuerza expansiva.

Realmente, con lo dicho queda expuesta la teoría de los explosivos como fuerzas motrices, al menos en la forma propia y única posible de estos artículos de propaganda.

Por esto son tan sencillas las máquinas de gas y las máquinas de petróleo.

En último análisis, se reducen á un cilindro, al

cual se hacen llegar en cantidades convenientes, por una parte aire, por otra parte hidrocarburos, y después sólo falta provocar la explosión.

De las máquinas de gas, ya en otras ocasiones hemos dicho algo en estas crónicas.

Las máquinas de petróleo han adquirido hoy una gran importancia por su aplicación á los automóviles, y por ser, entre todos los sistemas empleados con este objeto, uno de los que presentan mayores ventajas.

Los automóviles de acumuladores son pesados, y además hay que llevarlos periódicamente á la fábrica de electricidad. De suerte que, donde no existen fábricas de esta clase, no pueden emplearse.

Los automóviles de vapor son pesados también. Necesitan llevar una carga de carbón y depósito de agua, y no es fácil renovar en condiciones convenientes el agua y el combustible. Además, la máquina de vapor es un mecanismo complicado, que necesita un hogar, una caldera, un tiro de chimenea suficiente para mantener la combustión.

En cambio, el automóvil de petróleo no necesita nada de esto. Con un depósito de petróleo tiene bastante. El mismo movimiento del émbolo en el cilindró atrae el aire exterior, que al pasar lamiendo la superficie del petróleo, se carga de vapores de este líquido y penetra en el cilindro, convertido en mezcla explosiva.

Un hierro hecho ascua ó una chispa eléctrica bastan para provocar la explosión de cada embolada.

Cuando más, y en mecanismos muy perfectos, se agrega un *carburador* especial, que es un mecanismo muy sencillo, compuesto á veces de dos hélices, para mezclar íntimamente el vapor de petróleo y el aire antes de que penetre la mezcla en el cilindro motor.

Y si á esto se agrega, ó una circulación de aire alrededor del cilindro, ó una circulación de agua para enfriarlo, tendremos hecha la descripción, en líneas generales, de todas las máquinas de petróleo.

Y con las máquinas de gas y con las máquinas de petróleo han empezado las aplicaciones de las sustancias explosivas á la industria.

Á dónde se llegará por este camino no es fácil predecirlo; pero desde luego se sospecha que podrá reducirse el peso de las máquinas motrices.

Vemos, sin ir más lejos, que á igualdad de peso, el petróleo representa, al convertirse en sustancia explosiva por su mezcla con el aire, una cantidad de energía muy superior á la del carbón de piedra al quemarse en el hogar.

Quizá aquélla es diez veces superior á ésta.

Si, por otra parte, se recuerda que la ciencia moderna ha logrado liquidar todos los gases, ocurre desde luego que en un pequeño peso podrán llevarse almacenadas cantidades enormes de energía.

Liquídese el oxígeno, liquídese el hidrógeno, y mezclando poco á poco y en veces sucesivas un líquido y otro, y haciendo estallar estas pequeñas mezclas, por su combinación instantánea, tendremos una serie de explosiones que podrán convertirse en fuerza motriz.

Este es *un ejemplo* para hacer comprender *una idea*; pero la idea es fecunda, y quizá el nuevo siglo desde sus comienzos resuelva el siguiente problema, de inmensas aplicaciones: *obtener mecanismos de poco peso y poco volumen y que ofrezcan á la industria grandes cantidades de energía.*

De energía decimos, ó de trabajo motor, y empleamos aquí el verdadero término, y no empleamos la palabra fuerza, aunque en el lenguaje común se emplea. Terminamos, pues, este artículo recordando lo que al principio de él dijimos: la fuerza como fuerza, importa poco; lo que importa es la *energía*, el *trabajo mecánico* (fuerzas por caminos), *la fuerza viva* (ó sea el producto de fuerzas por el cuadrado de velocidades); que *todos estos conceptos son equivalentes*, como haremos ver en otra ocasión.

EXPLORACIONES EN LA ATMÓSFERA

La imaginación vuela por los espacios, inventa mundos que jamás han existido, crea seres fantásticos, se alimenta de ilusiones y jamás escarmienta por los desengaños.

La facultad opuesta á la imaginación, ó del sentido práctico, camina á ras del suelo, busca terreno firme en que pisar, avanza poco á poco y con grandes precauciones, sólo se alimenta de realidades y aprende en la experiencia.

Durante siglos y miliares de siglos, la humanidad ha creído, con fe ciega, en el espacio y en sus tres dimensiones: lo ancho, lo largo, lo alto ó lo profundo. Jamás el sentido práctico, ni el sentido común, habían puesto en duda la existencia de esta trinidad de la extensión: longitud, latitud y altura ó profundidad.

El espacio existía y tenía tres dimensiones.

Pero, de algún tiempo á esta parte, el escepticismo y la crítica han despertado la duda.

Según Kant, el espacio y el tiempo no son más que formas de la sensibilidad, moldes especialísimos en que recogemos los fenómenos y atribuimos á las cosas las formas que el molde les presta.

Han venido después los matemáticos, y han empezado á estudiar los espacios de cuatro, cinco y un número cualquiera de dimensiones; y hasta se ha puesto por alguno en entredicho la geometría de Euclides.

Han acudido, por fin, los anatómicos, y, por la configuración del cerebro, han querido explicar las tres dimensiones del espacio, afirmando que con otra estructura cerebral, el hombre podría imaginarse espacios de cuatro, de cinco y de más dimensiones.

Y la imaginación ha soltado las riendas á sus fantásticos corceles y ha empezado á recorrer extravagantes regiones.

El mundo, con una sola dimensión y seres que corren por ella como las cuentas del rosario por el hilo que las ensarta.

Espacios de dos dimensiones y seres que á ellos viven adheridos como ostras metafísicas, si la frase vale.

Espacios de tres dimensiones, como los de la raza

humana, que no consiente otros, como los seres lineales no concebirían espacios de dos dimensiones y los seres superficiales el espacio de tres.

Espacios de curvatura uniforme, como el nuestro, y espacios de curvatura variable, en que el movimiento de traslación todo lo desquicia y en que habría que fabricar una nueva geometría y una nueva mecánica.

Y mientras el escepticismo, la crítica filosófica y la imaginación inventa mundos jamás sospechados y en que nuestra razón se desconcierta, el sentido práctico sigue con su fe inquebrantable en el espacio tradicional de las tres dimensiones; y sigue explorando de Este á Oeste y de Norte á Sur, por paralelos y meridianos y de alto á bajo en la tercera dimensión.

Ya en otro artículo hablamos de la exploración de los mares y de sus abismos.

Aparatos fotográficos, con sus placas sensibles, que podrán mandarse á 200, 400 ó 1.000 metros de profundidad y aun á profundidades mayores; lámparas eléctricas poderosísimas ó de otros sistemas, que podrán acompañar á los aparatos fotográficos, iluminando el fondo de los mares para recoger paisajes submarinos con su horrores y sus misterios; los restos del naufragio, los monstruos nunca vistos, los enjambres de peces que pasan rápidamente sobre la placa sensible, las vegetaciones que viven en la som-

bra y en la humedad de una atmósfera líquida, si es que puede decirse de este modo.

En suma, mientras en la superficie las exploraciones van de polo á polo rodeando el planeta, en los océanos van hacia el nadir penetrando por la inmensa masa líquida.

Y á las exploraciones hacia el abismo acompañan las exploraciones que se elevan hacia el zénit, que son las que pudiéramos llamar exploraciones atmosféricas.

Estas últimas parecen muy fáciles; subir en globo, en un globo de hidrógeno, y observar desde arriba todo lo que puede observarse.

Pero aunque parezcan fáciles, no lo son; porque si en el globo ha de ir un observador, el globo no puede pasar de cierta altura. Á 6.000 metros la respiración es muy difícil.

En las exploraciones submarinas y en las exploraciones atmosféricas, nos encontramos con la misma dificultad: con que ningún observador logra descender bajo el agua ni logra subir por los aires sino hasta cierto límite.

Sin embargo, esta dificultad puede vencerse, porque pueden enviarse á grandes profundidades ó á grandes alturas aparatos que recojan espontáneamente multitud de observaciones, multitud de hechos y de fenómenos, de cuyo conjunto resulte un estudio cada vez más completo, ya de los abismos del mar, ya de las altas regiones de la atmósfera.

Para explorar esta última se han empleado globos sumamente ligeros, que son verdaderas sondas del espacio.

Hermite y Besancom emplearon ya el globo sonda provisto de aparatos registradores, empezando sus experimentos el año 1892 con un globo de 26 metros cúbicos provisto de termómetros y barómetros.

El termómetro recoge la temperatura mínima y la fija; el barómetro recoge la presión mínima, ó sea la altura máxima, y la fija también. Y cuando el globo desciende, se ve cuál era la temperatura de las regiones á que llegó y á qué altura logró subir.

No hay más contingencia sino la de que el globo al caer dé en manos de gente poco aficionada á las ciencias físicas, y que por entretenimiento lo destruya ó lo pegue fuego, como ya ha sucedido en alguna ocasión.

En el mismo año 1892 se lanzaron, á manera de sondas, otros 12 globos á la atmósfera, llegando á una altura de 8.200 metros y marcando como temperatura mínima 18 grados bajo cero.

Por la experiencia adquirida se abandonó para la fabricación de estos globos el papel japonés barnizado, y para que al descender no se inutilizasen los aparatos se dispusieron armazones elásticas que los protegiese.

Algún tiempo después se construyó en la fábrica de Vaugirard un globo de 113 metros cúbicos, que

se elevó á la altura de 15.000 metros, y que marcó la temperatura de 51 grados bajo cero.

Nobles competencias en el terreno científico entre Francia y Prusia impulsaron al Emperador Guillermo á tomar parte en esta importante empresa, y así ordenó al Parque aerostático militar de Thempelhof la construcción de globos sondas para las exploraciones atmosféricas. Uno de éstos subió á la altura de 16.400 metros, marcando una temperatura mínima de 53 grados bajo cero, y otro llegó á la altura enorme de 18.500 metros, trayendo en sus termómetros la temperatura de 68 grados bajo cero.

Los datos que á tales alturas pueden recogerse por registros especiales, son de muy diversas clases; por ejemplo: altura máxima, temperatura mínima, diferencia de temperaturas al sol y á la sombra, pruebas fotográficas, dirección del viento en las altas regiones, así como otros varios datos relativos á la electricidad y al magnetismo, sin contar con que la esfera de la observación se irá ensanchando cada vez más, con lo cual cada vez será más completa la exploración de las altas regiones.

Mas para llegar en ellas á los 18, 20 ó 23 kilómetros sobre el nivel del mar, es preciso suprimir toda impedimenta, emplear aparatos ligeros y hasta sería preciso dividir las varias observaciones en varios globos.

Hoy por hoy, la altura de 20 ó 22 kilómetros pa-

rece insuperable, y, sin embargo, el espesor de la capa atmosférica es mucho mayor.

En física se le marca un límite teórico, y es aquél en que la acción de gravedad y la fuerza centrífuga se equilibran; porque para mayores alturas, según se dice, toda molécula de aire arrebatada por el exceso de fuerza centrífuga abandonará el globo terráqueo.

Pero sobre este problema hay mucho que decir y mucho que estudiar; porque la fuerza centrífuga que llega á su máximum en el Ecuador, va disminuyendo hacia los polos, y en los polos es nula. De suerte que, á primera vista, parece que la capa exterior de la atmósfera va subiendo del Ecuador á los Polos como si el eje terrestre fuera una línea asintótica de esta superficie: problema interesantísimo de mecánica.

¡Quién sabe si los complicados cortinajes de las auroras boreales no dibujan, en cierto modo, las capas atmosféricas que rodean al eje de la tierra, á manera de prolongado embudo, y que por él, en cierto modo, van subiendo! Nuevo problema y nuevo campo *para la imaginación*, mientras la dinámica de los fluidos y la física no la sujeten.

Todas estas son hipótesis, imaginaciones, acaso teorías en germen, que sólo un estudio persistente y ordenado de la atmósfera puede convertir en verdades científicas.

De todas maneras, el espesor de la atmósfera ha

aumentado extraordinariamente para la ciencia, des de principios del siglo hasta el momento actual.

¡Como que hay autores que hablan de estrellas fugaces, inflamadas á ciento cincuenta y tantos kilómetros sobre el nivel del mar, por su rozamiento con la atmósfera al cortarla ó encontrarse con ella!

Los sondeos de la atmósfera por medio de globos y los sondeos del mar, completan las exploraciones del espacio terrestre en su tercera dimensión, ó sea, en altitudes y profundidades. Y la mejor garantía de estas exploraciones es que no hace falta un observador; que si un observador fuera necesario, de escasa importancia sería la zona atmosférica ó la zona acuática sujeta al examen directo del hombre.

El hombre, ser finito, sólo en un término medio, muy limitado, puede vivir, así en el orden moral como en el físico. Si sube mucho, se asfixia; si baja mucho, se ahoga.

Pero puede mandar aparatos de observación espontánea, seres artificiales, hijos de su ingenio, á los que en cierto modo comunica algo de su sensibilidad, y, por decirlo así, algo de su memoria.

Y estos aparatos le dicen: «Llegué á tal altura ó bajé á tal profundidad; encontré tal temperatura mínima, que registré cuidadosamente; ví un paisaje atmosférico, y aquí te traigo su reproducción fotográfica; recogí aires de las altas regiones, y para que lo analices te lo entrego; encontré luz natural

ó luz polarizada, y esta ó aquella tensión eléctrica».

En suma: el ingenio humano ha educado buenos servidores que le traen noticias fidedignas de las altas regiones, á las que el hombre no puede llegar.

¡Ah! ¡Si como echa sondas en el espacio ó en los mares pudiera echar sondas en otras tenebrosas regiones y retirarlas con algún girón de sombra del insondable misterio!

Mientras esto se descubre, contentémonos con el globo de hidrógeno, convertido en sonda libre de la atmósfera.

LOS RAYOS CATÓDICOS

Imaginémonos un arroyo, que tranquilamente corre por cualquier cauce igual y suave, sin obstáculo alguno que altere su marcha.

Ni remolinos, ni espumas, ni remansos: una cinta de plata tendida á lo largo de la ladera.

Me parece que, tratándose de *rayos catódicos*, es imposible empezar en forma más poética, dado que este principio merezca tal nombre.

Pero supongamos que el arroyo llega á un punto en que el cauce se precipita rápido á lo largo de una cierta extensión, para recobrar después su pendiente ordinaria y su limpidez primitiva. En este trayecto, en esta especie de caída, el agua se precipitará algo, se aligera un tanto, y en el curso regular de la corriente tendremos una alteración del régimen general.

Y ni aun con esto sospecharían los *rayos catódicos*, dado que fueran capaces de sospechar, que *de ellos* voy á ocuparme en el presente artículo.

Supongamos todavía, que nuestro poético arroyuelo, y nada nos cuesta suponer que es poético, aunque, en rigor, no hace falta que lo sea; supongamos, digo, que avanzando en su camino encuentra, no ya una pendiente rápida, sino un verdadero escalón del terreno, si bien no muy profundo. Entonces el agua se arrojará con nueva velocidad, y tendremos remolino y espuma y una lámina líquida que desde lo más alto descenderá á lo más bajo, imitando una pequeña catarata.

Con todo lo cual, podrá decirme el pacientísimo lector que los *rayos catódicos* no parecen, no hay sospechas de por dónde pueden aparecer.

Pero no se impaciente, yo se lo ruego, que hacia los *rayos catódicos* vamos más á prisa de lo que imagina.

Admitamos, por último, que nuestro arroyo, que ya, por las aventuras que ha corrido, debe ser todo un veterano, se encuentra con un *corte altísimo*, desde cuyo fondo corre de nuevo el cauce, de suave y continua pendiente. Claro es que el agua caerá impetuosísima por la cortadura, formando una enorme *catarata*, en cuyo fondo habrá remolinos y espumas cuyos cristales pintarán el arco iris, y en que gotas desprendidas y vapor de agua formarán alrededor

de la hoja líquida una atmósfera húmeda y rutilante. Quizás choque el agua con tanta fuerza sobre el pie del tajo, *que suban surtidores líquidos*, mezclados con espumosos borbotones y vapores.

Y ya estamos en los *rayos catódicos*, ó, por lo menos, en algo que los *pinta*, *los finge y los simboliza*. Sera todo lo dicho una imagen no más, pero es imagen, al menos, clara y expresiva; clara como el agua de la corriente, expresiva como las espumas del agua, del aire y de los caprichos que de la caída se formarán.

Esto es lo que vamos á exponer, apoyándonos siempre, para hablar á los sentidos, en el simbolismo material que precede.

Porque es lo cierto, que con otros nombres hemos venido refiriéndonos á las *corrientes eléctricas*; *al huevo eléctrico*, aparato de física bien conocido; á los tubos *de Geissler*, que éstos fueron en años pasados motivo de entretenimiento y recreo, y á los tubos *Crookes* ó sus análogos, en que por primera vez se estudiaron los *rayos catódicos*, y de donde emanan los *rayos X*, como transformación, al parecer, de aquéllos.

Veamos cómo se puede explicar toda esta analogía entre cosas, al parecer, tan opuestas.

También la *corriente eléctrica* va por el alambre conductor tranquilamente, sin que nadie sospeche, al mirar el hilo de un telégrafo, de un teléfono ó de

una conducción de luz eléctrica, el misterioso fenómeno que por el hilo en forma silenciosa se desliza.

¿Es una verdadera corriente de éter? ¿Es vibración etérea? ¿Hay transporte y vibración á la vez? Todas estas hipótesis se han hecho, y siempre el *éter* se impone: los más *ateos* en materia de éter, si la palabra *ateo* puede aplicarse á este caso, tienen que aceptarlo como hipótesis ó como símbolo fecundo, porque sin él, todo es sombras, contradicciones é imposibilidades.

Pero si el *hilo conductor* se interrumpe por elipsoide, ó bomba de cristal, en que se haga previamente cierto vacío, de modo que por un lado llegue el hilo á la bomba y quede cortado en el hueco cristalino, y por el otro lado salga, la corriente eléctrica tendrá que dar un salto, por decirlo así, dentro del *huevo ó globo eléctrico*, para buscar el otro extremo del alambre, como el agua del arroyo tenía que saltar por el escalón que interrumpía su marcha; y veremos un globo de luz, de polo á polo, dentro del globo de cristal, como veíamos una lámina de agua salpicada de espuma, desde lo alto á lo bajo de la catarata.

Es la pequeña caída de luz eléctrica, ó de la corriente que por la luz se hace visible; es el fluido que va del *anodo* al *catodo*. Y estas dos palabras tan formidables, no son más que los nombres griegos de dos cosas bien sencillas y bien vulgares.

Decir *anodo*, es decir *lo alto* del escalón, el vértice de la pequeña catarata, el extremo del alambre á

donde la corriente llega y en que queda cortada; en suma, *el polo positivo.*

Porque *anodo*, viene del griego y se compone de *ano*, que significa *en lo alto*, y de *odos*, que significa *camino*.

Análogamente, decir *catodo* es decir la parte baja del escalón al fondo de la catarata, el extremo del alambre sobre el cual salta la corriente; en suma, *el polo negativo.*

Así, *catodo* viene del griego, como *anodo*, y se compone de *catá* ó *cató*, que indica la *parte baja*, y *odos*, que significa lo mismo que antes significaba.

Cuando cualquier ciudadano va á subir la escalera de su casa, pudiera decir: «voy al *anodo*»; y cuando la baja, pudiera preciarse «de ir al *catodo*».

Sólo correría el peligro de que si algún sujeto mal humorado y enemigo de lo clásico le oyese, le acusase de pedantería.

Ello es, que lo que no se permite á un cualquiera, se permite á un sabio, y en él se admira.

El huevo eléctrico, globo eléctrico, se perfeccionó, convirtiéndose en el tubo de Geissler.

El vacío se hizo más perfecto, se inyectaron gases diversos, se le dieron al tubo formas caprichosas, obteniéndose así preciosos juegos de luz y de colores, ráfagas brillantes, extractos de claridad, alternando con extractos de sombra y fluorescencias varias; era,

en suma, que la catarata de éter se había hecho mayor, y el espacio del tubo se llenaba, por decirlo así, de espuma eléctrica y de caprichosos iris.

Pero siempre *la causa* era la misma: la corriente eléctrica que saltaba, una caída de éter, desde el *anodo* al *catodo*, desde lo alto de la catarata etérea al fondo del abismo ó vacío, desde el polo positivo al polo negativo, para decirlo brevemente.

Y la catarata se hizo aún mayor, ó, de otro modo, Crookes consiguió *un vacío casi perfecto* en el interior del tubo de cristal: de *un millón* de partes de aire logró extraer todas *menos una*; el vacío llegó, pues, á una millonésima de atmósfera.

Tan pequeñita como la catarata eléctrica es, á juzgar por la dimensión del tubo, es *inmensa* por la inmensidad del vacío que en él se ha formado.

No hay abismo mayor que *la nada*.

Pero en el tubo de Crookes, las apariencias de los tubos de Geissler se desvanecen. Alrededor del *catodo* reina un espacio oscuro; diríase que la catarata luminosa no tiene fuerza para llegar al fondo. Es como si una caída de agua se precipitase de altura tan grande, que antes de llegar al pie del abismo se evaporara en el aire ambiente.

Sin embargo, la experiencia demuestra que *del catodo* parte *un haz de rayos*, rayos negros, mejor dicho, oscuros; en fin, rayos que no se ven.

Precisamente estos rayos invisibles, que parten

del catodo, son los que se llaman *rayos catódicos*, por esa razón, porque del catodo parten.

Es como si la cascada de éter, al llegar al pie de su caída, se reflejase en el fondo y rebotase hacia arriba, ó, dicho de otra manera, hacia el *anodo*. Como aquellos surtidores que brotan en la catarata líquida al chocar con la roca de la base, y parecían querer subir á la cima.

Pero si los *rayos catódicos* no se ven, ¿cómo se sabe que del catodo parten y hacia el anodo suben, ó hacia él se dirigen?

Porque en la parte opuesta del tubo, al chocar estos rayos con el cristal, producen en él *una fluorescencia verde-amarillenta*. Á ellos no se les ve, pero del choque resulta la fluorescencia, por el choque se hacen visibles, la mancha luminosa los delata. Y cuando acercando un imán se desvían los *rayos catódicos*, la mancha luminosa, la fluorescencia, cambia de sitio, y este cambio demuestra que los *rayos catódicos* se han desviado.

Es como si un viento muy fuerte chocase contra la catarata; también se desviarían, yendo á formar sus espumas al otro sitio del fondo. Aunque no viésemos la catarata, veríamos cambiar el sitio de los borbotones espumosos.

Ahora bien; en ese espacio de la fluorescencia, en esa mancha del tubo, en ese sitio donde chocan contra los cristales los *rayos catódicos*, es donde na-

cen, para caminar por lo exterior, los *rayos X*, de que nos ocupamos en otro artículo.

Por eso dijimos, que si los rayos X no son los mismos rayos catódicos, al menos son una transformación de éstos en el punto del tubo en que la fluorescencia aparece.

Pero no sólo la fluorescencia prueba que existe una *radiación* especial que del catodo ó polo negativo arranca, sino que Crookes presentó, hace ya muchos años atrás, pruebas visibles y materiales del mismo hecho.

Crookes es un físico eminente, un experimentador admirable, pero lleva en el espíritu el sello de lo fantástico, y no hay trabajo suyo en que la parte material no tienda á espiritualizarse. Como que Mr. Crookes, con toda su seriedad británica, y todo su aplomo de sabio, y todo su positivismo de experimentador, es un *formidable espiritista*, que hasta emprendió la tarea, hace tiempo, según dicen, de sacar fotografías espiritistas.

Él inventó el radiómetro, ese molinillo que gira en presencia de la luz.

Él anunció poco menos que la transformación de las especies químicas, en una Memoria notabilísima.

Él puso dentro del tubo que lleva su nombre, *molinillos ligerísimos* que los *rayos catódicos* hicieron girar, como el viento hace girar las aspas de un molino.

Él afirmó, precisamente fundado en este último experimento, que los *rayos catódicos* no eran otra cosa que un extremo y sutilísimo estado de la materia, á que llamó *materia radiante*. Como el vacío es tan grande, suponía Crookes que el gas contenido en el tubo llega á inconcebible estado de división, y que sus átomos eran los que, rechazados por el *catodo*, engendraban los *rayos catódicos*, chocaban con el cristal opuesto, engendraban con su bombardeo archimicroscópico la fluorescencia, y si encontraban en su camino uno de esos sutilísimos aparatos de que antes hablábamos, lo hacían girar, y aun correr sobre pequeños carriles.

Muchos *físicos ingleses*, algunos de primer orden, aceptaron esta hipótesis de la materia radiante y de los *rayos catódicos*, que no vendrían á ser otra cosa que un vientecillo sutilísimo, como aliento de hadas: entre otros, Thomson y Fitz-Geralt. Pero los físicos alemanes, como el ilustre Hertz, su discípulo Lenard, y Goldstein, Wiedemann y Sbert, se opusieron á la hipótesis inglesa, y atribuyeron los rayos catódicos á un *origen vibratorio:* no es la materia que corre, decían, es el éter que vibra.

Y así estamos todavía, porque ni unos ni otros ceden; y hasta los recientes rayos X han venido á suscitar el conflicto entre la hipótesis de Crookes y la hipótesis alemana de Hertz.

De todas maneras, aun suponiendo que los rayos

catódicos fuesen producidos por la materia radiante, no podían serlo los rayos X, porque éstos no van por el vacío, sino por el aire, que es donde realizan sus mayores hazañas, y entre otras, sus celébres fotografías á través de los cuerpos opacos.

Así es, que la ciencia está agitándose siempre entre los asombros astronómicos de lo *infinitamente grande* y las maravillas de lo *infinitamente pequeño*; lo infinitamente pequeño, que, como dijo un gran escritor, no es acaso más que el *gigante* que para embromarnos se disfraza de *enano*.

EL KILOGRÁMETRO

Perseguimos en estas Crónicas científicas un doble objeto: en primer lugar, dar á conocer á nuestros lectores toda invención de verdadera importancia, que venga á aumentar la serie de admirables invenciones con que el genio moderno enriquece á la ciencia ó á la industria. Y en segundo lugar, ir popularizando las grandes leyes de la Naturaleza y hasta su propia nomenclatura; porque esta popularización, multiplicada prodigiosamente por la prensa, por el libro, por las conferencias públicas, y á veces hasta por la literatura, es la que hace subir el nivel de los pueblos, y la que, en cierto modo, prepara con acción incesante el cerebro de las generaciones venideras.

Y ya que hoy, por excepción, de nada nuevo tenemos que dar noticia, explicaremos una palabra de

que varias veces hemos hecho uso y que hemos de seguir usando casi constantemente.

Hoy vamos á ocuparnos del *kilográmetro*.

Palabra extraña, cuya composición salta á los ojos: el *kilogramo* y el *metro* entran en ella; pero que nada dice á quien previamente no ha estudiado mecánica; dos palabras que se unen para formar una sola palabra, y nada más.

¡Un kilogramo y un metro empalmados caprichosamente en un vocablo! Más bien parece tal palabra capricho extravagante y artificioso del sabio, que expresión de nada verdadero, útil é importante.

Y, sin embargo, *esta palabra es toda la industria;* por lo menos, es la unidad de cuantas industrias existen ó puedan existir.

¡Bajo cuántas formas se presenta el trabajo humano! ¡Cuántos establecimientos industriales existen en las naciones civilizadas, sin contar con las bárbaras industrias de los pueblos salvajes, que industrias son también, aunque embrionarias!

Su enumeración, sólo su enumeración, ocuparía, no un artículo, sino volúmenes enteros.

¡Qué variedad infinita de formas! ¿Y en qué se parecen unas á otras, á primera vista? En nada.

Sin embargo, todas son idénticas en el fondo; todas están sujetas á la misma unidad. Unidad muy culta, muy disfrazada. Proteo prodigioso que es siempre el mismo.

Una locomotora recorre miles de kilómetros salvando abismos, horadando montañas, rojo siempre el hogar, empenachada siempre de humo. Un trasatlántico corta una y otra ola, y atornilla su hélice durante días y días en el verdoso y espumante elemento. Allá, en una fábrica, un mecanismo agujerea piezas metálicas, y un cepillo ciclópeo por su fuerza, arranca virutas de metal. En otra fábrica se sierra, se cepilla, se agujerea también la madera.

En unos establecimientos industriales se carda, se hila, se teje, sometiendo las materias textiles á múltiples transformaciones. Más lejos se funde el hierro y el acero en hornos enormes. Y en las pobres viviendas no cesa la máquina de coser en su modesta faena y en su triquitraque interminable.

Sobre un campo, el arado abre surco tras surco, y en los surcos cae la semilla, y luego vienen todas las faenas del cultivo y de la labranza. Y en las eras se trilla, y en los molinos se muele, y en el lagar se prensa.

Lo grande se mezcla á lo pequeño; el trabajo tangible y material al trabajo invisible de fluidos misteriosos. Así, la corriente eléctrica va por el hilo y va por el cable. La voz humana vibra en teléfonos, la lámina sensible en la fotografía; así retrata la inmensidad de los cielos, recogiendo astros y nebulosas, como retrata la cabellera del niño ó sus ojos brillantes.

Después, las industrias químicas operan millones y millones de transformaciones y crean millones y millones de productos, que más tarde el comercio hace circular por las arterias sociales, como circula la sangre por las venas.

¡Qué faena tan inmensa la de nuestro siglo y qué diversidad tan prodigiosa de trabajos!

Pues bien; esta variedad es aparente. Todos estos hechos se reducen á uno solo; todos se miden por la misma unidad; todos se identifican en el kilográmetro.

La locomotora que corre, la hélice que se atornilla en el agua, el punzón que taladra, el cepillo que saca virutas, el huso que gira, la lanzadera que teje, la aguja que cose, el arado que ara, el trillo que desgrana espigas, el molino que pulveriza grano, la prensa que estruja la uva, la corriente eléctrica que enciende la lámpara, el teléfono que vibra, la luz que trabaja sobre la plancha fotográfica, y todas las reacciones químicas en el horno, en el crisol, en la retorta, en la cuba, en todas partes, todo es lo mismo y se reduce á esta unidad al parecer tan árida, tan seca, tan abstracta: *el kilográmetro*.

Porque en todas las industrias no se hace más que una cosa, una sola. Todas ellas no son más que la repetición del mismo fenómeno mecánico. En todas partes donde se trabaja, trabaje la Naturaleza ó trabaje el hombre, se repite con eterna monotonía,

pero con formas infinitas, lo mismo, siempre lo mismo.

Á saber: *una fuerza*, actuando á lo largo de un camino; esto es el *trabajo*.

Y si tomamos por unidad de fuerzas el kilogramo, y si tomamos por unidad de longitudes el metro, tendremos para unidad de todos los trabajos el kilográmetro. Es decir, una fuerza de un kilogramo actuando á lo largo de un metro; repitiéndose á sí misma, si así puede decirse, á lo largo de este camino que hemos elegido por unidad.

Y del mismo modo que trabaja el hombre, resiste la Naturaleza, oponiendo resistencias, es decir, fuerzas á lo largo de caminos recorridos; igual unidad tienen el trabajo motor y el trabajo resistente.

En toda industria bien analizada, vuelvo á repetirlo, no encontraremos otra cosa que el *kilográmetro;* fuerzas á lo largo de espacios. Y á esto es á lo que el hombre de ciencia y el industrial, y hasta el vulgo, llama *trabajo*.

Consumir fuerzas en un espacio, vencer fuerzas á lo largo de líneas, es trabajo para el vulgo como para el sabio.

Y como la industria no hace otra cosa que cambiar formas, y cambiar una forma es vencer resistencia á lo largo de sus trayectorías propias, por eso la industria, *en lo que se refiere á su parte mecánica*, es una sola, á pesar de sus múltiples apariencias, y sólo se le mide por una sola unidad.

Lo que hay es que, como esta unidad resulta generalmente pequeña para las necesidades de la práctica, se repite 75 veces, y cambia de nombre y se llama caballo de vapor.

De suerte, que el caballo de vapor son 75 kilográmetros. Es decir, un peso de 75 kilos elevado á un metro, ó sea, un peso de un kilo elevado á 75 metros, que todo es lo mismo, porque todo es vencer la resistencia de la gravedad á lo largo de una línea vertical, en cantidades equivalentes de trabajo.

De suerte, que el trabajo nó es la fuerza estática, inmóvil, por decirlo así, es la fuerza que actúa, y en el trabajo han de entrar estos dos factores: la fuerza y el camino.

Y así, con decir *kilográmetro* ó caballo de vapor, se han nombrado de una vez todas las industrias.

¿Avanza la locomotora? Pues vence una resistencia á lo largo de un camino.

¿Avanza el trasatlántico? Pues vence la resistencia del agua en la línea de su rumbo.

¿Avanza el arado? Pues vence la resistencia de la tierra vegetal á lo largo del surco.

¿Gira la rueda? Pues vence la resistencia que le opone el grano al ser triturado en los círculos concéntricos de su revolución.

¿Oprime la prensa? Pues trabaja al estrujar el grano de uva en todo el espacio que recorre.

¿Sierra ó taladra una máquina? Pues vence la re-

sistencia de la madera ó del metal la barrena y la sierra en cuanto taladran ó sierran.

¿Se funde una masa metálica? Pues entre molécula y molécula el calórico se insinúa para separarlas, rompiendo su cohesión y venciendo una resistencia á lo largo de un camino molecular.

¿El éter se mueve en la corriente eléctrica? Pues de cualquier modo que se mueva encontrará una resistencia que vencer, y tendrá que vencerla á lo largo de un camino.

Por eso decía al principio, que el kilográmetro era la unidad de todas las industrias, ó, mejor dicho, de todos los trabajos. Y así, desde el punto de vista de la mecánica hasta el organismo humano, sólo kilográmetros encontraríamos, como en cualquier fábrica ó en el más prosáico taller.

Y cuenta que sólo me ocupo de los fenómenos físicos y químicos, dejando á salvo otros fenómenos más profundos, más misteriosos, y que en este momento no son de mi competencia: los fenómenos espirituales.

Hoy sólo quería hablar del kilográmetro.

TRANSPORTE ELÉCTRICO DE LAS FOTOGRAFÍAS

El transporte eléctrico es el que priva en estos últimos tiempos. Todo se transporta por la electricidad, que es la manera más rápida de salvar el espacio. Se transporta el pensamiento por el telégrafo; pero se transporta de una manera simbólica, es decir, por medio de signos. Se transporta el sonido en general, y en particular la palabra por medio del teléfono; y aquí no hay nada de convencionalismo; se oye cantar y se oye hablar á 200, á 300 y á 1.500 kilómetros de distancia; y á fe que, en otros siglos, buena voz se hubiera necesitado para hablar á través de tan grandes espacios, y buen oído hubiera sido menester para oir á miles de kilómetros; pero nuestro siglo tiene buenos pulmones y la humanidad va afinando el

oído de una manera prodigiosa: dentro de poco será capaz de oir crecer la hierba. Se transportan viajeros y mercancías también eléctricamente, si no en toda la escala á que la vieja máquina de vapor alcanza, al menos en la mayor parte de redes de tranvía. Se trabaja activamente para transportar las imágenes, con lo cual llegará día en que las personas que hablen por teléfono se estarán viendo al mismo tiempo: prodigio que yo no sé si alcanzaremos, pero que de seguro alcanzarán nuestros hijos, y merced al cual el espacio quedará suprimido para la mayor parte de las relaciones sociales. En efecto; con la mayor parte de las personas, las únicas relaciones que sostenemos son las de verlas y hablarlas; pues esto podrá hacerse entre América y Europa, pongo por caso, como hoy se hace en el salón de una visita, en los pasillos de un teatro ó en el encuentro casual en una calle: verdad es que no podemos darle la mano; pero esta privación tendrá á veces sus ventajas.

Hoy se trata de otro nuevo transporte, el transporte eléctrico de las fotografías; sin embargo, hay que recortar un poco los vuelos á la invención por excesivamente presuntuosa, pues, en realidad, como vamos á ver en seguida, no es la fotografía la que se transporta, sino una especie de grabado de esta fotografía.

Y entremos desde luego en la descripción del mecanismo: será un poco árida, será tal vez un poco

difícil de comprender, no pudiendo auxiliarnos con ninguna figura; pero, así y todo, acometeremos la empresa.

Tomemos una negativa fotográfica y apliquémosla sobre una placa de gelatina *sensibilizada* por el bicromato de potasa.

Sólo por este contacto la capa de gelatina resulta *diferenciada*; es decir, que ya no es una capa homogénea. Si una parte de la gelatina ha estado en contacto de otra parte de la gelatina fotográfica, que recibió una luz intensa, el bicromato se descompone y oxida la gelatina y *la hace insoluble en el agua hirviendo*. Si otra parte de la gelatina recibió la impresión de la negativa fotográfica en una porción de ésta, que estuvo en la obscuridad, es decir, que representa una sombra del objeto, ni el bicromato se descompone, ni la gelatina se oxida, ni deja de ser soluble en el agua hirviendo. Y entre estos dos extremos, para luces intermedias y medias tintas, adquirirá la gelatina diversos grados de solubilidad.

En suma: aplicar la negativa sobre la capa gelatinosa, es fijar en ésta una *imagen latente* del objeto, cuyas sombras y claridades y medias tintas estarán representadas por la insolubilidad, por la solubilidad máxima ó por grados intermedios.

Lavando después dicha capa de gelatina, la parte soluble se irá, quedará la insoluble y tendremos una especie de grabado en que todos los puntos en luz

estarán representados por relieves, todos los puntos en sombras por huecos profundos, y todas medias claridades por huecos más ó menos hondos.

El sol fijó la imagen en la plancha fotográfica; la plancha fotográfica, á su vez, ha mordido más ó menos en la gelatina, según las claridades ó las sombras que traía, y ha mordido, valga la palabra, por el procedimiento intermedio de hacerla más ó menos soluble.

La prueba negativa adquirió esta propiedad, al estar al sol, ó por reacciones químicas que se verificaron, según unos, ó por vibraciones de insolación, según otros.

De todas maneras, en la gelatina hemos recogido el relieve de la imagen.

Pues este relieve, esta forma geométrica, es la que *tenemos* que transportar eléctricamente. ¿Transportar *una forma*, mejor dicho, un objeto de bulto por medio de la electricidad? ¿Colocar en Madrid, pongo por caso, una estatua y transportar por la corriente eléctrica su contorno, sus relieves, sus rebajos, á 1.000 kilómetros de distancia, á un bloque que espera forma en la estación de llegada? ¿Movilizar, digámoslo de este modo, la *forma geométrica de tres dimensiones*, para transportarla por un hilo? ¿Tener el modelo, como decíamos, en Madrid, y sobre un bloque que espera en Barcelona *sacar de puntos* la copia valiéndonos de una especie de cincel eléctrico de centena-

res de kilómetros? ¡Verdaderamente esto sería una maravilla!

Pues esto se hace, siquiera sea en forma más modesta, con la invención en que nos estamos ocupando.

Veamos cómo.

La capa de gelatina se rodea á un cilindro. Á este cilindro se le dan dos movimientos, uno de rotación, otro de traslación paralelamente á su eje; este último movimiento ha de ser sumamente lento, y se consigue con un tornillo de paso muy fino, como todo el mundo sabe.

Sobre el cilindro pasa una palanca giratoria que lleva un punzón de punta blanda, y este punzón se apoya sobre la capa de gelatina ya rodeada al cilindro; de suerte que cuando el punzón encuentra un relieve, tendrá que subir y hará que suba también la palanca, y por lo tanto, su extremidad libre. Cuando, por el contrario, encuentre un hueco ó surco, el punzón bajará y con él bajará la extremidad de la palanca. En suma; el punzón de que se trata es como un viajero que cruzando un continente sube á las montañas, baja á los valles, camina por las laderas y con su marcha va dibujando, por decirlo así, todas las sinuosidades de la comarca. Si este viajero llevara una percha muy alta, á cuyo extremo se articulara una palanca giratoria por una de sus extremidades, la otra extremidad iría dibujando en el aire todo el perfil del terreno.

Y nótese cómo la invención moderna pone en relación toda clase de fuerzas, formas, cualidades y accidentes de las cosas más opuestas.

Porque en la imagen que se ha fotografiado había un punto luminoso, por ejemplo, la frente blanca y en luz de una mujer en la negativa fotográfica, resultó una mayor cantidad de luz para la imagen que la lente produjo, como si dijéramos una mayor insolación. Porque la insolación fué más intensa en la negativa, al ponerse ésta en contacto con la capa gelatinosa fué mayor la oxidación de esta substancia. Porque la gelatina oxidó la pequeña frente grabada en ella, ya no fué soluble y resultó en relieve. Y porque esta parte quedaba en relieve, el punzón al encontrarla tuvo que subir, y subió al extremo de la palanca.

De suerte que tenemos aquí una cadena de cosas completamente distintas unas de otras y enlazadas sin embargo, como se enlaza el efecto y la causa, á saber: la frente blanca y luminosa de una mujer; la insolación de una placa ó papel sensible; la oxidación de una gelatina; el relieve de un cilindro; la elevación de un punzón y la elevación de una palanca.

¡Qué inconexos todos estos elementos, y, sin embargo, qué maravillosamente enlazados! El que todo lo viese, el que pudiera subir de los efectos á las causas, el que supiera fundir en su unidad la cade-

na de los fenómenos, al ver mover el extremo de la palanca vería en este movimiento el perfil de la frente de una mujer en plena luz.

Y lo que hemos dicho de un punto iluminado fuertemente, podríamos decir de un punto en sombra, por ejemplo, el negro rizo del modelo que hemos escogido. También aquí tendríamos luces y sombras, y acciones químicas, y fenómenos físicos de disolución y movimiento de piezas de un mecanismo; es decir, un surco en lapa de gelatina, un descenso del punzón y una elevación de la palanca.

La extremidad de la palanca es, por lo tanto, el extremo de esta serie en que todos los accidentes se han venido á convertir en movimiento.

Con lo dicho tenemos descrito el aparato transmisor. Pasemos ahora á la estación extrema; es decir, á la de llegada.

Aquí, como en la primera, tendremos un cilindro idéntico al anterior, con una capa de cera envolviéndolo, y con movimientos idénticos á los de aquél; es decir, uno de rotación y otro de traslación, ambos sincrónicos con los de origen; y además tendremos una palanca y un punzón, apoyándose sobre la capa de cera del mismo modo que en la estación de partida.

El cilindro de gelatina con sus relieves y sus surcos es la escultura, y el modelo que, espiritualizados, quiero decir, convertido en electricidad, van á correr

por el hilo conductor. Y el cilindro de cera es como el bloque ó el mármol en que vamos á sacar de puntos una copia de aquella primitiva escultura, que en este caso no es una escultura, sino un grabado en bajo relieve.

Sólo nos queda por describir el *cincel eléctrico* de los 80) ó 1.000 kilómetros de que antes hablábamos.

Y ya lo que queda es bien fácil de comprender.

Sólo falta poner en relación los dos punzones: el de partida, que se apoya sobre la gelatina, y el de llegada, que se apoya sobre la cera; ponerlos en relación, digo, de tal suerte, que cuando el primero vaya por un relieve, el segundo resbale sobre la cera sin penetrar; que cuando el primero penetre en un surco, el segundo reciba la acción de una fuerza eléctrica, que le obligue á penetrar en la cera abriendo un surco idéntico al que hay en la gelatina, y que para los grados intermedios subsista de igual suerte la correspondencia entre ambos punzones. Ahora bien; esto es sumamente sencillo en el fondo.

Respecto al punto de partida, basta que la palanca, según la posición de su extremidad, ofrezca paso á una corriente eléctrica por caminos de mayor ó menor resistencia. Por ejemplo: va el punzón por un relieve de la gelatina, pues se levanta la extremidad de la palanca y da paso á la corriente eléctrica por un camino de mucha resistencia; la corriente eléctrica que siga dicho camino será débil, porque la re-

sistencia que encuentre es grande, y tendremos en la estación de llegada una corriente débil también.

Por el contrario, el punzón cae en un surco, ó sea en puntos de sombra, pues el extremo de la palanca baja, toca otros conductores y ofrece á la corriente eléctrica un camino de poca resistencia, con lo cual la corriente eléctrica será poderosa.

Y así como la primera corriente, que era débil, no tendrá fuerza para hacer que el punzón de llegada muerda en la cera, esta corriente, que es fuerte, tendrá energía para morder en la cera y abrir un surco; es, por decirlo así, un golpe vigoroso del cincel eléctrico.

Ello es, que hemos agregado un nuevo término á la serie. Todos los accidentes del modelo ó del objeto que se quiera fotografiar, por ejemplo, la frente blanca, el pelo negro, los ojos brillantes, el cuello en sombra, todos ellos se han convertido en insolaciones de la negativa fotográfica, y luego en oxidaciones más ó menos intensas ó nulas de la gelatiña; y, además, en relieves y surcos; y después, todavía, en movimientos de la extremidad de la palanca; y ahora se convierten en conductores de mayor ó menor resistencia, y en una serie de corrientes eléctricas más ó menos intensas. Esta última serie de corrientes es el símbolo eléctrico, por decirlo así, de la cabeza de aquella mujer. Donde va una corriente intensa, lo que va es un rizo negro y en sombra; donde va una

corriente débil, lo que va es una pupila brillante; escritura maravillosa, invisible y rápida como el pensamiento de aquella cabeza, con todos sus accidentes artísticos.

Y ahora sólo nos falta una cosa: ver cómo las corrientes, fuertes ó débiles, trabajan sobre el punzón de llegada y le hacen deslizarse sobre la cera, ó hundirse, más ó menos, para las medias tintas del modelo; pero esto es muy fácil.

El hilo conductor de llegada, al llegar á la estación receptora, se encorva en forma de hélice, es decir, traza lo que se llama un solenoide. Por otra parte, la palanca que lleva el punzón que ha de trabajar en la cera, está provista en su extremidad de un cilindro metálico, el cual penetra de arriba hacia abajo en el eje del solenoide, y con esto basta.

Cuando la corriente es muy intensa, atrae con gran fuerza el cilindro metálico, hace bajar la palanca y hace hundirse en la cera el punzón.

Cuando, por el contrario, la corriente es débil, ya la hélice ó solenoide no atrae á la palanca y el punzón resbala sobre la cera.

De este modo obtenemos sobre ésta la reproducción exacta del grabado que sacamos sobre la gelatina. Basta desarrollar la capa de cera y recubrirla de cobre por la galvanoplastia, para tener á nuestra disposición una plancha en que estará grabada la imagen fotográfica primitiva.

Y perdone el lector esta descripción minuciosa y pesada, pero hay que escribir para todos los gustos y hay que escribir de modo que, á ser posible, se entienda. Trátase también de un invento ingeniosísimo y en el fondo sencillo, que no está de más que el público conozca, para que se vaya familiarizando con esta sutileza maravillosa de la electricidad.

VARIACIONES SOBRE EL MOTIVO DEL BÓLIDO

Vivimos á ras de tierra.

Nuestras pasiones, nuestros apetitos, nuestros intereses y nuestros odios á ras de la tierra van casi todos ellos.

Y nuestros cariños y amores pretenden subir á mayores alturas, la tiranía positiva pugna por cortarle las alas, y ¡abajo con ellos!

Si miramos hacia arriba, es para ver si hay nubes ó si la lluvia es probable.

Para ver el firmamento azul, los resplandores del sol, el polvo de oro de las estrellas ó los cambiantes de un celaje, pocas veces levantamos la cabeza.

Allá van los astros por sus carriles de luz, allá van los mundos por sus eternos misterios; bien pueden los infinitos del espacio con su inagotable an-

chura rodear nuestra pequeñez, que nuestra pequeñez lo desdeña, y toda nuestra energía se agota en bajar á un barranco que nos cierra el paso ó en trepar á una mísera colina que se nos antoje pedestal inmenso de nuestra ambición.

Y en el término de cada jornada, sacudimos triunfantes y satisfechos el polvo del camino, como si hubiéramos realizado las más gigantescas empresas.

Es preciso que de cuando en cuando algún fenómeno del mundo astronómico nos llame la atención, y, sobre todo, que nos dé un *poco de miedo*, para que nos decidamos á levantar la mirada.

Un bólido penetra en nuestra atmósfera, se inflama en ella, corre con vertiginosa rapidez convertido en masa ígnea de vivísimos resplandores, muchas de de las substancias que contiene se reducen á vapor, y el bólido estalla sembrando sus pedazos en dilatados círculos, como bomba colosal; el fulgor es fulgor de incendio, el estrépito aterrador, los edificios tiemblan, y al fin nos decidimos á dirigir la vista al espacio. Todo esto es necesario para que alcemos la frente.

