

LA
CIENCIA ELÉCTRICA
REVISTA QUINCENAL

CONSAGRADA Á LA CIENCIA Y Á LAS INDUSTRIAS ELÉCTRICAS

Administración: Almirante, 21, tercero

AÑO I.

16 DE AGOSTO DE 1890.

NÚM. 4.

CONSTRUCCIÓN DE DINAMOS, MOTORES ELÉCTRICOS, ACUMULADORES, MÁQUINAS, CALDERAS, CABLES,
LÁMPARAS DE ARCO Y DE INCANDESCENCIA, CONMUTADORES, CORTA-CIRCUITOS, MATERIAL DE TELEGRAFÍA, PILAS Y APARATOS
PARA ALUMBRADO ELÉCTRICO

ON STANLEY ON

WANTED

WHAT IS

IN DARKEST AFRICA

IS THE

ELECTRIC LIGHT.

WOODHOUSE & RAWSON UNITED LIMITED

8, QUEEN VICTORIA ST. LONDON E.C.

La casa se encarga de construir Estaciones centrales. Estudia presupuestos y remite prospectos gratis. Dispone de Ingenieros muy experimentados para enviarlos adonde sea menester.

LA CIENCIA ELÉCTRICA

REVISTA QUINCENAL

CONSAGRADA A LA CIENCIA Y A LAS INDUSTRIAS ELÉCTRICAS

DIRECTOR CIENTÍFICO: JOSÉ CASAS BARBOSA

PROFESOR DE LA ESCUELA SUPERIOR ELECTROTÉCNICA.

ADMINISTRACIÓN: CALLE DEL ALMIRANTE, NÚM. 21, MADRID

COLABORADORES

Alvargonzález (D. Victoriano), Ingeniero.
Aparicio (D. José), Director de Telégrafos.
Banús y Comas (D. Carlos), Ingeniero Militar.
Bentabol y Ureta (D. Horacio), Ingeniero, Profesor.
Bolíbar (D. Jerónimo), Ingeniero.
Bonet (D. Enrique), Director de Telégrafos.
Brown (Mr. H. V.), Ingeniero.
Caballero (D. Ernesto), Dr. en Ciencias, Profesor.
Cáceres (D. Pablo), Ingeniero, Profesor.
Cabanyes (D. Isidoro), T. C. de Artillería, Electricista.
Chacón y Pery (D. Francisco), Teniente de Navío.
Echegaray (D. José), Ingeniero.
Echenique (D. Florencio), Director de Telégrafos.
Escriche (D. Tomás) Dr. en Ciencias, Profesor.
Estrany (D. Jerónimo), Dr. en Medicina.
Galcerán (D. Arturo), Dr. en Medicina.
Garay Elorza (D. Félix), Inspector de Telégrafos.
Iñiguez é Iñiguez (D. Francisco), Dr. en Ciencias, Profesor.

Martin y Santiago (D. José), Subdirector de Telégrafos.
Maspons (D. Federico R. de), Director de Telégrafos, Ingeniero.
Maugás (D. Alfredo), Ingeniero.
Montenegro y Zamora (D. Adolfo), Inspector de Telégrafos.
Montojo (D. Juan N. de), Teniente de Navío.
Muñoz del Castillo (D. José), Dr. en Ciencias, Profesor.
Muñoz Escámez (D. José), Dr. en Medicina.
Pérez Blanca (D. Francisco), Inspector de Telégrafos.
Pérez Santano (D. Miguel), Oficial de Telégrafos.
Rojas (D. Francisco de P.), Ingeniero, Profesor.
Rojas Rubio (D. Francisco), Ingeniero Militar.
Ruiz Castizo (D. José), Dr. en Ciencias, Profesor.
Sandarán (D. Antonio), Ingeniero.
Vicuña (D. Gumersindo), Ingeniero, Profesor.
Villaverde (D. Enrique F.), Ingeniero.
Vincenti (D. Eduardo), Electricista.

LA CIENCIA ELÉCTRICA

REVISTA QUINCENAL

CONSAGRADA Á LA CIENCIA Y Á LAS INDUSTRIAS ELÉCTRICAS

DIRECTOR CIENTÍFICO: D. JOSÉ CASAS BARBOSA

AÑO I.

16 DE AGOSTO DE 1890.

NÚM. 4.

SUMARIO.—*Nota sobre la fórmula de Ampère, por José de Echegaray.*—*Del potencial eléctrico. ¿Dónde reside la energía potencial?, IV, por Francisco de P. Rojas.*—*El esquiséfono, por Carlos Banús.*—*Integración de las fuerzas físicas, particularmente de la electricidad y de las fuerzas orgánicas (continuación), por Arturo Galcerán.*—*La primera ley de Newton sobre la gravitación universal, I, por Félix Garay.*—*Estación general de pruebas transportable de D. Florencio Echenique, por José Casas Barbosa.*—*Empleo de la electricidad en las industrias mineras.*—*Tequiscopio eléctrico.*—*Noticias.*—*BIBLIOTECA DE LA CIENCIA ELÉCTRICA: Tratado de Telegrafía submarina (pliego 3.º).*

NOTA SOBRE LA FÓRMULA DE AMPÈRE

I.

 En la *Revista de los progresos de las ciencias* comencé á publicar hace tiempo una serie de artículos sobre la *demonstración directa* de la fórmula de Ampère, relativa dicha fórmula á las acciones recíprocas de las corrientes eléctricas. Mis muchas é ineludibles ocupaciones me han impedido terminar el expresado trabajo, que va caminando, sólo por culpa mía, si es que la tengo, con extraordinaria lentitud, y en esta *Nota* me propongo anticipar algunas de las ideas que allí he de exponer con más amplitud, cuando tenga tiempo para ello.

Pero ante todo debo explicar el objeto que me propuse al acometer tan arduo problema, ó, por mejor decir, debo plantear el problema en términos claros y concretos.

La ciencia eléctrica se compone de dos partes, ni más ni menos que de dos partes se compone la mecánica clásica, á saber: la *electro-estática* y la *electro-dinámica*; la electricidad de tensión ó en

equilibrio, y la electricidad en movimiento ó la corriente eléctrica.

Ambas forman dos importantísimas ramas, separadas en su teoría por grandes abismos: yo bien sé que entre las dos hay relaciones profundas, reconocidas por todos y por todos aceptadas; pero no existe una unidad suprema que las domine, á pesar de los admirables trabajos de Max-well y de las ingeniosas, aunque á mi modo de ver inaceptables, hipótesis de Weber.

1.º Toda la *electro-estática* se reduce á la hipótesis de los dos fluidos y á la ley de Coulomb: los fluidos eléctricos se atraen ó rechazan proporcionalmente á las masas y en razón inversa de los cuadrados de las distancias. El resto es del orden de la ciencia pura: las atracciones y repulsiones, la teoría de la potencial, las fórmulas de Laplace y Poisson, la teoría de las armónicas esféricas, se reducen, en último análisis, á problemas de Mecánica racional ó de cálculo integral.

2.º Toda la *electro-dinámica* parte de la fórmula de Ampère, que expresa la acción atractiva ó repulsiva de dos elementos de corriente, y después, de la ley ó de la teoría fundamental de Ohm.

Pero prescindiendo de esta última y de alguna otra, auxiliar de la misma, y fijándonos en la fórmula de Ampère, es lo cierto que, para demostrarla, bien puede decirse que se pone en olvido toda la electro-estática; y aquí aparece uno de aquellos abismos de que hablábamos hace un mo-

mento. La fórmula del gran físico francés se demuestra combinando unos pocos hechos experimentales, algunos axiomas del orden lógico y un sabio é ingeniosísimo análisis matemático, sin contar con una hipótesis capital: la relativa á la sustitución de una corriente por sus componentes; ó si no se quiere que sea una nueva hipótesis, sin contar, repito, con una experiencia más.

Hace mucho tiempo, muchos años diría mejor, antes de conocer los trabajos de Max-well, que tampoco hademostrado directamente, que yo sepa, la célebre fórmula, me preguntaba yo: ¿no será posible deducir la Electro-dinámica de la Electroestática? ¿No bastará la fórmula de Coulomb para demostrar la de Ampère? Las dos ramas de esta ciencia única ¿no tendrán entre sí un enlace íntimo? Tal es el problema que en ratos de ocio he solido formularme más de una vez, y el resultado de algunas de mis meditaciones es el que publico actualmente, como dije al principio, en la *Revista de los progresos de las ciencias*, del cual en esta *Nota* he de dar en forma sucinta algunas ideas.

Pero entendámonos, antes de pasar adelante: no pretendo dar solución perfecta y definitiva, ni mucho menos, á la gran síntesis de la Electroestática y de la Electro-dinámica: éste es un problema enorme y difícilísimo. Sólo aspiro á plantear el problema, á ensayar de pasada ligeros estudios de exploración; en todo caso á aventurar algunas hipótesis más ó menos atrevidas. Son ideas que arrojo al viento como semilla dispersa: ¿es estéril? ella se perderá: ¿hay algún granillo fecundo? buena suerte tenga, y buena tierra encuentre.

Y debo empezar mi trabajo explicando cómo entiendo yo las ciencias, que se llaman físico-matemáticas. Dicho está en todos los tonos, que la base firme y sólida, la única base posible para todas ellas, es la *experiencia*: de ella se parte; ella sigue á las ciencias en su desarrollo; ella interroga á la naturaleza de continuo; ella es la piedra de toque de todas las teorías, y constantemente las acompaña, ó para darles valor, ó para condenarlas al olvido. Pero si la experiencia es necesaria, imprescindible y permanente, no es toda la ciencia: la experiencia da la materia científica, prepara las leyes empíricas, pero al fin y al cabo no se compone más que de hechos; y estos hechos hay que unirlos dentro de un organismo racional que es la verdadera *ciencia humana*. Esta organización no se consigue, sino mediante *ciertas hipótesis*, que permitan la aplicación del *análisis matemático* á los fenómenos dispersos del mundo exterior. Se necesitan, pues, *hipótesis* y *cálculos matemáticos*.

Si se me permitiera la comparación, diría que los hechos son la materia primera, el *alimento*, en cierto modo, de la inteligencia; pero que este

alimento, para ser convenientemente digerido, necesita, como el alimento corporal, algo á manera de los jugos gástricos é intestinales, que lo transformen en substancia asimilable; y aquí, como elementos digestivos de elaboración, entran *las hipótesis y las matemáticas*. Al fin y al cabo, toda ciencia no es más que un gran *simbolismo intelectual* de la realidad en sí; es un conjunto de imágenes que la inteligencia forja sobre la masa de los hechos para condensarlos en unidades racionales: y en este concepto, la hipótesis, el cálculo, la unidad, la medida y la aplicación numérica son elementos ineludibles, sin los que la experiencia es inútil, es abrumadora, es árida y llega á ser antipática. El carácter de la ciencia es la *unidad y la ley*; pero la materia bruta, en su ebullición, ni da la ley ni da la unidad.

No puedo presentar aquí la demostración de tales afirmaciones, porque la índole de estos apuntes no lo consiente; pero, en todo caso, las ciencias, en su conjunto, dan la demostración por mí con la elocuencia de los hechos mismos.

Ya sé que las hipótesis no son definitivas, que se suceden unas á otras, que al cabo de algún tiempo se inutilizan, que son moldes que al fin concluyen por ser estrechos, y al fin se rompen para ser sustituidos por otros moldes más amplios; pero esto no disminuye su importancia: esto, en todo caso, prueba que *la hipótesis*, como todo lo que pertenece, ya al mundo real, ya al mundo inteligente, está sujeta á constante evolución. La *evolución de las hipótesis* sería un estudio, á mi modo de ver, muy importante.

Más aún: mi punto de vista es el que ha desarrollado M. Bertrand, quizá con un espíritu distinto del mío, en su admirable obra titulada *Thermodynamique*, y en su capítulo VIII, al resolver *varios problemas* de dicha ciencia: «Si se conociese tal ecuación, pregunta: ¿cómo se resolvería el problema?» Y después: «Si los calores específicos fuesen funciones de la temperatura, ¿qué propiedades tendrían los cuerpos en cuestión?» Y más adelante: «Para que el trabajo interno de dilatación sea nulo, ¿qué condiciones hay que suponer?» Y así sucesivamente. En general: «Si tal hipótesis fuese verdadera, ¿cuáles serían las consecuencias matemáticas, indiscutibles, exactas, necesarias?»