Cuando vamos distraídos y nos tocan en el hombro, volvemos la cabeza.

El *Cosmo*, á su manera, nos ha tocado también en el hombro, como diciendo: «Mira hacia mí». Y perdóneseme la imagen.

Entonces nos paramos un poco, meditamos algo,

leemos unas líneas y preguntamos con cierta curiosidad, que por lo menos dura veinticuatro horas: ¿qué será un bólido?

Corre prisa averiguarlo, porque mañana ya no pensaremos en él.

Todas sus grandezas y estrépitos, todas sus luces y velocidades, todo su iluminar el espacio y atronar los aires, no le ha servido más que para darnos un entretenimiento de terror por breves segundos y para excitar nuestra curiosidad por breves horas.

El olvido le espera bien pronto: brilló de prisa y se acabó en seguida; sus cascos de metralla por montes y por tierras andarán enterrados.

Parece que nuestro suelo no sirve más que para enterrar lo que en él nace, ó lo que del infinito viene.

Si sobre nosotros cayese un pedazo de sol, antes de mucho estaba debajo de tierra y probablemente sin losa y sin epitafio.

Bien mirado, el Cosmo no nos mandó ninguna de sus grandezas, porque, al fin y al cabo, ¿qué es un bólido ó piedra meteórica, ó aerolito, ó piedra de luna, ó piedra de rayo, que todos estos nombres y otros varios tienen, muchos de ellos falsos é impropios?

Pues un bólido es un *granillo de polvo del espacio*. Un corpúsculo que va por él, como van los granos de polvo por nuestra atmósfera, ó como flotan en un rayo de luz.

Cuando pensamos en esto, nuestro orgullo se encrespa, y no podemos menos que discurrir que el espacio planetario es como una mala polvorienta carretera, cuyo firme trituran con su rodar infinito las masas enormes de los astros, siempre en marcha sobre su órbita, siempre caminando con sus propias órbitas hacia rumbos desconocidos de la extensión sin fin.

Es cosa ya sabida: como giran alrededor del Sol Venus y Marte y la Tierra y Júpiter y todos los planetas, giran también algo, así como *un anillo de polvo planetario*; cada partícula puede llegar á ser un bólido, como nos coja de lleno y con nosotros tropiece y en nuestra atmósfera penetre.

El tamaño de cada una es insignificante, si se comparan á las grandes masas astronómicas; por algo hemos dicho que era un anillo de polvo: generalmente está formado de hierro nativo con algo de níquel, de cromo y con algunas otras sustancias, pero de hierro sobre todo.

Diríamos que todo *el sistema solar* estuvo sujeto por una inmensa y férrea cadena, que le apretó por su cintura planetaria.

Pero llegó un día en que el sistema solar rompió su cadena, trituró sus eslabones, y hechos pedazos les obligó á estar girando por los siglos de los siglos. en pena eterna, alrededor del sol, que por su luz significa inteligencia, por su calor vida y por su atracción amor.

La cadena, de cuando en cuando, sacude sus rotos eslabones sobre nosotros, y nosotros los sepultatamos ó los mandamos á un Museo.

Algunas veces, esos corpúsculos planetarios, férreos casi siempre, no caen sobre nosotros; no hacen más que atravesar la parte elevada de nuestra atmósfera, ni más ni menos que una aguja que atraviesa la cáscara de una naranja, entrando por un lado y saliendo por otro, sin caer.

Pero mientras atraviesan la atmósfera, se inflaman y parecen estrellas que corren, y cuando son muchos parecen lluvia de estrellas.

En Agosto y en algunas otras épocas del año, la tierra va rozando el anillo; *esas* falsas estrellas, polvo planetario que se incendia al roce con nuestra atmósfera, son más frecuentes.

Y son insignificantes: su tamaño es como el de un piñón, acaso; y, sin embargo, *estrellas* nos parecen y por estrellas pasan ante nuestros ojos. Mentiras del espacio, que también suele mentir como cualquier pobre diablo de las bajas tierras.

Una estrella *es un sol*, tal vez como el nuestro, tal vez más gigantesco. Una de esas falsas estrellas es un pedazo de hierro, que, partiéndolo en trozos, quizá lo pudieran llevar nuestros trenes.

¡Qué diferencia! Y no obstante, el bloque amazacotado de hierro, por estrella, es decir, por el sol lejano pasa mientras pasa por la atmósfera.

Hay que tener cuidado con el Cosmo, que á veces es engañador.

Esta vez no nos ha tenido en mucho, que el representante que nos envió es polvo ante la grandeza sublime de los soles, y de los mundos y de las nebulosas.

Pero no ensoberbecerse ni precipitarse; como que acaso no fué desdén, sino piedad.

¡Ay de nosotros si el *Cosmo* nos hubiera mandado otro embajador!

Si tan mínimo sujeto nos causó tal espanto y nos hizo bambolear en nuestras viviendas, ¡qué habría sido de nuestra mísera existencia, si en vez de un bólido hubiera caído sobre la tierra el más insignificante de los planetas *burgueses*, siquiera del tamaño de uno de nuestros partidos judiciales!

Pero los bólidos tienen á veces sus coqueterías, y perdóneseme la palabra.

Les gusta venir lujosos, y no sólo se circundan de luz y de colores, no sólo hacen brillar sus metales para tomar espléndida vestidura de asombrosos reflejos, sino que le obliga á cristalizar *al carbón* que traen, y llegan á la tierra, según dicen varios autores, con cintillos de diamantes.

Para todo un planeta, siquiera sea el más insignificante; para toda una masa cósmica, que ha girado siglos y siglos entre los astros con toda la *gravedad* del sistema solar; para un ser cuya esencia es de

hierro, el más rudo y el menos afeminado de nuestros metales, esto de venir ostentando diamantes me parece refinamiento poco digno de aquellas lejanas y severas alturas.

Pero esto nos prueba que fuera de la tierra, como en la tierra, hay de todo.

Si bien se medita, caeremos en la cuenta de que pasan cosas bien extrañas en este mundo. Pero es que todo está profundamente enlazado á *todo*, por más que no veamos la misteriosa urdimbre del Universo, cuyos invisibles hilos forman espesísimo y no sospechado tejido.

No hace dos días, pongamos tres, la tierra iba por su órbita, majestuosa, severa, rápida como siempre, como siempre volteando alrededor de su eje, con sus mares y montañas, carga insignificante para el soberano impulso que recibió en aquellas horas de la creación planetaria.

No hace más tiempo, que ese bólido, que hoy tanto nos ocupa y nos interesa, andaba suelto en anillo alrededor del sol con otros corpúsculos como él; enjambre férreo que á modo de insectos mariposean alrededor de un foco de luz.

¿Qué relación hay entre nuestra Tierra y el bólido? Ninguna.

Desde el origen de los tiempos habían sido cosas, seres, masas distintas; jamás habían estado en contacto; todo lo infinito en el tiempo les separaba.

La Tierra con sus palpitaciones geológicas y con sus palpitaciones humanas, el bólido con sus granillos de hierro, estúpidamente inerte, girando y girando sin pensar, sin querer, sin desear.

Hace tres dias, las inmensidades del espacio les separaban.

¿Qué español sospechaba la existencia del bólido allá en las profundidades de la extensión?

Y aunque la masa meteórica, que hoy tomó vecindad entre nosotros, hubiera tenido pensamiento y hubiera podido sospechar algo, nunca hubiera podido sospechar la existencia de una provincia española.

Pues, de pronto, la tierra pasa por los bordes del anillo, ó por las regiones donde el bólido caminaba, y lo que no había sucedido en miles de siglos, sucede en solo un punto y en un instante solo.

La tierra arranca al bólido de su órbita, lo llama á sí, lo atrae, lo hunde en su atmosfera, lo inflama; ya es masa de fuego, ya estalló.

Y hoy *andan en manos de ciudadanos españoles* pedazos de bólido, que andaban en lo profundo de la extensión á millones de kilómetros, *hace poquísimo tiempo*.

No vienen esos pedazos que entre nuestras manos tenemos, ni de debajo de tierra, ni del otro lado de los mares, ni del seno de una montaña, no. Vienen de más allá de la atmósfera, del espacio vacío; mejor dicho, del seno del éter, de las regiones planetarias,

de esas regiones en donde nosotros no podemos penetrar, que para nosotros representan lo imposible.

Ese pedazo del bólido, que á capricho manejamos entre nuestros dedos, ha estado donde no podemos estar nunca; habrá visto, si hubiera podido ver, lo que jamás veremos; podría contarnos, si supiera contar, misterios que serán para nosotros siempre impenetrables; vino á nosotros, que nosotros no hubiéramos podido ir á él; en cada una de sus partecillas hay guardado un secreto, que será eterno silencio; allá arriba, entre los otros, estaba hasta hace poco, y *hoy está aquí.*

Siglos y siglos en regiones heladas; llegó á la tierra y se incendió, por algo será.

Ganas dan de decirle á cualquiera de esos trozos de bólido:

«Masa inerte, yo no te puedo subir como tu has bajado; pero mi pensamiento y mi espíritu, suben más que tu bajas, y también se incendian.»

Lo cual será verdad, con una condición, con la de que no vivamos siempre á ras de tierra.

LA BICICLETA Y SU TEORÍA

Sí; soy partidario resuelto y entusiasta de esta máquina, que hoy rueda triunfante por todo el mundo civilizado.

No lo digo en tono de humorismo, sino con profundo convencimiento y con toda la seriedad de que soy capaz.

Y soy partidario de la bicicleta, porque lo soy de toda invención en que el ingenio humano triunfa de los obstáculos naturales, abriendo nuevos horizontes al progreso.

Parece, á primera vista, que la bicicleta es un juego de niños, un nuevo *sport*, un capricho más de la moda. Y sin embargo, aun siendo todo esto, es mu-

cho mas; es, por lo pronto, un triunfo de la ciencia: un sistema de *locomoción individualista* como ninguno; un medio de salvar el espacio, comparable al de los trenes de las vías férreas; una economía de fuerzas verdaderamente admirable.

Y todavía será más: será el caballo de acero de toda la clase media, de los que no podemos tener ni coche de lujo, ni constantemente coche de alquiler, ni caballo de montar, ni cocheros y lacayos por añadidura.

Y será más todavía: será un desahogo, un reposo, una economía para toda la clase obrera, cuando, á medida que el tiempo pase, se abarate la bicicleta.

El obrero no necesitará vivir en el casco de la población, en cuchitriles antihigiénicos y antiestéticos: podrá vivir á una legua, á dos leguas de la población, porque para un hombre vigoroso una legua de camino en bicicleta representa veinte minutos, y ninguna fatiga.

En las horas de descanso no necesitará meterse á comer en un tabernucho, que hasta podrá ir á comer con su familia.

La bicicleta ensancha, pues, la esfera de acción de las poblaciones aumentando su diámetro nada menos que tres ó cuatro leguas. Para el obrero representa la vida cómoda, la vida sana, la vida económica, y hasta la vida higiénica. No se verá obligado á pasar, de la fábrica llena de humo del carbón

y de los ruidos del trabajo, á la guardilla ó al cuarto interior, que da sobre patios inmundos y mal olientes, entre gases mefíticos y ruidos de vecindad. Saldrá al campo, al aire libre, á la atmósfera oxigenada, á los horizontes anchos, con mantos de verdura y círculos encendidos de celajes, ó, por lo menos, á las anchuras del espacio y no á las retorcidas estrecheces de la calleja.

De suerte, que la bicicleta, ese aparatillo que empezó por juguete de niños, en sus neumáticos, en sus alambres y en sus tubos de acero lleva elementos auxiliares nada menos que para el *problema social.*

Pueden reirse, aquellos que de todo se ríen, porque no saben hacer otra cosa, de esta modernísima invención, que yo por mi parte admiro y no río.

Algo de esto se va tocando ya en el extranjero. En los Estados Unidos se han vendido en un año más de 4 millones de bicicletas, según acabo de leer en un interesante artículo que ha publicado el *Diario de la Marina*. Entrará por mucho en esta cifra el estímulo de la moda; pero entra por gran parte el *instinto práctico* de aquel pueblo, eminentemente práctico también.

No solamente la clase media y la clase rica se han entregado con verdadero furor á la peregrina máquina de las dos ruedas, sino también la clase humilde, la clase pobre, la clase trabajadora, la que ne

cesita acercarse al trabajo acumulado en los grandes centros industriales ó en las grandes poblaciones, y luego necesita separarse á mucha distancia para vivir con economía. Tanto es así, que las Cajas de ahorros se han resentido, por las grandes sumas retiradas de ellas para la compra de bicicletas; como que los 4 millones de bicicletas vendidas, creo yo que representan de 4.000 á 8.000 millones de reales. La moda no llega nunca á estas cifras, sobre todo si es moda transitoria y se hace el calculo para una sola nación. Esta cifra supone algo profundo, algo muy profundo, algo muy hondo, y me atreveré á decir algo muy serio. Representa *una gran utilidad conseguida*, un gran triunfo alcanzado y una gran necesidad satisfecha.

Como que una de las necesidades supremas de la humanidad es *salvar el espacio*, acercarse el hombre al hombre: se acercan por el divino principio de fraternidad y de sociabilidad, y después de acercarse, ó para estrecharse las manos ó para que las dos manos juntas trabajen sobre el mismo mecanismo, necesitan separarse para afirmar su libertad y su individualismo. Si no pudieran aproximarse unos á otros, tendríamos la pulverización humana; pero si no pudieran separarse después de haber fraternizado en la unidad del sentimiento y en la unidad del trabajo, tendríamos la fatalidad de las grandes masas aglomeradas, que se estrechan y se aproximan, matando

los movimientos espontáneos en que la voluntad libre se manifiesta; pues la bicicleta acerca y aleja, y á veces camina como un tren ó poco menos.

Sin embargo, no es este el punto que queremos tratar. Este y otros muchos aspectos ofrece al que piensa con serenidad las cosas y no las trata á la ligera, por más ligera que la bicicleta pueda ser, la modernísima máquina que nos ocupa; pero sin renunciar á ocuparme en ellos en otra ocasión, por hoy, sólo pienso tratar de la teoría de la bicicleta, es decir, de su aspecto científico. Y sépase que ya hay muchos libros, con todos los alardes de la ciencia moderna, desde las fórmulas fundamentales de la mecánica hasta la integración de ecuaciones diferenciales, que se ocupan en esta teoría. La que yo explique, idéntica á aquélla en el fondo, será en la forma más modesta, más vulgar y más comprensible para la mayor parte de mis lectores.

¿Por qué se mantiene la bicicleta en equilibrio? ¿Por qué el ciclista no se cae á cada instante, como á primera vista y aun al primer recorrido, parece natural é inevitable?

Ya sé que muchas veces, y sobre todo al empezar el aprendizaje, miden los principiantes el suelo con sus cuerpos, y puedo dar fe de la exactitud de estas medidas; pero tales vuelcos son torpezas del ciclista novel, ó accidentes que lo mismo ocurren con la bicicleta que con cualquier otro sistema de locomoción.

Lo normal es que la bicicleta se sostenga en equilibrio y marche, y que sobre ella corra velozmente el ciclista.

De suerte, que mi pregunta está en su lugar. ¿Por qué milagro mecánico, y contra todo lo que podía esperarse, se mantiene la bicicleta en equilibrio?

En un principio, cuando yo no veía las bicicletas más que desde lejos, con aquel sentimiento, mezcla de admiración y envidia, con que el que está parado ó va despacio ve cruzar ante él á otro que con gran velocidad camina; cuando yo no conocía ni el peso, ni las condiciones de construcción, ni el modo de funcionar de la máquina, imaginaba que la teoría en ella dominante era *la del giróscopo*. Que la bicicleta, al correr con rapidez, tenía una estabilidad propia, capaz de resistir y contrarrestar cualquier movimiento desequilibrado del ciclista, *sin que éste tuviera que hacer nada por su parte para evitar una caída*. Tales eran mi esperanza y mi ilusión.

El desengaño vino desde el momento en que subí á una bicicleta. No; la bicicleta hace muy poco por el ciclista. El ciclista no consigue el equilibrio de balde; él se lo ha de procurar. Con poquísimo trabajo, es cierto; pero como él no se lo procure, á tierra va fatalmente con la máquina encima, por más que se encomiende, como yo me encomendaba al comenzar, á todos los giróscopos de la física.

La mayor parte de mis lectores conocerán este admirable aparato, que parece dar un mentís á las leyes de la gravitación. En rigor, el giróscopo es la peonza con que juegan los chicos, y se funda en este principio: que cuando un cuerpo gira rápidamente al rededor de uno de sus ejes, cuesta mucho trabajo separar este eje de su posición. El giróscopo tiene una estabilidad propia, la que yo pensé que tenían las ruedas de la bicicleta.

Y, sin embargo, en la bicicleta esta teoría del giróscopo tiene escasísima importancia y apenas contribuye al equilibrio de la marcha; entre otras varias razones, que fuera largo exponer, porque las dos ruedas son muy ligeras y su momento de inercia es pequeñísimo, y en segundo lugar, porque la masa principal, que es la del resto de la máquina, y sobre todo la del ciclista, no gira al rededor de ninguno de los dos ejes, ni al rededor de ninguno otro, como no sea cuando se desploma sobre el suelo.

La teoría del giróscopo sólo se explica de una manera indirecta, cuando el ciclista abandona el guía y gobierna la máquina con su cuerpo; entonces la teoría del giróscopo le ayuda para manejar la rueda timón.

En los casos ordinarios, es decir, casi siempre. la teoría de la bicicleta es distinta y es sumamente sencilla; todo el mundo puede comprenderla, y, aun sin comprenderla, todo el mundo la practica por instinto.

Es un movimiento de defensa natural, pudiera afirmarse que es un movimiento reflejo, pero infalible. Á poca práctica que se tenga se defiende el ciclista. Con unas cuantas lecciones basta. Personas hay que á los diez minutos marchan solas, y los más torpes, los más temerosos ó los más preocupados, solos marchan á las cinco ó seis lecciones.

Veamos cómo se realiza este prodigio, porque prodigio es de la mecánica, consciente é inconsciente: mejor dijera de la última, que cuando yo apliqué la primera, antes de haberla aplicado ya estaba en el suelo con toda mi mecánica á cuestas.

Hé aquí en lo que consiste la elemental y sencillísima teoría de la bicicleta. Todos los autores la dan por buena, y es evidente de suyo.

Supongamos á un ciclista caminando sobre la bicicleta y con las dos manos en el guía, para mantener la rueda de delante, que sirve de timón, en el mismo plano que la rueda de detrás. La bicicleta marchará en línea recta.

Supongamos ahora que el ciclista se desnivela un poco, inclinándose hacia la derecha.

Si la rueda de delante no tuviera movimiento de giro á un lado y otro, fatal y necesariamente se caería la máquina y el ciclista.

Pero éste, por medio del guía, da una inclinación mayor ó menor á la rueda de delante, y desde este momento la bicicleta *ya no describe una recta*, sino *un*

arco de círculo, que vuelve su concavidad hacia la derecha, es decir, hacia el lado de la caída.

Ahora bien; en todo cuerpo que gira, traza una curva ó un arco de círculo, *nace una fuerza centrífuga*, que tiende á echar el cuerpo hacia afuera con mayor ó menor intensidad, dependiente ésta de la velocidad de la marcha y del radio de la curva.

Pues comprendiendo lo que precede, claramente se ve que al abandonar el ciclista la línea recta para trazar una curva más ó menos abierta, ha hecho nacer una fuerza centrífuga que le tira hacia la izquierda, ó sea hacia fuera, oponiéndose á su caída y trayéndole á la posición de equilibrio, desde la cual podrá seguir caminando en línea recta.

Iba á caer y trazó una curva, y la fuerza centrífuga le sostuvo y le levantó.

Claro es que el principiante no calcula bien la inclinación de la rueda, que por lo regular engendra una fuerza centrífuga superior á la necesaria; de suerte, que no sólo le impide caer á la derecha, sino que tiende á volcarle hacia la izquierda. Pero el remedio lo tiene en su mano, siempre puestas sobre el guía, porque basta con que incline, al sentido contrario al primero, la rueda de delante, describiendo otra curva opuesta á la anterior y engendrando otra fuerza centrífuga hacia la derecha, que contrabalancee el nuevo desequilibrio, para volver á la posición normal ó para aproximarse á ella.

Por eso los principiantes van *haciendo eses*, quiero decir curvas que vuelven su concavidad alternativamente á uno y otro lado, y por eso, como se dice en términos vulgares, el principiante va dando *enormes guiñadas*. Es que va engendrando fuerzas centrífugas innecesarias y excesivamente hacia la derecha y hacia la izquierda.

En suma: el equilibrio de la bicicleta puede asegurarse con toda verdad, que se funda en un balance de fuerza centrífuga que ya domina hacia un lado, ya domina hacia el lado contrario.

Cuando se va adquiriendo práctica, *las eses* se van estrechando, las guiñadas van siendo menores, el equilibrio se pierde con menos frecuencia, y cuando se pierde, se recobra con la fuerza centrífuga puramente necesaria, sin caer nunca del lado opuesto

Por último, cuando el ciclista ha llegado á su perfección, *las eses* han desaparecido para confundirse con las líneas rectas, ó si acaso existen, es tan estrecha que la vista no las percibe.

Tal es la teoría de la bicicleta, que aceptan y reconocen unánimemente todos los autores que conozco.

Por lo demás, aun conociéndola perfectamente, de nada le servirá al principiante, y aún podrá perturbarle, si se mete en cálculos y disquisiciones mecánicas al sentir que perdió el equilibrio; no quedándole más consuelo que el que le queda al enfermo que

se muere cuando el médico le explica, con todo el lujo de la ciencia moderna, la enfermedad que le lleva al otro mundo.

Para satisfacer la inteligencia, la teoría; para aprender á marchar en bicicleta, mucha práctica y unos cuantos porrazos á modo de provechoso estimulante. Y es probado.

FUERZAS MUERTAS Y FUERZAS VIVAS

Los grandes progresos de la industria se fundan, casi siempre, en el descubrimiento de grandes fuerzas naturales. Ó en la movilización y en el empleo de fuerzas ya conocidas, pero no utilizadas.

El alma y la vida de la industria es la fuerza, ó sea la energía: en suma, el caballo de vapor ó el kilográmetro.

Por eso la industria adquiere desarrollos prodigiosos cuando aparece la máquina de vapor, mejor dicho, la máquina de fuego; porque el vapor es un agente intermedio, un verdadero resorte de la maquinaria.

La verdadera energía está en el carbón de piedra, en el combustible que arde, en el átomo de carbono que se une al átomo de oxígeno, celebrando sus bodas misteriosas con enorme desarrollo de calórico.

Esa es la fuerza que aún está viva: la atracción entre el carbono y el oxígeno. Cuando la combinación química se ha realizado, cuando ambos elementos químicos han satisfecho su ansia de unirse, cuando se han convertido en ácido carbónico y en humo, ya la fuerza vivió lo que había de vivir; ya engendró el calórico que había de engendrar; ya no es una fuerza que casi pudiéramos decir que vive, sino que es una fuerza que ha muerto.

Y la industria recibe nuevos alientos y se preparan nuevos desarrollos cuando se descubre el dinamo. No porque el dinamo traiga energías de repuesto, sino porque puede movilizar y aproximar y hacer entrar en juego grandes potencias naturales que andaban perdidas y dispersas y, si se me permite la palabra, holgazaneando por las quebradas de los montes, en las corrientes de los ríos, en la ondulación poderosa de la marea, en el tostado arenal ó en el espacio abierto á las grandes corrientes aéreas.

Pero cuando una turbina, por ejemplo, recoge un salto de agua y aplica su energía al movimiento de un dinamo, y engendra una corriente eléctrica, la fuerza no está ni en el dinamo ni en la turbina, que son por sí, desde nuestro punto de vista, masas inertes.

La fuerza reside en la masa de agua que cae desde una altura y que al caer desarrolla un trabajo.

En el ejemplo anterior, al caer el oxígeno sobre

el carbono en infinitas cataratas infinitesimales, es cuando se desarrollaba la energía, que luego utilizaba la industria.

Pues en este nuevo ejemplo, al caer el agua desde lo alto á lo bajo de la montaña, ó sea hacia el centro de la tierra, es cuando se desarrolla la potencia hidráulica.

El agua en alto, y el centro de la tierra en bajo, tienden á unirse, y al caminar ambas masas una hacia otra, aproximando sus centros de gravedad, es cuando se desarrolla el trabajo, que luego, por la turbina y el dinamo y el hilo conductor, llega á la fábrica.

Y cuando el agua ha caído del todo, cuando ha llegado al seno del mar, que es su tumba, y se ha acercado todo lo que ha podido acercarse al centro de la tierra, desapareció la fuerza, que antes estaba viva, y bien pudiéramos decir, sin forzar mucho la metáfora, que no queda más que una fuerza muerta.

Masas separadas, sean estas masas oxígeno de un lado y del otro carbono, ó sean unos cuantos metros cúbicos de agua de una parte y de otra parte la masa terrestre, que con el pensamiento podemos suponer reunida en su centro, son una energía potencial que casi pudiéramos afirmar que era una *esperanza inorgánica*: seres que se aman y que esperan unirse.

Dos masas que están separadas y se precipita una hacia otra, engendran calor ó engendran energía:

calor, en el hogar abrasado de la locomotora; trabajo hidráulico, en el salto de agua. Son fuerzas de acción, kilográmetros, fuerza viva, amores inorgánicos que se están saciando.

Dos masas ya unidas, y que no se pueden unir más y más estrechamente, son esperanzas realizadas del todo; apetitos satisfechos; fuerzas que murieron; ácido carbónico en la chimenea; humo en el espacio; gotas de agua en el mar: ceniza, en suma.

Y no es que aquella esperanza, aquella fuerza viva, aquella energía que bajaba con la catarata, se hayan anulado y hayan sido estériles; no, seguramente. Fueron energías que se convirtieron en trabajo, en calor, en electricidad, en producciones industriales al fin, trazando nuevos y nuevos ciclos, y sufriendo nuevas y nuevas transformaciones.

Pero de todas maneras, las atracciones en acción no son fuerzas vivas; las atracciones ya satisfechas son fuerzas muertas.

Muchas fuerzas vivas quedan todavía; pero ¡cuántas fuerzas muertas! El globo terráqueo es un inmenso cementerio de infinitos cadáveres moleculares; es un amontonamiento de cenizas. Para nuestro viejo globo, el miércoles de Ceniza casi no tiene fin.

Ceniza, y no más que ceniza; ceniza amontonada y endurecida, son las inmensas formaciones geológicas de caliza. Porque los tres cuerpos de que está formada, el calcio, el carbono y el oxígeno, saciaron

sus afinidades químicas, su amor inorgánico, si así puede decirse, y se unieron tan estrechamente, que ya no pudieron unirse más por completo.

Cuando estaban separados eran una esperanza, una energía de potencia. Al acercarse y unirse fueron una energía en acción, un inmenso trabajo realizado desarrollando cantidades enormes de calor, que el hombre no pudo utilizar: hoy son fuerzas muertas. Todo banco de caliza es como la losa de un sepulcro titánico. Sólo que á veces una fuerza que viene de fuera, por ejemplo, un ácido enérgico, realiza químicas resurrecciones, pero en cantidades insignificantes y despreciables; la formación geológica continúa muerta.

Y las grandes formaciones de arcilla, la alúmina y la sílice, y el granito y montañas enteras, y toda la costra sólida, es un nuevo hacinamiento de cenizas, un cementerio de fuerzas muertas.

Cuando todos sus elementos químicos estaban dispersos y separados y muy lejos unos de otros, eran una promesa de energía; al unirse desarrollaron un número incalculable de calorías, que el hombre no pudo utilizar. Pero hoy representan la muerte, el amor extinguido, el apetito harto.

El agua de los mares es otro cadáver inmenso, que el sol y las diferencias de temperatura agitan y revuelven: es como si un gigante metiese sus manazas en un camposanto y todo lo revolviese, haciendo

chocar huesos con huesos, y cenizas con cenizas, y losas con losas.

Porque cada gota de agua es la combinación del oxígeno con el hidrógeno, afinidad química ya saciada. Al formarse cada gota engendró mucho calor, que se extendió por todas partes; pero al presente esa gota de agua es una fuerza muerta, aunque también pueda resucitar, si fuerzas exteriores separan sus elementos.

¡Pero cuánta agua en los mares, y qué cantidades mínimas en las calderas de las máquinas!

Y no resucitan por fuerza propia, sino por nuevas fuerzas que en ella pueda infundir la industria humana.

El recuento de las fuerzas muertas que nos rodean, nos espantaría á nosotros, que tanto anhelamos y con tanto derecho la inmortalidad, que hay quien afirma que nos basta para merecerla el desearla.

El recuento de las fuerzas vivas tampoco es despreciable, y en ellas ha de buscar su vida la industria; pero este recuento queda para otra ocasión.

UN PEQUEÑO INVENTO

Aún hay clases y categorías.

Las hay en la vida social, y las hubo siempre, y siempre lucharon; y por eso, con hilos de sangre se teje la trama de la Historia.

Las hay en la Naturaleza: montañas que suben á las nubes; modestos valles que se envuelven en sombra; arroyuelos modestos y ríos caudalosos; siempre lo grande y lo pequeño; y bajo tierra, convulsiones que empujan hacia arriba á los humildes y abren abismos al pie de los poderosos.

Y las hay en la ciencia: genios sublimes y pobres inteligencias; cerebros en que se aprisionan mundos, y cerebros que cascabelearían holgadamente en el hueco de un cañamón.

Las hay aún, y á esto queríamos venir á parar,

en el ancho y fecundo campo de las invenciones modernas.

Porque hay ¡quién lo duda! grandes inventos, colosales inventos, que pudiéramos llamar aristocráticos.

En materia de invenciones, la máquina de vapor de 3 ó 4.000 caballos, la enorme locomotora, son inventos aristocráticos; llenan un siglo entero con su poder y su gloria.

Y el telégrafo, con su red de alambres y sus cables, que hacen cruzar al pensamiento humano por los negros abismos del mar, son también invenciones de la más elevada alcurnia.

Y en el extremo opuesto, hay invenciones modestísimas, que constituyen, por decirlo así, el cuarto estado de los inventos.

Un tornillo más perfecto que otros tornillos; una válvula que ajusta mejor que otras válvulas; una cadena de construcción más esmerada que otras cadenas; el pormenor, lo pequeño, lo accesorio, es también susceptible de perfeccionamientos é invenciones.

Y es lo cierto que, sin las pequeñas invenciones, las grandes sólo existirían en la mente del inventor como hermosos fantasmas; pero á la realidad jamás hubieran llegado.

Sin el grano de arena no hay montaña; sin la gota de agua no hay Océano. Si cada gota de agua,

con ser tan poco como es, se evaporase, los abismos del mar se quedarían en seco.

Por eso, las pequeñas invenciones son dignas de respeto y consideración, y de estudio y aun de aplauso. Que unos cuantos roblones de un puente fallen, y el puente se hunde. Que un alambre se rompa, y la corriente eléctrica ya no pasa.

Si no se hubiera inventado la caldera tubular, ó no existiría la locomotora ó no sería lo que es. Por eso las invenciones pequeñas, modestas, al parecer despreciables, me inspiran gran simpatía cuando son verdaderamente fecundas; como me inspiran simpatía los humildes cuando el fondo de su naturaleza es sano y noble. No lo es el reptil que se desliza, porque lleva consigo veneno y va buscando donde morder. Pero es simpático el gusano de seda, con ser más pequeño aún, porque se deshace en hebras puras y suaves.

Muchas veces hemos hablado de las invenciones potentes, de las construcciones gigantes, de las energías ciclópeas; algunas veces hemos de hablar de las invenciones plebeyas, por decirlo así.

Y hoy le toca la suerte á un invento que nada tiene de poético; ni de la poesía épica forma parte, ni de la poesía dramática tampoco, ni siquiera es un idilio; es, por el contrario, de lo más prosáico y de lo más vulgar. Porque, digámoslo de una vez, sólo se trata de una preparación del *corcho*.

¡Qué salto y qué caída, desde la máquina de fuego que consume toneladas de carbón y engendra miles de caballos; desde el maravilloso dinamo, que transforma todas las energías naturales en corriente eléctrica y las lleva por un hilo á centenares de kilómetros! ¡Qué caída, repetimos, desde tales grandezas hasta unos cuantos pedacillos de corcho, cada uno del tamaño de una cabeza de alfiler!

Y, sin embargo, estos pedazos modestísimos de corcho, ocasiones puede haber en que realicen lo que no podría realizar la locomotora con sus músculos de acero, sus entrañas de fuego y su caldera repleta de vapor á alta presión.

Trátase, en suma, de unos *vestidos insumergibles*, inventados por Mr. Robert, vestidos de los cuales, como medios de salvamento, hacen grandes elogios algunas revistas extranjeras.

Decididamente, el hombre es un animal terrestre. Sobre la costra sólida del globo puede caminar con más ó menos cansancio, pero con cierto desembarazo relativo. Pero con ser y proclamarse rey de la creación, no puede volar por el aire como vuela el pajarillo más insignificante; y si se cae al mar, como caiga vestido, aun siendo buen nadador, pronto se irá al fondo; y en no siéndolo, vestido y sin vestir, se hundirá fatalmente hasta que fatalmente flote, que será cuando de nada le sirva el flotar.

Muchos aparatos de salvamento se han inventado:

cinturones, chalecos, boyas; pero ninguno perfecto.

La base de todos ellos, ó es el corcho, ó es tal ó cual gas aprisionado en una envolvente impermeable. Pero ni uno ni otro sistema es completamente seguro, ni es cómodo, ni puede acudirse á él más que en momentos determinados; sin contar con que son tales aparatos molestos y voluminosos.

El corcho, al fin y al cabo, se impregna de agua, y ayuda á hundirse al infeliz que contaba con aquel poder de flotación que da fama al tosco descendiente del alcornoque.

Los aparatos del segundo sistema tampoco ofrecen garantías de seguridad: el gas ó el aire se escapa fácilmente por un agujero, por una grieta, por la más invisible hendidura.

Pues bien, según parece, Mr. Robert ha conseguido hacer el corcho de todo punto impermeable.

Á este fin, lo corta en pequeños pedazos, del tamaño de una cabeza de alfiler; somete después estos pedazos á la acción del *negro de humo*, en la proporción de un litro de éste por tres litros de corcho desmenuzado, y resulta una substancia de densidad constante, de gran ligereza y siempre seca.

Ni es preciso encerrar este polvo de corcho en un envolvente impermeable. En cualquier clase de tela, lana, seda ó franela, ó en el acolchado de cualquier vestido, puede emplearse.

Con siete ú ocho litros de *corcho ennegrecido*, dis-

tribuído convenientemente en la ropa, hay lo bastante para que un hombre flote durante muchas horas, sin que, aun siendo gran nadador, consiga ir á fondo.

Así resulta de varias experiencias llevadas á cabo en Lorient y en otros varios puntos del litoral francés.

Todo traje, que hasta puede ser de corte elegante si el individuo que lo lleva tiene pretensiones estéticas, puede prepararse con este corcho ennegrecido, que constituye todo el misterio de la nueva invención.

Cualquier persona que se acerque al mar ó que se acerque á un río, debiera llevar esta clase de trajes acorchados, por lo que pudiera suceder: recomendación muy justa y muy prudente del inventor. Y si la invención corresponde á los elogios que de ella se hacen, ¿quién ha de poner en duda su gran utilidad?

Por eso decía yo que hay inventos vulgares, prosáicos, insignificantes á primera vista, y que en determinadas ocasiones valen más que los inventos más sublimes.

Entre el corcho y una lámina de acero ó un lingote de oro, ¡cuánta diferencia! ¡Á qué clases tan distintas pertenecen ambas sustancias! Pero el corcho flota, y el metal se hunde.

Así, el pobre obrero es más tosco y más humilde y más prosaico que el corcho. Y el sabio, el hombre

de elevada clase, el potentado, el magnate, á modo de los metales nobles, tienen el brillo y la densidad del talento ó de la posición social. Pero sin el pobre corcho de las minas y de los campos, la raza humana no flotaría mucho tiempo en los revueltos mares de la existencia.

LA HISTORIA DEL PORVENIR

En la sociedad moderna, el poder de la concentración y el poder de la difusión son dos poderes verdaderamente enormes, gracias al libro y gracias á la prensa, auxiliada por el telégrafo y el teléfono.

Los hechos se concretan y los hechos se difunden con celeridad pasmosa.

La humanidad ha conseguido sorprendente triunfo sobre el *espacio;* pero no son menores los que ha conseguido sobre el *tiempo*.

Los *hechos* pueden volar con alas eléctricas; pero los hechos pueden también *permanecer*, quedar siempre, perpetuarse indefinidamente.

Todo el mundo conoce el *cinematógrafo*, que, por decirlo así, recoge y perpetúa y reproduce en cualquier instante los movimientos de una persona, de una muchedumbre ó de un fenómeno natural: el oleaje del mar, las montañas líquidas que se deshacen

en espuma, las fuentes que corren ó la catarata que se precipita.

El cinematógrafo no es un aparato misterioso: todo el mundo sabe en qué consiste. Se recoge fotográficamente centenares ó miles de imágenes, que representan otros tantos momentos del fenómeno cinemático, y luego se hace pasar ante el espectador proyectándolas sobre un lienzo.

Así, el movimiento, lo más fugaz y lo más transitorio, pasa y se conserva en una colección de fotografías, y puede pasar siempre y puede reproducirse sin fin.

Todo el mundo conoce asimismo el *fonógrafo:* si hay algo sutil, vago, aéreo, como que por el aire va, es la palabra. Pues la palabra también se graba, se conserva y se perpetúa. Y tampoco el fonógrafo es un aparato misterioso, por más que sea admirable. Una placa vibra con todas las vibraciones de un sonido, por complicado que sea, como lo es e. de la palabra humana; y un punzón unido á esta placa abre sobre una superficie cilíndrica giratoria un surco verdaderamente admirable y casi incomprensible, con sus hondonadas, sus pendientes, sus archimicroscópicas montañas y sus interminables ondulaciones. Pues en esas ondulaciones está el sonido musical ó está la palabra del hombre, con todas sus letras, con todas las notas de cada letra, así las notas dominantes como las notas armónicas.

Cuando el punzón vuelve á recorrer el surco, la placa vibrará como vibró al engendrarlo, y se reproducirá el sonido tal como era cuando hizo vibrar á la placa.

Y si el fonógrafo da sonidos débiles, para reforzarlos están los micrófonos, que son verdaderos microscopios del sonido, si la palabra vale.

Otro triunfo sobre el tiempo.

El cinematógrafo conserva todos los movimientos visibles, que son los que constituyen la apariencia de los fenómenos.

El fonógrafo conserva el movimiento invisible, el movimiento vibratorio, que es lo que constituye el sonido como hecho externo.

Hasta ahora, ambos descubrimientos andaban separados; pero recientemente, como gran novedad para la Exposición de fin de siglo, se procura combinarlos y hacer que marchen á la par.

De este modo las figuras silenciosas del cinematógrafo, seres mudos que á veces semejan apariciones espectrales, tendrán apariencias de vida.

Se moverán como en la realidad se movían, y hablarán como en la realidad hablaban.

El discurso de un orador, los movimientos pasionales de una Asamblea, los acentos de un actor, el canto, el grito, el suspiro, la protesta ó el aplauso, toda la vida externa de una sociedad, en cualquiera de sus grandes manifestaciones, quedará para siem-

pre en unas cuantas hojas fotográficas ó en unos cuantos cilindros del fonógrafo.

Y hé aquí cómo en el siglo próximo la Historia tendrá unos anales como no los ha tenido jamás: documentos verdaderamente humanos.

El hecho histórico, al menos en su forma externo, podrá reproducirse ante el historiador ó ante el público, tal como fué en la realidad.

Podrán discutirse las pasiones como las fuerzas espirituales ó como fatalismos atávicos; pero el hecho en sí, la palabra que se pronunció y el acento con que fué pronunciada, débil ó enérgico; el brazo que se alzó amenazador ó solemne ó que cayó con desaliento, nada de eso será discutible, porque todo ello quedará como fué, en los nuevos anales de la nueva historia, de la Historia del porvenir.

Y tendrán su historia los pueblos para todos sus hechos públicos; y tendrán sus anales las batallas; mejor dicho, las batallas se reproducirán en cualquier momento

Y podrán tener su historia y sus anales las familias para los momentos de dolor y de alegría.

Conocerán á los abuelos; les verán moverse, les oirán hablar.

El hombre se verá niño, y ¡quién sabe la impresión que en el anciano causarán los juegos de su niñez, cuando las pasiones y los desengaños se unan á las risas inocentes y á las esperanzas del pequeñuelo!

¡Oirse uno á sí mismo, á través de cuarenta ó cincuenta años, será espectáculo curioso y novísima sensación!

El cinematógrafo y el fonógrafo ó los aparatos que los sustituyan, vendrán á ser en cierto modo un perpetuo examen de conciencia de cada individuo, de cada familia, de cada clase social, y, en suma, de la humanidad toda.

Lo malo es, y lo que podrá quitar algún interés á estos anales, será que, cuando un hombre se prepare á cometer una infamia, no creo yo que su abnegación sea tanta, tanto su amor á la verdad y tan grande su entusiasmo por el progreso científico, que acuda al cinematógrafo ó al fonógrafo para perpetuar sus debilidades ó sus vilezas.

«¡Voy á cometer una mala acción! ¡Demos antes cuerda al aparato!» Tanta sinceridad no parece probable.

Pero ¡quién sabe! Mucha gente hay que evocando recuerdos escribe sus memorias, y personajes hay en las novelas que hasta llevan *un diario* de todas sus picardías y hasta de sus malos pensamientos. Pues estos diarios pueden perfeccionarse, convirtiéndose en hojas fotográficas y en cilindros receptores.

Y, si bien se mira, ¿quién nos ha dicho que en la Naturaleza toda, en los muros de nuestra habitación, en los muebles que nos rodean, en los objetos al pa-

recer más vulgares ó más prosaicos, no existen miles y millones de invisibles cinematógrafos y de maravillosos fonógrafos, que van recogiendo todos nuestros actos, todas nuestras palabras y hasta nuestros pensamientos más íntimos, de esos que sin palabra mueren en el fondo de las celdillas cerebrales?

¿Quién nos asegura, que todas las vibraciones de nuestro ser no se transmiten al mundo exterior, y no van viajando por el espacio, archivándose al fin en átomos y en moléculas?

¿Por qué la negra nube ó la nube rosada, el susurro de la brisa ó el estampido del trueno, no han de ser reproducciones de algún fonógrafo invisible?

¡Por algo son los dolores, y por algo son las alegrías, y por algo y para algo las va recogiendo la Naturaleza, aunque no nos diga por qué y para qué las recoge!

Y marchando por este camino, échese á discurrir el lector.

Yo me contento, por hoy, con advertirle que ya se está preparando el sorprendente maridaje de las instantáneas del cinematógrafo con el surco ondulado del fonógrafo. Prepárese, pues, para la gran sorpresa. Y, sobre todo, procure no morirse hasta que vea bien entrado en años al siglo próximo. Sería muy de sentir que no gozase de las maravillas que se preparan. Y aun sería más de sentir que yo me quedase sin lectores á quienes referírselas.

NUEVA TELEGRAFÍA ÓPTICA

Pocas veces una invención anula por completo las invenciones anteriores.

Cambia ó restringe ó modifica la invención antigua, pero no la anula de repente; y aun en ocasiones, le prestan nueva vida y ensanchan su círculo de acción.

Muchas más diligencias, ómnibus y carruajes de todas clases existen hoy, como auxiliares de las líneas férreas, que existían en totalidad para servicio de viajeros, antes que la locomotora cruzara en todo sentido los grandes territorios de las naciones civilizadas.

La telegrafía eléctrica no arrinconó por completo á la telegrafía óptica, que todavía esta última puede

prestar buenos servicios en las operaciones de campaña.

Pero la telegrafía óptica ha recibido no ha mucho un perfeccionamiento ingeniosísimo é inesperado.

Perfeccionamiento que nos demuestra que en la ciencia pura y en sus verdades, y por estériles que estas verdades se demuestren, cuando de aplicaciones prácticas se trata, existen todavía gérmenes fecundísimos.

La telegrafía óptica tiene una ventaja: su material, es sencillísimo; su instalación, inmediata. Un foco de luz para lanzar rayos luminosos; un anteojo para recibirlos: con esto basta.

De suerte, que un foco, un sistema de lentes y espejos y un anteojo receptor, establecen comunicación instantánea á 30 ó 40 kilómetros de distancia.

Ni complicados aparatos eléctricos, ni hilos metálicos, ni postes, ni aisladores: el rayo de luz que sale; el rayo de luz que se recibe.

Y el sistema de señales es también muy sencillo. Basta fijar un alfabeto de señales luminosas análogo, por ejemplo, al alfabeto Morse.

Lo que en éste son trazos más ó menos largos, son en el telégrafo óptico destellos de luz más ó menos prolongados, que es como si dijéramos rayos de luz.

Pero tal sistema tiene un inconveniente que pue-

de ser grave cuando se aplica á las operaciones de un ejército en operaciones de guerra.

Á saber: que el despacho telegráfico *es público*, que las señales luminosas todo el mundo las ve y que esta clase de alfabetos fácilmente se adivinan.

Reglas hay, casi matemáticas, para descubrir el secreto en la mayor parte de los casos; quiero decir para descifrar un alfabeto convencional.

Pues el invento á que nos referimos tiene por objeto conservar el secreto absoluto del despacho que la luz transmite, con ser la luz cosa tan vista y tan vistosa.

Los destellos y los eclipses todo el mundo puede observarlos, y por eso decíamos que el antiguo sistema de telegrafía óptica era un sistema público y al alcance del que tenga vista y paciencia.

En el nuevo sistema, ni existen los destellos, ni existen los eclipses. Del punto de partida sale un rayo de *luz constante*, *continuo*, al parecer siempre el mismo para todos los observadores, menos para el que recibe el rayo de luz. Mas para comprender esto, hay que distinguir dos clases de rayos luminosos, que al parecer en nada se diferencian, pero que cierto aparato de física distingue y diferencia matemáticamente.

Nos referimos á la luz común ó natural y á la luz totalmente *polarizada*.

Un rayo de luz no es más que una línea, en la

cual los átomos de éter vibran *transversalmente;* al menos, así explica, y por esta admirable hipótesis ó por este admirable simbolismo, la física moderna, los más complicados y los más singulares fenómenos de la óptica.

Si el lector quiere tener ante sí una imagen tosca, vulgar, prosáica, pero á mí entender exactísima de lo que es un rayo de luz natural, imagine un *cepillo* prolongado á lo largo de 20 ó 30 kilómetros, de esos cepillos, repito, que sirven para limpiar por dentro los tubos de los quinqués, é imagine que todas las partículas de éter colocadas en el eje de este estrambótico cepillo vibran á lo largo de las múltiples cerdas transversales que lo erizan todo alrededor.

Este rayo de luz será todo él el mismo alrededor de su eje y podrá girar alrededor de este eje, sin que el que lo recibe note diferencia entre unas y otras posiciones, sea cual fuere el aparato receptor que puede emplear.

Pues así es la luz común ó la *luz natural.*

En la luz polarizada, todas las líneas de vibración de las moléculas del éter *han venido á colocarse en un mismo plano.* Y si se nos permite emplear otra imagen tan estrafalaria como la primera, pero tan exacta como ella, diremos que el *cepillo cilíndrico* se ha convertido en un *peine plano* de unos cuantos kilómetros de longitud.

Para el observador vulgar, un rayo de luz ordina-

ria es lo mismo que un rayo de luz polarizada; la vista humana no penetra en esas maravillas atómicas del mundo de lo infinitamente pequeño. Pero los *analizadores* de la física sí penetran, y distinguen una de otra, y determinan con toda exactitud *el plano* en que las líneas de vibración transversal han venido á colocarse y el plano de polarización, por lo tanto.

Supongamos que un analizador de luz polarizada se simboliza por un aparato que tenga una hendidura ó un sistema de hendiduras en determinada dirección. Pues si la luz que llega á este aparato es luz polarizada, que bien pudiéramos llamar *luz plana*, cuando el plano en que están todas las vibraciones enfile la ranura, por ella pasará sin perturbación, y al otro lado del aparato tendremos *claridad*.

Por el contrario, cuando el plano de la luz y la ranura no se correspondan, en el aparato se extinguirá el rayo luminoso, y más allá del aparato, *obscuridad* tendremos.

Sólo con esto se comprende que la transmisión de señales debe ser facilísima y debe ser en absoluto reservada. No habrá miedo de que ningún observador—como no sea algún observador diabólico ó de más ingenio aún que el mismo inventor de este sistema— sorprenda y adivine la combinación de las nuevas señales.