Es decir: que *admito una hipótesis*, y no digo que sea verdadera, ni la doy por ley del universo, ni supongo que ha llovido directamente del cielo en un cerebro humano. Digo tan sólo: si la realidad estuviese modelada sobre esta hipótesis, ¿cuáles serían las consecuencias matemáticas? Y aplico el cálculo, y luego experimentalmente compruebo los resultados: es, en cierto modo, el método experimental aplicado á *las hipótesis*.

Y toda hipótesis debe explicar por la Mecánica

y el cálculo los hechos conocidos y las leyes empíricas, debe anunciar nuevos hechos, y debe someter todo ello á una unidad superior. ¿Cumple con estas condiciones? Pues se acepta hasta que su *conducta*, y valga la palabra, la inutilice. ¿No cumple bien? Se desecha desde luego.

Sentados estos principios, hagamos de ellos aplicación al problema que nos ocupa.

En el estado actual de la ciencia hay una *hipótesis* que explica la mayor parte de los hechos de la Física y de la Astronomía, y que empieza á explicar los de la Química.

Esta hipótesis conviene recordarla.

Se supone como *primera aproximación* que la materia está formada por *núcleos ponderables* (moléculas ó átomos), rodeados de *atmósferas de éter*; se supone, además, que la materia ponderable *atrae* á la materia ponderable y al éter proporcionalmente á las masas, y en razón inversa de los cuadrados de las distancias; y se admite, por último, que el éter *rechaza* al éter según la misma ley, es decir, en razón directa de las masas etéreas é inversa de los cuadrados de sus distancias mutuas.

En suma, puesto que en la naturaleza dominan dos clases de hechos, los que dependen de atracciones y los que se fundan en repulsiones, la hipótesis que admitimos simboliza estas dos clases de fuerzas en la *materia ponderable* y en el *éter*, y admite además la ley newtoniana de variación.

Verdad es que se da por buena aquí la *acción á distancia*, hoy tan combatida; pero se admite como expresión simbólica, como en *Astronomía* se acepta esta misma acción sin prejuzgar nada respecto á su realidad, y no por eso deja la Astronomía de ser una de las ciencias más exactas.

La *materia atrae á la materia*, dijo Newton; ó los fenómenos se desarrollan, agregó, como si se *atrajesen las partes ponderables*. Pues análogamente podemos decir: *el éter rechaza al éter*, ó los fenómenos eléctricos se verifican como si el éter existiese, y como si los átomos etéreos se rechazasen según la ley de Coulomb.

Lo que importa es dar *unidades de medida*, ó para las realidades, ó para los fenómenos *complejos* que las expresan y representan; afirmar luego *leyes algebraicas*, y aplicar, por fin, fórmulas numéricas, sujetando de este modo los hechos á ley, unidad y medida. Todo esto se consigue con la hipótesis que acabamos de indicar.

Por el pronto, los hechos fundamentales de la Electro-estática se explican en la hipótesis *unitaria del éter*, con la misma facilidad que en la hipótesis *dualista* de los fluidos negativo y positivo, y en forma mucho más científica. Las atracciones y repulsiones de ambas electricidades son

consecuencias matemáticas de la hipótesis fundamental.

En estos ligeros apuntes no podemos detenernos á desarrollar dicha teoría; pero el lector que quiera conocerla á fondo puede consultar la *Teoría mecánica del calor*, por M. Briot (pág. 241), ó bien los primeros artículos que he publicado sobre electricidad en la *Revista de los progresos de las ciencias*.

Este es, pues, el punto de que parto; para mí, la única hipótesis que *por hoy* puede dar unidad á la física, sometiéndola al análisis matemático, es la que acabo de apuntar: *núcleos ponderables, atmósferas etéreas, atracciones* dependientes de la materia y *repulsiones* que se apoyan en el *éter*, y unas y otras funciones de las distancias. Admitido esto, lo restante es mecánica pura y cálculo. Y admitido esto, una gran parte de la física se explica admirablemente, y en la parte restante se comprende que la explicación es posible, y aun se ve el camino de hallarla.

En cuanto á la hipótesis del fluido único, en la práctica se confunde con la de los dos fluidos.

La *cantidad de éter* ó atmósfera etérea que rodea cada núcleo ponderable, está en una *relación fija*, dependiente de cantidades constantes, con la masa del núcleo, y á esto equivale el *estado neutro*: cuando el éter aumenta ó disminuye, el átomo presenta fenómenos eléctricos, porque aparecen forzosamente las atracciones y las repulsiones. El *aumento* corresponde á la electricidad positiva; la *disminución* á la electricidad negativa, y con sólo dar este sentido matemático á ambas electricidades, con sólo considerarlas como variaciones en más ó en menos de una cantidad determinada de éter, las dos hipótesis, la dualista y la unitaria, coinciden por completo. Consúltense, para convencerse de ello, las obras que acabo de citar.

Fácil es ahora formular en términos precisos el problema que nos proponemos *explorar*; y nótese que no digo *resolver*, que no es este de los problemas que se resuelven llenando unas cuantas cuartillas.

El nuevo enunciado puede ser el siguiente: admitiendo que las *masas ponderables* determinan las atracciones, que las *masas etéreas* representan las repulsiones, que unas y otras varían según la ley newtoniana de las distancias, y aplicando á la electricidad la hipótesis *unitaria*, se desea explicar por las fórmulas de la Mecánica los principales fenómenos de la *Electro-estática* y de la *Electro-dinámica*.

Pero los primeros están en general resueltos por la *hipótesis dualista*, de tal modo, que las dificultades con que se lucha, son de puro cálculo integral; y hemos visto que la hipótesis de *los dos*

fluidos coincide, para la aplicación matemática, con la hipótesis *única* del éter; de modo que, respecto á la primera parte del problema, nada tenemos que decir.

Quedan por explicar los fenómenos de la Electro-dinámica, y como base de todos ellos la fórmula de Ampère.

Tal es la cuestión en que ahora debemos fijarnos: y entremos de una vez en materia.

(Continuará.)

JOSÉ ECHEGARAY.

DEL POTENCIAL ELÉCTRICO

¿DÓNDE RESIDE LA ENERGÍA POTENCIAL?

IV.