Por el contrario, para el que está en el secreto, el procedimiento no puede ser más sencillo.

De la instalación de partida no sale un rayo de luz natural, sino un rayo de luz polarizada, en que el plano de las vibraciones tiene distinta inclinación respecto al plano vertical, según la letra que se quiere transmitir.

Supongamos que se ha convenido que la letra A corresponde al ángulo de 10 grados. Pues todo está reducido á tener en el punto de llegada un sistema de *analizadores* en que aquéllas ranuras simbólicas á que antes nos referimos formen distintos ángulos, correspondientes á las distintas letras, á contar de una línea de partida.

El rayo de luz que llega, ¿se extingue en todos, menos en el que corresponde á los 10 grados? Pues viene pregonando por el espacio la letra A, sin que nadie lo sospeche.

Tal sistema, en cuyos pormenores técnicos ya comprenden nuestros lectores que no podemos penetrar, y cuya explicación simbólica ó imaginativa hemos dado con cierto temor de desagradar á los puristas de la crítica con esas dos prosaicas figuras *del cepillo* y *del peine;* tal sistema, repetimos, es verdaderamente ingenioso, y á primera vista no se ve que tropiece con dificultades prácticas insuperables.

Y he aquí cómo un concepto de ciencia pura y de los más abstractos y de los más impregnados de ciencia matemática, puede tener aplicaciones eminentemente prácticas.

Bien es verdad que ya la luz polarizada había prestado grandes servicios en la Medicina, y si no, dígalo la diabetes.

Tal es el nuevo sistema de telegrafía óptica secreta.

La luz, que al parecer es la cosa más vocinglera, es á veces la más prudente y reservada.

EL TRANVÍA ELÉCTRICO EN MADRID

TRACCIÓN ELECTRICA

La electricidad todo lo invade, desde los trabajos industriales más sutiles, de esos que al parecer exigen dedos finísimos de hada, hasta los más formidables, de los que habría que encomendar á los músculos poderosos de los titanes. Con lo cual no ha de causar extrañeza á mis lectores que el genio de la invención haya procurado acomodar las energías de la corriente eléctrica, tanto al servicio de las vías férreas, sustituyendo al vapor la electricidad, como al servicio de los tranvías, reemplazando los motores de sangre por los motores eléctricos.

En este último problema vamos á ocuparnos hoy.

No desde el punto de vista técnico, que no es este el carácter propio de las presentes Crónicas, sino desde el punto de vista de lo que pudiéramos designar con el nombre de *ciencia popular*.

Mis lectores habrán visto ó verán tranvías eléctricos; y como el espíritu humano es una perpetua interrogación, quizá se pregunten el *cómo* y el *por qué* se mueven los coches sin ninguna fuerza visible. Ni caballerías que tiren del vehículo, ni encuartes para las cuestas muy pronunciadas, ni hogares rojizos, ni columnas de humo, ni resoplidos de vapor. Y, sin embargo, los coches del tranvía seguirán moviéndose como animados por esa interna y misteriosa fuerza que se llama electricidad.

Pero la electricidad es y no es una nueva fuerza.

La electricidad no ha venido á enriquecer la energía industrial con un solo kilográmetro.

Con ser tantos los motores eléctricos que hoy funcionan, las verdaderas fuerzas industriales son hoy las mismas que hace veinte años: las máquinas de fuego, en general; las máquinas de vapor, en particular; las caídas de agua; el impulso del viento; la palpitación de la marea; la vibración del oleaje; las reacciones químicas, y hasta, si se quiere, aunque hasta hoy en pequeñísima escala, el calor solar, sin contar la energía de los motores de sangre.

Estas son las verdaderas fuerzas industriales. La electricidad *no lo es*:

Porque no existe algo, á modo de inmenso depósito de electricidad, de donde la industria saque grandes corrientes eléctricas, como existen grandes depósitos de carbón de piedra, que al arder en los hogares de las máquinas de fuego, engendren miles y miles de caballos de vapor. Porque no existe un río eléctrico de donde se puedan sacar á derecha é izquierda múltiples y ricas ramificaciones.

La electricidad no existe en la Naturaleza en forma tal, que podamos tomarla para las fábricas, para la tracción de vías férreas y de tranvías, ó para hacer girar las poderosas hélices de los trasatlánticos.

Podemos decir, aunque acaso la forma sea inexacta, que la corriente eléctrica, la que se utiliza en la industria, no existe en la Naturaleza. La electricidad de que industriales y mecánicos se sirven *es un producto artificial* de la industria.

El electricista la fabrica, la crea, en cierto modo, ni más ni menos que fabrica una tela de algodón ó que prepara las férreas piezas de una máquina.

Cada unidad, cada amperio de corriente eléctrica que hoy se utiliza, supone el consumo de una cantidad equivalente en energía de cualquiera de las fuerzas que antes enumeramos.

Cada corriente eléctrica es la transformación de la energía consumida por una máquina de fuego, ó

por una catarata, ó por una reacción química, ó por otra cualquiera de las fuerzas que pudiéramos llamar clásicas.

Es la transformación, es la unificación, es la conversión, si la frase vale, en éter y en movimiento, de la potencia que contenía el carbón que se quemó en el hogar, la bocanada de viento que cruzó la atmósfera, la marea que con tranquilo ritmo subió y bajó en la tendida playa.

Y por eso decíamos, con verdad, aunque la forma fuese paradójica, que la electricidad, en la industria, no era una fuerza nueva, sino la movilización de las antiguas fuerzas.

El aparato admirable, verdaderamente admirable, gloria de esta última mitad del siglo XIX, que desde el punto de vista del trabajo industrial vale tanto como la máquina de vapor en la primera mitad de este mismo siglo, es ese prodigioso y pequeño aparato que se llama *dinamo*.

Tan prodigioso como sencillo, porque en último análisis se reduce á dos piezas: un *imán*, natural ó artificial, generalmente fijo, y un *ovillejo* de hilo metálico, con ésta ó aquélla forma—poco nos importa—, que gira rápidamente en presencia del imán. En su esencia íntima, ésto, y no más, es el dinamo, ó, como otros dicen, la máquina-dinamo.

La Física enseña dos cosas, que son en cierto modo dos aspectos de un mismo fenómeno. Y hay

que comprender ambos aspectos para comprender la tracción eléctrica.

Es el primero y es la primera propiedad de las dos á que nos referimos, que cuando un hilo metálico se halla en presencia de un imán, si ambos están inmóviles, el sistema es inerte; pero que *si el alambre se mueve en el campo del imán, por el alambre circula una corriente eléctrica*, tanto más intensa cuanto más rápido es el movimiento. El movimiento del alambre, repetimos, ó la energía de la fuerza que produjo este movimiento, es precisamente lo que se transforma en corriente eléctrica.

¿Es una máquina de vapor la que mueve el ovillejo de alambre, al que se da el nombre de inducido? Pues la potencia de esta máquina de vapor es la que en el hilo metálico engendra la corriente eléctrica y en ella se transforma. El carbón de piedra que ardía entre las enrojecidas planchas del hogar, el agua que en las calderas saltaba en borbotones, el vapor que en el cilindro empujaba el émbolo, todo esto, que es macizo y vulgar, materia tosca, cargamento de masa; todo esto, repetimos, conservando su energía, se ha espiritualizado, en cierto modo, en la corriente eléctrica. Es lo que era, pero bajo otra forma más sutil.

En suma: para fabricar la electricidad, no hay más que aplicar un motor de los conocidos al ovillejo de hilo metálico, y hacer que se mueva en la proximidad

del imán fijo á que se da el nombre de inductor.

Producir electricidad es, según venimos diciendo, mover un hilo metálico, por ejemplo, de cobre, en presencia de un imán; y entonces, y así como cuando un ser humano se acerca ó se aleja del ser á quien ama ó á quien odia, siente que su sangre va más á prisa por sus venas, así el inducido, cuando se acerca ó se aleja del inductor, siente circular por sus venas metálicas esa misteriosa sangre espiritual que se llama electricidad. Y que nos perdonen los escrupulosos esta imagen.

De todas maneras, así como lo hemos explicado, y no de otro modo, se produce, y nos atreveríamos á decir se fabrica, la electricidad en la industria.

Pero el dinamo tiene otra propiedad, que es la segunda de lo que antes indicamos y que es inversa y complementaria de la precedente.

Un inducido está inmóvil en presencia del inductor, y el aparato es inerte. Pero se lanza una corriente eléctrica por el ovillejo del inducido, y al punto se mueve y gira alrededor de su eje, porque entre el inductor y él se establece atracción y repulsiones eléctricas.

Antes, *el movimiento engendraba la corriente eléctrica*; pues ahora, *la corriente eléctrica se transforma en movimiento*; es decir, en energía, en fuerza actuante, en trabajo industrial. Y con esto queda explicada la tracción eléctrica.

Sea una fábrica con un motor y uno ó más dinamos. El motor hace girar al *inducido* y engendra la corriente eléctrica, que se precipita por el conductor que corre á todo lo largo de la vía; por arriba, ó por abajo, ó por el medio, importa poco: tenemos así canalización eléctrica, un río artificial de electricidad. Y queda resuelta la mitad del problema.

Pero un coche se halla en la vía. Y este coche lleva otro dinamo, que va á ser dinamo *receptor*, como el que está en la fábrica es el dinamo *productor*.

Si del conductor que corre á lo largo de la vía, por una pieza metálica convenientemente dispuesta, se toma una corriente derivada y se lanza por el inductor del dinamo que lleva el coche, la electricidad se convertirá en fuerza y movimiento, y el inducido girará con arreglo á la segunda de las propiedades que antes indicamos, y al girar, hará girar las ruedas del vehículo y éste correrá por la vía.

Correrá el vehículo, decimos, porque giran sus ruedas; porque gira el inducido; porque al llegar una corriente eléctrica en presencia del imán (natural ó artificial), ha de moverse; porque se tomó esta corriente del conductor paralelo á la vía; porque se engendró en el dinamo de la fábrica; porque á su inducido le hizo girar la máquina de vapor de la instalación.

De suerte que, en suma, la fuerza que hace cami-

nar al tranvía no es más que una parte de las que ha engendrado las brasas del hogar. Ellas, sólo ellas, representan en este ciclo la primera causa, sin que intervenga ni la parte más mínima de ninguna otra fuerza.

En el hogar se engendró; transformóse luego, y su última manifestación es el movimiento del tranvía.

Los pequeños ciclos de la industria y los grandes ciclos de la Naturaleza se parecen mucho.

EL EXPERIMENTO DE FARADAY

Era hacia al año 32, y mientras en España se sentían los estremecimientos de aquella horrible guerra civil de los siete años, mientras Nicolás de Rusia declaraba en el catécismo de Wilna que el Emperador *está en todas partes y que el autócrata es una emanación de Dios, su Vicario y Ministro*; mientras se alzaba Polonia al aliento de la revolución de Julio y toda Alemania despertaba del sueño del absolutismo; mientras Inglaterra afirmaba el régimen representativo y Bélgica su independencia, y comenzaba á circular la primera locomotora práctica entre Liverpool y Manchester, un sabio que se llamaba Faraday, hijo de un herrero que la ciencia arrancó al yunque y que hoy es gloria de la Gran Bretaña, estaba entretenido en el siguiente experimento:

Tomó *un tubo de cartón* y lo rodeó con un hilo me-

tálico. Los extremos del hilo los rodeó también convenientemente á un marco en cuyo centro podía oscilar una aguja imantada; es decir, que constituyó un galvanómetro.

Tomó después *otro tubo de cartón* de menor diámetro que el primero, rodeándolo como á éste de un alambre. Las extremedidades de dicho alambre las unió á los dos polos de una pila eléctrica.

Preparó, por último, una barra imán.

Y con los *dos tubos*, verdaderos carretes de hilo metálico, el galvanómetro unido al primero, la pila unida al segundo y el imán dispuesto, preparó tranquilamente su experimento.

Metió y sacó repetidas veces el tubo pequeño en el grande, y *siempre se movió* la aguja imantada del galvanómetro.

Metió y sacó la barra imán en el tubo grande de cartón, y la aguja *se movió también*.

Y no más; con unos alambres, unos tubos de cartón, una aguja imantada, un imán y una pila; con verdaderas baratijas insignificantes; con juguetes de niño casi, había hecho Faraday una revolución tan transcendental por lo menos como las revoluciones y conflictos que habían agitado á la Europa desde fines del siglo anterior. No negamos la importancia de estas últimas, pero lo enorme de sus consecuencias están en armonía con su estrépito, con sus estampidos, con lo aparatoso de su representación.

En cambio, el experimento de Faraday, ni puede ser más modesto, ni de apariencias más vulgares.

El Emperadór Nicolás declarándose semidiós, la monarquía secular hundiéndose en Francia, el parlamentarismo clamoroso perorando por toda Europa, la Península Ibérica inundada de sangre, y Faraday enchufando tranquilamente tubitos de cartón en otros tubitos y reparando si una aguja imantada se mueve. ¡Qué mayor contraste!

Que las grandes causas produzcan grandes efectos; que las ideas, las pasiones y los intereses luchando libren tremendas batallas; que un mundo antiguo que se cuartea y un mundo nuevo que sobre él se precipita, al chocar siembren de ruinas todo un continente, no es maravilla; pero *que unos alambres moviéndose en presencia de un imán* sean capaces de conmover todo un siglo y de preparar inmensas transformaciones sociales, esto sí que ni pudiera adivinarse, ni casi se comprende.

Y sin embargo, así es. El experimento de Faraday ha engendrado la máquina dinamo, porque la dinamo, como decíamos en otro artículo, no es otra cosa que un conductor metálico que se mueve en presencia de un imán, ó, si se quiere, en un campo magnético.

¿Qué hizo Faraday? Mover *un imán* ó una corriente en presencia de un alambre, que en el fondo es lo mismo que si el alambre se hubiera movido

permaneciendo inmóvil el imán, porque sólo de variaciones relativas se trata.

¿Y qué observó el insigne sabio? Que la aguja imantada se movía, señal cierta de que por el alambre circulaba una corriente eléctrica.

Luego se engendran corrientes eléctricas por el movimiento de hilos metálicos (en circuito cerrado) en el campo de imanes ó electro-imanes.

Luego *el movimiento es capaz de engendrar electricidad*. Este es el gran principio científico, la gran revolución industrial.

Así *como toda fuerza* produce movimiento, toda fuerza puede convertirse en corriente eléctrica; es decir que *todo motor* aplicado á un dinamo engendra electricidad circulante.

Prometimos en otro artículo hacer comprender esto, y vamos á *intentarlo*, acudiendo á un ejemplo de que ya hemos hecho uso muchas veces, pero que á pesar de ser nuestro, y quizá por serlo, nos parece claro y expresivo.

Fijemos bien las ideas: un conductor metálico se mueve en el campo de un imán. Al punto corre el fluido eléctrico por el alambre, como si el alambre fuese un tubo y por él circulase un fluido, aire, gas, agua, ó en este caso podremos decir que éter, y preguntamos: ¿Por qué será esto? Debe ser por algo parecido á lo que vamos á explicar.

La tierra tiene una atmósfera, y esa atmósfera está

diferenciada, es decir, que su presión no es la misma en todos sus puntos. Pasead el barómetro por ella y veréis que la columna barométrica cambia. Bajad al nivel del mar: sube el mercurio, hay mayor presión. Subid á una montaña: baja el mercurio, la presión es menor.

Remontáos en globo; todavía bajará más la columna barométrica, señal cierta de que la presión del aire es menor todavía que en los dos casos anteriores.

Si pudiéseis llegar á los límites de la atmósfera, para asomaros por un momento á los espacios negros del vacío, toda la columna de mercurio caería, advirtiéndoos que la presión es nula.

Retengamos estos dos hechos: primero, que la tierra tiene una atmósfera; segundo, que esta atmósfera no es de presión uniforme, sino de presión diferenciada.

Y ahora vamos á nuestro ejemplo favorito, y no es ciertamente que estemos á punto de enamorarnos de la idea. Es que, á nuestro entender, expresa de un modo simbólico, claro y preciso, un hecho hasta hoy rodeado, si no de misterios, de grandes dificultades y contradicciones; por lo demás, reconocemos de antemano que el ejemplo es estrambótico.

Supongamos que apoyándose sobre la tierra un descomunal gigante, más grande que las más altas montañas, levanta con sus deformes manazas un

tubo larguísimo, abierto por sus dos extremos, algo así como un túnel volante y desmesurado, y que lo coloca de nivel. La presión atmosférica, si el aire está tranquilo y todo es igual, será la misma en las dos extremidades y no habrá en el interior del tubo corriente aérea.

Pero de pronto el coloso, con *movimiento rapidísimo*, baja una de las bocas del tubo al nivel del mar y la eleva la otra á las nubes. ¿No es de toda evidencia que al punto se establecerá una corriente de aire desde la boca más baja, que es la de mayor presión atmosférica, á la boca más alta, que es la presión mínima?

¿No es evidente aún que si el titán de nuestra imaginaria experiencia sigue paseando con *movimientos vertiginosos* su gigantesca cerbatana por los aires, dentro de su cilíndrico hueco se establecerán corrientes aéreas, ya en uno, ya en otro sentido?

Evidente me parece todo esto, y evidente le parecerá al lector, si lo hay para estas singulares lucubraciones científicas.

Pues bien, toda esta fantástica experiencia no es más que *convertir el movimiento del tubo en corriente interior del aire*, aprovechando la diferencia de presiones atmosféricas.

Y esto mismo sucede, ó se comprende que podría suceder, al mover un hilo metálico (con circuito cerrado) en el campo magnético de un imán.

El *imán* es como la *tierra* de nuestro ejemplo. Como ella tiene su atmósfera, tiene el imán su *atmósfera magnética*, que bien pudiera ser *de éter* como la de nuestro globo es de aire.

Como la atmósfera del esferoide terrestre está diferenciada *respecto á la presión*, diferenciada está la atmósfera magnética del imán, que es lo que se llama *campo magnético*, respecto á la *potencial* ó *fuerza electromotriz*, lo cual es, en cierto modo, la presión que hace mover el éter.

Así como al mover el coloso su colosal cerbatana por los aires, la diferente presión de las dos bocas pone en movimiento el aire inferior, así, al moverse el alambre por la atmósfera magnética, las diferencias de fuerzas electromotrices entre unos y otros puntos del campo eléctrico establecen por el hilo la corriente.

Lo que en el ejemplo era el *tubo*, es en la dinamo el *alambre*, tubo muy á propósito en nuestra hipótesis para que por él se mueva el fluido.

Y lo que era el *titán* que movía la cerbatana, es el *motor* hidráulico ó de fuego que mueve el hilo metálico; ó si el hilo es muy largo y está arrollado, el ovillejo; ó si queremos darle su nombre propio, el *inducido*.

Completando, pues, la idea del artículo anterior, podremos decir que la dinamo no es más que una atmósfera desigual y diferenciada de fuerzas electro-

motrices, en que se mueve un alambre, y que las desigualdades de esta atmósfera ponen en movimiento en el hilo metálico el fluido, constituyéndose de este modo la corriente.

Y el motor puede ser cualquiera, una turbina, una máquina de vapor, el gigante de nuestro ejemplo, algo que pueda poner en movimiento el ovillo metálico.

He aquí la inmensa revolución: aprovechar todas las fuerzas para convertirlas en electricidad; darles alas para que vuelen por un alambre y vengan de donde en la holganza se consumen á los centros industriales, á trabajar como obreros con kilográmetros, mientras el hombre trabaja como hombre, pensando con el pensamiento y gobernando con la voluntad.

EL HAMBRE UNIVERSAL

Difícil parece escoger un título más siniestro. Pero es que las amenazas de algunos sabios son formidables.

Y no se trata de soñadores, de poetas, de hombres deslumbrados por los relámpagos de su imaginación poderosa. Trátase de hombres de ciencia positiva, de experimentadores de primer orden, que viven constantemente ante *la realidad*, y que serán célebres en la historia científica de este siglo por sus grandes descubrimientos.

Estos son los que anuncian el hambre universal á plazo breve; como que alguno de ellos afirma, y lo afirma porque lo demuestra numéricamente, que antes de treinta y tres años quedará roto el equili-

brio entre la población del mundo y la producción del trigo. De suerte que toda la población blanca, que hoy se alimenta de pan, empezará, fatalmente, un período de decadencia y aniquilamiento, y quedará vencida por aquellas razas que utilizan de preferencia otra clase de alimentos, por ejemplo, el arroz.

Las cuales razas no por eso se salvarán, que, al fin y al cabo, el hambre será universal.

Como cuando hay que dar un disgusto hay que darlo en serio y de firme, voy á poner en antecedentes á mis lectores, y voy á hacerles comprender en qué se fundan los profetas del hambre para anunciar á la pobre raza humana su rápida destrucción.

La mayor parte de los alimentos, casi todos pudiéramos decir, son compuestos químicos de cuatro cuerpos simples fundamentales, á saber: el *oxígeno*, el *hidrógeno*, el *carbono* y el *ázoe*.

Algunos elementos más pudieran señalarse, como, por ejemplo, el azufre y el fósforo; pero estos y otros cuerpos entran en cantidad pequeña.

Y bien: de estos cuatro cuerpos, tres de ellos ejercen una función perfectamente conocida: el hidrógeno y el carbono parece que tienen una misión principalísima, quemarse dentro del organismo, es decir, combinarse con el oxígeno en esta ó en la otra forma, según tales ó cuales evoluciones que no son

de este momento, porque yo no puedo desarrollar aquí problemas complicadísimos de química biológica.

Por eso digo, hablando en términos generales, excluyendo todo alarde científico, y como puede escribirse en un artículo de propaganda, que el hidrógeno y el carbono se queman en toda la masa del cuerpo humano. Se queman y engendran calor, y el calor es fuerza; de suerte que todas las energías materiales del hombre proceden de este calor y de estas y otras combinaciones químicas.

El cuerpo humano es una máquina de fuego, ni más ni menos que las máquinas de vapor ó las locomotoras.

Pero dicen los autores que si las funciones que ejercen el hidrógeno y el carbono son conocidas, al menos hasta cierto punto, la función del ázoe es en gran parte extraña y misteriosa.

Extraña y misteriosa, decimos, y sin embargo necesaria; porque, puede aventurarse esta afirmación, valga por lo que valiere: *Sin ázoe no hay vida.*

Algún correctivo, ó al menos alguna explicación, pondría yo mismo en este teorema; pero en artículo como el que voy escribiendo, no es cosa de abordar ciertas cuestiones.

Y diré, además, que la cuestión del ázoe no parece tan misteriosa.

El ázoe es un cuerpo de escasas energías químicas, hablando en general, y parece que su objeto es *hacer eminentemente inestables los compuestos orgánicos que circulan por la trama de los cuerpos vivos.*

La *estabilidad* del equilibrio químico es, en general, la característica de los cuerpos inorgánicos El equilibrio *inestable* es el carácter de la vida. Parece que la Naturaleza, al llegar á la vida, hace cuanto puede para suspender el fatalismo de la mecánica.

Pero dejando aparte estas cuestiones, es lo cierto que el ázoe constituye uno de los cuatro elementos fundamentales de las principales substancias alimenticias: de la leche, de los huevos, de la carne, del pan, de las verduras, para no citar sino los más vulgares.

Y bien, y aquí llega la tremenda profecía: el ázoe se acaba en las tierras de labor; y haciendo el cómputo del que se consume por el aumento de población que hoy existe, y del que se repone naturalmente ó por medio de abonos, resulta un déficit enorme para dentro de medio siglo.

El ázoe se acaba; se acaba el pan; se acaba la vida: y la raza blanca primero, y después las demás razas, irán desapareciendo por hambre de la superficie de la tierra. Tal es la sentencia.

¿Puede lucharse contra el hambre? ¿Puede apelarse de tan tremenda sentencia?

Ya piensan en ello los sabios; y Crookes y Tesla, y otros de gran nombradía, proponen y propusieron hace mucho tiempo el empleo de abonos artificiales; es decir, de abonos fabricados con elementos del mundo inorgánico.

Así, Crookes aconseja que se tome el ázoe de la atmósfera, en donde se encuentra en cantidades inmensas, como que constituye parte principalísima de la misma atmósfera.

Y para tomarlo del aire, señala, á su vez, el empleo de corrientes eléctricas, las cuales, obligando al ázoe á combinarse con el oxígeno, crearán ácido nítrico, que podrá servir de base para la fabricación de abonos azoados artificiales.

Las cataratas del Niágara representan una suma inmensa de caballos de vapor; y otras muchas caídas de agua se deshacen estérilmente en espuma sin provecho alguno.

Pues hagamos que trabajen todas las fuerzas hidráulicas esparcidas por el globo, en la producción de electricidad, y utilicemos ésta, á su vez, en oxigenar el ázoe de la atmósfera, con lo cual vendremos en ayuda de la agricultura, suministrando á los campos abonos artificiales.

En resumen: la crisis del pan y aun de todas las sustancias alimenticias, procede de este hecho, señalado hace muchos años, y que es una amenaza constante de hambre: el agotamiento de ázoe en los te-

rrenos de cultivo. Contra este agotamiento se han opuesto varias razones.

En primer lugar, la gran masa de tierras todavía vírgenes; pero, en el fondo, éste es un aplazamiento, porque al fin se agotarán como se van agotando los *Terrenos históricos* del Viejo Mundo.

Las tierras fértiles constituyen un capital almacenado por la Naturaleza para alimentar al hombre en su infancia, cuando torpe é ignorante todavía no sabe ganarse la vida y toma los jugos nutritivos de su madre, empobreciéndola y envejeciéndola.

Como segundo medio para combatir la esterilidad del suelo, se ha acudido á los abonos naturales; pero también los abonos se acaban.

De suerte, que bien pronto el problema se formulará de esta manera: fabricación de abonos azoados; pero formando estos abonos azoados con elementos *del mundo inórgánico*, y buscando el ázoe en las que pudiéramos llamar minas inagotables de la atmósfera.

El eminente físico Tesla, tan conocido por sus admirables estudios sobre las corrientes alternativas, no sólo aconseja la fabricación de abonos azoados, sino que explica un procedimiento, verdaderamente atrevido y grandioso, porque es imitar y suplir á la Naturaleza y competir con ella.

Las tempestades, con sus excesos de electricidad, con sus centellas y sus rayos, provocan en la atmós-

fera la combinación del oxígeno con el ázoe; y luego las lluvias barren en la atmósfera el ácido nítrico y el amoniaco, en una palabra, los compuestos azoados, y los precipitan sobre los terrenos de cultivo. Pues esto quiere hacer Mr. Tesla: *fabricar tempestades*. Á cuyo fin propone la construcción de enormes chimeneas metálicas, por cuyo eje se eleva una barra, á modo de pararrayos. Y en el interior de las chimeneas establece bobinas de inducción y otros aparatos convenientes que no podemos describir aquí.

Ahora bien; empleando las grandes caídas de agua en la producción de corrientes eléctricas, cada chimenea se convierte en un verdadero tubo de tormentas artificiales, cuyo fin es, como antes decíamos, combinar el oxígeno con el ázoe para recoger en el fondo grandes disoluciones de ácido nítrico, así como en el fondo de los hornos se recoge el metal fundido.

En último resultado, el objeto de estos proyectos no es otro que el de apoderarse del ázoe de la atmósfera para devolvérselo á las tierras de cultivo.

Este problema *del ázoe en las tierras*, para que luego pase á las plantas y á los alimentos, viene preocupando grandemente á los sabios, y hay trabajos muy interesantes sobre la influencia de ciertos microbios en la producción de sustancias azoadas asimilables por los vegetales.

Vemos, pues, que contra la amenaza del hambre universal lucha el genio del hombre, y lucha, como vulgarmente se dice, á brazo partido, y no sin grandes alientos, que despiertan grandes esperanzas.

Ha devorado gran parte del mundo animal; esta devorando el mundo vegetal, y ahora se prepara á devorar el mundo inorgánico.

Ha puesto en estudio la atmósfera, y concluirá por devorar las piedras.

Oxígeno ó hidrógeno no han de faltarle mientras exista el agua.

Ácido carbónico tampoco, que existe en la atmósfera, y si se acabase el de la atmósfera, tendría á su disposición las inmensas formaciones de caliza, que, al fin y al cabo, son carbonatos.

El ázoe constituye una gran parte de la atmósfera; de suerte, que minas azoadas se extienden por todo el espacio que rodea la costra sólida.

¿Qué le falta, pues, para vencer en la lucha?

Lo que hace falta en todas las luchas modernas y aquello sin lo cual los hombres y los pueblos son vencidos: mucha ciencia, bajo sus dos formas ineludibles: ciencia teórica y ciencia práctica.

Y en segundo lugar, necesita fuerzas materiales para combinar estos cuatro elementos: oxígeno, hidrógeno, carbono y ázoe.

Porque toda producción artificial, toda industria, y hoy la agricultura es una industria inmensa, exige

el consumo de muchos caballos de vapor, es decir, de grandes energías.

Pero energías disponibles todavía las hay sobre la tierra.

Sin contar con los depósitos de carbón, porque ya empiezan á agotarse, existen millones y millones en las caídas de agua, que el sol se encarga de reponer constantemente por la evaporación de los mares.

Y existen otras muchas fuerzas, como las mareas, el oleaje, las caídas de temperatura y el calor solar, que, gracias al dinamo, pueden movilizarse, transportarse y centralizarse en los campos y en los talleres.

Para concluir: van acercándose los días en que el hombre tenga que fabricar sus alimentos, como fabrica telas, casas, muebles y máquinas. Y para ello tiene las primeras materias, tantas veces enumeradas: oxígeno, hidrógeno, carbono y ázoe, sin contar el azufre y el fósforo.

Tiene en gran parte procedimientos de fabricación, suministrados por la ciencia, y los tendrá más amplios y más perfectos en el porvenir.

Y tiene, en fin, enormes energías disponibles, es decir, fuerza para sus nuevas fábricas, que bien las podremos llamar fábricas de vida.

Por manera, que esa formidable amenaza del hambre universal, no es tan formidable como dijimos al principio.

Y después de todo, para morirse de hambre siempre se está á tiempo. Como que basta entregarse al fatalismo, y no trabajar y dejarse morir. En esto, pocos nos ganan.

Sobre tales problemas, mucho queda que decir todavía; pero lo dejaremos para otra ocasión.

LAS MANCHAS DEL SOL Y LA METEOROLOGÍA

Grandes han sido los triunfos de la ciencia en e presente siglo; pero todo lo que la ciencia sabe ó ha descubierto, ¿qué es en comparación de lo que ignora? Menos, mucho menos que una estrella de último orden en un cielo infinito de negrura.

Por todas partes, á poco que se mueva, se encuentra el hombre de ciencia con lo ignorado ó con lo misterioso.

La materia á que se refiere el epígrafe del presente artículo se encuentra en este caso.

Que las manchas del sol influyen en la meteorología terrestre, parece natural, probable; para muchos es verdad demostrada.

Pero ¿cómo influye?

Aquí empiezan las dudas, las vacilaciones y las hipótesis.

Hace poco tiempo explicábamos en otro artículo lo que significaban las manchas del sol en el concepto de un gran astrónomo moderno, y decíamos que eran así como las bases superiores de grandes ciclones solares. Pero no todos los físicos aceptan esta explicación. Y es que las hipótesis en las ciencias tienen que pasar por un largo período de prueba.

Sean las manchas lo que fueren, que en todo caso parece que son desgarrones, como entonces decíamos, de la foto-esfera; ya sean base de un ciclón, ya sean cráter de un volcán, como algunos suponen, ello es que el número de manchas y la extensión total de éstas es natural que influyan en la dinámica de la tierra. Y aún influirían si fuesen enfriamientos excesivos de la fotoesfera.

Se afirma por algunos que influyen en el magnetismo terrestre.

Relacionan otros la extensión manchada del sol con la frecuencia de las auroras boreales.

Y pretenden demostrar distinguidos físicos que existe una relación íntima y profunda entre las manchas del sol y las temperaturas medias de la tierra.

Ya se supone que un aumento en la superficie de las manchas trae consigo un aumento de temperatura.

Ya se aventura que provocan tempestades y lluvias.

En suma: ni sobre este fenómeno hay teorías ge-

nerales, ni las afirmaciones están comprobadas por completo, ni, sobre todo, existen leyes numéricas que enlacen los efectos con las causas.

En toda ciencia se empieza por los hechos. Y si los hechos están bien comprobados y la inmensa mayoría de los físicos los acepta, estos hechos son la base de la ciencia positiva. Cimientos inquebrantables en que ha de apoyarse el edificio; porque si ceden ó se cuartean, el edificio se viene á tierra.

Pero en nuestro caso, los hechos que han de servir de base á la meteorología terrestre, en relación con las manchas solares, ¿están universalmente reconocidos?

Ni aun esto nos atreveríamos á afirmar.

¿Es indiscutible que cuando varía la superficie manchada del sol aumenta el número de las auroras boreales? ¿Ó que la aguja imantada sufre alteraciones evidentes, ó que la temperatura crece?

Muchos físicos se inclinan á creerlo; pero el problema, á decir verdad, está todavía envuelto en sombras.

Respecto á la temperatura, hay trabajos de alguna importancia, pero no decisivos.

Cuando los físicos quieren poner en relación dos magnitudes variables acuden á la representación gráfica: pintan, por decirlo así, los hechos para que su relación penetre por la vista. Sobre una recta como base toman, á partir de un origen, una de las

dos magnitudes, y sobre perpendiculares á esta recta toman los valores de la otra magnitud y uniendo los extremos de estas perpendiculares, dibujan una curva que es, en cierto modo, la representación geométrica del fenómeno con sus altos y sus bajos y sus variaciones rápidas y sus variaciones lentas, como crestas de una cordillera ó perfil de un camino de hierro.

Á 10 kilómetros del origen el terreno ha subido un kilómetro; á otros 10 ha bajado medio: 10 kilómetros más y sube tres kilómetros, por ejemplo. Y así, la línea ondulada dibuja la dependencia de estas dos magnitudes: la distancia al origen y el desnivel.

Á esta representación se acude, y es la más cómoda y la más fecunda en la mayor parte de los problemas de estadística y en muchos problemas de física y de química, y es el primer esfuerzo para someter á leyes un fenómeno y para establecer la dependencia entre dos magnitudes enlazadas entre sí por la relación, por ejemplo, de causa á efecto.

Esto se ha hecho para descubrir si existe una relación de dependencia entre las manchas solares y las temperaturas medias de la tierra ó de una región de ésta.

Tomando en una recta horizontal períodos de tiempo, por ejemplo, días, y tomando por alturas líneas proporcionales á la extensión de las manchas

se puede trazar una curva representativa de la extensión de éstas en cada momento.

Y trazando otra curva cuyas distancias horizontales sean estos mismos tiempos y las altas temperaturas medias, se obtendrá otra segunda curva que marcará la marcha general de la temperatura.

Es como poner en parangón dos cordilleras: una representa las manchas solares, otra las temperaturas terrestres.

Y ya no le queda al sabio que hacer más que mirar ambas curvas, ambos perfiles, una y otra cordillera, por decirlo así; la que sube y baja señalando la extensión manchada del sol, la que sube y baja determinando el cambio de la temperatura media.

La ley, si existe, ha de entrar, digámoslo de este modo, por los ojos sin esfuerzo alguno de la inteligencia.

La geometría dirá si hay correlación, dependencia, paralelismo entre ambos fenómenos.

Si las dos cordilleras marchan á la par, ya para los mismos días, ya con cierto retraso una respecto á otra.

Es un esfuerzo ingeniosísimo que hace el hombre para que la Naturaleza le descubra sus secretos. Es obligarle á la Naturaleza á que hable en la forma severa y majestuosa con que habla la Naturaleza. No con palabrería hueca, no con retórica vana, no con silogismos retorcidos, sino con exactitud rigurosa.

Aquí subieron las manchas; tres días después, pongo por caso, subió ó bajó la temperatura media. Aquí las manchas bajaron, y algún tiempo después descendió ó creció la temperatura. Pues si constantemente se observa esta ley y la curva de la temperatura sigue á la curva de las manchas como la sombra sigue al cuerpo; si estas observaciones, ordenadas en forma geométrica, se repiten un año y otro, y constantemente se obtiene la misma concordancia, la relación entre la temperatura media y la extensión de las manchas solares será una verdad comprobada experimentalmente y podrá servir de base á una teoría.

Algo se ha hecho en este sentido, pero no lo bastante para que pueda afirmarse definitivamente la dependencia necesaria entre uno y otro fenómeno.

Las curvas que hemos visto trazadas algo dicen, pero no dan idea clara de la ley de relación; muéstranse confusas; presentan irregularidades, y aunque haya buena voluntad—aun en la ciencia entra por mucho—, gran dosis de voluntad se necesita para encontrar correspondencia perfecta entre las representaciones geométricas de uno y otro fenómeno.

De todas maneras, respecto á la temperatura, cierta relación parece adivinarse. Pero en cuanto á las alteraciones del magnetismo terrestre, la verdad es que no se ha pasado de conjeturas más ó menos probables.

Conjeturas todavía más vagas cuando se trata de poner en relación la frecuencia de las auroras boreales con el aumento de manchas en la superficie del sol.

Con todo lo cual, este artículo, más bien es de dudas y de negaciones que de afirmaciones terminantes.

Hoy no escribimos para decir *esto se sabe*, sino para decir *esto se ignora*. Que la ciencia tiene y debe tener su honradez y su dignidad, y jamás han de verse en ella excesos de jactancia.

¡Qué le hemos de hacer, si muchos de los problemas de la meteorología terrestre apenas están planteados!

¡Y en este que vamos examinando estamos tan á los principios, que apenas si han empezado trabajos serios!

Sobre el origen de las manchas solares y sobre la explicación que dimos en uno de los artículos anteriores, ya hemos dicho que no todos los físicos están conformes.

Parece cierto que la masa solar se compone de tres partes, que señalábamos en el artículo citado, á saber: el núcleo, la foto-esfera y la cromo-esfera; parece todavía, si bien no falta quien lo niegue, que las manchas son como desgarrones de la foto-esfera. Pero unos suponen que son cráter de un volcán, el núcleo solar que estalla; otros que son las bocas de

ciclones solares; y con un poco de imaginación, todavía pueden forjarse otras hipótesis.

Pero al fin y al cabo, todas estas cuestiones sólo se refieren á la parte mecánica, á los grandes movimientos del astro. Y los problemas más interesantes para nuestro objeto, que son los que se refieren á la parte física, ni han llegado todavía á la categoría de hipótesis seria.

¿Son las manchas nuevos desarrollos de energía del astro, fuerzas latentes que aparecen, ó indican un decaimiento en las energías solares?

Un rayo que parte de las manchas, ¿en qué difiere de un rayo que parte de una porción intacta de la foto-esfera?

Que trae menos luz, ya se ve; pero, ¿trae más calor, ó menos que los rayos ordinarios?

¿Qué diferencia hay entre ambos espectros?

He aquí unos cuantos problemas que debieran resolverse previamente antes de estudiar la influencia de las manchas en nuestro globo.

Porque estas influencias dependen de muchas causas; son por todo extremo complejas; y la primera regla en el estudio de las ciencias naturales, como en toda clase de estudio, es subdividir la dificultad.

Yo bien quisiera trazar hoy, como otras veces he trazado, grandes leyes, grandes armonías físicas, grandes evoluciones de la materia; afirmar que obedecen á leyes matemáticas; elevarme del hecho ó del

conjunto de hechos á la ley numérica, introduciendo en la revuelta confusión de los fenómenos el elemento ideal del número, y obtenida la ley empírica iluminarla con alguna gran hipótesis, producto semidivino de la razón y de la imaginación; y descubrir al fin, y grabar en formas algebráicas la ley suprema de una inmensa extensión del Cosmos, como se ha hecho en la óptica, y en la termodinámica, y en la electricidad, y en el magnetismo, y como se trabaja por realizar en la química.

Pero si nada de esto se ha conseguido aún en la meteorología, y sobre todo en su relación con las manchas solares, yo no puedo inventar lo que no existe, ni aventurar lo que no tenga ciertas probabilidades, ni forjar en regiones imaginarias, como castillo en el aire, edificio caprichoso que no tenga por base un número suficiente de hechos tomados de la realidad. Ni se conoce el carácter físico de las manchas solares, ni la naturaleza de los rayos que emiten. Y no es tan completo el estudio del magnetismo terrestre, que no quede mucho por averiguar. Ni aun admitiendo el origen magnético ó eléctrico de las auroras boreales, existe sobre ellas una teoría matemática.

Pues si desconocemos los elementos, ó en su totalidad, ó en gran parte, ¿cómo hemos de resolver problemas en que estos elementos entren en combinación?

Dejemos, por hoy, al sol con sus manchas y á sus abismos de fuego con sus misterios; á la tierra con sus imanes hipotéticos y, en rigor, con sus corrientes eléctricas; á los polos con sus auroras boreales y sus espléndidos cortinajes; y esperemos que el trabajo y la constancia vayan penetrando en el seno de estos fenómenos, que á veces cuanto más espléndidos son más oscuros.

Aquí en la tierra, el misterio se envuelve en negros mantos; pero la Naturaleza es más rica y más lujosa, y envuelve sus misterios en manchas de luz y de colores, que son á veces los más impenetrables.

¿Dónde hay más luz que en el pensamiento, y dónde hay misterio mayor?

LOS COLORES

Una nueva industria empieza á organizarse, que en rigor no es otra cosa que la transformación de industrias tan antiguas como el hombre civilizado.

Nos referimos á la industria de los colores.

Desde el primer día de la vida inteligente, el hombre amó la luz y amó los colores.

Y al decir vida inteligente, acaso no me remonte al verdadero origen de estas atracciones misteriosas entre los matices luminosos y el ser que vive. Porque la luz y el color van siempre con la vida.

De verduras se cubren las selvas, de colores se visten las flores, de azul se tiñe el firmamento y de oro y de grana los horizontes.

El salvaje busca los colores vistosos, y la civilización, si no los crea, los reproduce y los fabrica.

Por eso dije al principio que la industria de los colores es muy antigua.

Pero estas industrias han tenido que tomar, por decirlo así, los *colores hechos*.

El tipo de los colores hechos es el pigmento, que en el fondo es un conjunto de partículas, todas del mismo color.

Y así tenemos los líquidos de color, las pastas de color, las sustancias pulverulentas de color determinado.

Todo en el fondo es lo mismo; es un color dividido en partículas, es, si se quiere, el color materializado.

Un aristotélico diría, ó debiera decir, en su afán de dar condiciones sustanciales á las cosas más abstractas, y de buscar para toda cualidad un *substratum*, que estas partículas de color eran el color mismo.

Pero el color no es esto.

Según las teorías modernas, la luz no es otra cosa que la vibración del éter, como el sonido es la vibración del aire, como el oleaje del mar es la vibración de las moléculas acuosas.

En suma: el color es un movimiento rítmico, y casi me atrevería á decir melodioso.

Pero si el color es la vibración del éter, como hay muchas clases de vibraciones, habrá muchas clases de colores, como hay muchas clases de sonidos y muchas clases de olas en el mar.

Y si el color no es una sustancia material, sino un movimiento especialísimo de la materia, será forzoso explicar en qué consisten los colores de los cuerpos.

En verdad que la explicación no es difícil.

Cada cuerpo tiene determinada constitución molecular. Sus átomos y sus moléculas se ajustan á diversas agrupaciones geométricas y constituyen un determinado equilibrio. De suerte que, cuando la luz blanca llega á la superficie de un cuerpo y hace vibrar las partículas de esta superficie, es lo mismo que si las notas de una orquesta llegasen á una masa de instrumentos musicales todos idénticos, pero que por las condiciones de su construcción no pudieran dar más que una sola nota de la escala, por ejemplo, la nota *fa*. En esa masa de instrumentos morirían todas las demás notas, serían todas ellas absorbidas, convirtiéndose en calor, en electricidad, en todo, menos en nota musical. Una sola nota se salvaría del naufragio, la nota *fa*, y esa la repetiría toda la masa instrumental.

Pues una cosa análoga decimos que sucede con la superficie coloreada de los cuerpos.

La luz blanca no es una luz sencilla, no es un oleaje del éter compuesto de olas iguales é irreductibles; es una superposición de siete olas distintas—y válgame este número siete como ejemplo—, que son los siete colores del arco iris, ó, si se quiere, los siete colores del prisma.

La armonía de esta orquesta luminosa es tan grande, que no distinguimos en ella la variedad, no distinguimos más que la unidad, y le damos el nombre de luz blanca, que es la luz por excelencia.

La variedad, la individualidad, puede decirse, de los colores, ó de los siete oleajes luminosos, queda sacrificada por completo en la unidad que los abarca.

Dada las condiciones del órgano de la vista, podemos afirmar que esta luz blanca es eminentemente panteista. En su seno desaparecen los individuos y sólo queda la unidad.

Se necesita el espíritu revolucionario del prisma ¡quién lo había de decir que era un revolucionario formidable! para romper esa absorción y esa centralización de lo vario por lo uno, y esparcir por el espectro los siete colores del iris.

Otra cosa muy distinta sucede con el sonido musical.

En las armonías musicales un oído ejercitado percibe la unidad, que es la armonía propiamente dicha; pero percibe cada nota, y cada combinación de notas, y cada canto parcial. Esta es la verdadera armonía.

Ni se ha pulverizado el todo destruyendo la unidad, ni la unidad ha extinguido los que podemos llamar individuos musicales.

Pero, en fin, de la luz blanca hablamos ahora, y en ella debemos fijar nuestra atención para explicar,

conforme al ejemplo que antes presentamos, los colores de los cuerpos.

La luz blanca, decíamos, llega á una superficie, sea ésta la que fuere, y sea cual fuere el cuerpo á que pertenezca: la nube de una puesta de sol, la roca de una montaña, el follaje de una selva, la corola de una flor, el rostro de un ser humano, las flexibles de una tela; y al llegar la luz blanca á esa superficie, en rigor llega en siete colores, siete oleajes, siete clases de vibración, unas más rápidas, otras más lentas, ó sean siete notas musicales: el rojo, el anaranjado, el amarillo, el verde, el azul, y así hasta la faja del color violeta.

Pues al golpear este oleaje contra las moléculas de la superficie, las pone en vibración, como al golpear en el ejemplo anterior las vibraciones musicales con una masa de instrumentos capaces de producir ciertas notas, ponía en vibracion toda la masa.

Pero supongamos que el cuerpo está compuesto de moléculas tales, que cada una de ellas puede vibrar reproduciendo el color azul. Es como un instrumento que sólo da la nota azul

Los otros siete colores se extinguirán en la masa, ó, de otro modo, serán absorbidos por ella.

De la orquesta luminosa desaparecerán seis notas, sólo quedará la nota azul. Esta es la que emitirá la superficie del cuerpo, y diremos que el cuerpo es azul.

Casi todos los cuerpos de la Naturaleza se encuentran en este caso. Unos colores de la luz blanca desaparecen al llegar á ellos, algunos quedan, con mayor ó menor intensidad, y de su combinación resulta el color del cuerpo.

Hasta aquí la industria de los colores consistía en buscarlos en la Naturaleza; en dividirlos y en subdividirlos, y aplicarlos bajo distintas formas y en diversas proporciones.

Las sustancias derivadas de la hulla, dan una inmensa riqueza de colores naturales. Y de aquellas negruras del carbón, brotan á torrentes uno y otro y otro arco iris.

Pero el problema se ensancha y cambia y se plantea en esta forma paradójica: buscar el color donde el color no existe. Engendrar toda clase de colores con cuerpos transparentes. Espiritualizar, en suma, este asombro de los sentidos que se llama el color.

Difícil es explicar, en un artículo de esta índole, cómo se resuelve problema tan extraño.

Lo intentaremos, no obstante.

Una burbuja de jabón es incolora y, sin embargo, se tiñe con los colores del iris.

Propiedad es esta de las láminas delgadas y transparentes.

Con escamas de espesor pequeñísimo se obtienen variedad de colores.

Pues la nueva industria consiste en extender sobre

la superficie de los cuerpos, láminas por todo extremo sutiles: por ejemplo, algo así como gomas ó barnices transparentes.

Y respecto á la parte técnica no podemos decir más; pero nos queda la explicación del fenómeno.

¿Cómo las burbujas del jabón, las escamas que re cubren las alas de las mariposas, toda hoja transparente y de espesor mínimo, puede engendrar colores sin tenerlos?

Es un problema que la óptica y que la teoría vibratoria de la luz explican con suma sencillez.

La luz blanca, al llegar á una hoja transparente, se refleja en parte en la primera cara y luego otra parte penetra y se refleja en la segunda; y retrocede y vuelve á salir al espacio por la primera; y el oleaje luminoso, que ha viajado por dentro de la lámina, se superpone al primitivo oleaje reflejado directamente en la primera cara.