La experiencia nos enseña que todos los cuerpos de la Naturaleza, puestos en presencia, á distancia, se atraen ó se repelen.—Acá, en nuestro planeta, los cuerpos en estado natural se atraen.—Los cuerpos electrizados se atraen ó se repelen.—Las corrientes eléctricas se atraen ó se repelen.—Los imanes hacen lo mismo. Estos fenómenos de atracción y de repulsión se producen, no solamente en la atmósfera, esto es, dentro de la masa de aire en que vivimos, sino que también se producen en el vacío de la materia ponderable.—Decimos que dos cuerpos se atraen cuando, puestos en presencia y á distancia, se dirigen el uno hacia el otro: decimos que se repelen, cuando el movimiento es opuesto al anterior. Mas con estas palabras *atracción*, *repulsión*, no queremos indicar que la materia goce de esa espontaneidad, de esa facultad ó virtud, que sería en cierto modo la negación de la inercia. Por otra parte, el entendimiento humano no puede comprender esa virtud en la materia, ni aun tratándose de la gravitación, la cual *parece* que es esencial á la materia, porque nunca cesa en su acción, y porque no varía jamás de intensidad. Pues si ni aun ésta puede admitir el entendimiento, ¿cómo ha de admitirla en otros casos en que somos dueños de aniquilar esa atracción ó de cambiarla en repulsión?

Las moléculas de los gases y vapores, simples ó compuestos, parece que se repelen: esta repulsión se verifica sin que intervenga eso que llamamos electricidad ó magnetismo. Pues si la materia en el estado natural ó neutro está sometida á

la ley general de la atracción de la materia por la materia, ¿por qué esa mudanza? ¿Por qué esas moléculas que deberían atraerse con los vínculos de esa amistosa ley universal, parece que rabian de verse juntas y pugnan eternamente por romper la cárcel de la vasija en que están encerradas? La ciencia lo ha explicado. Las moléculas de los gases y vapores aparecen á nuestra vista como las más francas de la Naturaleza: ellas no fingen ni la amistad de una falsa atracción, ni el odio de una repulsión que tampoco sienten. Se mueven todas con una cierta velocidad, y con toda libertad é independencia (en los gases perfectos). Si pasan una al lado de otra sin tocarse, no se detienen ni aun para cambiar un saludo; si se chocan en el camino, cambian de dirección por consecuencia del choque, como dos bolas de billar, como los cuerpos elásticos, sin pérdida alguna de fuerza viva en el choque. Si chocan contra las paredes de la vasija sucede lo mismo, suponiendo que la temperatura de la vasija sea la misma que la del gas. La velocidad de la molécula está íntimamente ligada con la temperatura absoluta del gas, y esta velocidad puede servir, en un mismo gas, de medida á la temperatura. Así se explican hoy perfectamente las leyes aproximadas de Mariotte y de Gay-Lussac.

Consecuencia del movimiento y del choque de las moléculas contra las paredes de la vasija es la *presión*, ó, lo que es lo mismo, es la *fuerza*. Aquí vemos cómo nace una fuerza: una fuerza nace en el conflicto de un choque. Allí donde la materia en movimiento se ve obligada por la presencia de un obstáculo material á cambiar de dirección, allí se presenta la fuerza en estado estático, si no cede el obstáculo al choque. Si el obstáculo material y la materia chocante fueran capaces de sentir, ambos sentirían la sensación de la fuerza. Si el obstáculo cede al choque, entonces se produce el trabajo: entonces la fuerza recorre un camino: entonces el obstáculo, que suponíamos inmóvil, se mueve, y toda la fuerza viva que gane la habrá perdido el cuerpo chocante, que suponíamos era el gas. Así se explica hoy el movimiento de todas las máquinas de vapor ó gas, y así se explica la pérdida de fuerza viva ó de temperatura que sufre el gas ó el vapor en sus moleculares choques contra el émbolo.

Todo parece indicar que la naturaleza no obra de otro modo para producir la inmensa variedad de sus fenómenos. Supongamos que la tierra atrae á los cuerpos, pues *parece* que esta atracción se cambia en repulsión cuando el cuerpo es un globo aerostático aun con barquilla y aeronauta. Esta repulsión, que el gran Arquímides fué el primero en explicar, tratándose de los cuerpos sumergidos

en el agua, no se debe, bien claro está, á ninguna virtud especial que tenga el gas del globo, ni menos á la envoltura que contiene el gas, ni menos á la barquilla, ni menos al rey de la creación que se eleva sobre los simples mortales. Hoy todos saben que esta *aparente repulsión* entre la tierra y el globo, se debe exclusivamente al aire; y, cosa más rara al parecer, se debe á la misma atracción terrestre, de modo que podemos decir: el globo sube, porque tiende á caer, y, en efecto: alguien cae, y alguien que pesa más que el globo con su barquilla y su director. De modo que la atracción terrestre que aparecía burlada en su acción, resulta que se ha salido con la suya, porque si bien es verdad que algunos centenares de kilogramos han subido, de seguro que han bajado los mismos de aire.

El medio en que se producen todos los fenómenos del universo es el éter; en él se producen los fenómenos de la atracción universal, los eléctricos, los magnéticos, los caloríficos, los luminosos. Ningún fenómeno puede substraerse en absoluto á la influencia y á la actividad de este medio. Demostrado está que sin él no podría hacerse el cambio de calor y luz entre los astros. ¿Por qué no ha de ser él la causa de toda clase de atracciones y repulsiones entre los cuerpos? El entendimiento no concibe que un cuerpo pueda obrar sobre otro á distancia, sin que haya entre ambos una cadena material que transmita un movimiento. Esta cadena material existe, y liga á todos los del universo, sin que escapen á su acción ni aun las más pequeñas partes de la materia llamada ponderable.

Un cuerpo no puede disminuir el movimiento que tiene sino de un solo modo: COMUNICÁNDOLO Á OTRA MATERIA. Luego si vemos que un cuerpo, un planeta por ejemplo, que se mueve en el éter, cae sobre el sol y aumenta su velocidad, hemos de deducir que esa fuerza viva ganada, del éter ha salido; el éter se la ha prestado mientras el planeta caía sobre el sol ó se acercaba al sol. Al continuar el planeta su órbita, se desvía del sol, y mientras va aumentando su distancia á este centro, va disminuyendo su velocidad ó fuerza viva, porque el éter va reintegrándose del préstamo que hizo, y de este modo continúa su eterno movimiento.