Pero cuando dos oleajes se superponen en el mar, como en el sonido, como en la luz, á veces se refuerzan, á veces se destruyen. Si se superponen las crestas de las olas y sus depresiones, el oleaje será más intenso. Si, por el contrario, con las depresiones coinciden las crestas, ambos oleajes se destruyen y ya no hay vibración, no hay luz; hay sombras. Y con esto basta para explicar el fenómeno que nos ocupa.

Si el oleaje del color rojo, por ejemplo, al salir de la lámina transparente, después de haber viajado por

ella, destruye al oleaje rojo que sin penetrar se refleja en la superficie exterior, el color rojo desaparecerá.

Y si, por el contrario, los dos oleajes del color azul se refuerzan, dominará el color azul.

En suma, de los siete colores de la luz blanca, sólo quedarán algunos.

¿De qué dependerá, por lo tanto, el color final en cada punto? Del espesor pequeñísimo de la lámina transparente; porque según sea mayor ó menor, retrasará más ó menos los rayos luminosos que por su interior caminan.

Claro es que estos espesores han de ser del mismo orden, es decir, de dimensión comparable á la de cada onda del oleaje luminoso: milésimas de milímetro, pongo por caso.

Y he aquí cómo con películas transparentes podemos fingir y va fingiendo la industria en la superficie de los cuerpos colores que éstos no tienen. Es la luz blanca la que hace el gasto.

Es una manera de amortizar los colores que nos sobran; de reforzar los colores que deseamos obtener.

Es un modo de aumentar ciertas olas en la tempestad luminosa, ó de poner en calma el mar de luz según nos convenga.

Lo que no podemos hacer materialmente con las olas del mar, que son tan grandes, que están á nues-

tro alcance, que podemos tocar materialmente, lo va realizando la industria con el oleaje de los colores. Con ese oleaje de la luz que el hombre comprende, que adivina, que inventa acaso y que ha hecho de la óptica una aplicación maravillosa de mecánica y de la geometría.

El sistema es el mismo, en el fondo, que el empleado por un sabio francés para la fotografía de colores, según explicabamos en otro artículo hace mucho tiempo.

Aquella invención maravillosa, prevista y calculada *à priori*, y esta aplicación industrial, obedecen al mismo principio: á hacer viajar á la luz por el espesor infinitesimal de láminas transparentes, para que se retrase más ó menos y para que al salir y encontrarse con el oleaje que no ha viajado por la lámina transparente, concuerden ó se destruyan por completo, ó se destruyan en parte uno y otro oleaje.

Á toda esta teoría se le da en física el nombre de teoría de las interferencias, y es una de las más admirables de la óptica, y uno de los más prodigiosos triunfos de las ciencias matemáticas en el terreno de la realidad y del mundo físico.

La industria empezó por tomar los colores naturales.

Ha concluído por fabricarlos.

Antes, la primera materia era la materia ponderable: la sustancia del color: el líquido, el pigmento,

la pasta, la masa pulverulenta: el color venía pegado á la materia.

En la nueva industria, la primera materia es la luz misma: el hombre la recoge; la deshace en rayos; arroja los que necesita; se queda con los que ha de utilizar. Y esto sin más aparato que una lámina transparente.

¡Realmente, el ingenio del hombre es prodigioso!

VALLES Y MONTES

Los mares cubrían casi todo el esferoide terrestre.

En el seno de las aguas se cuajaban los continentes como inmensas cristalizaciones.

Hervían las entrañas del globo como calderas titánicas de un infierno geológico.

Y por el espacio cruzaban en todas direcciones manadas sin fin de nubes que, al caer la tarde, empujaban el sol hacia los negros establos de la noche, punzando sus enormes lomos con rayos de luz á modo de enrojecidas ijadas.

Cayeron en la nada esas gotas enormes del tiempo, que se llaman siglos, y por entre los océanos empezaron á surgir los continentes, como seres titánicos que se asoman á ver las nubes, las estrellas y el sol: la Naturaleza, como mujer, es á veces curiosa, pero sus curiosidades son curiosidades enormes.

Subió una planicie inmensa, inmensa como el Asia, como América, como toda la Europa; pero al principio subió muy poco, quedó casi al nivel de los mares: parecía un mar petrificado. La alta marea la cubrió, la marea baja la dejaba en seco: era como una marisma estupenda.

Aquella masa de tierra, aquel continente achatado, estaba en sus glorias con su igualdad niveladora y estéril.

Era feo todo aquello, era desolador, era una monotonía mortal; pero estaba todo á nivel.

Aquí quedaba, al retirarse la marea, una laguna á modo de charco; allá, brotaban unos juncos; más lejos, se enredaban unas algas á las asperezas del terreno. La lluvia batía por igual á toda la planicie: por igual la abrasaba el sol con lluvia de fuego, y el viento la barría toda ella con una sola ráfaga, como rasero flotante del espacio.

Como todo estaba igualmente muerto y desolado, ningún pedazo de llanura envidiaba al pedazo de más allá: la misma marea, el mismo cielo, los mismos desiertos horizontes, la misma miseria de vida.

Pero desde el interior del globo, fuerzas gigantescas y misteriosas empezaron á empujar hacia arriba el centro de la planicie, y fajas caprichosas y *privilegiadas* comenzaron á subir lentamente, empinándose en el espacio y acercándose á las nubes.

Ya toda la planicie no era igual: iban dibujándose

la llanuras, iban arrugándose las montañas, iban quedando los valles entre arruga y arruga del monstruo de piedra que trepaba por los aires.

Y entonces sucedió una cosa extraña.

Desde el origen de aquel continente, cuando todo él estaba á nivel y era como prolongación del mar, una gran sombra, de extraños contornos, lo había cubierto casi.

Una sombra parecía: algo así como si se proyectasen abajo los infinitos nubarrones de arriba. Pero en la sombra colosal había un contorno, parecido á una cabeza, en que dos charcas dibujaban los ojos amarillentos, con ásperas y verdosas pestañas de juncos. En la sombra había dos contornos, que semejaban á dos brazos con zarpas de roca hundiéndose en la marisma y desgarrándola con desgarraduras rellenas de sal. En la fantástica sombra había otros dos contornos mayores, que imitaban las siluetas de dos piernas, apoyadas en las lindes y playas del mar y como rechazando á patadas su poderoso oleaje; diríase que era el asno monstruoso de la nada coceando contra lo infinito.

Pero, en fin, la planicie no se desniveló; *aquella sombra* fué sombra caprichosa no más; fingía una cabeza, unos miembros desquiciados, en suma, una silueta fantástica apagada y desvanecida.

Pero á medida que iban creciendo los montes con sus robustos espinazos encorvados, que se iban ten-

diendo los llanos con sus verdes praderas y que se bian ahondando los valles con sus fuentes y sus ríos, *la sombra fantástica* empezó á espesarse y á tomar relieve; parecía una inmensa ostra negra apegada al terreno. Y sus miembros se agitaban lentamente, y sus piernas rechazaban el oleaje blanco y azul de la costa, y sus manazas se hundían en la sal de la marisma, y las dos enormes charcas eran ya dos ojos sin pupilas avahados de vapores biliosos.

Al fin, todo se supo: risas murmuradoras lo iban contando por las cañadas; era el espíritu de la envidia; la envidia misma, que había estado aplastada y durmiendo sobre la planicie muerta, y que despertó al fin con las trepidaciones ascendentes de los montes y con el nuevo calor de la nueva vida que comenzaba á fermentar por los valles.

Y á medida que se hinchaba el monstruo, susurraban por los valles y por los llanos voces apagadas y amargas, inspirando á todo lo que estaba bajo, á todo lo que era modesto, á todo el que se tenía por humilde, ideas tristes y dolorosas: veneno invisible esparcido por la atmósfera.

«¡*Pobre terruño*, qué flojo eres y qué bajo estás!—decían aquellas voces.—¡Mira, mira aquellos montes cómo tocan con las nubes! ¡*Tú*, tierra que se deshace; *ellos*, roca; ellos, granito; ellos, pórfido.

»¡*Valle*, que entre montañas te hundes, bien les sirves de alfombra! ¡*Tú*, arrastrándote con tu río, y

ellas, mirando de cerca al cielo y coronadas con diadema de plata!

»¡*Llanos humildes*, bien os anega la inundación; aquellos picachos, como están en alto, se ríen de aguaceros y tormentas, toman las nubes por dosel y hacen del rayo su cetro! ¡La inundación; pero si de aquellos montes viene, si ellos son los que la mandan!

»*Bosques y selvas*, ¿qué os han dejado? La sombra, la humedad, la charca infecta; ved, en cambio, en aquellas cordilleras cómo el sol por la mañana y por la tarde dora las crestas, y las corona de rayos, y fabrica prodigiosos cortinajes de gasas y brocados con flecos de plata y oro.

»Sí, terruños, llanos, bosques, hondonadas, oid, *todos los que estáis abajo:* esos montes que están arriba con armaduras de jaspe coronadas de plata, aureolas de luz fabricadas por el mismo sol, mantos de escarlata, dosel de nubes, y que si suben un poco más van á tocar con el cielo, *á vuestro nivel estuvieron*, fueron como vosotros, de la misma tierra que vosotros están fabricados, no os miraban desde las regiones del sol y del rayo, no os escupían con espumarajos de torrentes, no os pisoteaban con estribaciones de piedra, no os quitaban la luz del sol que nace ó del sol que se pone, con sus miembros gigantescos, que se calientan de cerca al fuego del cielo.

»*Fuisteis iguales*, y ahora, ¿qué sois vosotros?

¿Qué son ellos? Vosotros en hondura, comidos de gusanos y de alimañas; ellos en el espacio azul, adulados por las águilas. Para vosotros, torrentes de cieno, escurriduras de lo alto; para ellos, coronas de nieve, que centellea como plata con reflejos rosados. Para ellos, el día es más largo y los horizontes más anchos; para vosotros, la noche se prolonga con la sombra de esos montes, y el horizonte se estrecha entre matorrales. Ellos son los poderosos, los soberbios, los felices; vosotros los humildes, los pisoteados, los ruines. Y ¡fuísteis iguales, fuísteis iguales cuando yo, *la sombra de los ojos verdosos*, os cubría abrigando por igual vuestra miseria! »

Esto murmuraban los aires, y valles y llanos se estremecían.

Y los montes tan arriba estaban, que nada de esto pudieron oir.

Pero otras voces dulces y consoladoras se mezclaban, viniendo no sé de dónde, á los amargos y penetrantes acentos del monstruo de la envidia.

«Abajo está, decían, la renovación, la fecundidad, el amor, la vida. Arriba está y debe estar la majestad del silencio y del sacrificio.

»La corona de nieve que brilla en las cimas se derrite para alimentar las fuentes y los ríos del valle.

»El sol no juguetea en las crestas para bañarlas de luz, sino para fundir sus diademas.

»La tierra sustanciosa y fecunda de las regiones bajas, de los flancos de las montañas, vino arrancada por los torrentes, y de los altos montes no quedó más que la osamenta. Esqueletos son coronados de espinas de hielo, no soberanos triunfadores.

»Frescura de su sombra, mientras el fuego del cielo calcina sus cúspides.

»La vida vibra en el valle, mientras la muerte y la soledad se envuelven en la altura en sudario de niebla.

»El riachuelo, que al aire serpentea sobre arena y guijo; la savia, que rebosa en ramajes y en hojas; la flor, que es tálamo de silenciosos amores; el pájaro, que es todo plumas y trinos; sombras y luces que se mezclan sobre la hierba; brisas y aromas que perfuman los verjeles; todas estas explosiones de vida y amor, todas estas reverberaciones de color y de luz, *de arriba vienen*, de la majestuosa é inmóvil montaña, *madre* que dió su carne y su jugo, su sombra y sus reflejos al valle y á la llanura.

»Estaba en alto y debió sacrificarse, y se sacrificó; por eso, el sol naciente la acaricia con besos de color de rosa; por eso, el sol poniente le presta al morir diadema infinita de rayos de oro; no adula la grandeza, glorifica el sacrificio.»

Y valles, llanos y oteros se estremecieron de gratitud y amor.

La envidia se encogió de envidia; se encogió mu-

cho, mucho, mucho, y pensó: «Con la *Naturaleza, no puedo.*»

Y por la floresta, y abrazados amorosamente, vió venir dos hermosos mancebos: se llamaban Caín y Abel.

«Con la Naturaleza no puedo, repitió; veremos si puedo con el hombre.»

Y aquella *sombra inmensa*, que había cubierto todo un continente al brotar de los mares, ahora muy encogida, muy chiquita, muy reconcentrada, se posó sobre Caín: la boca y las zarpas en el corazón; las extremidades inferiores sobre la frente.

Y Caín se puso verdoso, y el corazón se le llenó de sal y de amarguras; y las olas de azul y plata que venían de lo infinito sobre su frente, se vieron rechazadas por el cocear del monstruo.

Y la envidia pensó: «En éste, ya hice presa; que me la quiten.»

Y todavía no ha soltado su presa.

LA DINAMO

Entre las admirables creaciones que la industria moderna, inspirada por la ciencia, ha realizado en lo que va de siglo, ninguna más admirable que la máquina *dinamo*.

Ella recoge ó puede recoger todas las potencias de la Naturaleza sea cual fuere su origen, lo mismo la fuerza del vapor, que un salto de agua, que el empuje del viento, que el choque de las olas, que el calor solar, que la palpitación de la marea, que las que nacen de las reacciones químicas.

Todo lo recoge y todo lo convierte en corriente eléctrica: es el gran *transformador* y el gran unificador de las energías naturales, por variadas y opuestas que sean.

¿Son energías? Pues son capaces de producir movimiento.

¿Producen movimiento? Pues la *dinamo* lo convertirá en corriente eléctrica.

Y así el carbón que arde en el hogar de una máquina, las explosiones en un cilindro del gas del alumbrado, el agua que salta en solitario valle deshecha en espuma, las olas que en eterno vaivén suben y bajan en la superficie del mar, la marea que llega poderosa desde el seno del océano, el viento que barre nubes ó se retuerce en ciclones, el sol que llueve fuego sobre la árida llanura ó el abrasado desierto, todas las potencias y todas las fuerzas se funden en un solo molde cuando á la dinamo llegan, y de ella salen convertidas en *una sola cosa*: fluido eléctrico que circula por un alambre.

Es algo así como un Banco; pero más poderoso que un Banco de emisión, el cual recoge cierta clase de efectos comerciales, de papeles y de valores, y unificados los lanza en forma de billete único por toda una Nación; mientras la dinamo recoge *toda fuerza* y es capaz de transformarla y llevársela sin pararse en fronteras.

Por esta transformación su influencia es inmensa, como ya veremos en este ó en otros artículos; pero no la pidáis á la dinamo lo que no puede dar. *Transforma, no crea.* No es una *nueva potencia*, es un aparato especialísimo que funde monedas varias y las

devuelve á la circulación con el mismo cuño todas ellas.

Recibió *combustión de hulla*, y devuelve *corriente eléctrica*.

Recibió el *ondular de una ola* en lejana playa, y devuelve en este ó en aquel centro industrial *corriente eléctrica*.

Recibió *rayos de sol* en la Mancha, y podrá devolver más adelante *corriente eléctrica* también.

Recibe en el Niágara la inmensa y espumosa lámina de la catarata, y devuelve á cien kilómetros todavía una *corriente eléctrica*.

Cambia, pues, la forma; la energía interna no la aumenta; en todo caso, algo desperdicia.

Si quinientos caballos llegan á la *dinamo* no dará *quinientos uno* jamás.

Pero, ¿no es nada la transformación? ¿No es nada ser prodigioso alquimista de la fuerza y reducirlas todas á una suprema unidad?

La *dinamo* es como la maravillosa encrucijada á donde llegan por infinitas vías todas las potencias de la naturaleza con infinitas formas y disfraces, y de donde salen todas ellas con la impalpable vestidura del *éter eléctrico* por una vía única, ¡que es *un alambre*!

Por el alambre van en *forma de corriente*, si podemos expresarnos de este modo, un hogar ardiendo, una marea palpitando, una catarata despeñándose, masas enormes, formas sin fin; lo más diverso, lo

más vario, lo más pesado, los músculos de un titán y los mazos de un cíclope.

¿Y cómo se consigue todo esto en la máquina dinamo?

¿Será muy complicada, sin duda?

¿Será un portento de combinaciones ingeniosas y de inesperados artificios? Esto es lo que al pronto ocurre.

Portentosa es, á no dudarlo; pero no es ni artificiosa ni complicada. Antes bien es la última expresión de la sencillez; en dos horas puede describirse con matemática exactitud, y en ninguna de las infinitas dinamos inventadas hasta el día hay sustancialmente otra cosa que lo encerrado en estas dos líneas de su definición.

Una dinamo cualquiera no se compone, en rigor, más que de dos *órganos fundamentales*:

1.° *Un ovillo* de alambre, es decir, de hilo metálico.

2.° *Un imán*, ó, si se quiere, un electroimán, que es una pieza de hierro dulce con un alambre devanado alrededor.

Nada más: *un ovillo metálico* y *un imán*. El uno en presencia del otro, á pequeñísima distancia, pero sin contacto material.

Esto es toda dinamo; y su modo de funcionar es tan sencillo como su estructura; su fisiología, pudiéramos decir, tan elemental como su anatomía.

Todo está reducido á que una de estas dos piezas se mueva rápidamente, en presencia de la otra, sin tocarla; por ejemplo, *el ovillo gira en presencia del imán*, ó dentro del imán, si éste abarca con sus dos brazos encorvados, que son sus dos polos, al ovillo metálico. Basta, repetimos, que uno de estos dos elementos se mueva á corta distancia del otro, para que en el alambre del ovillo se ponga en movimiento el fluido eléctrico y se establezca la corriente.

Nada más sencillo, como decíamos al principio; nada más inesperado y nada más admirable.

Cualquier potencia natural de las que enumerábamos al empezar este artículo, lo mismo la combustión de la hulla y la máquina de vapor, que el salto de agua y la turbina que lo recoge, que la explosión del gas y la máquina Otto, por ejemplo; que un molino de viento recogiendo el soplo continuo de los aires en sus abiertas aspas; que una máquina térmica cualquiera, que cualquier otra energía que se descubra en lo futuro, sirven para el caso. ¿Son energías? Pues serán capaces de producir movimiento. ¿Producen movimiento? Pues apliquémoslas al ovillo metálico, y le hacen girar. Con lo que instantáneamente la potencia natural empleada dejará de ser lo que era y se habrá convertido en corriente eléctrica que circulará por el hilo.

No queda más que aplicar dos escobillas ó peines metálicos al ovillo que gira, y por ellos sacar la co-

rriente engendrada, que correrá después con la velocidad del rayo por conductores de centenares de kilómetros. Por el conductor va, y á lo largo del conductor podrá utilizarla la industria bajo mil distintas formas: para el alumbrado, para la galvanoplastia, para la industria doméstica en pequeñas máquinas, para los grandes talleres en máquinas colosales, para un tranvía, y quizá, más adelante, para un camino de hierro. Estas dos partes de las máquinas dinamo-eléctricas, ó dígase simplemente de *las dinamos*, tienen cada una su nombre.

El ovillo de metal se llama el INDUCIDO, porque en él se desarrolla la corriente; por decirlo de este modo, á él es al que lo *inducen* á poner en movimiento el fluido eléctrico en sus venas metálicas.

El imán ó el electroimán se llama INDUCTOR, porque él es, en cambio, el que *induce* la corriente.

Y en toda dinamo estos son los dos elementos importantes: un imán creando un campo magnético; á su alrededor, un hilo metálico arrollado de esta ó de la otra manera, y moviéndose en aquel campo magnético.

El motor, sea el que fuere; *el inductor*, *el inducido*: esto es todo.

Y adviértase que, según hemos dicho, entre el inductor y el inducido no hay contacto material: ni rozan, ni ruedan, ni se tocan por un solo punto.

El principio en que las dinamos se fundan es tan

elemental, y, al parecer tan modesto, como el hecho ó fenómeno que más lo sea.

Cuando un hilo de metal, que forma circuito cerrado, se mueve en presencia de un imán, por el hilo pasa una corriente.

El principio es la máquina misma.

Aquí está un imán: enfrente un ovillo metálico, cuyas puntas se unen; son dos seres inorgánicos, insensibles y como muertos, uno en presencia de otro, mientras su posición no varía.

Pero ponemos en movimiento rápidamente el ovillo, con lo cual, lo acercamos ó lo alejamos de los dos polos; pues al punto, como al aproximarse un ser á otro ser querido, ó al separarse ambos, la sangre circula más á prisa y más á prisa late el corazón, así en el alambre del ovillejo, como en vena metálica la sangre etérea, si vale la imagen, se precipita en forma de corriente; no parece sino que la proximidad ó el alejamiento la estimula y la aviva.

Esta es una imagen, más ó menos poética, para grabar el fenómeno en la memoria con simbolismos de la imaginación; en cuanto á explicaciones puramente físicas, aunque *las hipótesis* son muchas, una daremos en algún otro artículo cuando llegue la ocasión oportuna.

Por hoy, basta con lo dicho para poner á prueba la paciencia del bondadoso lector.

TRANSMISIONES TELEGRÁFICAS

En la vertiginosa marcha de las invenciones, parecía que el telégrafo eléctrico era el último término de la serie, el que casi estaba rayano á la perfección absoluta.

Enviar, por un hilo, el pensamiento á centenares, á miles de kilómetros, de un extremo á otro de Europa, de un polo á otro polo de América, salvar montañas colosales ó abismos del mar, suprimir casi el espacio terrestre, triunfos son estos de la ciencia y del ingenio humano que, doscientos años ha, hubieran parecido delirios de poeta ó locuras de sabio. Sin embargo, hoy son realidades que no nos sorprenden, porque la costumbre mata toda sensibilidad y apaga todo entusiasmo.

Verdad es que, aun habiendo realizado invencio-

nes tan prodigiosas, la razón humana no las explica satisfactoriamente. El hombre ha creado el telégrafo; pero no se da cuenta exacta de su propia creación.

La Naturaleza se deja manejar; aparece mansa y complaciente; lleva pequeños movimientos, que son como señales, de un extremo á otro de la red telegráfica; pero no descubre su secreto.

Decimos, por decir algo, que es la *corriente eléctrica* la que circula; hablamos de amperes, de potenciales y de resistencias, que, después de todo, no son más que nombres que hemos inventado para designar ciertos fenómenos.

Mas, hay que confesarlo con toda humildad y con toda honradez, los fenómenos eléctricos nos son desconocidos *en su esencia;* definimos ciertos hechos; los clasificamos; hasta los medimos, y, midiéndolos, los sometemos al cálculo.

Pero ni la medida ni el cálculo suponen el conocimiento íntimo de las cosas medidas y calculadas.

De todas maneras, y aun con todas estas limitaciones que la severa realidad pone ante nuestro orgullo científico, el triunfo es grande y la utilidad inmensa. Y que un hilo, un simple hilo metálico, baste para realizar tales maravillas, es una maravilla más.

Sin embargo, la ambición de los inventores aspira á mayores triunfos; el hilo metálico les estorba, les parece una humillación; es la materia pesando

sobre el espíritu; hay que desprenderse de ella; hay que transmitir las señales eléctricas, como símbolos del pensamiento, no por un cauce metálico, por estrecho que el cauce sea, sino por todo el espacio libre, como se transmite el sonido, como se transmite la luz y el calor y las variaciones magnéticas.

Tal es el problema que plantearon hace tiempo los inventores.

Y no lo plantearon á capricho, que en algo se fundaban.

La transmisión de la luz supone un medio ambiente, una sustancia á través de la cual la transmisión se realiza.

Por algo llega hasta nosotros la luz del sol.

Algún océano impalpable se extiende por el espacio y sirve de vehículo al oleaje luminoso.

Á ese océano hipotético, pero que á la razón se impone como una necesidad física, se le ha dado un nombre, se le ha llamado *el éter*. Fluido sutilísimo, eminentemente elástico, y que hay quien supone que tiene almacenados en sus senos caudales inmensos de energía.

Pues, así como el océano llega desde sus dilatadas llanuras á las playas y por todas las sinuosidades de las costas se insinúa, así se supone—y continuamos fabricando hipótesis—que el éter del espacio planetario penetra en nuestro globo y empapa, por decirlo así, nuestra atmósfera, y se insinúa en todos

los cuerpos, hasta en sus insterticios moleculares y sus intersticios atómicos.

Y bien, por esa tendencia irresistible que existe en el cerebro humano hacia la unidad, suponen los físicos, ó la mayor parte de ellos, que la luz y el calor radiante y la electricidad y el magnetismo no son otra cosa que ciertos movimientos, vibraciones y oleajes del éter.

Con lo cual, el problema de la transmisión de señales sufre esta transformación, y se plantea bajo esta nueva forma: si entre el punto de llegada y el punto de partida, sean estos puntos cuales fueren, existe la sustancia etérea, ¿qué necesidad hay de la materia ponderable de un alambre?

El alambre, ó la parte útil de él, por la naturaleza está preparado: *es el éter mismo*.

Ensayemos, pues, la transmisión telegráfica sin necesidad del hilo telegráfico; desprendámonos de toda servidumbre material y lancémonos con nuestras invenciones al puro éter.

¿Es esto un sueño? No, ciertamente; la experiencia, que es como decir la realidad misma, nos alienta.

Cuando por un alambre telegráfico *empieza* á circular una corriente eléctrica ó *acaba* de circular en estos dos instantes, es decir, en el principio y en el fin, la influencia del fenómeno eléctrico se transmite por el espacio libre á cierta distancia, y determina otras corrientes en conductores paralelos al primero.

Las pulsaciones de una corriente alternativa se hacen sentir á distancias relativamente considerables.

Luego hay una transmisión por el espacio, sin necesidad de sostén material de las señales eléctricas.

Y por aquí empezó la telegrafía sin hilos.

Pero tal solución, como he dicho ya en otras ocasiones ocupándome de este mismo asunto, era por todo extremo imperfecta.

¿Quién duda que toda vibración material, que todo movimiento se transmite alrededor del punto generador?

Si yo levanto la mano, en el rigor abstracto de la teoría, ¿quién duda que mundos y soles se estremecen en sus órbitas?

Pero, ¿quién puede calcular el número representativo de estos movimientos?

Si suponemos tranquilo el océano y arrojamos en él una piedra, nacerá una onda circular, que irá dilatando y dilatando su circunferencia. La onda llegará muy lejos, pero su altura será insignificante; los sentidos humanos jamás podrán apreciarla cuando tenga dos ó tres kilómetros de radio.

Toda señal, toda vibración, todo movimiento, variación de temperatura, rayo de luz, descarga eléctrica, perturbación magnética, se extiende sin cesar á todas partes; pero á medida que avanza decrece en intensidad. Y esta es la dificultad mayor para la trans-

misión de señales. Precisamente los conductores metálicos, los hilos de los telégrafos y de los teléfonos, no tienen otro objeto que el de recoger y encauzar la corriente eléctrica, para impedir que, extendiéndose alrededor del punto de partida, se desvanezca en el espacio.

El problema, pues, parece fatalmente insoluble, y parece que la *transmisión de señales sin un hilo conductor* no admite más solución que la de los telégrafos ópticos.

Pero no es así. Y ya en otra ocasión, explicando minuciosamente el sistema del Ingeniero Marconi, vimos que las señales eléctricas podían llegar sin necesidad de hilo conductor á 15 kilómetros de distancia.

Una serie de experiencias interesantes han comprobado la eficacia del sistema y alimentan hoy grandes esperanzas en todos aquellos que por estos problemas se interesan.

Recientemente se ha propuesto un nuevo procedimiento, sustituyendo á la onda eléctrica una onda luminosa; pero ¡cosa extraña! una onda luminosa que podemos decir que es casi invisible.

Desde el descubrimiento de los rayos X, la luz obscura se ha puesto de moda. Una luz que luce, nos parece cosa vulgar y vergonzosamente atrasada.

En este orden de ideas, se ha acudido al espectro luminoso, el cual, como sabemos, contiene, por de-

cirlo así, siete clases de rayos de luz, desde el color rojo al color violeta.

Pero también sabemos, que por la parte inferior de los rayos rojizos hay otro espectro invisible, que en términos vulgares podemos decir que es el espectro del calor; notas bajas de este maravilloso pentágrama. Y sabemos también que por encima del color violeta ó de la faja violada continúa el espectro con rayos de pequeñísima onda, que bien pueden compararse á notas más y más agudas de la escala musical de la luz.

Estos últimos rayos son también invisibles, pero son los que producen mayores efectos químicos; y los rayos de color violeta y los que les siguen en escala ascendente tienen una propiedad curiosísima, y es, que cuando caen sobre un cuerpo cargado de electricidad lo descargan al punto. No parece sino que esta vibración de pequeñas ondas quebranta la resistencia del éter que rodea al cuerpo electrizado y abre camino para que por él pueda escaparse la electricidad acumulada sobre el cuerpo en cuestión.

Sea cual fuere la explicación del fenómeno, el hecho es cierto y positivo; los rayos de color violeta y los próximos en sentido ascendente descargan los cuerpos electrizados. Y en esto se funda la nueva invención.

En el punto de partida, un poderoso foco eléctrico. Frente á él, un sistema de lentes de cuarzo, que

dejan pasar de preferencia los rayos de color violeta y los de pequeñísima onda. Á esto se reduce el aparato transmisor.

Y luego, en el punto de llegada, un aparato también muy sencillo, que no hemos de describir aquí, pero que en rigor se reduce á una esferilla cargada de electricidad. El rayo de luz la descarga, y esta descarga es la que viene á constituir la señal recibida, que hasta puede actuar en un aparato telefónico.

Bien puede decirse que el sistema que vamos describiendo es el de un telégrafo óptico, *de luz en gran parte invisible*, y cuyos rayos caen, no sobre la pupila humana, que no sentiría su acción, sino sobre un ojo artificial de sensibilidad exquisita, y en el que el rayo de luz determina acciones de intensidad mayor ó menor, según la fuerza de la descarga.

Aquí, como en el aparato de Marconi, se salva la dificultad principal de la transmisión haciendo que el rayo de luz no constituya propiamente la señal telegráfica, sino que sea la *causa determinante* de una descarga eléctrica.

Sin embargo, según anuncian las revistas extranjeras, el sistema que hemos descrito brevemente no ha recibido la sanción de experiencias en grande escala.

Se funda sólo en experiencias de gabinete, y los físicos sospechan que han de encontrar en la práctica grandes dificultades.

De todas maneras, el porvenir dirá; y ninguna idea nueva puede despreciarse con tal que se funde en hechos reales y positivos y en leyes de la Naturaleza plenamente comprobadas.

De un experimento tan insignificante al parecer como el de hacer que una aguja imanada se mueva por la acción de una corriente, nació la dinamo, y la producción económica y en gran escala de electricidad, y la luz eléctrica, y el transporte de centenares de caballos por un alambre, y tantas y tantas maravillas como vemos hoy extenderse por todas las naciones civilizadas, y aun asaltar con oleajes de luz las fronteras de la barbarie.

FABRICACIÓN DE FRÍO

Sí; el *frío* se fabrica como otro producto cualquiera de la industria: como se teje una tela, como se construye una máquina, como se fabrica un mueble. Basta para ello tener trabajo disponible, una fuerza capaz de recorrer un camino y de actuar á lo largo de éste; en suma, una potencia industrial.

Porque, ¿qué es el frío?

El frío no es una sustancia especialísima opuesta al *calor:* las sustancias aristotélicas pasaron. *El frío es calor*: es calor comparado con otro calor y menor que éste último. El frío es una idea relativa: es la causa de una sensación determinada á la cual damos el nombre de *frío*.

Hemos dicho en otra ocasión y en otros artículos, que, según las teorías modernas de la física y según sus modernísimas hipótesis, el calórico no es otra cosa que una agitación, una vibración, un oscilar rapidísimo de las partecillas de los cuerpos: es como una multitud apiñada en la que cada cual se agita en el sitio que ocupa. Los contornos de la muchedumbre quedarían invariables: desde lejos no podría adivinarse lo que en el interior de la masa humana estuviera pasando. Y así, al mirar un cuerpo caliente, no vemos tampoco la interna agitación de sus elementos: el cuerpo parece inmóvil é invariable.

Pues bien: cuando dos cuerpos están en presencia y la agitación en uno de ellos es mayor que en el otro, el más agitado es el *más caliente*, el que menos se agita es el *más frío*.

Por eso hemos dicho que las ideas de calor y frío son ideas relativas; como las de grande y pequeño, como las de alto y bajo, como todas las que ocupan el cerebro humano. Lo absoluto se nos escapa de entre las manos, por decirlo así.

Pasar calor de un hogar á un condensador, de un cuerpo de gran temperatura á otro cuerpo de temperatura inferior, no es pasar algo metafísico, abstracto, misterioso, incomprensible, de una á otra parte: es pasar agitación, movimiento, fuerzas vivas. Dos masas humanas se ponen en contacto: en la una todos se agitan, en la otra todos están casi tranquilos; pues

los estremecimientos de la primera se comunican á la segunda, y bien pronto se establece lo que pudiéramos llamar el *equilibrio de estremecimientos*: no otra cosa es el equilibrio de temperaturas. Es que el Universo está *diferenciando* (y valga la palabra) y tiende á la *uniformidad*, y en el paso de aquel estado á éste es cuando se realizan las maravillas del trabajo universal, de la vida y del amor.

Todo trabajo, lo hemos dicho en otra ocasión, supone un desnivel y algo que cae de lo más alto á lo más bajo. Cae la catarata desde su cresta á su fondo, y si se interpone una turbina y se recoge la fuerza de la masa líquida es potencia industrial. Cae el viento desde aquella región donde hay presiones máximas á otra donde reinan presiones mínimas, y se interpone una vela, la nave corta olas y corrientes y va de un puerto á otro puerto. Cae el calórico desde el hogar al refrigerante ó al condensador ó á la atmósfera, y en el camino oprime el émbolo, mueve la maquinaria y trabaja en el taller, en la locomotora y en el trasatlántico.

Siempre estas dos cosas: *un desnivel y algo que cae*, que pasa de uno á otro nivel, que trabaja al bajar.

Y así son las máquinas de fuego, sean de vapor, sean de aire, sean de lo que fueren, que la sustancia que transporta el calórico, en teoría, importa poquísimo.

En la hipótesis admitida podemos decir que una agitación, una vibración, un movimiento, lo que se llama *una fuerza viva* (masas por cuadrados de velocidades), pasa desde un cuerpo en que la agitación es grande (el hogar) á otro cuerpo en que la agitación es menor, de un nivel á otro nivel, de 200 grados, pongo por caso, á 15 grados.

Y al caer esta *fuerza viva*, como dilata el cuerpo en que va, ejerce un esfuerzo y recorre un camino, que vale tanto como decir *que trabaja*.

Esto, y no más, son todas las *máquinas de calor*. Pero cuenta que, á diferencia de lo que sucede en una catarata, en la que toda el agua que sale del nivel superior llega al inferior (salvo la parte que se evapora), en las máquinas de fuego no todo el calor que sale llega al refrigerante. No; *una parte se queda en el camino convertida en trabajo*; este es el trabajo que utilizamos. El movimiento se convirtió en fuerza y en espacio. La agitación interna se transformó en movimiento visible, el de la locomotora que corre, pongo por ejemplo. En el hogar era vibración del oxígeno y del carbono, era lo que llamamos fuego, calor, eran movimientos, pero no los veíamos como tales por lo divididos y lo pequeños y lo rápidos que eran.

En la locomotora los vemos porque el tren avanza, porque están *totalizados*, *sumados*, no unos en una dirección y otros en otra, no unos hacia ade-

lante y otros hacia atrás, sino todos en un sentido, marchando sobre los carriles hacia la estación de llegada.

En suma, y permítaseme que lo repita una vez más, porque conviene fijar estas ideas: el calor, al caer de altas á bajas temperaturas, de un desnivel térmico superior á otro inferior, proporciona trabajo.

Estos dos hechos van á la par: *calórico que cae ó baja y trabajo que se crea*, ó, mejor diríamos, que aparece en forma de fuerza y espacio.

Pues invirtamos los términos, y tendremos una máquina para fabricar frío.

El calor nos dió trabajo; y bien, consumamos trabajo, hagamos subir de este modo calórico de un nivel más bajo á otro superior, y el nivel más bajo habrá quedado más bajo todavía; es decir, lo habremos enfriado, ó, de otro modo, habremos *fabricado frío.*

¿Cómo se puede fabricar frío, según esto? *Haciendo subir calor*, agitación, fuerza viva, de un cuerpo á otro; quitémosle agitación interna y se *enfriará.*

¿Y cómo se realiza semejante operación? Consumiendo trabajo.

El calor, al caer, *nos dió trabajo*; el trabajo, al consumirse de este modo, *nos da frío.*

Ciclo inverso, como dicen los físicos. Y como el *calor da trabajo*, y con el trabajo se pueden enfriar

los cuerpos, resulta esta paradoja: *que con el calor se fabrica frío.*

Así, y no de otra suerte, *se baja el nivel del agua* en un pozo; empleando trabajo en sacar agua, que sacar agua es subirla por el trabajo desde un nivel inferior á otro que está más arriba.

¿Cómo se realiza esta teoría? De muchas maneras, que en artículos de esta índole no podemos explicar. Pero, en el fondo, el principio fundamental es el que hemos expuesto.

Y para terminar este artículo y para salir de generalidades y venir á la práctica, digamos cuatro palabras sobre una de las aplicaciones más curiosas que de *la fabricación de frío* se han hecho en estos últimos años.

Nos referimos á la perforación de pozos de minas al través de capas permeables impregnadas de agua. Los antiguos y prosaicos métodos son bien conocidos: excavaciones, bombas, agotamientos, entibaciones y revestimientos impermeables.

Pues hoy, en algunas minas de Alemania, se ha empleado otro método.

Helar el terreno; helar la capa acuosa (ó acuífera, á gusto de los puristas).

Ni más, ni menos: la masa de arena y agua se convierte en *roca de hielo;* roca que se ataca á pico y en que se penetra en seco, como se fabrican en seco los revestimientos definitivos.

El procedimiento es bien sencillo: *en el contorno* del sitio donde ha de abrirse el pozo se practican diversas perforaciones á sonda, y en dichas perforaciones se introducen *tubos de hierro con otros tubos dentro.*

En el interior del contorno se hace lo mismo, y cuando se tiene la masa así dispuesta y taladrada, por los tubos interiores se lanza una corriente líquida á 15 á 20 grados bajo cero; esta corriente, al llegar á la parte inferior, retrocede y sube por el espacio anular qué queda entre los tubos exteriores é interiores. De este modo se consigue una circulación líquida á temperatura sumamente baja.

El resultado se adivina desde luego. Alrededor de cada corriente fría el terreno se hiela, es decir, se hiela el agua que contiene; cada cilindro helado se extiende y aumenta de diámetro, al fin todos se unen y el terreno se convierte en una masa completamente helada, una especie de *queso helado de arena,* y perdónenme la comparación.

Mr. de Poetzch, cerca de Magdeburgo congeló en 1883 una capa de 40 metros de espesor. El gasto fué de 42.000 francos.

El mismo Ingeniero en 1886, entre Berlín y Dresde (Finsterwald), en ocho meses de trabajo heló una capa de 42 metros, pudiendo después abrir pozos de 2 metros 34 centímetros de diámetro. El coste fué de 80.000 francos.

Posteriormente se ha acometido la misma empresa en capas acuosas de 75 metros de espesor.

Está visto, nada hay imposible (dentro de lo posible) para el ingenio humano, y no hay cosa, por extravagante que sea, que no pueda convertir en realidad un alemán.

DOS INVENTOS NOVÍSIMOS

Una tendencia irresistible me domina: la de buscar en todo los más opuestos extremos. No puedo pensar en una montaña sin imaginarme que al pie de esta montaña hay un abismo. Toda nota, despierta en mí la nota que forma la octava; octava alta ú octava baja. No comprendo la luz sin un fondo de negrura en que se destaque.

Esta tendencia será buena ó mala, no lo discuto; pero es, como es. Y, sin duda por eso, al buscar asuntos para esta Crónica, se me han ocurrido dos de los más contradictorios; en el uno, hay que subir al cielo, ó, por lo menos, hay que subir mucho; en el otro, hay que bajar á los mares tormentosos. En el pri-

mero, por nuevo contraste, se llega á lo cómico, quizá á la caricatura; en el segundo, por nuevo contraste también, se bordea lo trágico bajo la forma más prosáica.

Y no por lo dicho crea el lector que se trata de dramas ni comedias; trátase de dos inventos novísimos, como vamos á ver en seguida.

***

La industria busca siempre al consumidor, y le ha buscado de algunos años acá, bajo una forma de la cual se ha usado y se ha abusado hasta lo infinito, por más que, según se dice, vaya en decadencia; bajo la forma del *anuncio*.

Se anunciaba en todas partes, y toda superficie era buena para anunciar: las paredes ó los muros de los edificios, las vallas de los solares, el interior de los tranvías, las anunciadoras especiales, los escaparates de las tiendas, los telones de teatros, la cuarta plana de los periódicos, hasta los carruajes, hasta los mozos de cordel se convertían en máquinas ambulantes de anuncios y paseaban carteles y banderas por toda la población; hasta en los mecheros de gas se formaban letreros y anuncios luminosos.

Pues he aquí que, agotadas las superficies y todos los medios de publicidad, se ha ocurrido recientemente ir á fijar anuncios en el cielo, ó, si no en el

cielo, un poco más abajo, en las *nubes* que flotan por la atmósfera. Superficie más extensa no ha podido imaginarse, y desde luego tiene la ventaja de que no se necesita engrudo para fijar el cartel.

Este nuevo invento, este sistema de publicidad en las nubes, data de la Exposición de Chicago, donde todas las noches un proyector eléctrico fijaba en el cielo nebuloso el número de personas que habían visitado la Exposición durante el día.

Y una vez ocurrida esta idea, parece la idea más sencilla y más natural del mundo. Es la linterna mágica en gran escala, con un lienzo ó una sábana inmensa, tendida allá en el espacio.

No otra cosa es la invención en que me ocupo. Un arco voltáico, un reflector y una lente que recoge la luz y la mandan á las nubes en haz más ó menos abierto. Y un dibujo, recortado en cartón, de los números, de las letras ó de las figuras que se quieren lanzar al espacio, y que se intercala en el haz de rayos luminosos, para proyectar en sombra y en campo de luz la figura, el contorno ó el anuncio que se desea ver en la gran pantalla de las nubes.

La idea hizo prosélitos; el sistema se transportó á New-York, y los paseantes y los desocupados de Brooklyn han estado leyendo anuncios durante ocho meses en aquel cielo entoldado, porque, á decir verdad, cuando no lo está desaparece el flotante telón y el anuncio con él.

El porvenir es brillante para los aficionados á la publicidad, aunque no lo es tanto para *la estética de la atmósfera*. Porque, figurémonos lo que sería convertir el cielo azul, con sus sublimes profundidades y sus luces pálidas de noches misteriosas, en una inmensa bóveda tapizada con toda clase de anuncios, desde los que mandan los inventores de píldoras y jarabes, hasta los que tienden las funerarías y las casas de préstamos.

Afortunadamente, hay una esperanza, y es, que estos anuncios son muy caros; sólo el gasto de fluido eléctrico representa unos diez y ocho reales por hora.

Á primera vista, hay otra esperanza, y es, que el cielo esté despejado; pero siempre había el recurso de crear nubes artificiales por medio del vapor de agua ó de bombas que produjeran mucho humo.

Esta invención, según parece, no es nueva, pues afirma Figuier que ya en el año 90, dos navíos ingleses cambiaron, hallándose á distancia de 100 kilómetros, algo así como una serie de telegramas celestes por la combinación de destellos eléctricos.

De aquí puede resultar una aplicación seria é importantísima para comunicaciones telegráficas en el mar.

***

Y ahora damos un salto y bajamos al mar desde las pobres nubes, embadurnadas de carteles, á los que, seguramente, no les faltará ni siquiera el sello móvil.

Hace ya muchos años que hablaron los periódicos científicos de un hecho curiosísimo, á saber: que echando en un mar tempestuoso, es decir, agitado por poderoso oleaje, unos cuantos barriles de aceite en el seno de la llanura hirviente, se formaba algo así como un lago de gran tranquilidad relativa. La mancha de aceite se extendía, una cuticula grasienta se formaba en una gran extensión, y sus tenues bordes eran como barrera infranqueable para el más poderoso oleaje. Hasta la mancha llegaban las olas; pero antes de llegar á ella, rompían; nunca traspasaban aquel prodigioso y encantado contorno.

Al principio, nadie creyó en este singularísimo fenómeno; ¡oponerse una delgadísima mancha de aceite á todo el furor de una tormenta! Esto pasa los límites de la fantasía para caer en las regiones de lo maravilloso. Y, sin embargo, el hecho es cierto; hoy está comprobado por numerosos casos, y hasta hay un informe del almirante Clué con este título: *Le Filage de l'huile et son action sur les brisants de la mer*, que se publicó el año 90, que llamó poderosamente la atención y en que da reglas y preceptos sobre la manera de emplear tan inesperado recurso contra los asaltos de la tempestad.

Recientemente se ha empleado el sistema sustituyendo al aceite el agua de jabón, y ya se citan varios ejemplos que conviene tener muy en cuenta.

Dícese que en el año 1894, dirigiéndose el *Scandia* á los Estados Unidos, se vió envuelto en el centro del Atlántico por una gran tempestad. Pues bien; no hubo más que disolver en agua unos cuantos kilos de jabón y arrojar el líquido al Océano, para que se formase una especie de lago bastante tranquilo al rededor de la embarcación y para que ésta pudiese continuar navegando sin dificultad alguna.

Los oficiales del *Scandia* dirigieron posteriormente al servicio hidrográfico de los Estados Unidos una extensa relación del hecho que acabamos de exponer.

Se cita aún otro caso semejante al anterior: el *Senegal*, en el mar Adriático, y en el mismo año de 1894, acudió á un procedimiento análogo para librarse de las embestidas del oleaje. Les bastó á los tripulantes disolver tres kilogramos de jabón en 70 litros de agua y verter la mezcla en el mar, para que se formase al rededor del buque una faja de 10 metros de anchura que jamás pudieron salvar las olas. Llegaban embravecidas al contorno de la zona protectora y en él rompían, como hubieran podido romper contra una muralla de granito, sin que alcanzase ni una sola á la embarcación.

¿Hay en todas estas relaciones algo de fantasía?

¿Hay algo de exageración? De todas maneras, es indudable que se trata de hechos curiosísimos y dignos de estudio.

Esto de enjabonar los mares y las tempestades podrá prestarse un tanto al ridículo; pero no abusemos del ridículo tampoco, pues no hay ningún descubrimiento importante que no presente algún portillo por el cual no pueda penetrar la carcajada del idiota ó la sandez maliciosa del necio.

Cuando altas dignidades de la marina, cuando hombres de práctica dan importancia á un fenómeno de esta clase, no es prudente rechazarlo en absoluto, porque algo de verdad habrá en el fondo. Vengan el estudio y la experiencia á fijar *límites* y á precisar, por decirlo así, *cuantías*; pero no procedamos á la ligera, por no darnos cuenta á primera vista de tales ó cuales medios que, por otra parte, son, en mayor ó menor escala, reales y positivos.

Y que todavía no comprendemos el fenómeno es evidente; hasta hoy, nadie lo ha explicado por completo: es más, no lo hemos visto descrito en términos claros y precisos.

El aceite y el jabón, ¿impiden únicamente que rompan las olas, ó cambian también la ondulación del oleaje?

Lo primero, se comprende mejor; lo segundo, apenas se comprende.

Los hombres especiales resolverán en definitiva,

y después que ellos hayan resuelto, resolverán los hechos en lo porvenir.

***

Y he cumplido mi palabra, dando en una misma crónica cosas tan opuestas como el *anuncio en las nubes* y el *enjabonado de los mares*.

TRANVÍAS ELÉCTRICOS

La emancipación universal ha sido y es la obra constante del progreso.

Se emanciparon los esclavos del mundo. Se emanciparon los siervos de la gleba. Se emancipó el Estado llano. Y, digan lo que quieran los pesimistas, se va emancipando poco á poco la clase obrera, ó sea el cuarto estado.

La fatalidad retrocede, lo mismo la fatalidad del mundo físico que la fatalidad social.

¿Por qué se ha de detener el progreso en su camino? ¿Por qué ha de decir: «hasta aquí llega la emancipación y de aquí no pasa»?

Ni ha dicho tal herejía, ni puede decirlo; y la prueba es, que ha llegado la hora de la emancipación hasta para los *caballos* del *tranvía*, incluyendo los caballos de los *encuartes*.

El tranvía de fuerza animal se va sustituyendo en toda Europa, aunque con cierta lentitud, con el tranvía eléctrico. Ya es la fuerza motora el vapor, ya lo es el aire comprimido; ya lo es, en fin, el fluido eléctrico.

Y acabamos de decirlo: en Europa la transformación es lenta, apenas hay 800 ó 1.000 kilómetros de tranvías eléctricos. En América se cuentan ya de 17 á 20.000 kilómetros, y de año en año va creciendo este número con rapidez vertiginosa.

Es más, si algunos tranvías tirados por caballos existen en la República Americana, el espíritu de emancipación se ha impuesto y se trata á las pobres bestias con toda la consideración debida á todo *eso que vive*, cuando es modesto y trabajador.

Casi puede decirse que los caballos van dentro del tranvía, ni más ni menos que los pasajeros. Me explicaré. Cuando el tranvía va cuesta abajo, hacer trabajar á los animales es una torpeza y una crueldad. Basta soltar el freno, para que el coche descienda; la gravedad se encarga de poner en movimiento el vehículo.

Pues bien; en casos tales, se coloca un carretón delante del tranvía, los caballos entran en él, y el carretón con los caballos dentro, y el coche con los viajeros, descienden con toda tranquilidad por la pendiente. Personas y animales van cuesta abajo en amistosa compañía y encantadora fraternidad.

Aseguran observadores imparciales y verídicos,

que al principio los caballos se asombraban un poco y que aguzaban las orejas, como si les asaltase cierto misterioso terror ante la novedad del lance. Pero á los pocos viajes se hicieron cargo de la situación; y hoy, cuando suben á la plataforma de su vehículo y se sienten llevar dulcemente, levantan la cabeza y relinchan de gusto.

Estos relinchos son un himno de gratitud á la humanidad inteligente y compasiva.

Sin embargo, la emancipación no es completa; porque en las cuestas tienen que afirmar los cascos, encorvar el lomo y tirar del coche del tranvía y del carretón juntamente.

La verdadera emancipación está en el caballo eléctrico, tirando del tranvía eléctrico también.

Hay muchos sistemas de tranvía eléctrico; pero si prescindimos del de acumuladores, todos los demás no son más que variedades de una idea, y se reducen á esta sencillísima combinación.

Á lo largo de la vía corre un hilo, ó sea un conductor metálico, y por ese hilo circula constantemente una corriente eléctrica, engendrada en estaciones ó puntos fijos de la red. Es poner una potencia á lo largo del camino; es como hacer que el camino se extienda paralelamente á un río de fluido eléctrico.

Y con esto queda resuelto el problema, ó con muy poco más. Porque, en efecto, si en el coche del tran-

vía van uno ó varios dinamos—y suponemos que sea uno solo, para simplificar la explicación—, bastará tender un hilo ó aplicar una palanca ó una pieza metálica cualquiera desde el dinamo del coche al conductor general, para que la corriente pase al dinamo del vehículo y le ponga en movimiento. Con transmitir este movimiento á las ruedas del coche, éste avanzará sobre los carriles con velocidad de 20, 30 y hasta, si se quiere, 40 kilómetros por hora.

Vemos, pues, que el mecanismo de los tranvías eléctricos no puede ser más sencillo. En una estación central se engendra la corriente eléctrica; ni más ni menos que se engendra la que sirve para el alumbrado.

Esta corriente se precipita por un conductor que va paralelo á la vía.

Cualquier coche-tranvía situado en ésta, se halla en comunicación constante con dicho conductor por medio de una pieza metálica que sobre él se apoya, y sobre él se desliza cuando el coche avanza.

Por esta pieza metálica—que no es, en rigor, más que una toma de electricidad—pasa la corriente al dinamo del vehículo.

El dinamo gira, hace girar las ruedas, y el coche avanza.

Y la corriente, después de haber hecho trabajar al dinamo, vuelve al polo negativo de la fábrica, ó por un conductor especial ó por los mismos carriles,

cerrando de este modo el circuito eléctrico, cuya parte móvil es precisamente el coche del tranvía.

Nada más sencillo, nada más elemental. Y, por lo demás, la fuerza que engendra la corriente eléctrica en la fábrica puede ser cualquiera, porque sabemos que en el dinamo toda fuerza se convierte en electricidad.

Puede ser, por ejemplo, una caída de agua, si hay cataratas disponibles; puede ser, en último análisis, una máquina de vapor.

Y en verdad que tales resultados son admirables y curiosos á la vez.

Allá en las primitivas edades geológicas, un rayo de sol, penetrando en espesísimo bosque, hizo vibrar el ácido carbónico de que la atmósfera estaba impregnada, en la proximidad, pongo por caso, de una masa de verdura. Y se descompuso el ácido carbónico por la fuerza de la vibración. Y el carbono se depositó en la planta. Y en ella fué acumulándose bajo diversas combinaciones químicas.

Más tarde vinieron grandes trastornos de la corteza sólida del globo: estremecimientos titánicos del planeta. Y la masa vegetal se hundió bajo tierra; y pasó al estado fósil; y se condensó el carbono; y allá estuvo el negro filón durante siglos y siglos.

Pero un día la industria lo sacó de su tumba geológica; lo trajo á una fábrica; lo echó en el hogar de una caldera; y en él ardió, con llamas de alegría, al

unirse otra vez á aquél oxígeno de que le separaron en el bosque primitivo de las viejas edades geológicas.

El calor de aquéllas llamas se comunicó al agua de la caldera, y la hizo vapor. Oprimió éste los émbolos de los cilindros; los puso en movimiento; transmitióse el movimiento al dinamo con rapidez vertiginosa, y al girar éste en presencia de los imanes, por su ovillo de alambre circuló la corriente eléctrica. Y la corriente eléctrica se puso á correr á lo largo de la vía; la cogió al paso una pieza metálica, el trole, por ejemplo; la llevó al dinamo del coche, que giró rápido, que hizo girar las ruedas del vehículo, y que le obligó á avanzar, con los viajeros que llevaba, á todo lo largo de los carriles.

He aquí, cómo, porque un rayo de luz jugueteó hace muchos siglos en un bosque geológico y sobre unas verdes hojas, hoy van unas cuantas personas en tranvía eléctrico, á sus quehaceres unos, á sus placeres otros, y á donde quieran ir todos, sin esfuerzo ni fatiga de su parte.

Para ahorrarles esfuerzos y fatiga, trabajaron el sol, el bosque y el ácido carbónico de aquellos siglos remotos

Hemos dicho—y perdónesenos la presente digresión—que un conductor metálico, un hilo, por ejemplo, corre á lo largo de la vía; pero puede correr de muchos modos, y de aquí diversos sistemas de tran-

vías eléctricos. Enumerarlos y describirlos todos, no sería propio de estos artículos.

Limitémonos á consignar, que unas veces el hilo es *aéreo* y va sostenido por columnas ó postes, como los hilos del telégrafo: entonces la comunicación entre el carruaje en marcha y el hilo conductor se efectúa por una percha que lleva en su parte alta una ruedecilla de bronce ó trole, el cual rueda constantemente sobre dicho conductor. Ó bien se sustituye al trole un grueso hilo de cobre, según el sistema de la casa Siemens.

Estos tranvías de cable aéreo han sido hasta aquí los predilectos de los americanos. En Europa las exigencias estéticas del público y la resistencia de los Municipios se han opuesto tenazmente á su establecimiento.

Otras veces se coloca el conductor eléctrico bajo tierra, y tenemos los tranvías de conductores subterráneos. Sobre el conductor corre una especie de hendidura, y la corriente se toma por una varilla metálica aislada, que baja por la hendidura en cuestión á frotar el conductor eléctrico.

Existe todavía otro tercer sistema, en que el conductor va al nivel del suelo. Pero este sistema exige disposiciones especiales para evitar la dispersión de la corriente.

La índole de este artículo nos impide entrar en más pormenores técnicos. Pero el principio en que

todos los tranvías eléctricos se fundan, exceptuando los de acumuladores, es siempre el mismo. Establecer una corriente eléctrica á lo largo de una vía, y tomar desde el coche en marcha esa corriente, para hacerla trabajar en el interior del vehículo.

LOS RAYOS X

Gran interés ha despertado, así en los círculos científicos como en la masa general de las gentes, el profesor Rœntgen de Würtzbourg con su descubrimiento de los rayos X.

En Academias, en Universidades, en revistas de ciencias, en la prensa diaria de todos los países, hasta en salones y casinos, no se habló durante algunas semanas más que de los rayos X, de rayos catódicos, de tubos de Crookes, de fotografías á través de cuerpos opacos y de universales transparencias para rayos *invisibles* de luz.

Sobre todo, la *mano espectral;* quiero decir, aquella mano toda negra, que parece mano de espectro, brotando repentinamente de las tinieblas y posándo-

se siniestra sobre la plancha fotográfica con sus huesos de esqueleto vigorosamente dibujados; en suma, la mano fantástica de Rœntgen ha producido un efecto inmenso en el público.

Y es que la sombra, como podemos *verla*, nos impresiona más que la luz. La luz es más hermosa; la sombra es más dramática. Á la luz, todo es claro; en la sombra, todo es misterio. Yo creo que nuestro espíritu fué creado precisamente para los rayos X.

El descubrimiento del célebre profesor nos atrae, más que por nada, por lo que tiene de incomprensible ó de contradictorio: *luz que no se ve.*

Y, sin embargo, *el hecho en sí*, ni es nuevo, ni es contradictorio, ni es misterioso; es una novedad científica de sumo interés y de importantísimas aplicaciones; pero nada más.

Hechos análogos, hay á centenares: la mano del esqueleto negro, ni viene del otro mundo, ni es siquiera una fotografía, en el sentido vulgar de esta palabra.

Es una *sombra arrojada* por transparencias relativas.

La luz que forma la fotografía de la ya célebre mano no ha sido reflejada por ella en su faz anterior, sino que penetró por su faz posterior y proyectó su sombra sobre la lámina sensible. Pasó con facilidad relativa por las partes blandas, que contienen carbono, oxígeno, hidrógeno y ázoe, y grabó medias tin-

tas; no pudo pasar por los huesos, que contienen sales metálicas, y los dejó en sombra; mejor dicho, arrojó su sombra sobre la pantalla fotográfica.

Recórtense varias *manos* en una gasa, superpónganse hasta obtener cierto espesor; recórtese asimismo en un cartón la forma de los huesos, y colóquese en su sitio propio sobre el paquete de gasas, y bastará proyectar el conjunto por medio de una luz sobre una pared blanca para obtener *la sombra de una mano* análoga á esa que todos hemos visto con admiración en ilustraciones y periódicos; la mano resultará una especie de *penumbra*, porque algunos rayos de luz pasarán por las gasas; el esqueleto será una *sombra*, porque el cartón no deja pasar la luz.

Pero ¿qué rayos singularísimos, prodigiosos, nunca vistos—se nos dirá—, son esos del profesor Rœntgen, que pasan por un par de centímetros de madera, por un libro de 1.000 páginas, por las tapas de una caja, por un envolvente completamente negro? ¿Qué rayos de luz son esos, que van por la sombra y de sombra están formados? ¿Qué luz puede existir que no se vea, que reniegue de su ser, que esté forjada de tinieblas? ¿Qué claridades enlutadas tienen virtud bastante para filtrarse por los cuerpos opacos, como rayos de sol por transparente cristal?

Pues, sin embargo, ¡cuántos y cuántos rayos hay que hacen todo eso, sin que nosotros lo sospechemos!

Es más: los hombres de ciencia, sabido tienen que

existen tales rayos; de suerte que, bajo este punto de vista, las experiencias del profesor Rœntgen, ni les admira, ni les extraña.

El espacio está cuajado por infinitos rayos que no se ven; por todas partes líneas de fuerza; por todas partes rayos de calor, de electricidad, de magnetismo; de luz también, pero de luz invisible, como son todos los rayos, ultra-rojos y ultra-violados (ó ultra-violeta) del aspecto solar.

Si tuviéramos sentidos á propósito para ver rayos invisibles, veríamos que el espacio es una inmensa telaraña de infinitos hilos, entretejiéndose en todos sentidos, con nudos y cruzamientos y redes sin fin. En esa *telaraña-dinámica* invisible, pero de suprema energía, estamos y nos movemos, pasando de una á otra de sus mallas misteriosas, enredándonos en los inacabables pliegues de la tela unas veces, rompiéndola otras, bregando siempre como pobres moscas humanas en la intrincada complicación de la prodigiosa urdimbre.

Y esos rayos, y los de la inmensa telaraña, penetran nuestro cuerpo y penetran todos los cuerpos, los transparentes como los opacos; de suerte, que lo extraño sería que no hubiese rayos que pasaran por los cuerpos opacos, no que los rayos X los atraviesen.

El público se asombra de que unos rayos que no se ven, una *luz* que *no luce* para nosotros, trace la sombra fotográfica de los objetos. ¿Pero acaso las fo-

tografías se obtienen con los rayos solares que vemos? No, seguramente.

El espectro solar se compone de muchos rayos X, cada uno de los cuales es una línea de vibración de las partículas del éter; al menos, esta es la hipótesis dominante, el simbolismo más perfecto y más fecundo de cuantos se han inventado para explicar el fluido luminoso. Cada rayo es como una *nota musical del éter*, las hay graves, las hay agudas, y el prisma las abre en abanico irisado; es decir, las dispersa en forma de espectro solar. Pero nuestros sentidos son más finos, *orquesta del espacio*, maravillosa gama de colores, sólo vemos los colores comprendidos entre el *rojo* y el *violado*; el color rojo, que supone 477 millones de millones de movimientos vibratorios en un segundo de tiempo, es la *nota baja* de la escala musical de los cielos; el color violado, para el cual cada átomo de éter vibra 734 millones de millones de veces en un segundo, es la *nota alta* de las tiples celestes.

Pero hay otros muchos rayos de luz inferiores al rojo y superiores al violado por el número de vibracines; y esos, que rayos de luz son, que se componen de vibraciones, que trabajan á nuestro alrededor, como rayos de calor y como rayos químicos, esos, repito, *no los vemos*.

Precisamente los rayos eficaces para la fotografía son *rayos oscuros*, son los superiores al violado, los

invisibles para nosotros. No hay, pues, que asombrarse, si los *rayos negros* de Rœntgen graban sobre la plancha fotográfica la *mano espectral*.

Existe, pues, la *luz negra*, y por lo tanto invisible, como existe la luz blanca ó la luz de colores.

La luz, según las teorías modernas, y objetivamente considerada, *es vibración* del éter; la veremos ó no, según la agudeza de nuestros sentidos ó lo grave de la *nota luminosa*.

Pero nuestros sentidos no son más que ventanitas muy estrechas abiertas al mundo exterior: *vemos* lo que por las ventanitas pasa, á veces algo enturbiado, porque las ventanitas tienen cristales y son algo turbios; conjeturamos algo de lo que no vemos, por analogías y simbolismo, y á eso se reduce nuestra ciencia.

Si el cielo estuviese cubierto por una inmensa bóveda con unas cuantas ventanas, sólo veríamos pequeños cuadros azules con estrellas ó resplandores; pero no veríamos las anchuras infinitas del firmamento, ni los rosados celajes de Oriente, ni las espléndidas puestas del sol. Pues nuestros sentidos son esas claraboyas abiertas hacia lo infinito.

Multiplíquense nuestros sentidos, y veremos muchas cosas que hoy no vemos, pero que nuestra impotencia no consigue anular: y ya no habrá para nosotros cuerpos opacos, que todos serán de cristal transparente atravesados por efluvios eléctricos, y

por líneas de fuerza, por rayos de calor, por rayos X: un mundo de cristal de roca; una transparencia universal.

Que el descubrimiento es importante, nadie lo duda; pero no es que señale fenómenos sin precedente, es que ha aumentado por manera notable la *intensidad* de otros fenómenos *anteriores y análogos*. Ya los rayos catódicos hacían algo de lo que hacen los rayos X, y aun hay experiencias sobre la *luz negra* parecidas á las del insigne profesor germano.

El poblema consiste en despejar la X de Rœntgen. Y por eso lo que los sabios se preguntan es lo sisiguiente: ¿Qué son los nuevos rayos? ¿Son distintos de todos los conocidos hasta hoy, como muchos suponen? Pues hay que estudiarlos y definirlos. Por lo pronto, se dice que no se *reflejan*, que no se *refractan*, y esto si que es *singularísimo*; que no se polarizan, y esto ya se comprende, pues basta para ello que se compongan de vibraciones longitudinales; en fin, que no se desvían por influencias electromagnéticas; pero que, sin embargo, ejercen influencias eléctricas, propiedades á primera vista contradictorias.

Pero estas propiedades, ¿son más bien aparentes que reales, como suponen algunos, y no son los rayos X más que los ya conocidos rayos *catódicos* (de que hablaremos en el artículo próximo), que han brotado fuera del tubo de Crookes en que se engendraron? Esto todavía no se sabe; es decir, se ignora

si los rayos X son los mismos rayos *catódicos* ya conocidos hace tiempo, ó si son completamente nuevos.

¿Son acaso los rayos X, se sigue preguntando, rayos ordinarios de luz, pero de la región invisible de los rayos ultra-violeta ó químicos? También se ignora, pero no se cree probable.

¿Son vibraciones longitudinales del éter, al contrario de los rayos de luz, que se componen de vibraciones transversales? Sigue ignorándose; aunque algún físico alemán sostiene ésta hipotesis, que concuerda por manera notable con la establecida por Mr. Renard en una Memoria del año 65, que hoy nadie recuerda y que no he visto citada en ninguna parte.

¿Ó son, por ventura, los rayos X algo así como líneas de fuerza eléctrica?

Esta explicación se enlaza con la precedente.

Y el resultado final es, que los rayos X continúan en plena posesión de su incógnita X, de su X misteriosa.

Otro problema importantísimo es averiguar cómo se producen tales rayos, dónde se encuentran, cuáles son sus desconocidos filones en el seno de la Naturaleza.

Aunque hay quien cree que existen rayos X en la fluorescencia, la única manera de producirlos, su verdadero foco, está en la corriente eléctrica, cuando pasa por una atmósfera en que se ha hecho cierto

vacío hasta una millonésima, por ejemplo, lo cual equivale á decir que los rayos X proceden de los tubos ó esferillas de Crookes, ó de otras análogas transformaciones de los célebres tubos de Geissler, de que hablaremos en otro artículo. Es decir, que si los rayos X no son los rayos catódicos, al parecer, de ellos proceden; son su descendencia legítima, porque en los tubos de Crookes, rayos catódicos son los que irradian del polo negativo.

Vemos, pues, que respecto á los rayos X poco se sabe todavía. Que atraviesan cuerpos opacos para la luz visible; esta es la nota dominante. Y este misterio es precisamente lo que les hace más interesantes, y lo que más excita nuestra admiración y más estimula nuestra curiosidad. Si supiéramos lo que son, es posible que los desdeñásemos. Lo que se posee, casi se desprecia, por mucho que valga. Las coqueterías de la Naturaleza son el gran estímulo del sabio. La Naturaleza, envuelta en misterioso velo, dejándonos adivinar bellezas inmortales, pero sin descubrirse nunca del todo; levantando una punta de la flotante gasa para que pase un relámpago de hermosura, y dejándola caer después de deslumbrarnos; éste es el poema eterno de la ciencia, y los amores eternos del que ama la verdad.

Permítaseme un cuento, que es verdadera historia, antes de terminar este árido artículo, y sirva para templar un tanto su aridez.

Representábase una tarde, en el teatro Español, cierto drama de mi amigo D. V. G., y presenciaba el espectáculo uno de sus hijos, niño de muy pocos años, que lleno de contento ocupaba un palco y seguía con interés sumo, aunque sin comprender una palabra de toda aquella máquina, las interesantes peripecias de la escena.

El drama gustaba muchísimo, y al final el público en masa pidió que saliese el autor.

El pequeñuelo no había estado nunca en el teatro; no sabía qué era ni qué significaba aquel alboroto; pero el ruido, los aplausos, las decoraciones y la luz le tenían excitadísimo: de suerte que acompañaba al público en su entusiasmo, palmoteaba con toda la fuerza de sus manitas y gritaba con todo el empuje de sus pulmones: *el autor, el autor, que salga el autor*. Él ignoraba, por su bien, lo que la palabra *autor* significaba.

Al fin se levantó el telón, y el autor salió á escena.

Verle el niño, que esperaba algo extraordinario, otra decoración acaso, tal vez dos personajes que riñesen, ó alguno que muriera, y caérsele las alas del corazón, todo fué uno. Ya no gritó más, cesó de palmotear, y volviéndose con expresión de profundo desencanto á la niñera, le dijo esta frase de transcendental, aunque infantil filosofía: *¡Toma, si es papá!*

¡Meter tanto ruido para *ver á papá*, pensaría él en

su cabecita, cuando á papá le estoy yo viendo á todas horas!

Pues ante las verdades de la ciencia, todos somos como el hijo de mi amigo. Primero, mucho afán, mucho entusiasmo: ¿qué será lo desconocido?

Y cuando lo desconocido se explica, quiero decir, cuando se reduce á fenómenos vulgares, de uso diario y corriente, entonces el desengaño y el desdén; acaso la burla.

Hoy: ¡Los rayos catódicos! ¡Los rayos X! ¡La fotografía á través de los cuerpos opacos! ¡La luz negra! ¡Qué asombro!

Mañana, la explicación. Y como la explicación llegue y nos parezca sencilla, todos diremos, como aquel niño filósofo: *¡Toma, pues si es papá!*

Sin reparar, ni él, ni nosotros, que lo que tomamos por explicación es otro problema con otra X más formidable que la primera. Sí, es papá; pero ¿qué quiere decir papá?

EL CALOR

El *calor*: no puede haber en estos meses cuestión de más oportunidad. Bien puede asegurarse, sin forzar mucho la metáfora, que es cuestión que está sobre el tapete, sin perjuicio de derramarse en lluvia de fuego por calles y por plazas, por campos y por montes, calcinando piedras, caldeando aguas corrientes, inflamando la sangre y la savia y empujando hacia los 50 grados todos los termómetros.

En rigor, al que sufre altas temperaturas no le importa mucho saber lo que el calor sea, si es persona que sólo vive de los sentidos, que con ellos se estremece de placer ó con ellos se retuerce de dolor; pero el que viva con la vida intelectual y sienta nobles aspiraciones, y á sus impulsos busque *la razón* y *el por qué* y *el cómo* de las cosas, á ese no le disgus-

tará saber lo que es calórico, ó, por lo menos, conocer la hipótesis que se ha forjado para explicar este universal orden de fenómenos.

En los tiempos de la Escolástica y en los que heredaron sus tendencias, la explicación de cualquier fenómeno natural era bien fácil. En inventando *entidad* que la representase, una especie de *Dios* de la Metafísica, no más firme ni más verdadero que cualquiera de los dioses del Olimpo pagano, la dificultad quedaba zanjada y el problema quedaba resuelto.

Con las *entidades metafísicas* por un lado y con las *cualidades* ocultas por otro, no había fenómeno, por dificultoso y enmarañado que fuese, que no quedara explicado por modo perfecto.

Los fenómenos de la *luz*, por el fluido *luminoso* y por su propiedad de *brillar*.

Los fenómenos del *calor*, por el fluido *calórico* y su cualidad intrínseca de *calentar* los cuerpos.

Por el fluido *eléctrico*, todos los fenómenos de la electricidad.

Y si el opio hacía dormir, era por su propiedad dormitiva ó *dormilona*.

No hay misterio que no se explique ó que no se haya explicado de este modo. Los astros corren por el espacio, porque unos ángeles invisibles van tirando de ellos por manera más ó menos poética, pero, en el fondo, como van tirando los caballos de punto de los coches de alquiler. Y en dando vida, intención y

potencias ocultas á todos los objetos de la Naturaleza, los hechos más complicados se reducen á hechos bien sencillos; el imán atrae el hierro por no sé qué oculto linaje de *pasión amorosa*, y el agua sube en los tubos de las bombas porque la Naturaleza tiene *horror al vacío*.

El mundo pagano pobló la Naturaleza de dioses y la antigua Física pobló también de otra caterva de dioses menores todos los fenómenos del Universo. Los primeros eran dioses holgazanes y vanidosos; los segundos eran dioses trabajadores, aunque tampoco eran modestos; y unos y otros, ante la ciencia moderna, se han desvanecido, como se desvanece la neblina de ondulantes pliegues y caprichosos contornos al herirla los primeros rayos del sol naciente.

No quiere esto decir que la ciencia moderna no forje multitud de hipótesis, unas racionales y diariamente comprobadas por el método experimental, otras más ó menos aventuradas, pero todas ellas inspiradas por la ciencia positiva.

Así, por ejemplo, y viniendo al objeto de este artículo, al buscar una hipótesis que explique el calor, no se pretende penetrar en la esencia de las cosas, ni llegar al germen de los seres, ni del Cosmos. La ciencia limita sus ambiciones y formula el problema de esta manera. Los fenómenos del calor, ¿no podrán explicarse por otros fenómenos, de los que estamos acostumbrados á ver diariamente, de los que

nuestros sentidos perciben, ó por la vista, ó por el oído, ó por el tacto; de los que, en fin, los hombres de ciencia miden y pesan y reducen á números?

¿Será el calor un fenómeno nuevo, y sin ejemplo ni término semejante, como no busque la semejanza en sí mismo, ó será un fenómeno complejo, pero reducible, en descomponiéndolo, á otros fenómenos y hechos conocidos?

La opinión de casi todos los físicos, empezando por el ilustre Tindall, es esta última.

El calor y los fenómenos que engendra no son de un género especial, sino que, bien al contrario, se reducen á fenómenos que todo el mundo conoce; mejor dicho, á uno solo: el *movimiento*.

Porque, digámoslo de una vez, el calor, según la hipótesis moderna, generalmente admitida, no es más que la *vibración rapidísima de las partículas que constituyen cada cuerpo*.

Cuando la vibración es *muy rápida*, se dice que el cuerpo está *á alta temperatura*. Cuando la vibración *disminuye*, el cuerpo se *enfría*. Cuando es relativamente pequeña, el cuerpo en cuestión está muy frío. Y si las partículas quedaran inmóviles, ó poco menos, habríamos llegado al verdadero *cero del termómetro*, que está muy por bajo del cero aparente.

Un cuerpo está á mayor temperatura que otro cuando esta vibración interna es mayor en el primero que en el segundo, y la tendencia á equilibrar

sus temperaturas no es más que la tendencia á equilibrar sus movimientos vibratorios.

Supongamos dos *estanques* ó dos lagos, separados por una *larga compuerta*. En el uno, pasó sobre sus aguas una poderosa ráfaga de viento y levantó un *violento oleaje*. En el segundo, apenas tocó el huracán, y el *oleaje es pequeño*. Pues cuando se levante la compuerta y se pongan en comunicación los dos estanques, el mayor oleaje pasará á las aguas del oleaje más débil, buscando, por decirlo de este modo, un *equilibrio de agitación:* que los dos vibren del mismo modo, que no haya acción del uno sobre el otro, que en éste y en aquél las olas tengan la misma altura.

El ejemplo que precede es un símbolo perfecto, dada la hipótesis que hemos aceptado, de los que suceden cuando un cuerpo caliente se pone en comunicación con un cuerpo á menor temperatura que la suya. Pasar calor del uno al otro, no es más que pasar un *movimiento vibratorio violentísimo* á donde reina otro movimiento *más débil*.

Cuando un ascua cae sobre mi mano, la sensación, sea la que fuere, que este mundo de las sensaciones es más complicado que el mundo de la Física, porque en aquél aparece un fenómeno nuevo, misterioso y sublime, *la conciencia;* pero en cuanto al hecho material del ascua que quema la piel, su explicación no es otra que la que hemos dado hace un momento con el ejemplo de los dos estanques.

El ascua es el estanque de poderosa vibración; pasó sobre el huracán de las llamas en el lugar de donde se extrajo. Todas las partículas del ascua vibran con vibración enorme, vibración tan grande, que se hace visible en forma de luz. En cambio, mi mano es el estanque del oleaje relativamente débil, y la consecuencia es la misma que antes apuntábamos: la agitación, el movimiento vibratorio, el oleaje de fuego del ascua, invade con tempestuosas olas la mano en que ha caído, cuya piel no puede resistir la tremenda vibración, y pronto se desorganiza y se destruye, como las olas del Océano destruyen la escollera de un muelle en los asaltos de sus titánicos furores.

Esta teoría del calórico por el movimiento vibratorio de las partículas de los cuerpos, explica del modo más natural todos los fenómenos de esta rama de la Física; así la fuerza expansiva de los gases, como la formación de los vapores, como la dilatación de los cuerpos; y ha dado origen á toda una ciencia, la *termodinámica;* por más que muchos escritores ilustres la constituyan como ciencia puramente experimental é independiente de cualquier hipótesis sobre la naturaleza del calor; pero, aun así y todo, no puede negarse que esta nueva rama científica está impregnada de la teoría que vamos exponiendo.

El calor dilata los cuerpos, hemos dicho, y no

creemos que á nadie le quepa duda sobre esta verdad en los meses de verano, que van corriendo ó que van andando.

Pues bien, este fenómeno vulgarísimo se explica, dentro de esta hipótesis, de la manera más sencilla. Puede decirse que se está viendo materialmente, cómo y por qué todo aumento de calórico trae consigo una dilatación necesaria.

Presentemos un ejemplo que haga comprender nuestra idea.

Imaginémonos en una llanura una masa apiñada de gente por cuyo contorno corre una especie de cinturon de goma elástica, que impide á la muchedumbre desparramarse en todos sentidos.

Supongamos ahora que en esta masa de gente estalla de pronto una gran agitación, que luchan, que se empujan, que vibran, procurando cada individuo con sus movimientos convulsivos alejar de sí á los demás y ganar mayor espacio libre para sus giros, saltos y sacudidas. ¿No es evidente que esta agitación interna se irá transmitiendo al contorno? ¿Que la muchedumbre se extenderá por mayor espacio? ¿Que el cinturón elástico tendrá que estirarse, y que, en suma, aquella masa humana se *dilatará* ocupando mayor y mayor superficie, cuando crezca y crezca su agitación? Pues esto mismo le sucederá á todo cuerpo cuya temperatura aumente, es decir, cuyo calor crezca; porque, al fin y al cabo, todo

cuerpo es muchedumbre de moléculas. Á mayor agitación interna, mayor ensanche; ensanche contenido tan sólo por las fuerzas de cohesión y por la presión exterior, simbolizada en nuestro ejemplo por el cinturón elástico que marcaba el contorno del gentío.

Más aún: la agitación de la masa humana puede ser tan grande, que rompa el cinturón que la estrechaba, y en este caso todos los individuos de aquella aglomeración *saldrán disparados*, y valga la palabra, en la extensión de la llanura; ni más ni menos que un líquido se reduce á vapor, cuando la temperatura es tan elevada que rompe todos los lazos moleculares que sujetaban unas partículas á otras.

Y no más son los vapores y los gases: conjunto de moléculas que corren aisladas é *individuales* por el espacio, como los individuos de nuestro ejemplo por la llanura.

Así pudiéramos seguir paso á paso el estudio de todos los fenómenos ó apariencias del calor, y veríamos cómo todos ellos se explican admirablemente por la serie de movimientos.

Pero, ¿á qué fatigar á nuestros lectores? *Calor* ya tendrán bastante sin necesidad de leer este artículo, que, por lo demás, mucho me temo que ha de parecerles, más que artículo interesante y *caliente*, mezcla frigorífica para el interés y curiosidad del que sienta curiosidad é interés por estas áridas lucubraciones.

De todas maneras, sabiendo ya *lo que es el calóri-*

co, y que sólo se trata de la *vibración interna de los cuerpos*, yo creo que podrían sufrir con más resignación los calores; para lo cual el medio es muy sencillo. No tienen más que repetir con resignación filosófica, y si les es posible con cierta elevación científica, esta fórmula: «¡Qué demonio, yo creía que esto que me molestaba era el calor, el vulgarísimo calor de Julio y Agosto, y, después de todo, *no hay tal calor*, lo único que hay es una vibración molecular más ó menos rápida del aire que respiro y de los cuerpos que me rodean!»

Desde el momento en que *el calor no es el calor clásico* de los siglos ignorantísimos que nos han precedido, sino un mero movimiento vibratorio de la materia, el calórico ha perdido, al rasgarse el velo misterioso que lo envolvía, toda su *fuerza moral*, y no puede hacer impresión alguna sobre espíritus verdaderamente filosóficos.

Sin embargo, las preocupaciones pueden tanto y puede tanto la costumbre, que yo, al escribir este artículo, sudo de la manera más vulgar y más anticientífica.

ENERGÍAS DISPONIBLES

Lo hemos dicho ya en otra Crónica: el elemento fundamental de la industria es *el trabajo*. Y esta palabra, en la mecánica y en la industria, tiene un sentido preciso y determinado; no es la palabra vaga é indecisa del lenguaje vulgar, es un concepto inconfundible con ningún otro concepto. Es una magnitud que se mide, y cuya unidad es el kilográmetro en general, y en la práctica el caballo de vapor, que son 75 kilográmetros.

Cuando en la industria se dice un *trabajo*, se entiende que es una fuerza actuando á lo largo de un camino, ó, lo que es lo mismo, *tantos kilogramos*, multiplicados por *tantos metros*, en tanto tiempo.

El trabajo es la vida, es la savia, es la sangre, es lo que circula en todas las industrias, desde el vai-

vén de la máquina de coser hasta los poderosos giros de la hélice de un trasatlántico; desde la tijera doméstica que corta una tela, hasta el martillo pilón que golpea como cíclope gigantesco sobre una masa rojiza de hierro.

Por eso, la industria no vive ni puede vivir sin la *energía*, que no es otra cosa que la suma de trabajos disponibles que se hallan en todo el globo terráqueo bajo una ó bajo otra forma.

En el lenguaje vulgar, se confunde la fuerza con el trabajo; y así se dice que una máquina de vapor tiene la fuerza de tantos caballos. Impresión incorrecta, porque debiera decirse que tiene una energía ó un trabajo disponible de tantos caballos de vapor.

La industria futura, su potencia latente, lo que le queda de vida, ha de medirse por la energía de que podrá disponer. Empleando la palabra energía en el sentido de trabajo ó fuerzas vivas.

Ahora bien: todas las energías de que la industria dispone son de dos clases. Las unas vienen *de fuera* del espacio, de los astros, del sol y de la luna principalmente; son, si se me permite la frase, *energías de importación*, y hasta con sus correspondientes aduanas.

Las energías restantes son *interiores;* pertenecen al globo terráqueo que habitamos, constituyen lo que pudiera llamarse *comercio interior* de las energías naturales.

La primera categoría de la energía disponible, la que hemos llamado de importación planetaria, se reduce á dos fundamentales, y se presenta bajo la forma de *calor* en la lluvia de fuego que el sol nos manda, y en forma de *marea* producida por el sol y la luna.

Precisamente, estas dos energías ó trabajos disponibles son los que no utilizamos, al menos directamente, y constituyen, sin embargo, un caudal inmenso: es el caudal del porvenir. Porque días llegarán en que el calor del sol y la fuerza de la marea puedan recogerse en condiciones convenientes, y centupliquen millares de veces la industria humana.

Día llegará, repetimos, en que el calor que ahora cae en millones de caballos de fuerza sobre los desiertos, consumiéndose estérilmente en tostar arenas, se convierta en electricidad y corra por millones de hilos á encender lámparas en las grandes poblaciones; á caldear viviendas en los días de invierno y mover fábricas en los centros industriales, á prestar velocidades vertiginosas á los trenes en las vías férreas; emancipando al pobre trabajador de la servidumbre material, y dejando á todos los hombres en libertad para que puedan entregarse á ese otro divino trabajo que se llama el pensamiento.

Y lo que hemos dicho del calor solar podemos decir de la inmensa y periódica ondulación de la marea; también ella tendrá que trabajar, en vez de detenerse

perezosa y estéril sobre la costa deshaciéndose en espuma, con jugueteos de monstruo marino.

Monstruos de la energía son el calor solar y la marea, que ya el hombre domará con el tiempo y convertirá en servidores domésticos.

Pero estas conquistas son para otro siglo; el nuestro está acabado.

Vengamos á la segunda categoría de la energía disponible, á las propias de nuestro globo, á las del mercado interior, á las de casa, por decirlo así.

Ó son energías químicas, no saciadas todavía, ó son diferencias ó saltos de temperatura. Y no tomo en cuenta otra fuerza disponible, como, por ejemplo, las caídas de agua y los vientos, porque en rigor, como ya explicaremos en esta ó en otra Crónica, son energías creadas por la fuerza solar, y á ella pertenecen por razón de origen.

Pero las nuestras, las propiamente nuestras, son las dos señaladas, á saber: reacción química y diferencia de temperatura en la masa del globo.

Claro es, por lo demás, que como la Naturaleza por darnos gusto no ha de ceñirse á nuestras clasificaciones ridículas de pigmeos ó de estudiantes torpes, mezcla en elevada síntesis todas estas energías, las exteriores y las interiores. Y así, por ejemplo, en la diferencia de temperatura influyen las que proceden de nuestro propio globo y de su calor interno y las que se derivan de la acción solar.

Á las primeras nos referimos únicamente por ahora.

Mas para que existan energías disponibles, no sujetas á influencias interiores, es indispensable *un desnivel, una desigualdad, un salto.*

La igualdad niveladora, en la Naturaleza es la muerte irremediable.

Si todo estuviera á nivel, no habría arroyuelo cubierto de espuma, ni ríos caudalosos, ni espumantes cataratas.

Si todo estuviera á nivel no habría picos nevados, ni espléndidos panoramas, ni alegres valles.

Nuestro mundo sería un inmenso pantano ó un inmenso lodazal.

Y de la temperatura, no se diga.

La sentencia más formidable de muerte que se ha lanzado sobre el universo es la de la *igualdad de temperatura.* Con la igualdad de la temperatura todo acaba. La mayor fuente de la energía es *el salto*, la catarata pudiéramos decir, *de calórico*: y para esto es preciso que un cuerpo esté á la temperatura elevada, y otro á la baja temperatura, y que la ondulación del calórico salte de uno á otro como en la montaña salta el torrente por un tajo, deshaciéndose en espuma y revolviéndose en borbotones.

El germen de la fuerza siempre reside en esto: *cosas ó elementos que están separados y que quieren unirse con ímpetu de vida*; y al encuentro le salen la

industria con sus invenciones y utiliza este ímpetu, que es trabajo disponible, ya sea una masa de agua la que se precipita, ya sea la radiación del calor. En medio de la catarata líquida coloca la industria la turbina. En el camino de la catarata de fuego coloca el hombre la máquina de vapor.

Pero en uno y otro caso, para colocar la turbina, ó para colocar el hogar y caldera, es preciso que haya salto y desnivel, ó salto de agua ó desnivel de temperatura.

De lo contrario, no habría energía que aprovechar.

Y lo que decimos de la diferencia de temperatura, decimos de las reacciones químicas no satisfechas.

Para que se conviertan en energía, en trabajo industrial, en caballos de vapor, es preciso que sus afinidades no estén hartas ni saciadas. Si lo están, se acabó la fuerza. No se precipitarán unos átomos sobre otros, ni podremos salirles al encuentro para utilizar su ímpetu y el calórico que al unirse han de desarrollar. Por eso, la mayor parte de las energías químicas son ya cadáveres en nuestro globo. Pero materia es esta demasiado importante para tratada de paso.

CALEFACCIÓN ELÉCTRICA

El fluido eléctrico ha penetrado en el campo de la industria á manera de conquistador, arrollando, venciendo, matando—puede decirse—á gran número de los antiguos procedimientos.

Ha arrinconado á la telegrafía óptica con el telégrafo eléctrico; ha creado el teléfono; ha herido gravemente al gas del alumbrado; ha resuelto, por manera maravillosa, el transporte de fuerzas, porque maravilla es que vayan por un hilo, como pudiera ir un telegrama, 200 ó 300 caballos de fuerza á 1.000 ó 2.000 kilómetros de distancia; sin contar con la electrolisis, con el hornillo eléctrico, con los acumuladores, con

la tracción eléctrica ni con tantos otros prodigios como está ya realizando el fluido eléctrico en todas las industrias. Pero hay un problema que todavía no ha resuelto, al menos en terrenos prácticos; á saber, el de la *calefacción eléctrica*.

No porque no haya resuelto el problema en teoría, y con una solución bien sencilla y bien elemental.

Cuando la corriente eléctrica va por un conductor, siempre hay desarrollo de calórico; si la corriente se duplica, se cuadruplica el calórico desarrollado; si se triplica, se hace nueve veces mayor; y así sigue creciendo en proporción de la segunda potencia.

Y, á la vez, crece con la resistencia propia de la substancia que constituye el conductor.

Diríase que las moléculas de éste se oponen al paso del fluido, como en el cauce de un arroyuelo se oponen á la marcha del agua las gravas y las piedrecillas. Y como la corriente líquida, ante los obstáculos que se oponen á su marcha, se cubre de ondas y de espumas, así la corriente eléctrica vibra y hace vibrar á las moléculas del conductor con la vibración del calórico. Espuma, pudiéramos decir—si la imagen no pareciese atrevida—del torrente eléctrico; pero espuma invisible, como lo es el calórico, al menos hasta cierto grado: que cuando de él pasa, también se convierte en esa divina espuma que se llama la luz.

De modo que un calorífero eléctrico, á bien poca cosa se reduce y bien fácil es de construir.

Un alambre muy largo apelotonado de cualquier modo, y, además, muy delgado, para que ofrezca una gran resistencia al paso del fluido, constituye, por sí solo, un calorífero eléctrico, porque el alambre se caldea é irradia calórico en todas direcciones.

En cualquier alambre, la conversión de la electricidad en calórico es inmediata. Y hace ya tiempo que por este sistema se han construído diferentes aparatos.

El más común, es el que tiene la forma de una *pantalla*. Un hilo metálico de gran longitud circula en el espesor de dicha pantalla, embutido, por decirlo de este modo, en un esmalte especial. Y á esto se reduce el aparato. La corriente circula por el hilo; le caldea; caldea el esmalte, y la pantalla se convierte en un foco de calor; nada más sencillo y nada más cómodo. Para que funcione el aparato, basta enchufar *el flexible*, como si se tratara de una lámpara eléctrica. Para que cese de funcionar, basta desenchufarlo.

Verdad es que tal pantalla es de todo punto antiestética y hace el efecto de una pantalla fúnebre, porque el calor que de ella se desprende es obscuro: no tiene ni las alegres llamas de la antigua chimenea, ni el rojo canastillo de la chimenea moderna, ni siquiera el foco rojizo del calorífero del petróleo; ni se oculta modestamente, ya que no pueda lucir como la tubería de la calefacción por vapor ó por agua ca-

liente. Hace acto de presencia, y es un mueble más, que ni acompaña ni alegra.

Sin embargo, tan cómodo es, que todas sus realdades acabarían por triunfar para los usos domésticos si no fuera enormemente caro.

La pantalla eléctrica es hoy inaplicable, porque nadie se resigna á gastar 20 ó 24 reales diarios para dar calor á una sola habitación.

En este terreno, la electricidad ha quedado vencida hasta hoy. Pero los inventores no cejan. Y recientemente ha presentado Mr. Le Roy á la Sociedad de Ingenieros franceses un nuevo sistema de caloríferos eléctricos.

Decimos nuevo, y, sin embargo, la idea es siempre la misma: hacer pasar una corriente eléctrica por un conductor de gran resistencia, que convierta la energía del fluido en energía calorífica.

Lo que el inventor hace es sustituir á los conductores metálicos ordinarios un nuevo cuerpo, que mis lectores acaso no conozcan; á saber: el silicio.

Pero si no le conocen á él personalmente, conocen á uno de sus compuestos; es decir, á su combinación con el oxígeno, que es la sílice; esa la encuentra cualquier ciudadano en cualquier guijarro con que tropiece.

Pues bien; el silicio ofrece mucha más resistencia al paso de la corriente que todos los demás cuerpos hasta hoy empleados, ya como conductores, ya como

medios de resistencia. Su resistencia es 1.300 veces mayor que la del carbón y 200.000 veces mayor que la del metal más resistente.

El inventor convierte al silicio en pequeñas barras, y las acopla, formando algo así como leños artificiales.

Al circular por ellos la corriente eléctrica los enrojece y eleva su temperatura, según se afirma, á más de 1.000 grados, con lo cual se consigue un foco poderoso de calor.

La forma del calorífero también es distinta de la empleada; hasta la desdichada forma de pantalla ha desaparecido.

Mr. Le Roy construye un trípode en cuyo platillo superior coloca diez ó doce paquetes de silicio de los que antes hemos descrito, con lo cual parece que ha de obtenerse—si la descripción que hemos leído es exacta—algo así como un braserillo ó pebetero sosteniendo un montón de rojizas ascuas.

Este aparato puede ser, si se realiza tal como lo imagino, alegre y hasta elegante.

Para que el calor sea alegre, es preciso que le acompañe la luz.

En cuanto á la comodidad, será tan grande como la que ofrecían las pantallas eléctricas. Pero queda el punto principal, el coste.

Afirma Mr. Le Roy que su sistema es tan barato como el del gas del alumbrado, pero tal afirmación

la ponen en duda algunos Ingenieros, y no con malas razones, sino con razones bien fundadas.

En una estufa el carbón se quema directamente, y directamente se convierte la reacción química en calórico. Las pérdidas quedan reducidas á un mínimum.

Pero si este mismo carbón se consume en el hogar de una máquina, y las calorías que desarrollan han de emplearse en engendrar vapor, y este vapor ha de actuar como fuerza en la máquina, y la máquina ha de poner en movimiento un dinamo, y el dinamo, á su vez, ha de engendrar la corriente eléctrica, y la corriente eléctrica ha de pasar por el silicio, cerrando el ciclo y convirtiendo al fin su energía en energía calorífica, por la resistencia que oponga á su paso, claro es que en tan largo camino y en tantas transformaciones, las pérdidas han de ser considerables. ¡Gran triunfo sería utilizar un 15 por 100 de la energía primitiva!

Un caso hay, sin embargo, en que el anterior razonamiento cae por su base, y será aquél en que la potencia empleada para producir la electricidad no sea la de una máquina de vapor ó de una máquina de gas, sino la de un motor hidráulico.

Sobre todo lo dicho, está lo que decida la experiencia, que es el juez casi inapelable en materias de esta índole.

Hermosa solución del problema sería, sin embar-

go, ver un braserillo con ascuas eléctricas, que ni huelen, ni dan tufo, ni dejan ceniza.

Aunque esto de la ceniza, ¡quién sabe!, por ceniza acabamos todos y acaban todas las cosas. Pero mientras la ceniza llegase, gozaríamos de los resplandores eléctricos.

ORO Y PLATA OCEÁNICOS

Busca el hombre la felicidad por todas partes, y pocos hombres la encuentran.

Pero rebajando sus ideales, busca por todas partes el oro, y lo encuentra muchas veces.

Lo busca en la costra sólida del esferoide terrestre, y encuentra minas riquísimas del codiciado metal.

Lo busca en las aguas de los ríos, y ocasiones hay en que también lo encuentra en sus arenas, aunque en cantidades mínimas.

Lo busca hoy mismo en las regiones heladas del Polo y, según se dice, el metal amarillo aparece más de una vez bajo los espléndidos cortinajes de la aurora boreal.

Pero todo esto es bien poca cosa, si se comparan las minas hasta hoy conocidas con el *inmenso criadero* que, según afirman los periódicos americanos, acaba de descubrirse, y ha comenzado ya á explotarse. Porque esta mina inmensa, este criadero estupendo, estos colosales *placeres líquidos*, si la palabra vale, no son nada menos que el *Océano entero*.

Las aguas del Océano tienen oro. En cada metro cúbico una cantidad mínima. ¡Pero hay tantos millones y millones de metros cúbicos de agua en la masa infinita de los mares, que aun así resulta—según ciertos cálculos que no juzgamos en este momento—que la riqueza aurífera de los Océanos es verdaderamente enorme!

Hasta aquí, el Océano había sido un monstruo de olas gigantes, de revuelta espuma, de formidables tempestades, de abismos sin fin, de monstruos marinos y de monstruosas corrientes. Desde hoy en adelante, podrá convertirse en una mina inagotable de metales preciosos. Porque no sólo contiene oro, sino que contiene plata, y, según parece, ésta se halla en doble cantidad que aquél.

Podremos, de hoy más, sacar plata y oro á voluntad, mediante ciertos procedimientos.

Cuáles sean éstos, se ignora todavía; porque los inventores y los interesados en las nuevas empresas guardan una reserva absoluta.

Ayer era el *argentaurum*. Hoy son las aguas del mar. Y, al menos en esta última invención ó descubrimiento, los horizontes son mucho más amplios que para la primera. ¡Como que se extienden por toda la redondez de la tierra!