Siempre que veamos que disminuye la fuerza viva de un cuerpo, ya se trate de un movimiento de grandes masas, ya de las más mínimas partes de la materia ponderable, sin que veamos ni sea posible encontrar ni suponer otra materia ponderable que haya adquirido la energía que desapareció, no hay que dudar: ha sido absorbida por el éter que llena el universo; ha servido para

aumentar la energía del medio universal. Este medio es indudablemente el inmenso archivo donde se recoge y guarda todo el calor y luz emanado de los astros. ¿Bajo qué forma, se dirá, se conserva en ese archivo la inmensa energía lanzada en forma de calor y de luz por los astros todos? Seguramente bajo la forma de movimiento, porque no concebimos otra forma de la energía. No será probablemente la de calor ni la de luz, porque estas formas, en el éter, no pueden afectar el modo vibratorio estático: será, por ejemplo, la forma vibratoria estática que origina la gravitación entre los astros.

De aquí resulta que la energía potencial ó de posición reside en el éter: que esta substancia ó este medio, eminentemente elástico, es capaz de recibir de los cuerpos energía actual en cierta forma, y devolverla á los mismos cuerpos donde la recibió como depósito. No otra cosa hace un electro-iman cuando se transforma en imán: en el acto de su imantación, modifica el éter que le rodea; esta modificación consiste en una absorción de energía que sale de la acción química de la pila generadora de la corriente; esta energía vuelve á aparecer como corriente eléctrica cuando se rompe el circuito, esto es, cuando cesa la causa que sostenía la modificación del éter que constituía el campo magnético.

FRANCISCO DE P. ROJAS.

EL ESQUISÉFONO



ON muchas las piezas metálicas de hierro y acero cuya ruptura puede producir funestas consecuencias: en este caso están, por ejemplo, los ejes del material móvil de ferrocarriles, los tubos que forman el alma y los zunchos de las piezas de artillería, etc. Estas rupturas imprevistas provienen con frecuencia de haberse formado en el interior de la masa metálica pequeñas grietas, y no apareciendo al exterior nada que las denuncie, es difícil tener conocimiento de su existencia. Como estos huecos formados en el interior de la masa constituyen pequeñas cajas sonoras, algunas veces, golpeando las piezas metálicas se puede reconocer por el sonido la mayor ó menor homogeneidad de la masa; pero el oído no es aparato de suficiente precisión para descubrir la existencia de las pequeñas grietas. Puede emplearse para ello un aparato que, con el nombre de *Esquiséfono*.

fono (de *σχιζή* hendidura y *φωνή* sonido), ha ideado el capitán de Place, profesor de la Escuela de caballería de Francia.

Se compone el aparato de un micrófono, cuya placa (fig. 1.^a) se halla atravesada por un per-

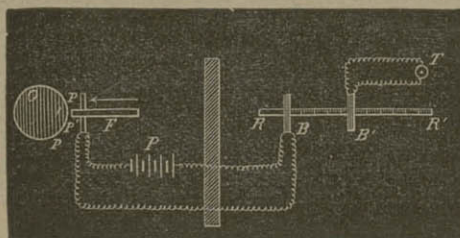


FIG. 1.ª

cutor *F*, animado de un movimiento de vaivén y destinado á chocar con la pieza *G*, que debe reconocerse; *P* es la pila del micrófono, en cuyo circuito hay un carrete inductor, *B*, que ocupa el cero de una escala graduada, á lo largo de la cual puede correr otro carrete inducido, *B'*, en cuyo circuito se intercalan dos teléfonos *T*, que son los que aplica el operador á sus oídos. Cuando el carrete *B'* se halle en contacto con el *B*, las percusiones producidas por el percutor sobre una parte de la masa metálica, que supondremos en buen estado, producirán corrientes de inducción, y el oído percibirá ruido en los teléfonos; si corremos el carrete *B'* hacia la derecha, llegará un momento en que el ruido cesará; dejemos fijo el carrete *B'* en el lugar de la escala en que los ruidos han cesado, y continuemos el reconocimiento de la pieza *G*. Mientras el percutor siga chocando contra

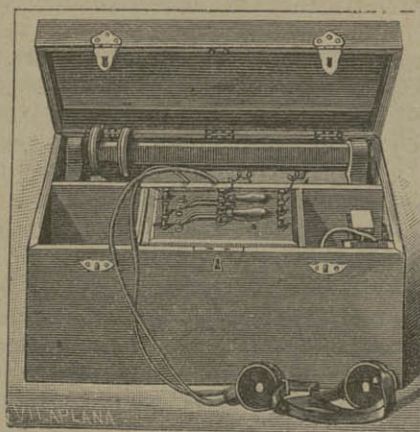


FIG. 2.ª

partes sanas nada se percibirá; pero si choca contra un punto en donde haya una hendidura *t*, el

sonido producido por el choque será más intenso; en el circuito inductor habrá variación de corriente, y esta variación se hará notar en el inducido, y, por consiguiente, en los teléfonos. El aparato va encerrado en una caja (fig. 2) dividida en cuatro compartimientos, que contienen respectivamente: el micrófono con su percutor, la regla graduada con las bobinas, los teléfonos y la pila. Ésta es de un sistema especial, del que pensamos ocuparnos; el líquido queda absorbido por la celulosa convenientemente preparada.

Para que las experiencias puedan dar mejores resultados, conviene que sea siempre el mismo el que escuche, y en vez de llevar el carrete *B'* á un punto tal que el ruido del teléfono sea nulo, es preferible alejarlo algo menos, á fin de que quede un pequeño ruido, cuyo incremento indicará la existencia de la hendidura.

Con este aparato se han hecho experiencias, aplicándolo al reconocimiento de carriles viejos, y, al partirlos, se ha confirmado la existencia de

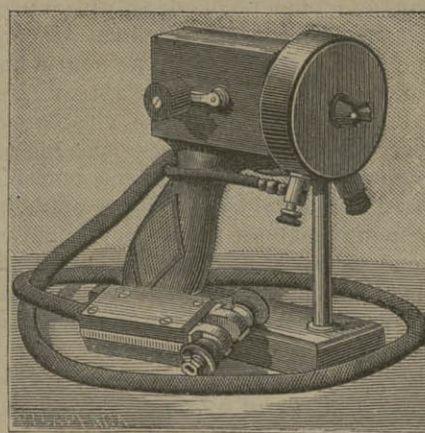


FIG. 3.ª

hendiduras en los puntos en que aquél las había denunciado.

Otra aplicación ha tenido por objeto el reconocimiento de las granadas perforantes de acero cromado y templado, en las que, á consecuencia del temple, las moléculas tienden á separarse, dejando entre ellas huecos que dan por resultado la ruptura de la ojiva del proyectil al chocar con la coraza, en la cual debiera penetrar: por medio de este reconocimiento pueden desecharse los proyectiles que se hallen en mal estado.

Si el *esquiséfono* da realmente buenos resultados, no cabe duda de que es un aparato de suma utilidad, principalmente en los talleres de las empresas de ferrocarriles, en las fábricas de armas,

y en general en todos los establecimientos metalúrgicos. Por nuestra parte, creemos que para obtener con el aparato descrito algún resultado,

hace falta mucha práctica y quizá condiciones físicas especiales en los observadores, pues no todos tendrán el oído suficientemente fino para apreciar

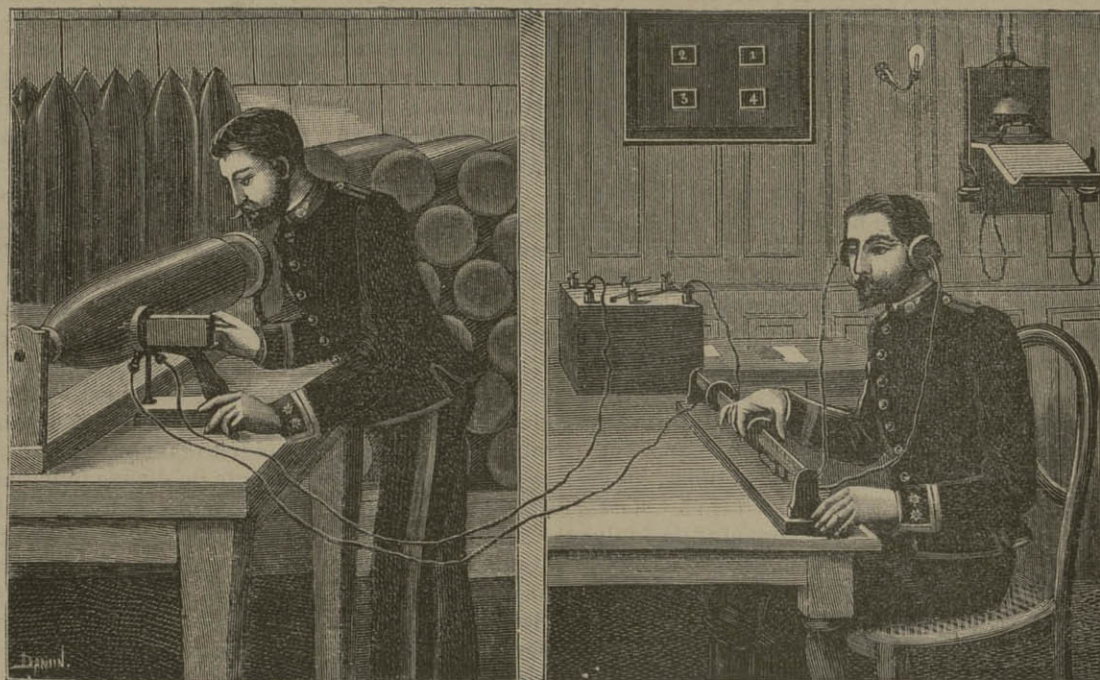


Fig. 4.^a

las indicaciones del teléfono. Esto se observa de continuo en las aplicaciones ordinarias del teléfono; no todos los auditores perciben la voz del que habla con igual claridad.

CARLOS BANÚS.

INTEGRACIÓN

DE LAS

FUERZAS FÍSICAS, PARTICULARMENTE DE LA ELECTRICIDAD
Y DE LAS FUERZAS ORGÁNICAS.

V.



LECTRICIDAD.—Y llegamos á otras de las grandes manifestaciones de aquel movimiento, la *electricidad*, sin duda la más universal y más afín al movimiento íntimo de la vida orgánica, á la vez que parece ser la que mejor contiene en sí y origina las restantes fuerzas físicas.

En efecto: después de descubrir los físicos y biólogos los fenómenos de correspondencia y transformación, se dedican actualmente á investigar la relación genética de las fuerzas naturales; y en este punto convergen las opiniones y están contextes en considerar la electricidad como la primera y más fundamental de las fuerzas derivadas de la materia prima (*ether ó radiante*, que en esto discrepan), dando lugar, según su distinto modo de manifestarse, al magnetismo, á la luz y al calor y á todas las manifestaciones biológicas.

De ser esto cierto, y tal vez lo es, los fenómenos de calor y de luz que antes hemos estudiado bajo el punto de vista de la integración de sus manifestaciones física y orgánica, serían únicamente simples resultados de la electricidad en concepto de generadora de todas, pudiendo hacer buena esta hipótesis las siguientes consideraciones:

1.^a Dondequiera que se opera una reacción química hay desprendimiento de electricidad, traducida por una *diferencia de potencial* entre las moléculas de los cuerpos que reaccionan, diferencia de potencial que produce un equivalente de

trabajo bajo la forma de calor ó de movimiento. Todas las energías eléctricas, arco voltaico, chispa, inducción, etc., provocan reacciones químicas.

2.^a El calor de que se acompañan las reacciones químicas, no es engendrado por ellas directamente, sino que es un fenómeno secundario de la acción eléctrica. Lo demuestra el mecanismo de la pila: por la acción de un líquido ácido ó álcali se disuelve un metal, el cual, á medida que va transformándose su estado molecular, abandona una cantidad de energía bajo la forma de calor, exactamente igual á la que se necesita para aislarlo en el estado de cuerpo simple; energía que, por otra parte, puesta en libertad, se revela por una diferencia de potencial establecida entre el líquido y el metal, que es lo que regula la corriente de la pila. Ahora bien: si esta corriente se convierte en acto mecánico, ni los conductores ni el líquido intercalar se calientan; mas si la pila actúa sobre sí misma, una vez cerrado el circuito, hay gran producción de calor; luego la reacción química, antes que producir calor, produce electricidad; ésta es la originaria del calor. Los experimentos de Joule, confirmados por Berthelot, demuestran, además, claramente que la fuerza electro-motriz desarrollada por la corriente de la pila es proporcional al calor desprendido por la acción química que en ella produce la electricidad, ó, lo que es lo mismo, que la electricidad, al determinar la acción química, es la causa generadora del calor.