Empresa ésta de sacar oro del mar, de anchos horizontes. Y de ella puede decirse, alterando cierta conocida sentencia: *á Océano revuelto, ganancia de pescadores.*

Ello es, que en Lubec se ha establecido una Compañía con el título de *Electrolyc Marine Sats Company*, que tiene por objeto la explotación de las aguas del mar para la extracción de oro.

Por el pronto, se desdeña la plata; que ya se explotará cuando el oro se acabe.

Á este fin se ha construído un edificio, dividido en cien pequeñas cámaras revestidas de hierro galvanizado.

Cada cámara contiene un recipiente y un aparato especial, que por ahora es un secreto.

Con la marea creciente se llenan las cámaras; en la baja marea se desaguan, y en el intervalo se les extrae el oro que traían.

De manera que el abastecimiento y el desagüe de las cámaras es espontáneo. La marea sube y las llena; cuando la marea baja, las cámaras quedan en seco.

Ya hemos dicho que sobre el procedimiento de

extracción los inventores y los propietarios—y supongo que también los accionistas, porque en una empresa de esta clase accionistas no pueden faltar—guardan secreto absoluto.

Todas las operaciones se verifican con el mayor misterio. No se permite que nadie penetre en el edificio, y los *reporters* son rechazados heroicamente á pesar de sus heroicos esfuerzos.

Las 100 cámaras de extracción funcionan desde el mes de Febrero, y se afirma que por un capital empleado de 250.000 francos, el producto de oro por día es de 600 francos; y, por lo tanto, en un año, de 219.000; es decir, un interés del 100 por 100.

¡Del mar inmenso no podía esperarse menos! Y esta es ocasión, como ninguna, de repetir aquella frase: «¡la mar!»

Alentada por esta ganancia enorme, se afirma que la Compañía electrolítica se propone hacer una instalación diez veces mayor, estableciendo 1.000 cámaras con otros tantos aparatos, y dando ocupación á 500 obreros durante seis meses.

Todo lo dicho es tan colosal y tan misterioso, que los periódicos científicos de Europa, al dar esta noticia, reservan por completo su opinión.

Lo mismo hicieron con el *argentaurum*, y la más elemental prudencia lo aconseja.

Empresas que se envuelven en lo desconocido y que ofrecen tales ganancias, son siempre sospe-

chosas; aunque decir sospechoso, no es decir imposible.

¡El mar es tan grande, es de suyo tan misterioso, y encierra tanto y tantas cosas en sus senos inmensos, que de todo es capaz!

Según el título de la Compañía explotadora, parece que se trata de un procedimiento electrolítico. Y esto nos da ocasión para dar una idea, siquiera sea ligerísima, de la electrolisis.

La electrolisis es un procedimiento muy sencillo y muy complicado.

Muy sencillo, porque la idea fundamental no puede serlo más; muy complicado, porque la teoría completa lo es, y la más corriente anda todavía en tela de juicio.

Cuando á un baño en que existe un líquido con diversas substancias en disolución, llegan los dos extremos de un conductor eléctrico, como si dijeramos los dos polos, y cuando de uno á otro pasa la corriente al través del líquido y de las substancias que contiene, la electricidad no pasa inerte ó perezosa, sino que en la masa fluida realiza ciertos trabajos.

La verdad es que descompone ó tiende á descomponer todas las substancias que encuentra á su paso.

Unos elementos se cargan de electricidad positiva, otros de electricidad negativa, como se decía en la antigua nomenclatura; y unos elementos, por lo tanto, tienden á dirigirse á un polo, y otros al polo opuesto.

Todas las masas líquidas tienden, en cierto modo, á polarizarse, según leyes que, por su complicación, no pueden tener cabida en estas crónicas.

Pero el hecho es real y positivo, y toda la galvanoplastia y todo el análisis electrolítico no tienen otro fundamento.

El agua, si sólo el agua destilada contiene el baño, se descompone al paso de la corriente, y á un polo se va el oxígeno y á otro polo se va el hidrógeno. Y de este modo se hace el análisis del agua.

Si el baño contiene compuesto de oro ó plata, la corriente también lo descompone: el metal precioso se dirige al polo que le atrae; y si en este polo se coloca un objeto cualquiera convenientemente dispuesto, queda recubierto de una capa de metal; es decir, de una capa de oro ó plata.

Combinando el arco voltáico, que produce enormes temperaturas de miles de grados y que hace entrar en fusión los cuerpos más refractarios, con el procedimiento electrolítico, se obtienen nuevos procedimientos metalúrgicos para la extracción de metales.

En suma: la Sociedad á que nos referimos lleva un título rico en promesas.

Si éstas se realizan y se convierten en oro, tendremos una nueva California oceánica.

Pero estas cosas, para creerlas, hay que empezar por verlas.

Y, sobre todo, es preciso que lleguen á nuestro poder unos cuantos miles de onzas ó de bolillas de las que hoy vagan por los abismos del mar sin objeto útil, sin ventaja de nadie, y molestando acaso á los habitantes del mar amargo, que, de ser cierta la invención, perderá este clásico y tradicional nombre por el de *mar aurífero*.

TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE IMÁGENES

Se transmite el pensamiento por medio de signos convencionales, que transporta la corriente eléctrica entre los puntos más apartados del globo.

Se transportan las palabras á centenares de kilómetros, no ya por medio de signos, sino tal como la palabra es, con todas sus notas, con todos sus matices, con todas sus vibraciones.

Se transporta la fuerza por un hilo, como el hilo del telégrafo, y á 100 y á 200 kilómetros de distancia van por el conductor, como pudiera ir un telegrama, 80 y 180 caballos de vapor.

Ahora se anuncia un nuevo triunfo del fluido eléctrico: el *transporte de las imágenes*.

Cuando esto se consiga, no sólo podremos conversar con los amigos ausentes, sino que estando vosotros en Madrid y él en Barcelona—pongo por caso—, al mismo tiempo que nos hablamos nos veremos.

¡Verse y hablarse á 500 ó 600 kilómetros de distancia! ¡Lo admirable, lo estupendo, lo inconcebible! Y no será por arte de magia ó por obra del diablo, sino por arte y por obra del hombre y de su genio inmortal.

Veremos á las personas queridas; veremos un espectáculo; veremos un paisaje, con lo cual habremos suprimido casi el espacio, al menos en nuestro globo, y seremos á modo de pequeños dioses terrenales, que podremos estar con la vista y el oído en todas partes.

Pues bien; algunas revistas extranjeras anuncian la resolución de este problema: *transporte eléctrico de imágenes*. Y afirman que se ha constituído una Sociedad poderosa para dar al invento carácter práctico é industrial.

Dícese que el inventor es un pobre maestro de Viena; pero en cuanto á la invención, la Sociedad explotadora guarda gran reserva. Y en lo poco que se sabe, hay algo que, á decir verdad, no es nuevo.

Hace ya muchos años que algunos Ingenieros intentaron la solución del mismo problema. Y, si no recuerdo mal, en uno de los tomos de mi obra *Teo-*

rías modernas de la Física di cuenta de varias experiencias muy notables, y de algunas ideas que en aquella época eran nuevas.

Fundábase el antiguo procedimiento en esta propiedad del selenio: la conductibilidad eléctrica de dicho cuerpo varía con la cantidad de luz que recibe.

En este mismo principio parece que se funda la nueva invención.

Constrúyase una especie de tablero de damas con trozos cúbicos de selenio, perfectamente aislados unos de otros: algo así como un mosaico.

Establézcanse gran número de conductores eléctricos, haciendo que cada uno pase por una casilla del tablero.

Hágase pasar, asimismo, por cada conductor una corriente eléctrica.

Y sólo con esto tendremos ya preparada la plancha receptora ó el tablero receptor de la imagen.

Porque, en efecto, si un espejo recoge y proyecta sobre el tablero cualquier imagen, la cabeza de una mujer, por ejemplo, las pequeñas piezas de selenio del encasillado general recibirán distinta cantidad de luz.

En plena luz estarán unas; en plena sombra estarán otras. Muchas sólo recibirán una media tinta. Y estas sombras y estas luces formarán, como en la fotografía, por su variedad é intensidad: donde la resistencia sea grande, la corriente será pequeña;

donde la resistencia sea pequeña, alcanzará la corriente mayor fuerza.

Y de este modo, y en este manojo de conductores, la imagen primitiva se habrá convertido en una especie de imagen eléctrica, en que sombras y luces, con todas sus gradaciones, estarán representadas por corrientes eléctricas de intensidad distinta.

Será verdaderamente una imagen eléctrica, que va caminando por unos alambres. Por unos, irá el cabello con sus ondulaciones, sus sombras y sus luces. Por otros, irán los ojos con sus puntos brillantes y sus pupilas azules ó negras. Por otros, los labios sonrosados ó las suaves mejillas.

Una imagen dividida en pequeños pedazos, tantos como pedazos de selenio comprende el cuadro general.

Un mosáico, que se ha convertido en fluido eléctrico, y corre por varios hilos.

Esto hacían en la primitiva invención los primitivos inventores; y algo de esto debe hacer el maestro de Viena, porque, según parece, también emplea el selenio.

Pero se afirma que no sólo recoge las sombras y las luces del objeto, sino también sus colores. Y esto sí que es verdaderamente nuevo. Cómo lo consigue, si es que en efecto lo consigue, nadie más que el inventor, y, en todo caso, la Sociedad que explota la invención, lo sabe.

Queda un segundo punto, y es el de reducir el número de hilos; porque no es práctico mandar cuatro ó seis mil conductores eléctricos, uno por cada cuadradillo de selenio, desde la estación de partida á la de llegada.

En la invención primitiva, en la de hace muchos años, esto se conseguía por una pieza giratoria dotada de movimiento rapidísimo, uno de esos movimientos vertiginosos á que ha conseguido llegar la industria moderna. Y esta pieza giratoria iba poniendo en comunicación los centenares de hilos del cuadro de selenio con unos cuantos conductores generales en número reducido. De suerte que las corrientes no marchaban todas á la par, sino por turno; pero un turno tan breve como el que exige la persistencia de la sensación en la retina. Una cosa así sucede en el cinematógrafo en cuanto á la persistencia de la sensación.

Respecto á este punto, nada se dice en las revistas extranjeras y nada se sabe.

Queda, finalmente, el aparato receptor: el del punto de llegada.

Los Ingenieros inventores á que antes me refería, ó no resolvieron ó resolvieron mal este problema. El modo de convertir la totalidad de las corrientes eléctricas diferenciadas en una imagen total, era por toda manera imperfecto.

Puede decirse que el aparato receptor se compo-

nía de un conjunto de pequeñas lámparas, establecidas en cuadro, que se correspondía geométricamente con el cuadro de selenio. Y las lámparas daban más ó menos luz, según la intensidad de la corriente que á ellas llegaba; un cristal deslustrado fundía á todas estas luces parciales unas en otras.

También empleaban obturadores de luz ó pantallas puestos en movimiento por cada una de las corrientes.

Medios todos inaceptables, y que si resuelven el problema en teoría, no lo resuelven seguramente en la práctica, á menos que no hayan sufrido grandes modificaciones, de las que no tenemos noticias.

El inventor moderno, según parece, acude á otro sistema. Emplea prismas de cristal, que descomponen la luz, como es sabido, en los siete colores del iris. Estos prismas de cristal giran más ó menos, según la intensidad de la corriente, y proyectan unos ú otros colores en las casillas de un cuadro general.

Sin duda por esto afirma el inventor que no sólo transporta la imagen con sus sombras y sus luces, sino también con sus colores propios.

Aunque la noticia es muy vaga, no cabe duda que aquí hay una idea. Y ¡quién sabe si el maestro de Viena habrá realizado un prodigioso descubrimiento! Descubrimiento tal, que pondría término glorioso en el terreno de la ciencia y de la invención al siglo de la máquina de vapor y del dinamo.

NUEVO CARRUAJE ELÉCTRICO

Los sistemas de locomoción son ya innumerables. Desde el sistema primitivo de marchar en dos pies—que todavía se conserva—hasta las vías férreas, los trasatlánticos y los globos, que forman el otro término de la escala, se cuenta extensa serie de términos medios y combinaciones en que parece agotarse el genio de la invención, sin agotarse jamás.

Recientemente se inventaron los carruajes automóviles: carruajes ordinarios por caminos ordinarios también, pero con motor propio. Y aunque mucho se ha adelantado en este sistema, todavía no han dado los Ingenieros con una solución definitiva, que sea al mismo tiempo práctica y económica.

Aparte de la manera de construir el carruaje, que

puede ser más ó menos perfecto, queda como problema capital la elección del motor.

Y se han empleado todos los motores: desde el aire comprimido, el ácido carbónico comprimido, el petróleo y el acetileno, hasta los acumuladores y las pilas; y con todos estos elementos se han ideado multitud de sistemas más ó menos acertados.

Dos Ingenieros, MM. Cafrey y Marson, proponen un nuevo sistema, de que vamos á dar cuenta á nuestros lectores, porque en este inmenso trabajo de renovación y de transformación en que vienen ejercitándose todas las industrias, no es prudente desechar ningún invento serio, aun cuando á primera vista pueda parecernos que viene acompañado de ciertos inconvenientes.

En rigor, este nuevo invento no ofrece gran novedad: es nuevo y no es nuevo. Es la aplicación de procedimientos comunes á un caso á que jamás se habían aplicado.

En suma: es *como un tranvía eléctrico, pero sin carriles*. Y en vez de tener un carácter general y público, y en cierto modo socialista, si se nos permite emplear estas palabras, tiene un carácter particular y privado, y, por decirlo así, individualista; porque se aplica á los carruajes de particulares.

Ya en otra ocasión, y en una de estas crónicas, hemos explicado los tranvías eléctricos. Los más en boga consisten—como decíamos en aquella ocasión—

en un conductor que, apoyado en columnas, corre á lo largo de la vía. Una fábrica de electricidad lanza poderosa corriente por dicho conductor, la cual corriente vuelve al dinamo generador por los carriles ó por otro conductor subterráneo.

De suerte que á todo lo largo de la vía tenemos como *un río de electricidad*, en cualquier punto del cual se puede tomar fluido cuando se crea conveniente.

Pues bien; los coches del tranvía llevan una especie de percha, que por su extremo superior, y mediante una pieza de forma especial, derivan la electricidad que necesitan, apoyándose en el cable ó conductor.

Como hay tomas de agua en un río, canal ó cañería, hay tomas de electricidad en la corriente principal: y esta que explicamos es una toma de corriente eléctrica, y que pone en movimiento un dinamo cuya rotación se transmite á las ruedas, haciendo marchar al vehículo por la vía.

El sistema de los Ingenieros Cafrey y Marson es esto mismo, pero con dos modificaciones. Es la primera, que *se suprimen los carriles*. Es la segunda, que no se aplica á un tranvía, es decir, á un carruaje público, sino á cualquier carruaje particular.

Supongamos que, á todo lo largo de cualquier carretera, una empresa coloca dos hilos ó conductores, paralelos y á no mucha distancia uno de otro,

sobre postes, á modo de los postes telegráficos; y supongamos que estableciendo una fábrica al extremo de la línea, lanza, por el circuito cerrado que forman los dos hilos, una corriente eléctrica. Pues la empresa es dueña de esta corriente eléctrica, que va siguiendo el curso de la carretera, y puede vender *energía eléctrica* á los *particulares* que lo soliciten y que tengan ó alquilen carruajes á propósito para utilizar el fluido eléctrico.

Estos carruajes son mucho más sencillos y menos pesados que los carruajes automóviles ordinarios; porque no necesitan motor, ni carbón, ni petróleo, ni acetileno, ni aire comprimido, ni ácido carbónico, ni las máquinas generadoras de fuerza correspondientes á estos diversos fluidos. El carruaje no lleva más que un dinamo.

Por entre el doble hilo del conductor, corre un sistema especial de dos ruedecillas: la superior, en contacto con el hilo superior, y la inferior, á su vez, en contacto con el hilo inferior, y perfectamente aislada una ruedecilla de otra.

De cada ruedecilla parte un hilo de 50 á 60 metros; los dos hilos se arrollan sobre un tambor del carruaje, y sus extremos se aplican á los dos polos del dinamo.

Estamos en el mismo caso que en los tranvías eléctricos. Tendremos una derivación de la corriente principal, que pasará por el dinamo del carruaje, que

lo pondrá en movimiento, y que comunicará al vehículo una velocidad que puede ser hasta de 20 y 24 kilómetros por hora.

Como el hilo de toma tiene una longitud considerable—hemos dicho que de 50 á 60 metros—el carruaje podrá moverse libremente de un lado á otro de la carretera, y gozará, por decirlo así, de todas las franquicias y comodidades de los carruajes particulares; aumentar la velocidad ó disminuirla á voluntad, ir por la derecha ó por la izquierda ó por el centro, detenerse cuando á los dueños les plazca, y volver á caminar cuando les apetezca. En suma, todas las ventajas del individualismo, en punto á locomoción. Ninguno de los inconvenientes del sistema tiránico que impera en las vías férreas y en los tranvías, más ó menos templados por la prudencia, pero siempre impuestos por el interés de la masa humana en movimiento.

Es, en suma, la locomoción libre por una carretera de un individuo ó de una familia sin someter su marcha á ninguna voluntad ajena.

Llega un particular con su carruaje á la estación de partida, pide dos hilos de derivación, se los alquila á la empresa, que es como alquilar fuerza eléctrica, arrolla los extremos al tambor de su carruaje, los une á los dos polos del dinamo y ya tiene fuerza para caminar por la carretera. Y podrá trazar curvas de bastante amplitud, con sólo *soltar hilo* por

unas cuantas vueltas del tambor. Y podrá retroceder si le parece conveniente.

Todas estas son ventajas. Pero donde vemos inconvenientes de cierta importancia es en *los cruces*.

Bien es verdad que podrían establecerse dos sistemas de cables conductores en los dos lados de la carretera. El primer sistema, para los carruajes que van en un sentido; el segundo, para los que van en sentido contrario. En este caso los cruces no existirían, y podrían marchar muchos carruajes en la misma dirección, con tal que no se alcanzasen unos á otros.

Para este último caso todavía hay varias soluciones.

Se comprende que pueden establecerse de trecho en trecho apartaderos para el cable y para las ruedecillas. Y en último resultado, si un carruaje quiere ir más á prisa que otro, pueden detenerse los dos y cambiar de hilos.

Así, pues, el sistema, aunque en su parte técnica no ofrece novedad, en su aplicación sí la ofrece y se presta á muchas mejoras y á muchas combinaciones.

Se comprende, sin dificultad, que utilizando las carreteras existentes pueda tener aplicación aun para viajes de centenares de kilómetros, en cuyo caso las dificultades de los cruces se aminorarían con una buena reglamentación general.

Y como los gustos son muy diversos, podría haber

familias que prefirieran ir en carruaje propio ó en carruaje alquilado—que también los habría de alquiler—de una capital á otra, con una velocidad de 24 kilómetros por hora, á ir en un tren á velocidades de 50 á 60 kilómetros.

En suma: como antes decíamos, no es un *invento original*; pero es una *idea original*; y ¡quién sabe el porvenir que le está reservado á este *carruaje eléctrico de poleas de contacto para caminos ordinarios!*, que tal es el nombre que tiene el sistema que acabamos de describir.

EL OVILLEJO DE BRAMANTE Y LA LOCOMOTORA

Era el mes de Julio: la gente, huyendo del calor de Madrid, llenaba los trenes y corría hacia el Norte.

Yo iba como todos, y hacia donde todos iban; que para llevar á todos tiene fuerza sobrada el monstruo de fuego y de hierro que vuela sobre carriles de acero.

El tren se paró en una estación intermedia: tenía sed la máquina y era preciso darla de beber.

Habían anunciado unos minutos de espera y descanso, y bajé al andén á estirar las piernas, como vulgarmente se dice.

Tres ó cuatro viajeros se dirigieron hacia un coche de segunda: detras venía un chicuelo con unos bultos liados por un bramante.

Los viajeros subieron al coche: el chico soltó el

bramante, dividió el bulto total en varios, le dió á cada viajero el suyo, y se quedó mirando la cuerda, que estaba caída en el andén, y que era *muy larga*, quizás tendría *10 metros*.

Era el del chico espíritu económico: parecióle que diez metros de bramante no debían perderse y lo recogió.

Hizó con él *un ovillejo*, y apretándolo en la mano, se fué.

Con solo cerrar la mano, el ovillo de cuerda desapareció en ella. Cupieron los 10 metros, *holgadamente, en el puño cerrado*.

Silbó la impaciente locomotora; sus entrañas de fuego palpitaron de nuevo, subí al coche, partió el tren, y yo me dí á pensar *en el ovillejo de bramante, en el chico que se lo llevó* y *en la portentísima locomotora*, que á 60 kilómetros por hora, á todos nos llevaba por desmontes, terraplenes y túneles.

El resultado de mis meditaciones, fué éste:

Que la locomotora existe, que ha podido inventarse, que hay ferrocarriles en el mundo, sólo por esta razón: *porque el chicuelo pudo, con los diez metros de bramante, hacer un ovillejo y llevárselo en el puño cerrado*.

Sin este hecho vulgarísimo, ni locomotoras, ni vías férreas; viajaríamos en diligencias ó en galeras.

¿Se le ha ocurrido á nadie, desde que existen caminos de hierro, idea más extravagante? Si algo pa-

recido á esto pudiera ponerse en un drama, ¡qué asombro del público, y qué indignación de la crítica! ¡Qué extravagancia, qué absurdo, qué incongruencia!

¡Porque un chicuelo oprime un pelotón de bramante, ó de cuerda, y sólo por eso, *son posibles* los caminos de hierro, y, sobre todo, la *locomotora!* ¡Hase visto desatino semejante!

Para el que no comprende algo no hay desatino mayor que aquello que no comprende.

Y, sin embargo, mi afirmación es exacta, matemáticamente rigurosa; como que de un teorema matemático se trata.

Sin la *locomotora*, los caminos de hierro, ó no hubieran existido, ó no hubieran pasado de dos barras y una tracción más ó menos fácil. Pero no se hubiera llegado á los 60, á los 80 y á los 100 kilómetros por hora con que hoy se funden y se devoran distancias.

La teoría de la locomotora todo el mundo la conoce ya ó la adivina.

El combustible se quema en el hogar, es decir, que los *átomos de oxígeno* del aire se precipitan con toda la energía de la afinidad sobre los *átomos de carbono del cok*, y del choque del bombardeo químico resulta un enorme desarrollo de calórico. Esta es la fuerza de la locomotora, por eso se dice que es una *máquina de fuego*.

Este calor, esta inmensa vibración, *pasa* á través

de las paredes de la caldera y se comunica al agua; el agua se calienta, es decir, vibra con tal violencia, que se convierte en vapor.

El vapor no es más que agua vibrando enérgicamente.

Pasa luego el vapor al cilindro, y los átomos de agua *bombardean* al émbolo, que no es en el fondo más que una *pared móvil* del cilindro, y le hacen moverse con movimiento alternativo: este movimiento del émbolo por la biela y por la manivela se transmite finalmente á las ruedas, las cuales giran y engranan con el carril, haciendo avanzar al tren.

Su movimiento no es más que la transformación, la acumulación, el movimiento propulsivo del de todos aquellos átomos de carbono que vibraban en el hogar.

En él era la *vibración* y se llamaba *calor*; sobre los carriles es traslación y se llama *avance*, *marcha*.

Esto no es más, es la locomotora.

Y dirá el lector, si lo hay para estas cosas, y sobre para ellos algunos de entre los que se sacian á diario con catástrofes, crímenes, escándalos ó infamias, dirá, repito, este lector Fénix:

«¿Qué tiene que ver todo eso con el chicuelo del andén y el ovillejo de bramante?»

«Esta teoría de la locomotora, continuará pensando, es bastante clara y satisface á la inteligencia; pero calderas, combustibles, hogar, fuego, vapor,

émbolos y ruedas pueden existir, sin que un chiquillo haga de unos metros de cuerda un ovillo y se lo lleve apretándolo en la mano.»

Es verdad, diré yo. Y, sin embargo, si no existiese un *principio matemático, mejor dicho, geometrico*, que permite hacer de una cuerda un ovillejo y meter en el hueco de la mano 10, 15, 20 metros de cuerda, la locomotora moderna, poderosa, admirable, de muchos cientos de caballos de fuerza, *no existiría*, no se hubiera podido inventar. Y el gran principio de la fuerza del calor habría sido poco menos que estéril para la locomoción.

Es que, sin saberlo, las *verdades matemáticas* nos dan la *posibilidad* de toda la vida moderna.

Y aquí invito amistosamente á mi hipotético lector á que suelte el artículo por unos cuantos minutos, á ver si adivina qué relación *puede existir* entre la *posibilidad* de una locomotora y la *posibilidad* de que 20 metros de bramante quepan en la mano de un chico.

Es un acertijo que le propongo; piense en él.

Y después de hacer un compás de espera, voy á explicar el acertijo. Y lo explico de este modo:

Para que una locomotora funcione, es preciso que la mayor parte del calor que se desarrolla en el hogar *pase al agua*, y ha de pasar por las paredes de la caldera, que están en contacto con el fuego. Ese es el *portillo* por donde la energía calorífica ha de

circular, por donde la vibración del fuego ha de transmitirse al agua, por donde ha de llegar al émbolo la potencia que la combustión dió de sí.

Si la *puerta de entrada* no es suficiente, el calor se perderá en la atmósfera y la locomotora será de escasa potencia, porque evaporará poca agua.

Por eso uno de los primeros problemas que hubo necesidad de resolver fué este: aumentar todo lo posible la superficie de la caldera en contacto con el fuego, por un lado, en contacto con el agua por el lado opuesto; hacer lo más grande posible la *puerta de entrada* de la fuerza.

En el fondo ¡qué sencillo el problema: el chicuelo del andén lo resolvía!

En la apariencia, ¡qué difícil! ¡Cuántos tanteos! ¡Cuántos ensayos, hasta la locomotora tubular de Stephenson, y casi pudiéramos decir de Henri Booth, que le agregó 25 tubos, aumentando considerablemente la superficie de calentamiento!

Porque, fijemos las ideas; en una superficie, aunque no sea muy grande, se puede colocar *un hilo* de 10, de 20, de 40 metros, dándole vueltas y curvas y dibujo de laberinto.

En un volumen, no muy grande tampoco, se pueden colocar centenares de metros de un tubo. Y este tubo, y aquí está el problema, aun siendo estrecho, tendrá *una superficie* de centenares de metros cuadrados, porque, como vulgarmente se dice, lo que

no va en lágrimas va en suspiros, y para la superficie, suple el pequeño diámetro la *gran longitud*.

Así, aun en época para nosotros remota, pues se trata del año 1856, la locomotora Engerth, del Norte de Francia, tenía 235 tubos, con una superficie de 190 metros cuadrados; todo esto en una longitud de 5 metros de locomotora y dentro del ancho de la vía.

En cambio, el *hogar directo* no tiene más que una superficie de 9 metros cuadrados.

¡Qué diferencia de 9 á 100! ¡La superficie del calentamiento se había hecho casi veinte veces mayor!

Y aquí de mi extravagante ejemplo.

Yo con la imaginación veía *aumentar la mano* del chicuelo del andén, hasta convertirse en las paredes de la locomotora.

Era el puño de hierro de un gigante, cerrado con crispadura gigantesca.

Y el hilo ó bramante veíalo yo convertido en una tubería de más de un kilómetro, representando una superficie de casi 200 metros cuadrados.

Y como el *bramante* de *diez* metros cabía en la mano del niño, la *tubería* de mil *metros* cabía en las paredes de la caldera, puño enorme del titán de vapor.

Y por eso ha sido prácticamente posible la moderna locomotora.

Si no, ¡qué mezquindad! ¡Calderas de *diez* á *doce* metros de superficie!

¡Cómo se podían evaporar las cantidades de agua que una marcha rápida de 80 á 100 kilómetros por hora exige!

Por eso, repito, hay locomotoras: porque la geometría demuestra que puede haberlas. Tomad un cuadrado de un metro de lado como marco; de centímetro en centímetro, estirad una cuerda, y tendréis: *cien metros de cuerda* paralelos á un lado y otros *cien* paralelos al otro: es decir, doscientos; y si queréis más, más aún.

El cuadrado quedará dividido en 10.000 cuadradillos.

Poned otro enfrente á cinco metros, y haced la misma operación. Tended luego, de un cuadradillo al de enfrente, otra cuerda, y tendréis una longitud de cinco veces 10.000, es decir, 50 kilómetros; y así, en un pequeño volumen, caben centenares de miles de metros de longitud; en teoría: lo infinito. Y por estos sencillísimos conceptos matemáticos ó geométricos se han podido construir las calderas tubulares de las locomotoras.

Sólo que en la práctica, el teorema ideal toma cuerpo y encuentra límites.

Límites marcados por tres condiciones: que los tubos no sean tan estrechos, que no pueda circular por ellos el fuego; que no estén tan juntos, que por entre ellos no pueda circular el agua; que sus paredes no sean tan delgadas, que estallen.

Pero aun así y todo, algo es obtener 200 metros de caldeamiento. Sin que lo sospechemos, ¡cuántas maravillas nos permite realizar la Geometría!

La mayor parte de los inventos, ella los *permite*, ella los *funda* y en ella se informan, como ahora se dice.

Resulta, pues, acreditado de gran mecánico el chicuelo del andén.

Y resulta demostrada mi extravagante paradoja.

EL ECLIPSE DE AYER

EL SOL NEGRO

Ayer, antes del eclipse.

Tanto y tanto se habla del eclipse, que es muy difícil decir nada nuevo.

Que el sol, que es todo luz, será todo sombra en la faja del eclipse total.

Que una mancha negra empezará á morderlo por uno de sus bordes, como boca de dragón que se prepara á tragar al astro brillante.

Que, poco á poco, irá avanzando, como si, poco á

poco, el monstruo devorase toda su luz y todo su fuego.

Y que, al fin, el que era disco luminoso será todo él negrura, convirtiéndose el astro esplendente en un círculo oscuro, en un sol negro, pudiéramos decir; todo esto lo saben ya hasta los niños; tal es la propaganda y la enseñanza que del eclipse solar se viene haciendo.

Pero también se ha explicado, y con gran exactitud, que entre el eclipse parcial y el eclipse total hay una inmensa diferencia. Con ser un mismo fenómeno, dijérase que son dos fenómenos completamente distintos.

Un eclipse parcial, por grande que sea, como apariencia celeste, tiene poco de vistoso, y aun me atrevería á decir que tiene poco de estético.

Un círculo grande y negro en el cielo azul, ¿qué es, ni qué vale, ni qué belleza puede tener? Una enorme gota de tinta que ha caído en el velo celeste; un agujero que, al parecer, en él se ha abierto, y por el cual se ven las negruras del espacio; una mancha más, menos caprichosa, menos gallarda, menos pintoresca, que cualquier nubecilla que flotase á merced del viento.

La hermosura ó grandeza de este fenómeno no está en el cielo, está en nosotros; está en nuestro pensamiento; en la idea sublime que tenemos de las leyes naturales; en la adoración que prestamos al

sol, fuente de luz, de calor y de vida; en la fe que ponemos en su fuerza, en su poder, en su naturaleza incorruptible.

Y de pronto, el astro divino, que aparece glorioso en Oriente, entre neblinas rosadas, que durante siglos y siglos, desde que el hombre es hombre y el pensamiento es pensamiento y los ojos ven y el alma vibra, y mucho antes, desde que existe la tierra como planeta, gira trazando majestuosa curva y viene á hundirse en Occidente entre prodigiosos celdajes de oro y de grana; de pronto, repetimos, ese ser sublime que trae consigo la alegría de las alboradas y nos deja al ocultarse las tristezas nocturnas, ese globo inmenso de fuego se obscurece, se viste de luto por su propia muerte, y se trueca, en el espacio de una hora, en algo así como el fúnebre cadáver de un sol.

En esta transformación súbita é inesperada, por más que la esperemos, está la grandeza de los eclipses parciales.

Despierta el fenómeno en el pobre ser humano una especie de terror religioso, algo así como un miedo sublime. Al contemplar tal espectáculo, el hombre se encoge en sí mismo, se hace más pequeño de lo que es. Si el sol se acabó, se acabó todo. Si aquella luz se convierte en sombra, ¿cómo no ha de acabar en sombra nuestro pensamiento? Si muere el astro de la vida allá en el espacio infinito, ¿qué le espera al ser humano, que á cada paso tropieza con

la muerte? Si hay negruras en el infinito, capaces de envolver tanta luz, ¿que les pasará á nuestras diminutas pupilas?

El eclipse parcial, que en sí mismo poco tiene de estético, trae consigo la idea de la anulación; la anulación de lo grande y, por lo tanto, la anulación de lo pequeño. Es la sombra, la negrura de la nada, que le dice al hombre: «Mira, mira de lo que soy capaz. Si con el sol, asombro de los espacios, hago esto, contigo, gusanillo ruin, hinchado por las vanidades, devorado por las pasiones, corroído por tus propias miserias, ¿qué no haré? Al sol le convertí en una bola negra; tú serás polvo, tú serás átomo, tú serás lo más insignificanie de la nada».

Los eclipses parciales, ya lo hemos dicho, nada tienen de vistosos: una muerte, un funeral de algo grande: terrores en el alma; tristezas en la tierra; pájaros que suspenden su canto; animales rastreros que se ocultan; flores que se encogen; horizontes que palidecen; tristezas de la luz en el cielo, y estrellas que brillan como hachones, que en lo infinito se encienden para alumbrar el catafalco del dios de la luz que ha muerto.

Esto, y nada más que esto: miedo, terror mezclado con asombro; angustia y tristeza, recortado en el espacio azul un círculo negro.

Pero si el eclipse pasa de parcial á total, todo cambia, menos el asombro y una cierta elevación

del alma, de carácter religioso, una sustitución al miedo egoísta.

En el eclipse parcial, el sol es una miserable oblea negra pegada á los papeles azules del espacio, como decía Calderón. En el eclipse total, el sol ha desaparecido; el sol que conocemos, nuestro amigo, nuestro protector, ya no existe; murió al crecer la sombría mordedura de la luna; pero, en cambio, ha brotado de pronto otro astro tan hermoso, acaso más hermoso y mucho más inesperado que el sol de las mañanas, de las tardes y del luminoso medio día.

Porque al desaparecer el último punto del sol, con el último aliento de su agonía pudiéramos decir, brota alrededor del nuevo círculo una sublime corona de luz.

Dijérase que es la resurrección del sol, la resurrección de la luz misma: del redondo y negro cadáver se escapa por todos los poros de su redondez el espíritu de luz del astro sublime.

Es como si dijese el sol: «No puedo morir», y coronase de rayos su cadáver.

La redonda losa del sepulcro deja escapar al espíritu que brota en busca de las anchuras sin fin del espacio y de las inmortales regiones del firmamento.

Porque el sol del eclipse total es un astro nunca visto en el cielo: es un contraste de luz y sombra nunca imaginado; es la muerte y la vida en contras-

te estupendo, y es, en cierto modo, la muerte ceñida, aprisionada por la vida triunfante.

El sol del eclipse total es algo así como una inmensa estrella con el centro negro y coronado de luz.

Y esto, sin contrastes violentos, ó que si lo son no lo parecen, sin lucha visible; es un astro tranquilo, majestuoso, mucho más grande que el sol de todos los días: abismo de sombra en el centro, triunfal aureola alrededor.

Impone silencio á los espectadores, pero arrincona al miedo y eleva el alma: ¡Qué hermoso, qué inmenso, qué sublime!, es lo que todo el mundo piensa, sin decirlo.

Porque al contemplar el nuevo astro, aunque se sepa lo que es y aunque la razón explique las apariencias del fenómeno, mientras el eclipse total dura, nadie se preocupa de las explicaciones físicas ó científicas.

¿Es una apariencia? ¿Es una ilusión? ¿Es una vulgaridad acaso? En esto se piensa luego; pero en el minuto ó minuto y medio que dura el eclipse, la razón se retira respetuosa y el sentimiento domina, y la admiración nos rodea como aureola semejante, aunque invisible, á la aureola del sol.

Somos también, y á nuestra manera, un centro negro de reposo y una corona luminosa.

De la pizarra se borró el cálculo numérico de la

elipse; pero el contorno se rodeó de luces como efluvios de admiración.

Después que el eclipse total pasa, cuando la admiración se extingue con el último rayo de la corona solar, cuando el disco rojizo va creciendo y es, primero punto imperceptible y luego túmulo de fuego y más tarde círculo luminoso con mordedura que se retira, y es, al fin, el sol de siempre; cuando el cielo vuelve á su azul intenso y las estrellas se apagan y los pájaros vuelven á cantar y bulle la vida en la tierra y el hombre se burla de su miedo y empieza con su habitual pedantería á admirarse de su admiración: en una palabra, cuando el gran efectismo de los espacios celestes se desvanece, el espíritu científico y crítico, sin acordarse bien de sus pasadas admiraciones, recobra su pasado y legítimo imperio y analiza el fenómeno.

Y, después de todo, el fenómeno, ¡qué poca cosa es! ¡qué vulgar y qué prosáico! Una pantalla que pasa por delante de una luz, ni más, ni menos.

Una pantalla muy grande, muy tosca, muy redonda, es decir, la luna.

Y una luz muy lejana, pero muy hermosa, inmensamente mayor que la pobre pantalla que, sin embargo, logró eclipsarla, porque lo que está muy cerca, por pequeño que sea, puede eclipsar á lo que está muy lejos.

La distancia es, á veces, cómplice traidor de la

pequeñez, para que ésta sacie sus maldades y sus envidias.

Sólo que cosas que en la tierra son prosáicas vulgaridades, en el espacio celeste se revisten de todas las grandezas de lo infinito. Digan lo que quieran, la magnitud es un elemento estético.

Una luz y una pantalla. ¡Qué cosa tan prosáica! Pero la luz es el sol, la pantalla es la luna, y aparece el eclipse parcial con su fúnebre y temerosa tristeza, y eclipse total con la sublimidad indescriptible de la soberana estrella, que á veces toma la forma de negra pupila y de iris luminoso, cuando la luna tapa por completo en su camino la luz solar.

En todos los fenómenos, en los pequeños como en los grandes, hay que tener en cuenta el punto de vista.

Si pudiéramos subir al espacio y desde las regiones planetarias contemplar el próximo eclipse de sol, nada observaríamos que nos asombrase, un espectáculo como el de otro momento cualquiera

La tierra, á mucha distancia del sol. Cerca de la tierra, la luna. Y la tierra y la luna, granillo de polvo. Y allá en las profundidades la antorcha solar. Lo que se repite todos los días. Sólo que observando con más atención veríamos que el sol, la tierra y la luna estaban casi en línea recta, y entre el sol y la tierra nuestros satélites.

¿Qué más da que estén en línea recta ó que for-

men un triángulo muy largo y muy estrecho?

Pero no estamos en las lejanías del espacio, sino sobre el globo terráqueo, y este cambio en un punto de vista da apariencias maravillosas al fenómeno.

¡Resultado extraño! Los tres astros ocupan los tres vértices de un triángulo, y nada aparece en el cielo que nos sorprenda, que nos admire, que excite nuestra sensibilidad, sacándola de sus ordinarios carriles; el sol, como siempre; como siempre, la luna, con un segmento visible, mayor ó menor, pero á este fenómeno ya estamos acostumbrados; y la tierra, con la eterna regularidad de sus movimientos.

Mas el triángulo de los tres astros se convierte casi en una línea recta, y sólo por esta modificación geométrica, puramente geométrica, del sistema, brotan una serie de fenómenos extraordinarios que se llaman eclipses, y en ellos, como los más sorprendentes, los eclipses de sol.

¡Porque los tres astros se han puesto casi en línea recta: el sol hermoso se ha convertido en un sol negro; los montes y los valles se han cubierto de sombra; todo cuanto vive, desde la planta hasta el hombre, se ha estremecido; las estrellas, como ojos que despiertan, se han asomado á ver lo que pasa, y un astro nuevo, al mismo tiempo negro y luminoso, una enorme estrella agujereada—por decirlo así—campea en el pálido azul del firmamento, dijérase que pálido de emoción!

Y todo ¿por qué? No nos cansaremos de repetirlo: *porque un triángulo se ha convertido en una línea recta.*

Pero esto, este cambio de forma quiero decir; el estremecimiento de la vida ante el nuevo fenómeno, y la profunda emoción que experimenta el ser humano, son las tres únicas cosas verdaderas en toda la maquinaria estupenda de los eclipses.

Porque las estrellas no han brotado pronto: donde las vemos estaban; sólo que no las vemos porque las oscurecía el sol.

El astro hermoso de la luz continúa inalterable á inmensa distancia detrás de su pantalla, importándole poco del eclipse.

La luna es la misma de siempre; cadáver planetario que va paseando por el espacio su extenuada osamenta.

La espléndida aureola tampoco nació de repente; al rededor del sol, y formando su prodigiosa atmósfera, está siempre; pero el disco solar brilla tanto que no la vemos.

De suerte, que ese nuevo sol del eclipse total; ese astro maravilloso con entrañas negras y corona de luz; esa estrella gigantesca, que en nada se parece á las demás estrellas, es una mentira, una ilusión; no es un astro, son dos, enfilados—por decirlo así—en la misma visual.

Si nuestros sentidos no fueran tan torpes, veria-

mos á la luna delante y al sol detrás; y la realidad haría desaparecer el encanto de la ilusión.

Y esto hace pensar.

La torpeza de nuestra vista, la insuficiencia de nuestros sentidos, nuestra pequeñez, en suma, para algo sirven: para crear hermosuras en la tierra y en el cielo.

¿No es aquí, al menos por esta vez, nuestra torpeza el germen de grandes imágenes estéticas y de hermosos y elevados sentimientos?

¿Ó es, acaso, que el sentimiento, anticipándose á la misma razón, realiza con el sol y con la luna una anticipada síntesis, reflejo de grandes y profundas unidades cósmicas, y forja un astro nuevo que por breves instantes simbolizan nuevas y admirables armonías? ¿Es ilusión ó es símbolo?

Y no quiere esto decir que en el fondo de la verdad no existan armonías tan admirables y *más admirables* aún que éstas que hemos señalado. Quiere decir solamente lo dicho; que las últimas, las de la realidad, están muy hondas, y que cuesta mucho trabajo encontrarlas.

Sin ir más lejos, y con esto acabamos este desaliñado artículo, en el mismo eclipse, en una de sus manifestaciones más modesta y que acaso pase inadvertida, existe un mundo de prodigios para la razón y aun para el sentimiento. Nos referimos á la serie de fajas claras y obscuras, que nacen, según algunos,

de la difracción, y que se explicarían en este caso por la teoría ondulatoria de la luz, verdadero prodigio matemático de la razón humana.

Pero entrar en explicaciones sobre estos fenómenos nos llevaría muy lejos.

Ya lo explicaremos en forma vulgar y de propaganda en otra ocasión.

Por ahora, dejando á los hombres de ciencia en su noble tarea, gocemos con el espectáculo verdaderamente admirable que nos ha presentado el cielo el día 28, en el minuto y en el segundo exacto que los astrónomos han marcado para cada punto del globo. Y no es esta la parte menos admirable del eclipse.

«Ahora empezará»—dice el astrónomo—, y empieza. «Por tal punto del contorno solar», y en aquél punto va á morder la sombra. «Tanto durará», y durará lo que el astrónomo dice. «En tal instante aparecerá la aureola», y aparece.

Dijérase que el astrónomo es un Dios y que impera los astros.

No es un Dios; pero la razón humana tiene algo de divina, y cuando se apodera de las leyes de la Naturaleza y con ellas en cierto modo se confunde sometiéndolas al cálculo, *también el cerebro humano tiene su aureola de luz.*

Pero la de la luna en el eclipse total es prestada, es mentirosa, está muy lejos; la luna se ha puesto delante para que crean que la ciñe, pero ni siquiera

la toca; casi pudiéramos decir que se colocó á plomo del sol, para que le cayera encima.

¡Lo que el hombre de genio lleva alrededor de su cráneo!..... iba á decir en un arranque de orgullo que *era suya*; pero, ¿lo es? ¿Ó será que aprovecha para inundar de luz la pobre caja huesosa alguna aureola lejana?

¡El cálculo de este eclipse sí que es difícil!

Hoy, después del eclipse.

Como no conseguí *billete de totalidad*, no puedo comunicar nuevas emociones al público, y tendré que parodiar una frase célebre, repitiendo: *decíamos ayer*.

LA FUERZA DE LAS MAREAS

Por más que haya dicho un insigne escritor, como escritor, brillante, pero como hombre de ciencia, incompetente por ignorarlas todas, la ciencia no ha hecho bancarrota.

La ciencia, la verdadera ciencia, la que estudia los hechos y descubre las leyes, y alguna vez, como andamiaje auxiliar, establece grandes hipótesis racionales, y, así, con lentitud, pero con firme avance, va penetrando en los misterios de la Naturaleza, esa ciencia, repetimos, de día en día se engrandece más.

En esa ciencia sólo hacen bancarrota los que la desconocen; y ni aun esos hacen bancarrota, porque como su firma no circula por la plaza, no hay ocasión de rechazarla.

Y de la ciencia descienden las aplicaciones industriales, cada vez más y más fecundas.

En muchas ocasiones hemos enumerado las fuerzas naturales de que la industria moderna dispone, y entre ellas hemos citado siempre *la fuerza de las mareas*.

Si en siglos anteriores, aun en los de más ilustración y más progreso científico, se le hubiera propuesto este problema á un Newton, á un Leibnitz, en suma, al genio más potente de aquellas edades, á saber: «aprovechando el movimiento periódico de las mareas, iluminar cualquier población de la costa», es posible que hubiera rechazado con desdén problema semejante, como delirio de imaginaciones extraviadas, ó sueño de poeta, ó cuento de niño.

Y, en efecto, á primera vista, ¿cómo puede convertirse en lámpara luminosa—que lámpara luminosa sería—la palpitación del Océano?

El sol y la luna atraen á la masa líquida de los mares: el agua se levanta; la marea crece. Y luego, la acción de los astros disminuye, ó actúa con máxima intensidad en otra parte del esferoide fluido, y el agua cae buscando su equilibrio, y la marea desciende. Y esto se repite con inflexible regularidad días y días, años y años, y siglos y siglos.

Es como la palpitación inmensa del monstruo de los mares.

He aquí un hecho, un fenómeno de la Naturaleza.

Pero ¿qué relación puede existir entre esta oscilación periódica y la creación de un foco de luz?

¿Cómo puede convertirse la vibración de la gota de agua, que sube en la marea creciente, que desciende después, pero que siempre es gota de agua, y nada más, en una luz que brille?

Dijérase que son dos cosas enteramente distintas, totalmente separadas, sin relación alguna aquélla con ésta. Dijérase que existe imposibilidad absoluta para transformar una en otra.

¡Transformar en lámpara la oscilación del agua verdosa! ¡Hacer de su amarga espuma la espuma divina de la luz!

Esto, al parecer, traspasa los límites de la inteligencia humana.

¡Empeñarse en encender mecheros, en forjar claridades, en iluminar lámparas con el agua del mar que sube y baja! Esto sí que sería, si no se consiguiese, una quiebra parcial de la ciencia y una derrota perseguida por el ridículo; porque el ridículo es castigo que espera al que por insensato se empeña en lo imposible. Y, sin embargo, el problema está resuelto y es una realidad: está resuelto este problema y otros á él análogos, y, al parecer, tan disparatados como él mismo.

Está resuelto en varios países; y hoy podemos citar un ejemplo más en las costas de Francia.

En rigor, desde que se descubrió el dinamo, el

problema en que nos ocupamos perdió su apariencia de problema imposible y ridículo, porque todo el mundo supo que cualquier fuerza capaz de poner en movimiento el ovillejo inducido de la nueva máquina era capaz de convertirse en corriente eléctrica. Y todo el mundo sabe hoy que la corriente eléctrica se transforma en luz en la lámpara de arco voltaico y en la lámpara de incandescencia.

Pero nadie ignora, que ese movimiento oscilatorio de las aguas del mar, que ese subir y bajar de la marea, representa en su totalidad una fuerza inmensa, aun cuando no siempre sea fácil recogerla.

Pero si la marea es una fuerza, no hay más que aplicarla al movimiento de un dinamo, y con esto basta para que se produzca la corriente eléctrica y para que se encienda bajo forma de lámpara en uno ó muchos puntos luminosos.

La serie de transformaciones es bien fácil. Cualquier persona, aun de las más ajenas á la ciencia, adivina el procedimiento y puede ir señalando uno por uno los eslabones de la cadena á lo largo de la cual ha de ir transformándose la fuerza de los mares en su gran ondulación periódica.

Supongamos una playa cercada de rocas de alguna elevación, y con una boca estrecha.

Supongamos que se cierra esta boca por compuertas de conveniente construcción.

Supongamos, por último, que las altas mareas suben á 7 metros sobre el nivel de la baja mar.

Pues el artificio se ve desde luego.