3.^a En igual caso se encuentra la luz. Sus rayos químicos determinan combinaciones, descomposiciones y cambios isoméricos, y también ciertas reacciones químico-orgánicas producen luz; pero la electricidad produce los mismos cambios que la luz, y asimismo estas reacciones reconocen por causa íntima la influencia directa de la electricidad, pues no es otra la causa determinante de la fosforescencia, que los engloba todos, de que antes hemos hablado. En consecuencia, podemos deducir que, por lo menos en la esfera donde es más intensa la vida, cual es la de las reacciones químicas, inorgánicas y orgánicas, se presentan las grandes fuerzas de la Naturaleza bajo cierta superposición de génesis, ocupando la electricidad lugar preferente.

4.^a Y para probarlo de una manera más completa, siquiera sea indirectamente, es de observar que en el mundo físico se encuentran siempre reunidas aquellas fuerzas, y aumentadas ó disminuidas á la par en su intensidad: en el ecuador es donde, al tiempo que hay más electricidad, hay también más calor y más luz. Las tormentas, como la temperatura y los efectos lumínicos, van dismi-

nuyendo á medida que las regiones están más próximas á los polos.

Disponemos, pues, de pruebas suficientes para dejar sentado que la electricidad es la fuerza que más poderosamente interviene en los fenómenos de la vida. Toda redistribución de materia, que es la fórmula del movimiento vital, se acompaña de movimiento eléctrico; en otros términos: la electricidad es el origen de todas las reacciones que incesantemente se operan en el seno de los organismos.

Á semejanza de lo que acontece en los tejidos animales, los tejidos vegetales revelan un constante estado eléctrico en forma de corriente, que se dirige desde la periferia al centro del tallo.

Tal estado aumenta ó disminuye con la intensidad de las funciones del vegetal. Durante las dos épocas del año, Abril y Agosto, que la circulación es más activa y más pronunciados el ciclosis y ciclostoma, las agujas termo eléctricas acusan una intensidad de corriente mucho mayor.

En concepto de excitante de dichas funciones, obra la electricidad de un modo manifiesto: una corriente intensa y una descarga fuerte suspenden el movimiento nutritivo; treinta elementos Grove imposibilitan la vida del protoplasma. En cambio, Hervé-Mangon ha evidenciado que actuando suavemente, la luz eléctrica produce un marcado desarrollo de clorófila. La incandescente y la de arco no producen los mismos efectos sobre la vida vegetal: aquélla dificulta los actos nutritivos; la última los favorece.

Repito que los organismos animales viven en constante movimiento molecular, producido por las numerosas reacciones químicas que de continuo se operan en su seno. Cada órgano, cada tejido y cada sistema, viviendo, nutriéndose y reaccionando á su especial manera, se asemejan á una suma de aparatos electro motores, produciendo cada uno especial movimiento eléctrico, y su conjunto un sinnúmero de contrastes, conmutaciones é integraciones de fuerza con tendencia al equilibrio general.

Todas las funciones, como íntimamente ligadas á la nutrición y ésta á la electricidad, se corresponden intensa y cumplidamente con el general estado eléctrico del organismo y particular de los órganos por los que se revelan. Á mayor función mayor nutrición, y á mayor nutrición más electricidad.

Numerosos experimentos han evidenciado la existencia de una corriente opuesta entre la piel y las mucosas, y entre ambas superficies de revestimiento y los parenquimas internos, pareciéndose en esto animales y vegetales, ya que, como hemos dicho, existen también en éstos unas corrien-

tes que se dirigen desde la corteza al centro del tallo. La corriente galvánica, aplicada á la superficie de las mucosas epiteliales, acelera los movimientos de las células provistas de pestañas vibrátiles.

Las corrientes farádicas producen asimismo marcado efecto, pero á condición de que sean fuertes, siendo de advertir que dicho efecto es contrario al de la corriente continua, puesto que retarda el movimiento vibrátil, y hasta llega á paralizarlo; parálisis que desaparece al cesar la corriente ó aplicando la galvánica.

Entre los órganos, sobre todo los que concurren á una misma función, tales como el estómago y el hígado, existen estados eléctricos, por otra parte antagonicos, y cuyo antagonismo es tanto más pronunciado, cuanto las operaciones funcionales cumplidas por uno y otro son tanto más distintas intensivamente en un tiempo dado.

Y no solamente entre órganos distintos, sino entre partes de un mismo tejido se establecen contrastes eléctricos. El infatigable experimentador Bois-Reymond ha demostrado que cuando se pone en contacto por medio de un conductor un punto cualquiera de la sección longitudinal de un músculo con otro de la sección transversal, se establece una corriente. Igual efecto se obtiene experimentando sobre los nervios.

Activando las funciones de los órganos, máxime los glandulares, se observa que á la vez que el aumento en cantidad del producto de secreción y de la temperatura, circulación, etc., hay también aumento de las reacciones eléctricas, cuyos fenómenos, al tiempo que concurren á afirmar la identidad, en concepto de fuerzas, del calor y de la electricidad, señalan el íntimo enlace entre esta última y las funciones orgánicas.

En todas ellas se evidencia esa íntima relación, en unas, sin embargo, más que en otras, como sucede con la nutrición, el crecimiento, la generación, la motilidad y la inervación.

La *nutrición* es la fundamental función, en la cual se apoyan todas; consiste en un movimiento continuo de los actos simultáneos de la asimilación de los materiales que necesitan reparar los elementos anatómicos y de desasimilación de los que resultan de la combustión de los mismos elementos. Esos materiales los acarrea la sangre que circula por los vasos, los cuales, por sus últimas ramificaciones, los capilares, se ponen inmediatamente en contacto con la membrana celular, á través de la cual y de la homogénea del vaso, y por efecto de ósmosis y exósmosis, entran y salen los materiales fluidos y gaseosos de asimilación y desasimilación.