Se abre la compuerta, se deja entrar á la marea creciente hasta que llegue á su máxima elevación, y entonces se cierra la compuerta.

El agua del mar se retira, y al pie del depósito se va creando un desnivel.

Pero tener un desnivel de agua es tener una catarata, una caída, una fuerza hidráulica, cuyo nivel no serán los 7 metros constantemente, pero serán, por ejemplo, 4 metros por término medio. Y si la caída no es grande, en cambio la masa de agua es enorme, como que llega á medirse por millones de kilogramos.

Y bien, teniendo esta fuerza disponible, fuerza que puede representar centenares y miles de caballos de vapor, aquella cadena á que antes nos referíamos es bien sencilla, y de pocos eslabones se compone.

Primero, el depósito recogido en la marea creciente. Después, el desnivel creado por la marea decreciente. En seguida una serie de turbinas para recoger el agua que cae. Á continuación el giro vertiginoso de una serie de dinamos puestos en movimiento por las turbinas. Y en el dinamo la corriente eléctrica que se produce como transformación de la fuerza hidráulica. Y unos conductores para llevar la

corriente eléctrica á donde se quiera. Y al fin de los conductores, las lámparas de incandescencia, si es que se desea convertir la electricidad en luz; ó bien otro receptor distinto, si ha de ser distinta la aplicación que al fluido se le pretenda dar.

Esto es lo que se ha hecho en el pequeño puerto de pesca de Ploumanach (Bretaña), construyendo un depósito de 15.000 metros cuadrados de superficie, capaz de encerrar 60.000 metros cúbicos de agua y con una caída utilizable que varía de 7 á 2 metros.

De esta manera, en veinticuatro horas se han obtenido 1.800 caballos de vapor en totalidad.

De cualquier modo que sea, las cifras nos importan poco; y poco nos importa la aplicación que á la fuerza se dé.

Para fijar las ideas, hemos supuesto que se trataba del alumbrado eléctrico, á fin de poner de relieve este problema, que en otro tiempo hubiera parecido disparatado, que hoy todo el mundo comprende: *convertir la marea en luz.*

Allá, se afanan el sol y la luna en llamar hacia sí el agua del mar, en levantar la superficie de los océanos.

Y llega el hombre, el hombre cuya ciencia dicen que ha hecho bancarrota, y le ocurre, por capricho extraño y por alarde de ingenio, convertir esas palpitaciones de los mares en una luz para alumbrar su vivienda. Y se propone conseguirlo, y lo consi-

gue. Sin magia ni brujería; sólo por la fuerza de su razón.

Pues como este triunfo, ha conseguido otros muchos más, según hemos visto ó iremos viendo en estas crónicas.

EL KINETOSCOPIO

El kinetoscopio se llama el último aparato inventado por el célebre Edisson. No pasa esta invención, hasta la fecha, de ser un ingeniosísimo juguete ó un entretenimiento curioso; pero no hay que fiarse de las modestas apariencias de ciertas invenciones.

En las burbujas de jabón están escritas, con letras irisadas, maravillosas leyes de la teoría ondulatoria de la luz; en la peonza con que juegan los chicos se funda el giróscopo, uno de los más interesantes aparatos de la física, y sus movimientos son, por decirlo así, la microscópica reproducción de grandes movimientos planetarios; el fonógrafo no ha traspasado todavía la línea de las curiosidades científicas, y sin embargo, ya en él se adivinan grandes aplicaciones para el porvenir. ¿Quién sabe lo que en el porvenir será el último invento del famoso americano?

Sucede con las invenciones lo que con todo germen: en su origen es mínimo, invisible, casi no es más que centro maravilloso de atracción, que hacia sí llama y con su poder organiza los elementos y las fuerzas que le rodean. Una marmita es la primera celdilla de la máquina de vapor: un granillo de ámbar frotado, se convertirá al fin en todas las energías de la electricidad estática y vendrá á ser en cierto modo el microscópico huevecillo de donde brotará el rayo: un alambre moviéndose ante un imán en el gabinete de un físico, dará origen á ese portentoso mecanismo que se llama *el dinamo*, mecanismo que hasta puede transformar el modo de ser económico de toda una sociedad; por eso decimos, que no es fácil adivinar á qué evolución estará sujeto, al correr de los tiempos, el kinetoscopio de Edisson.

Veamos, por el pronto, lo que significa esta palabra y lo que es este aparato.

La palabra kinetoscopio, como la mayor parte de las que expresan invenciones modernas, está formada de dos palabras griegas: *primero*, del radical *kineo*, que en griego significa *mover*, agitar, cambiar de sitio, ó, si se quiere, de este otro radical *kinetos*, que significa cosa que se mueve ó movible; *segundo*, del verbo griego *scopeo*, que quiere decir *ver* ó examinar.

Así, pues, por su origen etimológico, el kinetoscopio es un mecanismo en que *se ve algo que en él se*

mueve, y realmente, parece á primera vista que es demasiado lujo de radicales clásicos, para decir tan poca cosa. Sin embargo, pronto se convencerán mis lectores que, aparte de lo *hermogeniano* de la palabra, la aplicación está bien hecha, y que el nombre del nuevo invento es correcto y expresivo.

En rigor, reproduce este aparato la nota característica de casi todas las invenciones modernas. Todas ellas se fundan en la *velocidad*; todas estriban en recorrer espacios mayores y mayores en brevísimos instantes; todos se esfuerzan por realizar las síntesis de ese misterioso elemento que se llama tiempo, y que desde el principio de los tiempos trae locos á filósofos y metafísicos.

He dicho síntesis del tiempo, y debiera agregar síntesis del espacio, que es otra esfinge de la Filosofía.

Parece que cuanto existe, anda disperso por el espacio y por el tiempo, como si en el origen de las cosas, un soplo poderoso hubiera aventado por tiempos y por espacios la realidad hecha polvo, y como si desde entonces acá, las desparramadas partículas estuvieran pugnando por juntarse, reconstruyendo, no su unidad primitiva, sino otra unidad más rica, enriquecida, repito, con lo que esas partecillas hubieran ido aprendiendo y recogiendo á la par en su odisea sublime por los espacios infinitos y por los tiempos sin fin.

Y ya vemos que el kinetoscopio, con ser un mero juguete, encierra en sí, y en su infantil insignificancia, muy hondas y muy obscuras y muy enmarañadas metafísicas.

Hemos dicho, que, en la mayor parte de las invenciones modernas, la velocidad, una gran velocidad, una velocidad creciente, es el fundamento y la base en que la invención se apoya, y cien ejemplos podrían demostrarlo.

¿Qué hace la locomotora? Caminar con enorme rapidez, es decir, realizar una velocidad de 70, de 80, de 100 kilómetros por hora; acercar, unir, plegar, por decirlo de este modo, espacios más y más extensos cada vez.

¿Qué hace el dinamo? Girar con velocidad vertiginosa; dar centenares, miles de vueltas por minuto, y engendrar la corriente eléctrica, que suprime casi el espacio y que, como pequeño Dios de la materia, está en todas las partes de la línea al mismo tiempo; y que nos perdonen los técnicos la pequeña exageración en que incurramos.

¿Qué hacen los explosivos sino despertar fuerzas que duermen y lanzar en todas direcciones pedazos de materia con velocidad enorme?

Las grandes velocidades, que no son más que disfraces de las grandes fuerzas, caracterizan, pues, la industria moderna; y el nuevo aparato de Edisson, en su esfera modestísima, hace esto mismo; quiero

dar á entender, que hace lo que hace á fuerza de velocidad.

Pero ya me parece que es suficiente y aun excesivo el prólogo y que conviene entrar en materia, diciendo al lector lo que es el kinetoscopio.

Para llegar al *kinetoscopio*, Edison ha empezado por inventar otro aparato, el *kinetógrafo*, otra palabreja de la misma familia que la anterior, y cuyo último radical, griego también, es *grafo*, que significa escribir ó dibujar.

Con este aparato, Edison obtiene 46 fotografías por segundo de cualquier objeto; es más que una instantánea; es, por decirlo así, una ametralladora fotográfica.

Supongamos que un objeto contra el cual se dirige el *kinetógrafo*, está en movimiento; pues en cada segundo podrán obtenerse 46 posiciones ó estados de ese movimiento, lo cual, dadas las condiciones de nuestros sentidos, equivale casi á la continuidad.

Si de esta manera se consiguen de una escena animada cualquiera—por ejemplo, un hombre que juega con un perro, dos atletas que luchan, un herrero que forja—300 ó 400 fotografías, y colocándolas por su orden á lo largo de una cinta de 15 ó 20 metros de longitud, se hace pasar esta cinta por el kinetoscopio con suficiente rapidez ante un espectador, de modo que en cada instante sólo vea la fotografía que á ese instante corresponde, se habrá re-

producido, con perfección casi absoluta, la escena de que se trata: el hombre y el perro, los dos atletas ó el forjador batiendo la enrojecida barra.

En rigor, la nueva invención de Edison no es más que un gran perfeccionamiento de un juguete conocido ya hace muchos años.

Pero aquello es un juguete por todo extremo imperfecto; y esto, gracias á lo que llamo ametralladora fotográfica, es casi la reproducción exacta de la realidad.

Y no basta: el intrépido inventor quiere ir más allá, combinando el *kinetoscopio* con el *fonógrafo*, y recogiendo á la vez y en perfecta armonía y concordancia los movimientos y la palabra; recogiendo aquéllos por el primero de los dos aparatos y fijando éstos por el segundo, se habrá conseguido reproducir ó imitar la vida en todas sus manifestaciones y apariencias físicas.

Supongamos á un gran actor recitando un monólogo, y ante él el kinetoscopio y el fonógrafo: más aún, una escena de un drama con varios personajes. Pues todo quedará grabado á perpetuidad en ambos aparatos: las actitudes, los movimientos, las entonaciones, la escena como ella fué en sí, animada, palpitante, hasta fingiendo la vibración sublime del verbo humano.

Y cuando andando los tiempos llegue á ser práctica y rápida la fotografía de colores, y cuando estas

pequeñas pruebas fotográficas se puedan amplificar hasta el tamaño natural, y cuando el fonógrafo se perfeccione y se refuerce y deje de ser miniatura más ó menos imperfecta, claro es que podrá llegarse á resultados verdaderamente maravillosos.

No habrá escena de la vida, ni el discurso de un gran orador, ni la creación de los grandes actores, ni los momentos solemnes de un Parlamento, ni escenas íntimas de una familia, las de sus grandes alegrías ó las de sus grandes dolores, que con un kinetoscopio y un fonógrafo no queden grabadas para siempre y prontas á reproducirse en cualquier instante; ¡ríome yo de las orgullosas galerías de retratos que conservan las familias linajudas!

Será de ver en siglos futuros, cuando el tiernísimo amante pronuncie juramentos de eterno amor á su adorada, pedir á ésta apresuradamente un *kinetoscopio* y un *fonógrafo* como notarios mayores de la nación, para que den vivo testimonio en cualquier tiempo de la dulcísima escena y del amoroso compromiso.

Sí; cuando á estos perfeccionamientos se llegue, se habrá realizado *la inmortalidad* de la palabra, de la figura, de la expresión, del movimiento, es decir, la inmortalidad de las apariencias de la vida, y sólo faltará descubrir aquí en las bajas tierras, aunque esto parece un poquito más difícil, un kinetoscopio y un fonógrafo para las almas.

EL TELESCOPIO DUSSAND

Hace algún tiempo—no sé si mucho ó poco, porque en estos en que vivimos, hay minutos que parecen siglos y hay meses que parecen segundos—nos ocupamos en el problema de la transmisión de imágenes por medio de la corriente eléctrica.

El telégrafo transmite el pensamiento por medio de signos convencionales; el teléfono transmite la voz. Cuando se transmitan las imágenes habremos dominado el espacio, al menos el espacio terrestre, suprimiéndolo para la mayor parte de las relaciones de la vida social.

Hace ya muchos años que la ciencia, y por medio de la ciencia los inventores, se han propuesto que la corriente eléctrica nos traiga las imágenes de los objetos á través de centenares de kilómetros.

Y todos los receptores de la imagen, absolutamente todos, se fundan en esta propiedad del selenio, á saber: que, según la cantidad de luz que el selenio recibe, su conductibilidad eléctrica cambia.

Ya el año 80 dió á conocer esta propiedad Mr. Armengaud á la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia; y, poco después, varios físicos, entre ellos Carrey y Vidvell, utilizaron dicha propiedad en el mismo 1880 para la transmisión eléctrica de dibujos.

Más aún: los Ingenieros Ayrton y Perry abordaron de frente el problema de la transmisión de imágenes, y consiguieron transmitir una sucesión de bandas blancas y negras, que es como si dijéramos sombras y luces, y dibujos sencillísimos, siempre fundándose en la propiedad del selenio que indicamos al empezar este artículo.

Aquella solución, con ser incompleta, era importantísima, y encerraba, en germen, todas las soluciones posteriores que hasta hoy conocemos.

En la tercera serie de mi obra titulada *Teorías modernas de la Física*, expuse, en forma popular, los estudios y trabajos de ambos Ingenieros sobre el problema en cuestión.

Han transcurrido diez y ocho años en que poco ó nada, que yo sepa, se ha adelantado respecto á la solución de dicho problema. Pero de algunos meses acá, vuelve de nuevo á plantearse, y ya se anuncian dos soluciones.

La primera, hallada por un maestro de Viena; y de ésta dimos cuenta en una de las crónicas anteriores.

El aparato transmisor no parece diferir gran cosa del empleado por los Ingenieros Ayrton y Perry, puesto que se emplea el selenio como sustancia receptora de la imagen; pero con una particularidad, y es ésta: que el nuevo inventor afirma, no sólo que la conductibidad eléctrica del selenio varía con la intensidad de la luz recibida, sino también con la naturaleza del color, la cual permite, según parece, no sólo transmitir las imágenes por el color oscuro, como sucede en las fotografías, sino también transmitirlas con sus colores propios.

Tal es la afirmación de algunos periódicos alemanes.

Por lo demás, se reservan completamente los pormenores del invento.

Respondiendo á esta noticia de Viena, Mr. Dussand ha hecho público un nuevo aparato inventado por él, á que da el nombre de *telescopio*, cuyo objeto es la transmisión eléctrica de las imágenes á cualquier distancia.

El Ingeniero francés no se ha envuelto en el misterio, como el inventor de Viena; y gracias á este espíritu expansivo, digno de toda alabanza, conocemos el procedimiento de que se sirve, y podemos describirlo en breves líneas.

Hay que distinguir, como en todos los problemas que á la electricidad se refieren, el aparato *transmisor*, que es el situado en el punto de partida, y el aparato *receptor* de la imagen, que es del punto de llegada.

El primero se compone de una cámara oscura, en cuyo fondo se dibuja la imagen que ha de transmitirse. Delante de esta imagen gira un disco con la velocidad angular de una vuelta en cada décima de segundo. Este obturador está taladrado por diferentes agujeros, dispuestos de modo que en cada vuelta recorren todos los puntos de la imagen.

Después del obturador ó disco hay unas placas de selenio, á través de las cuales pasa una corriente eléctrica, y el modo de funcionar de estos tres elementos, la cámara oscura, el obturador y el selenio, fácilmente se comprende.

Pasa el taladro del obturador por un punto luminoso de la imagen, pues el rayo de luz que de dicho punto emana irá á caer sobre la placa de selenio, modificará su conductibilidad eléctrica, y modificará la intensidad de la corriente que corresponde á aquel instante preciso.

Pasa otro taladro del obturador por un punto en sombra del objeto, pues el selenio quedará en sombra se modificará en sentido contrario que antes de su conductibilidad, y en sentido contrario se modificará la intensidad de la corriente.

Y como esto se repite para todos los puntos en cada décima de segundo, resulta que en este brevísimo tiempo corren, si la palabra vale, por el conductor general una serie de corrientes eléctricas diferenciadas, que representan los diferentes puntos de la imagen.

¿Es un rostro humano? Pues habrá corrientes que representen, en cierto modo, los ojos con su pupila oscura, con sus puntos brillantes, con la claridad de la córnea opaca. Y otras corrientes representarán el color oscuro de las cejas ó los cabellos. Y otras, los puntos en luz de las mejilas ó las medias tintas del rostro.

En suma: es un rostro humano cuyos diferentes elementos, punto por punto, van viajando uno tras otro por el conductor á 200 ó 300 kilómetros de distancia. Y cada corriente ó parte de corriente lleva una intensidad que podemos llamar simbólica, porque según sea dicha intensidad mayor ó menor, representará puntos en sombra ó puntos en luz del objeto primitivo.

Tal es el aparato transmisor. del cual no tomamos más que la idea general, prescindiendo de pormenores técnicos, por ejemplo, el empleo de una bobina para emplear corrientes inducidas en vez de corrientes directas.

Pasemos ya al aparato receptor, ó sea al punto de llegada, que realmente es muy ingenioso y muy su-

perior, en nuestro concepto, á todos los que hasta aquí se habían empleado, exceptuando el del inventor de Viena, que es todavía desconocido, aunque parece que emplea prismas de cristal y que utiliza en ellos la dispersión de la luz, á fin de obtener una imagen de colores.

El mecanismo del Ingeniero francés se compone de los elementos siguientes: En primer lugar, un foco luminoso que en rigor es un arco voltaico de carbones cruzados. En segundo lugar, un sistema óptico que lanza la luz en un *haz paralelo*. Y este haz encuentra en su camino la parte más sutil y más ingeniosa de todo el invento.

Esta se compone de dos láminas opacas surcadas de multitud de líneas paralelas y transparentes. Una de dichas placas es fija, la otra que está enfrente de la primera, cuelga—por decirlo así—de un teléfono, ó, mejor dicho, de la membrana vibratoria, del teléfono en cuestión. De suerte que sube y baja recorriendo caminos pequeñísimos por una serie de movimientos vibratorios. Cuando las líneas transparentes de la placa móvil estén delante de las líneas transparentes de la placa fija, el haz de luz pasará libremente y seguirá su camino. Cuando, por el contrario, las líneas transparentes de una placa correspondan á las bandas opacas de la otra, la luz no pasará. El conjunto de ambas placas será *á modo de persiana que se cierra*.

Cuanto más rápido sea el movimiento vibratorio en cada instante de tiempo, más veces se abrirá la persiana y más luz pasará. Cuanto el movimiento sea más lento, menos luz franqueará el paso de las líneas transparentes. Y en suma, la cantidad de luz que pase dependerá del movimiento vibratorio de la placa ó membrana telefónica.

Pero éste, á su vez, depende de la intensidad de la corriente que llegue, y esta corriente es distinta, con arreglo á lo que hemos visto, según que estaba en sombra ó en luz el punto del objeto á cuyas radiaciones abrió paso el taladro del obturador.

Á continuación de este mecanismo telefónico encuentra la luz un obturador idéntico al del punto de partida; la misma forma, la misma distribución de agujeros ó taladros, la misma velocidad giratoria. Es decir, un obturador ó disco sincrónico con el primero.

Tal disco es, en cierto modo, un *distribuidor geométrico*.

La imagen vino por el conductor general deshecho en corrientes; desmenuzada en puntos, pudiéramos decir. Eran sombras y luces; pero no tenían distribución geométrica. El obturador, por medio de sus taladros, va á colocar en el instante preciso cada punto de la imagen sobre una pantalla, en el sitio que le corresponde, pasando para ello por un sistema óptico conveniente.

En resumen: *el selenio da las sombras y las luces: el sincronismo de los discos ú obturadores da la forma geométrica.*

Y se comprende además que duplicando los aparatos, como sucede en los sistemas bioculares, podrá obtenerse la imagen con el relieve que tiene en la realidad.

Se afirma que el inventor está perfeccionando su sistema y que en la Exposición de 1900 la transmisión de imágenes por medio de la electricidad, ha de maravillar á los que logren verla. Si es que á nosotros los españoles nos quedan ojos para ver maravillas de la ciencia, después de haber visto tantas infamias de los hombres. Pero, en fin, allá veremos.

LAS FUERZAS DISPERSAS

Ya en otra ocasión hemos dicho, que la cantidad de fuerzas que definitivamente murieron para la industria humana en nuestro viejo globo, es enorme.

Toda combinación química realizada y que haya dado por producto un compuesto estable, representa una fuerza, ó mejor dicho un trabajo consumido, que la industria no utilizará jamás.

Es un peso que está en la parte inferior de su camino; es un péndulo que llegó á su posición inferior de equilibrio; es, en resumen, una atracción que aproximó dos masas cuanto podía aproximarlas.

Por eso afirmábamos que toda el agua que existe en la Naturaleza representa una energía ya gastada: la que se gastó al unirse el hidrógeno con el oxígeno.

¡Cuántos millones y millones de caballos de fuerza, que ya no existen para la industria, representan las aguas de los mares!

Y lo que decimos del mar, podemos decir de la costra sólida del globo; cada formación geológica es como la losa de piedra de un inmenso cementerio, ó como las cenizas de un gigantesco hogar: metales y metales oxidados, restos de infinitas combustiones.

Apenas si las minas de carbón de piedra se han salvado de esta muerte universal; ellas, por la afinidad del carbono con el oxígeno, no saciada todavía, representan la fuerza de que hace un siglo está viviendo la industria.

Pero, así y todo, las fuerzas naturales del esferoide terrestre están agotadas por completo.

Muchas quedan, que en más de una ocasión hemos enumerado; por ejemplo, las mareas, el oleaje del mar, los vientos, el calor solar, las diferencias de temperatura en general, las caídas de agua y muchas reacciones químicas no realizadas todavía.

Sin embargo, para que la industria utilice la mayor parte de estas fuerzas, hay una dificultad práctica.

En teoría pueden utilizarse todas ellas. Y como la teoría es cierta, en la práctica también pueden utilizarse; pero no en *la práctica industrial*, en la que domina como elemento principalísimo el *elemento económico*.

No pueden utilizarse, repetimos, la mayor parte de las fuerzas antes enumeradas, porque están *dispersas*.

No están reconcentradas en una pequeña extensión. Bien al contrario, sobre enormes superficies se extienden, y á veces por todo el espacio que rodea al globo.

El carbón de piedra se utiliza porque basta quemarlo en el hueco reducido de un hogar, y aunque la construcción del hogar y de la máquina de vapor cuesta mucho, la cantidad de trabajo industrial que en la máquina se obtiene compensa con gran exceso los gastos de la maquinaria. Hay *ganancia*; hay *interés* al capital; hay *progreso* de la industria. Lo que se *produce* es más que lo que se ha *consumido*.

Y otro tanto podemos decir de la caída de agua.

En una catarata hay 20 ó 100.000 caballos de vapor reconcentrados en una pequeña superficie, y en construyendo una ó varias turbinas hemos logrado movilizar una fuerza considerable.

Todas las fuerzas reconcentradas en un mismo espacio pueden ser recogidas y pueden ser explotadas por la industria, aunque el *receptor* técnico ó hidráulico sea costoso; porque más vale en fuerza ó en dinero (que da lo mismo; este es el símbolo convencional de aquélla) la fuerza recogida, que la fuerza que consumió en la fábrica el artefacto receptor.

En cambio, otras fuerzas de la Naturaleza, con ser inmensas, están desparramadas: son inmensas en conjunto: por cada unidad de espacio son muy pequeñas.

Y si el receptor ha de recoger una cantidad considerable de fuerza, como ha de extenderse á grandes espacios, ha de ser extensísimo, costoso, imposible, bajo el punto de vista industrial.

En este caso se encuentran, para no citar otras fuerzas naturales, las mareas, el oleaje, el calor solar y los vientos.

Respecto á las mareas, ya en otra crónica vimos de qué manera la industria humana ha procurado salvar la dificultad. No hemos de repetir lo que en aquella ocasión explicamos.

El oleaje del mar es otra gran fuerza que representa millones y millones de caballos de vapor; pero es una fuerza extendida por toda la superficie de los mares y es, además, una fuerza muy variable, y en sumo grado irregular: unas veces está rizada la superficie del Océano; otras veces la hinchan olas de dimensiones gigantescas. Algunos esfuerzos se han realizado, sin embargo, para recoger la energía que el subir y el bajar de las olas representa; pero las dificultades prácticas ó las dificultades industriales, por mejor decir, ningún invento de los varios que existen ha podido vencerlas por completo.

Podemos repetir, casi palabra por palabra, para el

calor solar, lo que hemos dicho para el oleaje de los mares. El calor solar es una fuerza que se mide en cada hora por millones y millones de caballos de vapor. Si estuviera más recogida, sería un manantial de fuerza para la industria; pero al oleaje de fuego le sucede lo que al oleaje de los Océanos, que está disperso por toda la superficie de la tierra.

Para recoger 20 ó 30 caballos de vapor, aun suponiendo que se hubiere resuelto de una manera satisfactoria la cuestión teórica, sería preciso que el receptor se extendiese á centenares de metros cuadrados, que reconcentrase lo que está disperso, y para ello la maquinaria ó el artefacto había de llegar á todos los puntos á que la dispersión llega.

No se presenta, sin embargo, este problema tan difícil como el anterior, y existen sobre esta materia estudios, trabajos y ensayos de bastante importancia.

Con el calor solar, recogido por espejos y reconcentrado sobre pequeñas calderas, se ha hecho hervir el agua; se ha utilizado el vapor en pequeñas máquinas; se ha sacado agua de los pozos.

El problema teórico-práctico está resuelto: el problema industrial no lo está todavía.

Los receptores de fuerza empleados son muy costosos en comparación de la fuerza recogida.

El verdadero problema podría plantearse de este modo: construir un receptor de calor solar *muy barato por metro cuadrado* y que, por lo tanto, pudiera

económicamente extenderse á unos cuantos centenares de metros superficiales.

Proyectos hay también en este sentido, mas no sabemos que ninguno se haya realizado.

Y lo que sucede con el oleaje de los mares y con el calor solar, sucede con la fuerza del viento.

También representa una energía disponible verdaderamente gigantesca. Pero no sólo está esparcida por todo el espacio, sino que está sujeta á grandes intermitencias y aun parece estar reservada por la Naturaleza para determinadas regiones.

Los molinos de viento son muy antiguos; pero desde que la electricidad tomó puesto en el campo de la industria, el clásico molino de viento se ha rejuvenecido con el apéndice de los acumuladores.

Materia es esta, sin embargo, que merece capítulo aparte.

El objeto de la presente Crónica era únicamente el de probar que existen grandes fuerzas naturales no explotadas aún y que la dificultad para explotarlas reside principalmente en su dispersión, casi pudiéramos decir en su excesiva descentralización.

Todo en la industria, como en la Naturaleza y en la sociedad, debe estar sujeto á peso y medida y ley racional.

Hay casos en que la concentración no conviene; pero hay casos en que la concentración de fuerzas es elemento de vida y de progreso.

Si con las fuerzas dispersas de la Naturaleza pudiéramos hacer á voluntad lo que se hace con un abanico (y perdóneseme la imagen), el problema quedaría resuelto.

El abanico se cierra, y en pequeño volumen se recoge el varillaje: es una verdadera concentración de elementos.

El abanico se abre y ocupa gran superficie: es una verdadera dispersión.

¡Cuánto mejor fuera que á voluntad pudiéramos abrir ó cerrar el espléndido abanico de los vientos, ó el abrasado abanico de las ondas de fuego que manda el sol, ó el verde y espumoso abanico del oleaje en los revueltos mares!

Entonces la industria multiplicaría su potencia hasta lo inconcebible.

Confiemos en el porvenir.

LOS CUERPOS OPACOS

Desde que Roentgen ha descubierto los *rayos* que llevan su nombre, á que por modestia ha dado el de *rayos X*, los *cuerpos opacos* se han puesto de moda, ó por lo menos han tenido su período de moda, corto y transitorio, como todo lo que á la eterna diosa de los fugaces caprichos se refiere.

El gran público, quiero decir, el público de la masa humana, que se extiende bajo el nivel medio, ha caído en la cuenta de que existen *cuerpos opacos*.

¡Qué cosa tan extraña! ¡Qué existan *cuerpos opacos* y cuerpos transparentes!

¡La madera, pongo por caso, y el cristal! ¿Y por qué esta diferencia?

Á unos cuerpos llega la luz, y pasa como si el obstáculo no existiese.

Á otros llega, y en ellos se extingue como una barrera infranqueable.

Y no se diga que consiste en la densidad: más denso es el cristal que un paño obscuro ó que una hoja de papel negro, y por la lámina cristalina pasa y por la lana ó la celulosa ennegrecida no pasa la vibración del éter que se llama luz.

La explicación debe ser otra; no debe consistir en la densidad.

Por lo pronto, esta clasificación de cuerpos en *opacos y transparentes* no es absoluta, y diremos todavía que no es exclusiva del orden físico; en el orpen moral hay hombres, masas enteras, falanges humanas, que ya *son opacas*, ya *transparentes* para determinado orden de *ideas*; y algo así como sublime vibración es toda idea.

Es que las propiedades y las leyes físicas van paralelas á las de orden moral, por lo bajo éstas, aquéllas por más luminosas regiones, pero caminando á la par, como la sombra de una nube corre por el suelo mientras corre la nube por elevadas regiones de la atmósfera.

Sí; hay cuerpos opacos y cuerpos transparentes, como hay hombres transparentes y hombres opacos para la verdad y la hermosura, cerebros hechos de peluda lana, cerebros cuajados en purísimo cristal.

Ateniéndonos, por el pronto, al orden de la materia, observaremos que la *opacidad* ó la *transparencia* de los cuerpos se refiere á la naturaleza de los rayos ó de las vibraciones que pretenden atravesarlos, tanto como á los cuerpos mismos. Por los metales, por ejemplo, no circula la luz y circula la electricidad: el metal, por lo tanto, es transparente para la electricidad, opaco para la luz.

De suerte, que no debe decirse tal cuerpo es opaco ó transparente en absoluto, sino más bien es opaco ó transparente respecto á la luz, al calórico, á la electricidad.

Y esto sucede también con el ser humano; por las muchedumbres circulan con asombrosa facilidad determinadas ideas; para estas ideas son transparentes; para otras ideas serán opacas, en la masa se embotarán.

Y me atrevería á decir, como luego probaré si tengo espacio y tiempo para ello, que por idénticas razones circulan ó se obtienen ideas y vibraciones por los cuerpos físicos y por los seres humanos.

El vulgo imagina que los cuerpos opacos son masas continuas, barreras seguidas, espacio todo él macizo; y nada que más se aparte de la realidad que este concepto de los cuerpos sólidos.

Los cuerpos sólidos son verdaderos *cielos*, plagados de astros, que son las *moléculas*. Cielos chiquitos, astros infinitesimales; pero que, en rigor, se pare-

cen muchísimo á los cielos azules que se extienden sobre nuestras cabezas y á los cuerpos celestes que por ellos voltean.

Los tenemos á la mano, por la perspectiva vemos apiñadas las moléculas, imperfecciones de nuestros sentidos, rellenamos con nuestra imaginación los huecos y creemos que el cuerpo opaco es todo él macizo y apelmazado.

Esto también nos sucede con las nebulosas; al contemplar los espacios celestes, nos parecen las nebulosas nubes continuas, y cuando, con instrumentos poderosos de óptica, las examinamos, muchas de ellas se nos deshacen en estrellas. Si tuviéramos microscopios de suficiente poder, veríamos deshacerse el cuerpo más opaco en átomos á *inmensas* distancias unos de otros; inmensas, digo, en comparación á las dimensiones de cada molécula. Lo que antes afirmaba: un sistema astronómico, en miniatura, es cada cuerpo.

Todo efluvio, tóda emanación, todo rayo, todo linaje de vibraciones que á un cuerpo llega, conmueve todas las moléculas y las hace vibrar más ó menos; pasará ó no pasasá, según estén agrupadas las moléculas, y, sobre todo, según vibren de ésta ó de la otra manera. No es una barrera continua la que se opone al paso del rayo luminoso ó eléctrico ó calorífico, es un sistema de moléculas que se *estremecen*.

Según se estremezcan, así entiendo yo que será el cuerpo *opaco* ó *transparente* respecto á la emisión de que se trata.

Y perdónenme los físicos si no empleo siempre el lenguaje más exacto; pero yo sé por qué falto á veces á la exactitud material y prosaica.

Válgame aquí una imagen, extraña, pero exacta, Supongamos un cuerpo cualquiera, compuesto, como es natural, de partecillas ó moleculas: pequeños astros obscuros de aquel cielo minúsculo, y son soles brillantes.

Cada molécula, supongo yo que es un *instrumento musical capaz de dar sólo una nota;* el *do*, pongo por caso: el *do* bajo del pentágrama.

Llega al cuerpo por el aire la vibración; es decir, el número de movimientos oscilatorios que á *do* corresponden; y al punto, todas las moléculas, todos los pequeños instrumentos musicales de mi fantástica hipótesis, vibrarán repitiendo la nota *do*.

Y si el cuerpo es un muro, la nota *do* que recibieron por una cara, la repetirán por la opuesta. El *do* habrá pasado; el cuerpo será *transparente* para el *do*. Rayo de luz que pasa por el cristal: muro acústico de cristal para el rayo de luz sonora.

Al observador que esté del otro lado del cuerpo, ó del muro, llegará, pues, el *do* como si el obstáculo no existiere.

Pero llega otra nota más elevada, por ejemplo, la

nota *mi:* conmueve las moléculas, vibran éstas, y como no pueden vibrar más que dando el *do*, el *mi*, al pasar al otro lado del obstáculo, ya no será *do*, sino *mi:* el cuerpo habrá hecho que caiga la nota en el pentágrama.

Para el *do*, era transparente el muro; para el *mi*, es opaco.

Y si el espectador, ó el *oidor*, mejor dicho, que está del otro lado del muro, no tiene su oido organizado para percibir el *do*, nada oirá, y el cuerpo será para él totalmente opaco.

Pues esto sucede con la *luz* y con todas las vibraciones del mundo físico.

Si el cuerpo transforma, por ejemplo, las rapidísimas vibraciones de la *luz visible* en vibraciones más lentas é invisibles, y difusas acaso, no ordenadas en rayos del *calor*, para el sentido de la vista el cuerpo será opaco.

Hé aquí una explicación vulgar é incompleta, pero clara, y que fácilmente tomaría forma matemática, *de la opacidad* y *de la transparencia:* el cuerpo opaco transforma vibraciones visibles en vibraciones oscuras, al menos para nuestra retina.

Y con las transparencias y las opacidades del mundo moral, sucede lo mismo.

Un hombre de genio, sabio, poeta, inventor, llámese como se quiera, también es un foco luminoso, también de él parten esos rayos sublimes que se lla-

man *ideas*, cada uno de los cuales es como una nota musical de la gran armonía humana, con su vibración propia, un *do*, un *re*, un *mi*, un *do sobreagudo*, por ejemplo, de la misteriosa escala.

Y esa idea, esa nota, esa vibración, llega al cuerpo formado por una muchedumbre, por el público, por la crítica, por los que no vibran por sí sino cuando les hacen vibrar de buena ó de mala gana.

Si, dada la naturaleza de esa masa, su ilustración, sus pasiones y sus sentimientos, es susceptible de vibrar dando la nota *do*, al recibirla, responderá á ella, vibrará á su vez, la transmitirá, y, en suma, será en el orden moral, transparente para la nueva idea, que, en forma virtual, ella tenía en germen.

Por el contrario, si el hombre de genio dió otra nota más elevada, *mi* tal vez, la masa humana será *opaca* para la nueva nota: no reforzará, no transmitirá, no dejará pasar el *mi;* ella no puede dar más que el *do*, y todo lo transforma en esta nota baja de la escala.

¡Opacidad, opacidad moral! Á los que están al otro lado esperando el *mi* y capaces de sentirlo, no llegará, que tropezó con las negruras de un cuerpo opaco. No pudo dar el *mi*, pero pudo tirar de él hacia abajo.

Los hay impotentes para brillar y potentes para extinguir.

Lo transparente y lo opaco, son conceptos universales: á cuanto existe se aplican.

Si se formase un muro en que cada molécula fuese un *fagot*, nunca dejaría pasar al otro lado el sonido de la flauta. Una muralla de cornejas, transformaría el trino del ruiseñor en graznido: casos de opacidad.

Es pues, opaco para una vibración, el cuerpo que no puede vibrar con ella, acompañándola sin transformarla, y transportándola sin degenerarla.

Es transparente, por el contrario, el que por su naturaleza con ella vibra.

Y éstas no son imágenes más ó menos caprichosas, como pudiera creer el que mira estas cuestiones superficialmente ó por el lado puramente material.

Estas imágenes son verdaderos símbolos mecánicos y matemáticos que fácilmente se traducen en fórmulas; la teoría de la elasticidad y de la luz responden de ello.

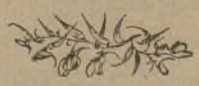
Todo cuerpo es un conjunto de moléculas á mucha distancia unas de otras, pero unidas entre sí por las atracciones de la materia ponderable y por las repulsiones del éter; lazos que las ligan, resortes atómicos que las contienen, que las sugetan cuando quieren huir, que las rechazan cuando se acercan demasiado, y que las hacen vibrar cuando una fuerza exterior las conmueve. Y por eso, según la distribución geométrica de las moléculas, de los átomos y de los subátomos, pudiéramos decir, y según las fuerzas que los une, resulta que en cada cuerpo cada

molécula no puede vibrar sino dando *una* ó *varias determinadas notas*, y *otras no*. Cada cuerpo es como un instrumento musical, ó como una orquesta especialísima; y todas las vibraciones, efluvios, corrientes, emisiones del mundo exterior, al llegar cargados de notas sobre el cuerpo, en hacerlo vibrar se conmueven.

Y esto mismo sucede con las muchedumbres humanas: cada hombre es como un átomo de la masa, y también están unos á otros ligados ó puestos en relación por amores, por odios, por intereses, por sentimientos, por tradiciones, por ideas, sin contar con los lazos físicos, étnicos y geográficos.

Y según son estos lazos, estas fuerzas atractivas ó repulsivas, así vibran las muchedumbres, pueblos ó razas, y sólo de una manera pueden vibrar, *en un momento dado*, y para ese modo de vibración serán *transparentes*, y para otro modo de vibración serán *opacos*.

Por eso el progreso, es decir, el triunfo del bien, consiste en ir poco á poco modificando masas y convirtiendo *opacidades en transparencias*.



MÁQUINAS DE VAPOR Y DINAMOS

I

Puede decirse que empezó el siglo con la invención de la *máquina de vapor*, y puede decirse también que termina con la invención de la máquina-*dinamo*.

Dos invenciones transcendentales, que han transformado radicalmente todas las industrias y que han venido á dar carácter especialísimo á toda nuestra moderna civilización.

Pero hay que corregir ciertos errores del vulgo, porque una y otra invención pertenecen á órdenes esencialmente distintos y aun ejercen funciones muy diversas.

Muchos creen, que así como la *máquina de vapor* representa *una fuerza*, la fuerza del vapor, según dicen, la dinamo (ó el dinamo) representa una nueva fuerza descubierta, además de la del vapor, á saber, *la fuerza eléctrica*; este concepto es completamente erróneo.

La máquina de vapor trajo una nueva fuerza á la industria; en suma, aumentó con millones y millones de kilográmetros, ó de caballos de vapor, las energías hasta entonces empleadas en el trabajo.

Había trabajado el hombre con su fuerza muscular, había hecho trabajar á los animales domésticos, había utilizado el empuje del viento, había recogido en ruedas hidráulicas la catarata que se despeña, había llegado hasta ciertos explosivos como la pólvora. Y de pronto se encuentran enriquecidas las potencias industriales con las inmensas energías del vapor.

Y al hablar del vapor como fuerza, ó cometemos un error ó utilizamos una figura retórica, porque el vapor no es más que un órgano de transmisión: recibe y da energía, no la crea; es un resorte especialísimo nada más.

La verdadera fuerza la da la combustión, y por eso, más bien que máquinas de vapor, debieran llamarse *máquinas de fuego*. El vapor les da nombre porque es el aparatoso, el ostentoso, el bullanguero, el que pregona su fuerza al hervir en la caldera, al silbar en la locomotora, al desprenderse en bocana-

das por la atmósfera. Pero, en rigor, él no puede dar lo que no tiene; puede lucirlo, es decir, lucir la energía que le prestaron; puede asombrarnos con sus tumultuosas agitaciones, con sus expansiones poderosas; pero no está en él el origen de la fuerza que ostenta: es un resorte, y al resorte hay que darle cuerda, que aquí es darle calor.

El verdadero origen de esta fuerza se esconde severo y modestísimo en la caja de hierro de la caldera, y allí está: en el carbón de piedra que arde, en las rojas ascuas, en las lenguas de fuego, en el calor que desarrollan está la verdadera fuerza.

Y esta fuerza no es, en rigor, más que el conjunto de un *número enorme de pequeñísimas cataratas*, por decirlo así.

Por la quebrada de un monte baja una lámina de agua, y á esto se le llama *una caída de agua*, que la industria desde muy antiguo sabe utilizar, haciendo que el agua que cae ponga en movimiento una rueda de paletas.

Pues yo digo, que en el hogar de una máquina de vapor sucede una cosa parecida, al menos en su origen, á la que sucede en la quebrada del monte con la espumosa cascada.

Estoy seguro que esta comparación y esta analogía ha de parecerle á más de un lector, ó grandemente descabellada, ó acaso traída por los cabellos, como vulgarmente se dice.

Pues yo les aseguro, que, bajo el punto de vista de la mecánica, la comparación es rigurosamente exacta, y voy á probarlo.

¿Por qué cae el agua en la catarata? Ó, mejor dicho, ¿qué es una catarata?

Una masa de agua que se encuentra á cierta altura; que avanza; que le falta terreno que la sostenga, y que atraída por la tierra y obedeciendo á su tracción, se precipita desde la altura al fondo.

Mientras cae, la gravedad está, por decirlo de este modo, tirando de ella; la gravedad *la acompaña á lo largo de un camino*, que es precisamente lo que se llama *trabajo mecánico* y que es la forma de todas las energías industriales; una fuerza actuando á lo largo de un camino, repetimos. Si es un kilogramo actuando á lo largo de un metro, tendremos el kilográmetro; si es un kilogramo actuando á lo largo de 75 metros, tendremos el caballo de vapor.

En suma: una catarata que se despeña por el tajo de una montaña, no representa otra cosa que un peso cayendo de una altura bajo el influjo de la atracción terrestre.

¿Queréis reducir esto á un símbolo bien sencillo? Pues poned, por ejemplo, en lo alto una masa de agua, un metro cúbico, y poned en lo bajo *la tierra* recogida en su centro, y la tierra y la masa de agua atrayéndose, y la tierra, como más poderosa, llamando hacia sí á la masa de agua.

Pues esto, nada más que esto, esto mismo, y expresado casi con las mismas palabras, sucede en el hogar de toda máquina de vapor, ó, más en general, en toda máquina de fuego; diré más, en todos los fenómenos del mundo inorgánico.

Aquí tenemos también frente á frente *dos masas*, como allí la tierra y el agua, aquí el *carbón* y el *oxígeno* del aire.

Y como el agua se precipitaba sobre el centro de la tierra, *el oxígeno*, obedeciendo á la afinidad química, que es otra especie de gravedad, quizá la gravedad misma, se precipita sobre *el carbón*.

Y cada átomo de oxígeno, al precipitarse sobre cada átomo de carbono, forma otra pequeña catarata, *otra catarata infinitesimal* que nuestra vista no percibe, aunque percibe uno de sus efectos, la luz, el fuego, el resplandor, la llamarada.

Porque así como la catarata forma espumas en el fondo, toda ascua rojiza de un hogar viene á ser, y permítaseme la comparación, el fondo lleno de espumas luminosas, de esas pequeñas cataratas químicas de que antes he hablado.

Pero en el fondo eterno de la Naturaleza y en las altas generalizaciones de la ciencia *todo es uno*, y se expresa por las mismas fórmulas racionales.

Nuestros sentidos son los que criban y *diferencian* las cosas; la razón humana es la que imprime en ellas la *unidad*, sin la cual habrá catálogo indigesto de

hechos, inventario abrumador de menudencias, pero no habrá nunca el rasgo divino de la ley.

¡Qué dos cosas tan distintas, la quebrada de un monte, un tajo de 30 metros, una lámina de agua que se precipite en el espumoso abismo, pintando pedazos de iris en el espacio, retorciendo borbotones en el fondo y coronándose de cristales en las alturas!

Esto, por una parte.

¡Y por otra parte, una caja de hierro, y dentro una masa de carbón convertido en ascuas!

¡Quién ha de decir que *estas dos cosas* son iguales! Para los sentidos no lo son, pero lo son para la ciencia en sus conceptos generales; porque la ciencia reduce la catarata del monte y el combustible que arde en el hogar, á esta fórmula simplicísima, al parecer fría, que no tiene ni espuma, ni ascuas, ni llamaradas, y que, sin embargo, es de una sencillez sublime, como que está cuajada en los moldes de la razón, á saber: *masas que se atraen* y *que al atraerse desarrollan una potencia*, que el hombre podrá utilizar si sabe utilizarla.

En un caso, en el primero, coloca una rueda de paletas ó una turbina, y recoge la acción de la gravedad y dispone para sus trabajos industriales de lo que se llama una potencia hidráulica.

En el otro caso, en el segundo, recoge la vibración, que en el éter producen las pequeñas cataratas que forma el oxígeno al precipitarse sobre el carbo-

no, y las emplea en dar elasticidad al agua, convirtiéndola en vapor.

Pero en uno y otro caso, la energía está en las atracciones *que ejerce la materia sobre la misma materia*, obedeciendo á la ley de Newton.

¿Qué más da que se atraigan el esferoide terrestre y el agua de la cascada, ó el carbono del combustible y el oxígeno del aire?

Todo es atracción. Y la atracción existe como ley universal, ó las cosas pasan como si existiera, según decía Newton.

Hasta aquí la máquina de vapor, origen de fuerza.

Pero la dinamo no es nada de esto.

La dinamo no es origen, no es fuente de fuerza, no ha venido á agregar por sí ni un átomo de energía á las energías de que el hombre había dispuesto hasta aquí.

Y, sin embargo, su influencia es inmensa, tan grande por lo menos como la de la máquina de vapor: es una nueva revolución en el seno de la industria.

Ya explicaremos esto en otro artículo.

II

En el artículo precedente dijimos que, con ser las máquinas de vapor y las dinamos dos invenciones de grandísima importancia, ni eran del mismo género, ni ejercen en la industria la misma función.

La máquina de vapor ha venido á aumentar, mejor dicho, á multiplicar las fuerzas de que el hombre disponía en el constante trabajo de todas sus industrias. Si momentos antes de descubrir la máquina de vapor se hubiera podido reducir á un número la fuerza industrial por aquel entonces existente y hoy se hiciera el mismo cálculo, hallaríamos que las máquinas de fuego han aumentado considerablemente la primitiva cifra.

Y es natural que así sea. Si las cataratas del Niágara, por ejemplo, perteneciesen á una región inexplorada, y de pronto se descubriesen todos los centenares de caballos de vapor que representan, serían otro tanto de potencia industrial disponible. Un sumando que agregar á la suma anterior; relativamente al hombre, algo así como una creación repentina: fuerzas brotando de la nada.

Pues esto fué la invención de la máquina de vapor, mejor dicho, de las máquinas de fuego. Fué descubrir de pronto las infinitas cataratas que en estado potencial existen entre el oxígeno del aire y el carbón de piedra. Fué, repetimos, como si un genio prodigioso hubiera puesto frente á frente todo el oxígeno de la atmósfera y todas las minas de carbón fósil, que desde las edades geológicas dormían bajo tierra, envueltas en negruras esperando el mandato humano que dijese: «sea el fuego». Y el fuego *fué* como fuerza motriz, y *fué* la máquina de vapor.

Porque, regla general, siempre que dos elementos del mundo inorgánico tienen gran afinidad uno por otro y andan apartados y dispersos por el espacio, basta que el hombre los ponga frente á frente y que *facilite* y provoque su unión, para que uno sobre otro se precipiten, desarrollando la energía que en ellos estaba latente y que el hombre pretende aprovechar.

Todo inventor es un honrado é ingenioso *galeoto*, que favorece ansias y apetitos y amores inorgánicos, unión de seres distintos, pongo por caso, la masa de carbón y el oxígeno, unión que se pregona con abrazo de fuego y besos de luz.

Allí, por el contrario, donde estos amores inorgánicos se han saciado y seres distintos se han unido, parece como que han realizado su misión y ya no encontraréis ni luz, ni fuego, ni energía disponible, sino algo así como frías é inertes cenizas geológicas.

La costra sólida del globo no es más que un montón de cenizas prehistóricas, por lo que á la historia de la tierra se refiere; apetitos, por decirlo así, amores, y démosle este nombre para poetizar el fenómeno, afinidades, en términos científicos, saciadas y satisfechas.

Así, por ejemplo, las masas inmensas de caliza de las formaciones geológicas representan millones y millones de caballos de vapor, que se consumieron, al unirse con lazos eternos el oxígeno, el carbono y

el calció, y dieron por resultado el carbonato de cal, ó sean calizas y mármoles.

Una formación caliza, es como una inmensa losa funeraria sobre la tumba de estupendos é incomprensibles amores geológicos.

Pero volvamos á nuestro objeto. Si al descubrir *la máquina de vapor* se enriqueció la suma de energías de que la industria disponía por entonces, al descubrir el *dinamo* ha quedado invariable aquella suma: ni un átomo más de fuerza.

El dinamo, por sí mismo, no nos trae ni la milésima parte de un caballo de vapor. El dinamo, por sí, es inerte, quiero decir que no arroja una ganancia definitiva en la potencia industrial.

Y desde luego, observadlo: nunca veréis un dinamo aislado, porque, por sí solo, sería completamente estéril para el trabajo; sería algo así como un péndulo caído.

Siempre se encuentra al lado del dinamo una potencia industrial que lo mueve. Al lado del dinamo, a máquina de vapor, ó la caída de agua, ó el empuje del viento.

Al lado del dinamo podrá estar el calor solar como motor, ó la palpitación de la marea, ó la excitación del oleaje, ó la reacción química de una pila; pero siempre necesita una fuerza que lo ponga en movimiento. Sin esa fuerza, la máquina-dinamo sería para la industria una masa inerte.

Porque el dinamo, ya lo hemos dicho, no ejerce más que una función: *transformar* todas las fuerzas, sean las que fueren y por distintas que parezcan, en ésta única, ó en esta única manifestación de la fuerza, la *corriente eléctrica*.

Y poco importa cuál sea la fuerza; sea la máquina de vapor, ó la de un motor de gas, ó la de un motor de aire caliente, ó la de vapores combinados; sea la de la catarata que se desploma en el seno de la montaña, ó la del viento que viene silbando por las anchuras del espacio, ó la de la marea que besa al impulso de sus palpitaciones la playa con besos de infinita anchura, ó la del oleaje que agita la superficie del Océano, ó la del sol, catarata de fuego; todo es igual; cualquiera de esas fuerzas, como se apliquen á mover un dinamo, dará origen á una corriente electrica, y podremos decir que se ha transformado en fuerza eléctrica.

La misión del dinamo no es crear fuerzas, ni aportar nuevas energías, sino unificarlas todas.

Si se me permite una comparación, al parecer extraña, pero que yo creo exactísima, diré que el dinamo ejerce en el orden de la mecánica una función análoga á la que ejerce un Banco de circulación en el orden económico.

Llevad á un Banco letras, pagarés, billetes á la orden, toda clase de efectos comerciales, cuya circulación parcial por el mercado sería pesada y dificul-

tosa; convertidlos en este signo único de crédito, *el billete de Banco*, y veréis con qué facilidad circula por el territorio de una nación.

Pues una cosa parecida hace el dinamo: primero, unifica todas las fuerzas, convirtiéndolas en corriente eléctrica, y luego las hace circular hasta centenares de kilómetros.

De esta manera puede movilizar, hacer que circulen, y centralizar donde convengan, fuerzas que antes andaban dispersas ó en sitios inaccesibles ó á largas distancias de los centros industriales. Y en este sentido pudiera decirse que el dinamo ha traído grandes fuerzas á la industria, no por sí, no por virtud ni creación suya, sino por haber transportado, haciéndolas utilizables, las que ya existían perdidas, lejanas ó perezosas.

El dinamo ha espiritualizado la fuerza: á la pesada máquina de vapor, ó á la turbina, ó al molino de viento, puede decirse que les ha extraído el alma eléctrica lanzándola por un hilo, y así por un hilo van 200 ó 300 caballos á 100 ó 200 kilómetros, prodigio verdaderamente inconcebible.

Y ¿cómo lo realiza el dinamo? De la manera más sencilla; y para hacerlo comprender, para grabarlo en la imaginación de mis lectores, permitidme una comparación, que he empleado ya varias veces y que he de emplear todavía algunas más, porque me parece muy exacta.

Todo hombre tiene sus simpatías y sus antipatías, seres á quienes ama, seres á quienes odia. Acercadle y alejadle alternativamente de estos seres, y la circulación de su sangre, y el ritmo de su corazón, y la corriente de sus nervios sentirán la influencia, ya de la aproximación, ya del alejamiento, de aquellos seres que son polos positivos y negativos de su existencia.

Pues una cosa análoga sucede con el dinamo.

Todo dinamo no es otra cosa que un ovillejo de alambre ó, si se quiere, de hilo de cobre, montado sobre un eje, y que, girando, se acerca ó se aleja de imanes ó electroimanes fijos que hay á su alrededor: seres que le atraen ó que le repelen; que ama ó que odia.

Esto basta para que la corriente eléctrica circule por el ovillejo, y sacando los dos cabos y uniéndolos á 200 ó 300 kilómetros de distancia, á esa distancia habremos llevado la corriente eléctrica que la rotación del ovillejo engendró al acercarse á los imanes ó electroimanes, ó al alejarse de ellos.

Pero para que la corriente eléctrica se engendre en el ovillejo (que es lo que se llama *el inducido*), ha de moverse, es decir, ha de girar, y precisamente para que gire se necesita una fuerza. Importa poco cuál sea máquina de vapor, ó motor hidráulico, ó motor solar, ó fuerza del viento; pero una fuerza siempre. Y tanta como sea la fuerza que se aplique al dinamo, tanta será la que circule en forma

de electricidad; si mucha, mucha; si poca, poca.

Claro es que, cuando, usando el lenguaje vulgar, digo *fuerza*, quiero decir energía, trabajo, kilográmetros, y en ocasiones *fuerza viva*, cuyos valores numéricos son iguales.

Y he aquí cómo el dinamo, sin ser un nuevo motor, sin traer nuevas cantidades de energía industrial, es un mecanismo maravilloso, es lo más espiritual de la industria y ejerce funciones tan transcedentales como la misma máquina de vapor. Es, en efecto, cosa que maravilla ver al ovillejo girar en presencia de los imanes, ó sea el inducido en presencia del inductor, *sin el menor contacto*, y sin embargo, engendrando 40, 80, 100 ó más caballos de vapor; que no parece sino que pasan aéreos por el espacio, sin rozamiento, sin choque, sin contacto.

No son los antiguos mecanismos, cilindros y émbolos y ruedas y engranajes y palancas, materia bruta que choca, roza y rechina, así como si se quejase del trabajo, esclavo que se retuerce bajo el látigo.

No: en el dinamo, allí donde parece que circula fuerza entre el inductor y el inducido, no hay ni choques, ni rozamientos, ni el más ligero contacto; todo es sutil, etéreo; parece que no pasa, si la comparación vale, más que el alma del mundo inorgánico.

En suma: la máquina de vapor engendra la fuerza.

La dinamo la transforma, por decirlo así, espiritualizándola.

LAS FUERZAS NATURALES

Las fuerzas del hombre son débiles; pero apropiándose las que andan dispersas por la Naturaleza, el pigmeo se convierte en titán.

Mezquinos son sus músculos, pero él se fabrica músculos de hierro y de acero con los metales de las minas, arrancándolos á girones del seno de las grandes formaciones geológicas.

Sus nervios son delicados y enfermizos; cualquier sacudimiento los desquicia, ablanda ó enloquece; pero la inteligencia humana ha sabido construir, con la prensa, la imprenta y las bibliotecas, cerebros inmortales é incorruptibles, divididos en esas maravillosas celdillas que se llaman *libros*; y ha sabido tender redes eléctricas por todo el globo, como sistema nervioso de un monstruo apocalíptico.

Todo esto ya se sabe, y de puro sabido es vulgar; pero por mucho que se sepa, nunca se meditará en ello bastante, ni la admiración llegará á la altura del merecimiento.

Fuerzas necesita el hombre para sus mil y mil industrias, y fuerzas posee este pedazo de Naturaleza que se llama globo terráqueo: el problema es llevar las fuerzas naturales á las industrias humanas.

Tenemos que poner en relación estos dos términos: *la industria*, *la energía* del mundo físico.

Las industrias son infinitas y al parecer diversas; sin embargo, en el fondo son *idénticas*. No hay en todas ellas más que un solo elemento, que se repite millones y millones de veces, combinándose consigo mismo en la forma más variada, más rica, más caprichosa, más fecunda.

Este *elemento único* de todas las industrias se llama *trabajo mecánico*, ó simplemente *trabajo*.

El trabajo no es otra cosa que *una fuerza ejercitando su acción á lo largo de un camino:* el producto de una fuerza por una distancia: una complicación de dos factores, un esfuerzo y un espacio. Levantad *un kilogramo á un metro*, y habréis desarrollado el trabajo de *un kilográmetro*: repetid esto 75 veces en un segundo de tiempo, y tendréis el caballo de vapor.

Y esto es toda la industria humana, y no es más: fuerzas que actúan á lo largo de ciertos caminos ó

que á lo largo de determinados caminos vencen resistencias mayores ó menores.

El *trabajo* mecánico, el kilográmetro pudiéramos decir, es la *celdilla* elemental del inmenso organismo de la industria. Tomadlas una por una, analizadlas todas, llegad á sus últimos elementos, y hallaréis y encontraréis siempre este elemento permanente.

La locomotora que jadeante arrastra un tren sobre las vías férreas, no hace otra cosa que vencer á lo largo de muchos kilómetros las resistencias todas que á su marcha se oponen: los rozamientos, la gravedad de las pendientes, el viento y el aire: siempre *fuerzas* y siempre *caminos*, y siempre su producto expresado por *caballos de vapor*.

El trasatlántico, que desmenuza olas, corta el agua y agujerea tempestades, también ejerce esfuerzos; una milla tras otra milla, y al llegar al puerto deja tras de sí millares de caballos de vapor consumidos.

El buey, que arrastra por el campo el arado, abriendo surco en la tierra, vence una resistencia á lo largo de un camino, y si, al parecer, su faena es distinta de la que la lcoomotora y el trasatlántico realizan, en el fondo es idéntica, y por kilográmetros se miden todas ellas.

El aserrador, que sierra; el carpintero, que cepilla; el cantero, que labra; la lanzadera, que en el telar corre, con interminable vaivén, de un lado para otro; la modista, que cose; el labrador, que siembra, todos

ellos repiten, con multiplicidad de formas, *un hecho único*; siempre *esfuerzos*, es decir, kilográmetros: siempre *caminos*, de forma más ó menos caprichosa; siempre la resistencia del terreno, ó de la madera, ó la del telar; la del tejido, ó la de la sembradera; vencida esta resistencia en línea recta, ó en los contornos del sillar, ó del traje, ó á lo largo del abierto surco que recoge la semilla.

Y esto mismo se repite en todas las industrias químicas: vencer las resistencias de los átomos, y separarlos hasta efectuar tales ó cuales descomposiciones; dejar caer átomos sobre átomos, provocando nuevos compuestos. Aquí el punto de aplicación no se ve; no se ve en el átomo el gancho de la locomotora, la hélice del trasatlántico, el yugo del arado, el mango de la sierra, los agujerillos de la sembradera ó el ojo de la aguja; pero no por eso *deja de tirarse* del átomo para separarlo de otro átomo, ó se obliga á ir al átomo para que se precipite, á impulso de la afinidad, sobre su compañero: una y otra vez, fuerzas ocultas en el seno de lo infinitamente pequeño, trabajando á lo largo de distancias atómicas: verdaderas locomotoras de lo invencible, que corren con velocidad infinita.

Los trabajos químicos se miden ya por kilográmetros, como todos los de la Física y todos los de la industria.

Pero hay más: los trabajos científicos y artísticos,

en lo que al *orden inorgánico* se refiere, que ya no me ocupo aquí de otros problemas, por fuerzas que laboran por estos ó aquellos caminos se miden y se expresan también.

Toda idea supone un trabajo químico en las celdillas cerebrales; composiciones y descomposiciones y reacciones complicadísimas, que siempre consistirán en átomos que caminan á impulsos de fuerzas. ¡Dios sabe el número de kilográmetros que me costarán estas líneas que voy escribiendo! ¡Qué agruparse unos átomos, qué separarse otros! ¡Cuánto tren en marcha por las celdillas grises! ¡Lo maravilloso es que, al discurrir el hombre, discurra cinco minutos seguidos sin que un descarrilamiento ó un choque de átomos precipite al pensamiento en los abismos del disparate ó de la locura!

En suma, donde hay actividad, hay este único factor y este único producto: *el trabajo mecánico, una fuerza por una longitud*, un cierto número de kilográmetros, ó, si se cuenta por grandes unidades, de caballos de vapor á razón de 75 kilográmetros por segundo.

¡Qué raro que el producto de una fuerza por un camino tenga esta importancia en el mundo físico-químico y en la industria humana, y sea como el substratum de la agitación universal!

Parece que el *trabajo* se empeña en condensar y reunir la diversidad del espacio y del tiempo en una

unidad superior: es como la integración de elementos dispersos: como lo *vario* que se recorre en lo *uno*. Y es que este problema late en el fondo de los más sublimes problemas.

Quizá el que explicase cómo *la variedad*, sin dejar de ser lo que es, se condensa y se transforma en *la unidad*, podría explicarlo todo. Por eso son tan admirables los remedos ó los reflejos de este gran problema: por eso, el amor que de dos seres hace uno, siquiera sea en forma imperfecta y transitoria, es el más rico manantial de todas las manifestaciones estéticas. No es la solución perfecta del problema, pero es como una lejana imagen, y aun pudiéramos decir, en términos de lotería, que es una *modesta aproximación*, siempre no sean modestas tales aproximaciones.

Ya que en la industria humana no encontramos más que un elemento, repetido sin fin, el trabajo mecánico, ó su unidad el kilográmetro, veamos si esta misma unidad se encuentra en las *fuerzas naturales* que la industria utiliza.

Y en verdad que las fuerzas, ó, por mejor decir las *energías naturales*, no son otra cosa que acumulaciones inmensas, criaderos sin fin, relativamente hablando, de kilográmetros, es decir, de trabajos.

Toda fuerza natural, no es más que cierto número de caballos de vapor disponibles. Una fuerza que está en disposición de actuar á lo largo de un camino.

El sol, que manda cantidades enormes de calor, en oleaje de fuego y en haces de rayos; la catarata, que baja despeñándose, rota en espuma, y esmaltada de iris; la marea, que sube, como inmenso seno de cristal que se hincha; el oleaje, que con secular terquedad está llamando en playas de arena y acantilados de roca viva para que le utilicen; el carbón de piedra, que sueña en su cripta con sus perdidos bosques antediluvianos; el inmenso depósito de combinaciones químicas, por saciar todavía, que se callan soberbias y desdeñosas, hasta que la ciencia no las llama, y entonces estallan indómitas, por si el espanto aleja al domador; todas las energías naturales están dispuestas á trabajar por los caminos que ante ella se presenten, *condensando tiempo y espacio en instantes y en puntos*, no vacíos, como la abstracción, sino rellenos y palpitantes, como la vida.

Pero basta, por hoy, de kilográmetros.

TRANSPORTE DE FUERZA

La dispersión de los seres, de las cosas, de los átomos y de las fuerzas es un paso hacia la muerte y hacia la nada.

La concentración, según ciertas leyes de armonía, es un elemento de vida.

El desierto es una dispersión, y una concentración la celdilla biológica.

Todos los esfuerzos de la Naturaleza tienden á juntar por lazos de atracción, por lazos de afinidad, por atracciones de amor, seres que andaban lejanos y perdidos por el espacio.

Todos los esfuerzos de la sociedad humana tienden al mismo fin: concentrar la mayor suma posible de sentimientos, de ideas y de voluntades en la más apretada organización.

Allá estaba el carbón de piedra en las entrañas geológicas del globo: solo y aislado, era estéril.

Más lejos se hundía en sombras el mineral de hierro: músculo metálico que reposaba inerte, como titán dormido.

Por la atmósfera vagaba el oxígeno, ó arrastrado por el ciclón, ó mecido por la brisa, pasando del continente al mar, del monte al llano, del desierto á las alturas, ó describiendo ciclos entre las regiones ecuatoriales y los polos: perezoso paseante del espacio.

Por el río iba el agua lentamente, procurando que no la cogiesen, para esquivar faenas y hundirse sin provecho en el mar, arrullando entre tanto su propio sueño con su propio murmullo.

Cok por un lado, *mineral de hierro* por otro, *oxígeno* en los aires, *agua* en la fuente y en el río; elementos dispersos, separados por centenares, por miles de kilómetros; elementos inútiles y holgazanes, que la fatalidad estúpidamente arrastra y el cosmos hace girar en eterna rueda.

Pero he aquí que en el centro de un hueso muy pequeño hay una sustancia muy blanda, formada de infinitesimales celdillas, concentración suprema de la vida; algo así como un panal gris y microscópico. Las abejas de ese panal son las ideas, y á fuerza de trabajar dieron en la manía de unir el negruzco carbón, el ganchudo metal, el punzante gas y la onda líquida.

Y con el metal hicieron una cárcel de hierro, un hogar, una caldera y una serie de ruedas y palancas; y en el hogar arrojaron paletadas de cok; y en la caldera pusieron el agua; y precipitaron por bajo de la rejilla el oxígeno del aire; y, por fin, una chispa de fuego animó aquel conjunto.

Por donde resultó la locomotora y la máquina de vapor; es decir, toda la vida moderna, todas las maravillas de nuestra maravillosa civilización.

Concertar, unir, borrar distancias, es la empresa titánica *del trabajo*.

Pero las distancias se borran, caminando, ó, mejor dicho, *transportándose*.

Y tanto más se borran, cuanto más á prisa se transporta lo que haya de transportar. Si para ir, ó para llevar algo de un punto á otro, se tarda un siglo, puede decirse que el espacio queda triunfante, haciéndonos sentir, en forma *de tiempo*, su poder de dispersión.

Mas si se pasa de aquí á allá, de Europa á América, en *un segundo*, el espacio queda vencido: los dos puntos casi se confunden en uno solo.

Trasladarse *instantáneamente* de un lugar á otro lugar, es como estar en todos ellos al mismo tiempo: es convertirse en un Dios.

No ha llegado á tanto el hombre; pero en su modestísima esfera de pigmeo ambicioso va haciendo *sus pinitos*.

Y los hace, gracias *á la electricidad* y á su velocidad enorme.

La electricidad no es *un nuevo manantial de fuerza*: hay caídas de agua que representan energía, trabajo, fuerza; pero no hay en la Naturaleza, ó no las conocemos, caídas, es decir, *cascadas* de *electricidad*. Hay ríos en los que puede sumergirse una rueda y aprovecharse de este modo la fuerza de la corriente; pero no hay, ó no se han descubierto, *ríos de electricidad* de donde pueda tomarse el prodigioso fluido con sus energías estupendas.

No; la aplicación de la electricidad á la industria no representa el descubrimiento de una *novísima mina de fuerza*.

La electricidad que hoy se conoce en la Naturaleza, es *mínima*, *insignificante* como energía mecáca, ó es *transitoria* é *irregular* en grado extremo.

El magnetismo, que probablemente es *electricidad dinámica*, lo más que hace es poner en movimiento una ligerísima aguja imantada. ¡Famoso depósito de fuerza para mover trenes ó llevar trasatlánticos por entre los espumosos Océanos, ó lanzar torrentes de energía á fábricas y talleres!

El rayo es muy aparatoso, muy fanfarrón, muy efectista; pero como *trabajador*, no vale lo que el último obrero. Es ún déspota holgazán que mete mucho ruido y deslumbra durante unas cuantas horas al año; pero que se pasa el resto del año descansan-

do, sin que nadie sepa dónde duerme su galbana.

En este sentido, y hablando bajo el punto de vista industrial, podemos decir que la *electricidad* para nosotros *no es una fuerza*; ó, mejor dicho, que el descubrimiento de la electricidad *no es un nuevo caudal* que se agrega al caudal de energías de que la humanidad disponía ya.

Fuerzas, energías, potencias trabajadoras, kilográmetros de trabajo, son *las caídas de agua*, *las corrientes rápidas*, *la caída* del oxígeno sobre el carbón en el acto *de las combustiones*, *la caída* de unos átomos sobre otros en las reacciones químicas, *el viento* que hace girar las alas de los molinos, *el calor solar*, aunque todavía no lo utiliza la industria en grande; el palpitar de *la marea*, el ondular de *las olas*, la fuerza de *la sangre* en los motores animados, *las diferencias de temperatura* entre las profundidades de la tierra y la superficie. Todas éstas son ó pueden ser energías, fuerzas, potencias industriales.

¡Pero la electricidad! Por ahora, ni hay que soñarlo siquiera.

Y se nos dirá, tal vez: ¿pues qué es la luz eléctrica, qué son los tranvías eléctricos, qué las locomotoras eléctricas, qué los hornillos eléctricos, qué los acumuladores?

¡Cómo no es fuerza la electricidad, si la vemos trabajar en todas partes con aptitudes prodigiosas para el trabajo, si tiene dedos de hada y músculos de titán,

si á todas partes llega, si está transformando la industria, la sociedad y hasta la vida!

Conque ¿sí? Pues yo digo que esa es la apariencia.

Esa electricidad que obra tales maravillas, ¿la hemos encontrado en algunas minas ó criaderos eléctricos? ¿Nos la ha regalado graciosamente la Naturaleza? ¿Es ella *por sí?* ¿Existía *bajo forma de electricidad?* No, y mil veces no.

Esa electricidad la hemos fabricado nosotros. La ha fabricado el hombre con su ingenio.

La han *hecho electricidad* el sabio, el inventor, el industrial; antes, no lo era.

Esa fuerza eléctrica, porque el trabajar fuerza es. es el resultado de una *fabricación:* se ha fabricado y se fabrica electricidad, *consumiendo* las verdaderas fuerzas industriales. La masa de agua que cae de una altura, el carbón que se consume en el hogar, el zinc que se quema en la pila, son los que engendran electricidad; los que *fabrican electricidad*, pudiéramos decir.

No es la electricidad que hoy se emplea una fuerza recogida en la Naturaleza, sino el resultado de una verdadera *fabricación industrial.*

Como se teje una tela, como se construye un mueble, como se hace una casa, como se eleva un puente, se *elevará electricidad* por medio de una máquina de vapor, por ejemplo.

La electricidad que hoy se utiliza, en cualquiera

de las infinitas industrias á que se aplica, es *la transformación*, y nada más que la transformación, de las fuerzas naturales conocidas: la combustión, la reacción química, una catarata, un oleaje, una corriente de agua, una corriente de aire.

Suprimid estas *fuerzas generadoras*, y se apagan todas las lámparas de incandescencia y todos los arcos voltáicos; se detienen todos los tranvías eléctricos; quedan inmóviles todos los telégrafos y mudos todos los teléfonos, y son despojo inútil del mar todos los cables.

La opinión vulgar cree que con la electricidad se ha descubierto una nueva fuerza y una gran fuerza: error profundo. Lo que se ha descubierto es *una gran transformación de las fuerzas ya conocidas*.

Pero sólo el descubrimiento de la *transformación* de todas las potencias naturales en electricidad es un descubrimiento inmenso, una revolución industrial, un nuevo mundo á cuyos linderos nos asomamos hoy, y en el que ya descubrimos con asombro maravillas jamás imaginadas, horizontes infinitos y resplandores celestes.

Y dicho esto como preámbulo, y para desvanecer ilusiones fantásticas y errores vulgares, vengamos ya al objeto de estos artículos: *el transporte de fuerzas*.

Como en electricidad pueden transformarse todas las potencias del Universo, la electricidad es *la mo-*

vilización, la desamortización pudiéramos decir, de cuantas energías y potencias hoy duermen en abismos geológicos, ó se deshacen en espumas en solitarios montes, ó se revuelven gigantescas en los mares, ó cruzan entre silbos la atmósfera, ó se encogen como titán acurrucado á modo de pigmeo en las mezclas explosivas, ó cae en lluvia de fuego en las llanuras.

Todo esto puede convertirse en electricidad; he aquí el estupendo problema que ha resuelto nuestro siglo.

LOS EXPLOSIVOS

Sin entrar en pormenores técnicos, impropios de escritos cuyo único objeto es la *propaganda científica*, podemos decir que hay dos clases de materias explosivas. Aquellas que se refieren á la teoría de las combinaciones *exotérmicas*, y aquellas otras que tienen por base las combinaciones *endotérmicas*.

Pero no se alarme el lector, que no vamos á seguir por este camino, ni vamos á emplear términos que no sean de todos conocidos.

Nuestras explicaciones en estas Crónicas han de ser siempre vulgares, sencillísimas, aunque á veces tengamos que sacrificar la exactitud absoluta.

No es la ciencia aristocrática la que forma la base de estos artículos, sino, por el contrario, la ciencia más democrática posible.

Ni el tercer estado siquiera, sino el cuarto estado de las entidades científicas.

Si dividimos, al empezar, en dos grupos los explosivos, fué únicamente para advertir á nuestros lectores que íbamos á ocuparnos únicamente en el primero de estos dos grupos, que es el más común y el de las verdaderas aplicaciones industriales.

En todo explosivo de esta categoría hay que distinguir dos partes ó dos substancias.

La primera contiene casi siempre *oxígeno*; y casi siempre unido de esta ó de la otra manera al ázoe ó nitrógeno.

Y decir que el oxígeno está unido al ázoe, es decir que está sujeto con los lazos más tenues, más débiles, con aquellos que con más facilidad se rompen. Porque el ázoe es un cuerpo—hablando en términos generales—de afinidades muy poco enérgicas. Bien al contrario que el oxígeno.

Y tener oxígeno unido al ázoe—volvemos á repetir — es como tener sujeto á un león africano con tenues cordelillos de seda; y perdóneseme la imagen.

Que el león vea próxima su presa, ¡y qué pronto romperá las débiles ligaduras que le aprisionan!

Y si se quiere otra forma para expresar la misma idea, digamos que estas combinaciones del oxígeno con el ázoe son de *equilibrio inestable*. La causa más pequeña la destruye.

El oxígeno en ellas está en cierto modo como

una gran masa de hierro colocada en lo alto de una torre y en una báscula fácilmente giratoria y perfectamente equilibrada.

Una pequeña sacudida, la mano de un niño, un soplo de viento, puede torcer la báscula y puede precipitar al espacio la masa de hierro.

Pues así está el oxígeno en lo alto de su torre molecular: mal sujeto por el ázoe, y dispuesto á caer á la menor sacudida sobre otros cuerpos con los cuales tenga afinidades más intensas.

Por eso observarán mis lectores que en la mayor parte de explosivos que voy examinando hay una sustancia en que entra el oxígeno y en que entra el ázoe. Así en la pólvora entra el salitre, que es un nitrato; y el ázoe y el oxígeno no entran en el nitrato.

Así en la nitroglicerina, y, por lo tanto, en la dinamita, entra el ácido nítrico, que es repetir otra vez los mismos dos cuerpos: el oxígeno y el ázoe.

Siempre la fiera mal sujeta; el cuerpo de grandes afinidades, y de afinidades violentas como el oxígeno, entre lazadas débiles como son las del ázoe.

Esto respecto á la primera de las dos sustancias á que antes nos referíamos.

Y luego, mezclada á esta sustancia, *la segunda:* la presa de la fiera—y valga la primera imagen ó, si se quiere, la masa terrestre, llamando así á la masa de hierro desde el momento en que se fuerza la báscula—, y sirva ahora el segundo ejemplo.

En suma, y empleando términos metafóricos, al cuerpo que contiene oxígeno, siempre se mezcla otro cuerpo, que, por lo común, es el carbono, y también el hidrógeno, con los cuales tiene grandes afinidades el oxígeno.

Por eso en la pólvora entra el carbono. Por eso en la nitroglicerina entra la glicerina, que contiene carbono é hidrógeno. Por eso en otros explosivos entra el algodón, que también contiene carbono. Por eso, finalmente, entra la celulosa, que carbono contiene también.

Siempre, y principalmente, el carbono y el hidrógeno, sobre los cuales ha de precipitarse con violencias incontrastables de titán el oxígeno en cuanto se vea libre.

Y la mayor parte de los explosivos no son otra cosa que lo que acabamos de explicar.

En cambio, los fulminantes no son más que causas determinantes pequeñísimas. La mano del niño, que tuerce la báscula. Una débil cuchilla, que corta las ligaduras del ázoe. Una vibración insignificante, que destruye la combinación entre el nitrógeno y el oxígeno.

Con lo cual todo el mecanismo de los explosivos queda puesto en claro.

La explosión se explica con la misma facilidad, al menos para los usos vulgares de estas Crónicas.

Desde que una pequeña fuerza, que no es más

que la causa determinante, como queda dicho, facilita la libertad del oxígeno, éste se arroja con increíble violencia sobre el carbono y sobre el hidrógeno.

Son una serie de choques en espacios pequeños, pero choques de una energía incontrastable, porque incontrastables son las fuerzas de atracción de los átomos que van á unirse.

Pero el efecto de estos grandes choques es el desarrollo de grandes cantidades de calórico; toda vez que el calórico no es más que la vibración de los átomos, según la hipótesis más natural, más sencilla y más fecunda de la ciencia moderna.

Y así, todas las moléculas de las combinaciones que resultan, adquieren velocidades inmensas; se disparan, por decirlo así, en todos sentidos, como otras tantas balas de cañón archimicroscópicas, dotadas de velocidades casi planetarias, si la exageración vale para dar idea de la magnitud del fenómeno.

Y así, siempre que substancias que contengan carbono é hidrógeno se encuentren en un gran estado de divisibilidad, ó también en estado gaseoso, en una atmósfera de oxígeno, la probabilidad de una explosión es grande.

Explosiones ha habido en fábricas de harinas, por el polvillo de éstas.

Explosiones ha habido, y muchas, en los depósitos de carbón, sobre todo de ciertas clases de carbón. Y es cosa sabida que la mayor parte de los carbones

que se explotan en los Estados Unidos, son propensos, por decirlo así, á la combustión espontánea y á la explosión espontánea por lo tanto.

Las estadísticas refieren que de algunos años acá, precisamente en la marina de los Estados Unidos, ha habido más de *veinte explosiones espontáneas*. Así lo afirma, entre otros periódicos, la *Revue Scientifique*, agregando que hubo tal alarma, que se nombró una Comisión técnica que estudiase este asunto.

Y, sin embargo, ha habido después gente tan imbécil ó tan infame, que ha dado por cierto que la voladura del *Maine* fué debida á la traición de los españoles.

Perdónenme mis lectores si he faltado á la neutralidad de estas Crónicas; pero al que padece de los ojos se le antoja que cuantos polvillos flotan en la atmósfera han de ir fatalmente á martirizarlos.

En una palabra: todo explosivo es una substancia en equilibrio inestable, que la causa más pequeña destruye, provocando nuevas reacciones, las cuales traen consigo desarrollos enormes de calórico.

Es el paso, en conclusión, de un sistema inestable á otro sistema de gran estabilidad mecánica.

Y aquí se enlaza el problema de los explosivos con los problemas más hondos de la biología y de las reacciones cerebrales.

Pero no es este asunto para tratado de paso: dejémoslo para otra vez.

NUEVAS LÁMPARAS ELÉCTRICAS

La humanidad es como aquel Lisardo de *El desengaño en un sueño*, del ilustre Duque de Rivas.

Nace un deseo; se lucha por realizarle; al fin, se realiza; y, un instante después, llegan el hastío y el cansancio á empañar la dicha conseguida. Y aún no se ha gozado por completo, cuando ya está el demonio de la tentación, que hoy bien pudiera ser el ángel del progreso, diciendo al oído: «Lisardo, en el mundo hay más»: con lo cual un nuevo deseo brota, y se riñe una nueva batalla, y, dado que se triunfe, al grito del triunfo se une otra vez la inagotable frase: «Lisardo, en el mundo hay más».

Y ésta, que casi es una ley de la naturaleza humana, se repite constantemente en todas las esferas de la actividad: en lo grande, como en lo pequeño;

en la ciencia, como en el arte; en el orden industrial, como en el órden económico.

Siempre *hay más*, siempre *hay más*; siempre hay un peldaño que subir en la escala: ya se pierda lo alto de la escala entre las nubes para subir al cielo, ya se trate de una vulgar escalera de mano arrimada á un peñón para trepar por él.

Y digo esto con aplicación á un caso muy concreto y muy humilde; quiero decir, con aplicación al alumbrado. Problema industrial modestísimo al parecer, pero de inmensas consecuencias sociales.

¡Con qué ansia desearían los hombres primitivos ver el sol, ó un pedazo al menos, en las negras horas de la noche interminable!

¡Y qué alegría inmensa debió experimentar alguno de esos hombres cuando por vez primera, en el seno de su caverna y en la grieta de una roca, pudo clavar la primera *tea* encendida!

Ya tenía un pedazo de sol en su antro: la llama humeante lo llenaba de humo; pero también lo llenaba de luz; iluminaba á la hembra y á los hijuelos, y al pedazo de carne que sobró para el día siguiente, y á las armas de caza que había de recomponer y aprestar.

Y, sin embargo, pronto debió cansarle la tea encendida, y debió buscar un nuevo sistema de alumbrado. Y así, vemos aparecer una larguísima serie de sistemas y de lámparas, como etapas luminosas del

progreso, en esta especialidad; desde la lámpara griega, de barro, con aceite ó con grasa, en que se empapa la mecha, hasta el candil de la gente de campo y de los venteros.

Si bien se mira, ¿qué complicación de problemas de física y de química hay en el más modesto candil?

En primer lugar, el aceite, todo un *hidrocarburo*, convertido, primero, en un *alcohol* y luego en un *éter;* es decir, un compuesto en que entran el hidrógeno y el carbono, dos cuerpos susceptibles de combinarse con el oxígeno de aire, con ansia, aunque reconcentrada, inmensa; tan grande, que al choque de los átomos de hidrógeno y de los átomos de carbono, del primitivo hidrocarburo, con el oxígeno de la atmósfera, choques verdaderamente gigantescos, brotará en el éter la vibración luminosa.

Y después la mecha, una sustancia porosa, para que por sus tubos capilares suba el líquido y llegue dividido y caliente á la parte más alta.

Y al fin, la combinación química más ó menos perfecta.

¿No es maravilla que el hombre haya inventado todo esto, antes de saber nada de esto? Porque, ¿qué sabía el esclavo griego, ó el esclavo romano, de hidrocarburos, ni de alcoholes triatómicos, ni de ácidos grasos, ni de la capilaridad, ni del oxígeno del aire, ni de las combinaciones químicas del oxígeno con el hidrógeno y el carbono?

Nada de esto sabían aquellos inventores, ni aun los de épocas más modernas; y, sin embargo, han venido inventando lámparas de grasa, y lámparas de aceite, y velas, y candiles, y el clásico velón que alarga gallardamente su cuello de metal con su cabeza de luz y su penacho de humo.

Y vinieron después los quinqués de depósito superior y lámparas con aparato de relojería, y, modernamente, las de aceite mineral.

Siempre descontentos los consumidores del penúltimo invento; siempre enamorados del invento nuevo; y todo el genio de los inventores trabajando por regularizar la luz, por suprimir el tufo y por suprimir también el pábilo.

Desde la caverna prehistórica hasta nuestros días viene luchando la humanidad con todos los mecanismos de la industria por auxiliares y con todos los recursos de la ciencia, sólo para conseguir dos cosas: disminuir el *tufo* y disminuir el *pábilo*, con los malos olores de aquél y de éste.

¡Y luego dicen que la humanidad es vanidosa! Vanidosa, y á millones de sus hijos les ha dado esta misión: acortar, ya que no suprimir, la *longitud de un pábilo*. ¡Razas y razas convertidas en torpísimas despabiladeras!

¡Y dicen que es poderosa la humanidad; y hasta estos últimos años no lo han conseguido! Desde la tea de la caverna hasta la mecha de petróleo, se han

estrellado generaciones y generaciones contra pábilos de todas clases, de todas las formas y de todos los tamaños.

Hoy, gracias al alumbrado eléctrico, sobre todo en la lámpara de incandescencia, el tufo y el pábilo han desaparecido. Pero ¿cómo? Dándose por vencido el genio de la invención y resignándose á tener un pábilo perpetuo, porque perpetuo pábilo, aunque perpetuamente luminoso, es el hilillo de carbón que en el interior del globo traza la variada y brillante línea de luz que nos alumbra con sus eléctricas vibraciones.

Con ser este sistema tan perfecto, todavía no están contentos los consumidores. Ya en sus oídos resuena aquel eterno: «Lisardo, en el mundo hay más». Y ya reclaman muchos un alumbrado de mayor perfección.

Que el alumbrado eléctrico no es perfecto, ¿quién lo duda? Pero la perfección ¿dónde está?

El arco voltáico, se dice, ofende á la vista; y aun muchas lámparas de incandescencia de gran fuerza la ofenden también; y es preciso rodear el foco luminoso de globos opalinos ó de cristal deslustrado, para convertir la luz directa en luz difusa. El objeto se consigue, pero el procedimiento es bárbaro; digno de aquél hombre de la tea y la caverna; porque con tales globos se pierde el 40 ó el 60 por 100 de la luz de la lámpara. Montar grandes fábricas; traer má-

quinas poderosas y prodigiosos dinamos; consumir toneladas de carbón para poner en movimiento todos estos mecanismos; tender cables á modo de anchos cauces ó de ancha tubería por donde la corriente eléctrica pueda circular desahogadamente, y cuando llega á la lámpara y engendra la luz, mata de buenas á primeras más de la mitad de lo que tanto nos ha costado producir; será este un recurso necesario, no lo niego; pero es una operación insensata, porque la mitad del coste y del trabajo son una pura pérdida.

Pero, hay más: con las lámparas eléctricas no se lleva la máxima claridad á donde se quiere; ella distribuye claridades á su modo, obedeciendo á reglas geométricas y sin cuidarse para nada de nuestra conveniencia ó nuestro deseo.

Para obviar estos inconvenientes se han inventado globos que parecen deslustrados y no lo son. Á este orden de invenciones, corresponden los globos imaginados por Mr. Fideureau, que están compuestos de pequeños escalones, como los lentes de los aparatos de los faros, y los globos *holófanos*, es decir, *de igual claridad*, de Mr. Engelfred, en que las superficies interiores y exteriores del cristal están recubiertas de acanaladuras, que se cruzan y se perfilan según formas matemáticamente calculadas, gracias á las que los rayos luminosos salen en la dirección que de antemano se les fija.

Es también curiosísima la nueva lámpara de arco voltáico y á la vez incandescente, que se presentó en la Exposición de Chicago.

En rigor, consiste en un arco voltáico, pero encerrado en una especie de elipsoide de cristal, por cuyos extremos penetran los carbones. La atmósfera de este espacio no se renueva; y los gases que resultan de la combinación del oxígeno con el carbono, es decir, el ácido carbónico y el óxido de carbono, y aun el mismo carbono que se desprende, y que se deposita en la pared interior de la envolvente cristalina, toda esa masa, repito, al poco tiempo se hace incandescente y toma el aspecto de un cilindro luminoso.

En rigor, es como si tuviéramos dos lámparas, una de arco voltáico y otra de incandescencia, dentro de una misma bomba de cristal. De todas maneras, el arco voltáico no se ve, porque la apariencia, como hemos dicho, es la de una masa toda ella luminosa.

De las experiencias que se hicieron resultó que el carbón positivo se gasta veinte veces menos que un arco voltáico al aire libre; y el carbón negativo cien veces menos. Lo cual se comprende perfectamente, puesto que no renovándose la atmósfera interior se acaba el oxígeno libre, que es el que consume los carbones.

Para el caso en que la atmosfera interior adquiera grandes tensiones, hay una especie de válvula de seguridad en uno de los extremos del aparato.

Como curiosidad citaremos todavía una nueva forma de las lámparas eléctricas. Es un capricho de moda; un último tributo pagado por el alumbrado eléctrico á las clásicas bujías; pero sólo en la apariencia.

Imagínese el lector una imitación en porcelana de las velas ordinarias, y en su parte superior, donde estaba la llama, una lámpara de incandescencia, en cuya superficie exterior se han imitado con cristal rojo pequeñas lenguas de fuego.

Todo ello parece como una vela que arde, y es, en el fondo, una lámpara de incandescencia más ó menos desfigurada.

Á este paso, pudieran también fabricarse candiles y velones y teas eléctricas. Un alumbrado arqueológico por su aspecto exterior; pero en que la corriente eléctrica circularía por su interior.

Venga el mundo antiguo *con sus formas*, pero el *alma* pongámosla nosotros; que la nuestra, digan lo que quieran los aburridos pesimistas, vale más que la de aquellos lejanos tiempos.

EL ESPACIO DE MUCHAS DIMENSIONES

El sentido común dice que la inteligencia humana está hecha para ejercitarse en las cosas posibles. Y quizá por esto mismo, lo que más la atrae, y la enamora, y la enloquece, es lo imposible.

Lo absurdo tiene atracciones infinitas de abismo. Lo fantástico tiene luces y sombras y colores como no se encuentran nunca en la realidad. Soñar despierto es el placer supremo de todo espíritu que no está dormido.

Bien han probado esto todos los filósofos y metafísicos, y hasta los hombres de ciencia de los pasados siglos, pero como el nuestro les aventaja en muchas cosas, hasta en el empeño en recrearse con lo imposible, de hacer firme á lo absurdo, de volar en las regiones de lo fantástico y de imaginar lo no imaginable, les aventaja también.

Ríome yo de los arquetipos y de los átomos ganchudos de la antigüedad, de todos los entes y esencias de los aristotélicos, y de todos los atrevimientos de la filosofía alemana, si tales atrevimientos y fantasías comparo con ésta de que voy á dar cuenta á mis lectores.

Valentía intelectual, por no decir temeridad contra el sentido común, fué la de Kant al negar el espacio y el tiempo, suponiendo que eran condiciones internas de mucha sensibilidad, pero que ni uno ni otro existen como nosotros imaginamos.

Mas á esta valentía, han opuesto recientemente unos cuantos geómetras-filósofos ó filósofos-geómetras, otra valentía mucho mayor, aunque en sentido contrario.

Si Kant niega el espacio en que el sentido común cree firmemente, autores modernos hay que sostienen la existencia de muchos espacios, unos fuera de otros, por lo visto, el de una dimensión, el de dos, el de tres dimensiones, que es con el que tenemos trato íntimo y en el que estamos tan á nuestras anchas, y después, el espacio de cuatro dimensiones, de cinco, de seis, de tantas como queramos.

¡Un espacio, por ejemplo, fuera del nuestro y que tenga cuatro dimensiones!

Esto nadie lo entiende, ni logra imaginarlo siquiera, porque nadie sabe dónde colocar esa cuarta dimensión. Si es á lo largo, ya hay una; si es á lo

ancho, ya hay otra; si es en altura, también está tomado el puesto; y no se diga que puede colocarse en otra posición cualquiera, porque esto sería contar las dimensiones con distinta orientación que las primeras, pero no sería aumentar una dimensión más á nuestro clásico espacio de tres dimensiones.

Henos aquí, pues, sin saber dónde colocar la cuarta, quinta ó sexta dimensión, que nos han regalado los filósofos innovadores de la geometría.

Pero aún más ingenioso que la teoría novísima, es el modo que tienen de defenderla, y del cual he de dar una muestra en el presente artículo, explicando, por de contado, las cosas á mi manera.

Hablo yo, pero hablo por cuenta de ellos; que en materia de espacios de muchas dimensiones ni entro ni salgo, y con un buen espacio de tres dimensiones he tenido hasta aquí bastante para todos los usos de la vida; para andar, para subir cansándome y hasta para caer moliéndome.

Y aquí empieza la explicación.

Imaginemos un plano y supongamos que á la Naturaleza le hubiera dado el capricho de criar seres en ese plano, sin que por las condiciones de su existencia pudieran salir de él jamás.

Seres que vendrían á ser algo así como *ostras metafísicas* adheridas eternamente á una misma superficie.

Un mundo á modo de plano topográfico. Las mon-

tañas no tendrían relieve, sino contorno. Los ríos no tendrían profundidad, sino anchura y longitud. Si existían seres vivos, todos sus órganos serían planos; y plano sería su cerebro, y planas todavía sus celdillas cerebrales. Y en un cerebro tan chato, vaya usted á meter la tercera dimensión.

Todas las sensaciones vendrían en un plano, en ese plano estarían las cintas del sistema nervioso, que verdaderas cintas tendrían que ser, y no tubo; y, en suma, en mundos tan aplastados, todos los fenómenos del mundo inorgánico, y del mundo biológico y de la inteligencia, serían aplastados también.

No habría modo de que dos personas se dieran la mano. En tal caso engatillarían los dedos sin salirse del plano. Pero aún podrían matarse, porque en un plano una línea puede cortar á una área en dos partes. Y aun sería posible dar un beso; pero sólo á lo largo de una línea más ó menos flexible: besos lineales.

Los cuerpos celestes no serían esferas, sino círculos ó elipses; y alrededor de su contorno podrían gatear los seres vivos, y hasta prodrían caer en una grieta del círculo dirigiéndose hacia su centro. Todo lo que pasa en un mundo como el nuestro, de tres dimensiones, podía pasar, más ó menos simplificado, en este mundo de las ostras filosóficas.

Hasta se podría subir y bajar, y, por lo tanto, caer, como he dicho antes.

Pues bien; un ser racional de este género, no comprendería más que lo ancho y lo largo; que él quizá le llamaría lo largo y lo alto. Pero le parecería imposible que existiese una tercera dimensión; y se reiría de los mundos de tres dimensiones, como nos reimos nosotros del espacio de cuatro dimensiones. Para él esto sería absurdo, imposible, ridículo.

Y, en efecto, en un cerebro circular y en el plano de ese círculo no cabe una esfera.

Los egipcios, achatados en esta región, construirían triángulos en las lindes de su desierto; pero no construirían pirámides.

En resumen: así como el hombre plano de dos dimensiones no comprendería un espacio de tres, no es maravilla que nosotros, que explotamos lo ancho, lo largo y lo alto, no comprendamos tampoco una cuarta dimensión. En nuestra cabeza redonda no caben más que tres, porque en el espacio de tres dimensiones y en su tejido metafísico nos construyó la Naturaleza.

Todavía esta hipótesis del espacio de dos dimensiones, en que nos hemos explayado anteriormente, se presta á curiosas observaciones, enlazadas íntimamente con la teoría no-euclidiana de rusos y alemanes.

Porque, imaginemos que aquellos seres superficiales, de que antes hablábamos, están condenados á vivir, no en un plano, sino en una superficie cur-

va; son, por decirlo de esta manera, ostras abarquilladas. Y supongamos, para fijar las ideas, que esta superficie, por la cual han de rastrear eternamente, es un elipsoide. Pues se presentará este fenómeno curioso: que el solo hecho de moverse, cambiará la forma y las condiciones físicas del ser: porque al ir, por ejemplo, del Ecuador hacia el Polo, si es un elipsoide prolongado, tendrá que tomar curvatura más pronunciada el objeto ó el ser que se mueva; y así como en nuestro mundo se le dice á una señora ó á un enfermo: «Vaya usted á tal población ó á tal puerto de mar, porque es clima más templado ó los aires son más puros», en este otro mundo, de dos dimensiones y de superficie curva, se le podría decir al personaje en cuestión: «Señora, vaya usted á tal parte, porque hay menos curvatura, y estará usted menos abarquillada».

Nuestro espacio, según la experiencia demuestra, es, por decirlo así, de curvatura constante: todas sus porciones son iguales unas á otras: un objeto no cambia de forma porque se le lleve de una á otra parte, y se le podría llevar al sol ó á la estrella más lejana sin que sus dimensiones relativas cambiasen. Á igualdad de las demás condiciones físicas, tan largo, tan ancho y tan alto es aquí como sería transportado á Saturno.

Pero se comprende, ó lo comprenden los que defienden estas ideas, y entre ellos están los que re-

chazan la geometría de Euclides como poco general, que puede haber espacios de tres dimensiones de desigual curvatura, es decir, no idénticos á sí mismos en todas sus partes.

Esta idea originalísima de los espacios de desigual curvatura, como llegase á ser una realidad, tendría sus ventajas.

Por ejemplo: los que viviesen sobre un cilindro, resultarían lastimosamente encorvados; sólo con girar y colocarse en la dirección de la generatriz, resultarían rectos y gallardos; y así, el espacio, sólo por su virtud, les daría esta nueva forma.

Es lo cierto, que no acabaríamos nunca de relatar las novedades, asombros y maravillas de los espacios de diversas dimensiones, si no creyéramos que hemos soñado bastante con los soñadores, y que, después de todo, lo que el sentido común aconseja es que nos acomodemos de la mejor manera posible en este espacio de tres dimensiones en que nos colocaron, hasta que no llegue el día de que podamos volar por la cuarta dimensión, que, por ahora, no se ve en ninguna parte.