Este doble movimiento se acompaña de evidentes fenómenos eléctricos, y lo determinan, con-

forme ha demostrado Becquerel y publicado en sus *Memorias y comunicaciones dirigidas á la Academia de Ciencias*, desde 1867 á 1870. Uno de sus experimentos más concluyentes consiste en descomponer por medio de la pila el agua contenida en un vaso dividido en dos compartimentos por una membrana, merced á cuya disposición se ve elevarse el nivel en el compartimento negativo, indicando que hay material traspaso á éste desde el polo positivo.

Esta acción mecánica ó catafórica de la corriente eléctrica demostrada por Becquerel, ha sido confirmada por Von Bruns y por Munk en el organismo viviente, sirviéndose de este medio para introducir al través de la piel sustancias medicamentosas.

(Continuará.)

ARTURO GALCERÁN.

LA PRIMERA LEY DE NEWTON

SOBRE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL ¹

I.



De las dos célebres leyes que explican la constitución del universo cósmico por medio de la gravitación universal, debidas al portentoso instinto y al inmenso genio del gran Newton, la primera dice así: «Todos los cuerpos de la Naturaleza se atraen mutuamente en razón directa del producto de sus masas».

Esta atracción se mide generalmente por la velocidad con que dichas masas se mueven, dirigiéndolas unas hacia las otras.

Y, sin embargo, un experimento que se efectúa en todos los gabinetes de física, nos demuestra la deficiencia de esa ley, considerada como ley universal.

En un tubo de cristal, largo y estrecho, se hace el vacío por medio de la máquina neumática, y se colocan en el fondo pedazos de plomo, de madera, de ámbar, corcho, y plumas muy ligeras. Después se vuelve ó se invierte rápidamente el tubo de modo que dichas substancias queden en la parte superior, desde donde descienden á la inferior, obedeciendo á la fuerza de la gravedad. Pues

¹ No siendo LA CIENCIA ELÉCTRICA órgano de colectividad ó de entidad alguna, publicamos con gusto, aun sin admitir algunos puntos de vista del autor, este notable trabajo de nuestro muy ilustrado colaborador.
(N. de la R.)

bien: en este movimiento descendente se observa que, durante todo el trayecto, bajan juntos todos aquellos objetos, lo mismo el plomo que la pluma, que el corcho, que el ámbur.

Y hemos de creer, no con seguridad absoluta, filosóficamente hablando, pero sí con esa seguridad relativa con que se saben las cosas de este mundo, que esto mismo habrá de suceder de la misma manera; que el descenso de todos los objetos de diversas densidades y de diversos tamaños, habría de verificarse simultáneamente con igual rapidez, cualquiera que fuese su número y su forma, y cualesquiera que fuesen sus dimensiones y sus densidades.

Sin embargo, si la masa formada por la unión de aquellos objetos ó de aquellas sustancias constituyese una esfera ó un esferoide, y este esferoide estuviese colocado á cierta distancia de nuestro planeta, dicha masa no sería otra cosa que un planeta como otro cualquiera, reaccionándose con todos los demás planetas, incluso el nuestro, con arreglo á la primera ley de Newton, si se quiere admitir como cierta la grandiosa teoría que este genio inmortal legó al mundo científico, como monumento imperecedero.

Y de tal naturaleza podría ser el planeta que aquéllas formasen, que, lejos de descender ó dirigirse hacia el centro de la tierra, ésta fuese la que se dirigiese y gravitase hacia el centro de aquel planeta.

Pero esta tierra sobre que habitamos, en sus relaciones atractivas con los cuerpos situados en su superficie y en los ámbitos que están al alcance del hombre, no se conduce con arreglo á la ley de Newton en lo que se refiere á las masas, porque si en el vacío una pieza de hierro de un kilogramo de peso cae con igual rapidez que dos piezas juntas del mismo peso ó una pesa de dos kilogramos, es evidente que en este fenómeno no rige aquella ley; supuesto que al duplicar la masa debió haberse duplicado aquella rapidez ó aquella velocidad, representante de la atracción ó de la energía atractiva, y hemos visto que no es así, por cuanto aumentando las masas no aumentó la velocidad de su caída, y, por consiguiente, no sufrió incremento la fuerza atractiva.

Esto quizá pueda consistir en la inmensa diferencia que hay entre las dimensiones de los objetos que están á nuestro alcance sobre la tierra y las dimensiones de ésta. La diferencia entre la masa de la tierra y la masa de cualquiera de aquellos objetos ni se puede hallar ni se puede expresar. Si un objeto tiene la masa m , y el otro objeto tiene la masa m' , si llamamos M la masa de nuestro planeta, los productos $M \times m$ y $M \times m'$ se presentarían como iguales, por cuanto su diferencia sería imperceptible é inapreciable, y por lo cual

las energías gravitativas de las masas $M \times m$ y $M \times m'$ se presentan ante los medios de apreciación que el hombre posee como idénticas.

Como quiera que sea, la primera ley de Newton claudica en estos casos como ley universal, manteniéndose en pie solamente cuando las masas atrayentes no tengan la enorme diferencia que tienen los limitados objetos que vemos sobre la superficie de nuestro planeta con relación á la masa de éste.

Respecto á las experiencias de Cavendish y otros sobre las atracciones que las grandes montañas ejercen en los cuerpos de pequeñas dimensiones, cuyas atracciones parece que guardan la expresada ley de las masas, se hace muy difícil el comprender cómo, por fuertemente que esté solicitado un cuerpo por todas las moléculas de una montaña, pueda ser perceptible el resultado de esta atracción, si se advierte que dicho cuerpo está solicitado al mismo tiempo por toda la infinita infinidad de moléculas que constituyen la inmensa mole de nuestro globo terrestre, en dirección diferente de la atracción hacia la montaña, teniendo, además, presente que todas las moléculas de esta misma montaña están con igual fuerza solicitadas por todas las energías del globo, reconcentradas en su centro de figura con arreglo á la teoría de Newton. Porque, por mucho que la proximidad del monte favorezca la atracción hacia él, es muy de dudar que pueda contrarrestar perceptiblemente la enorme atracción que debe ejercer la inmensa mole del globo terrestre que le atrae á su centro.

En otra parte hemos dado una explicación más ó menos probable, ó más ó menos satisfactoria, de cuál pueda ser la causa de la inclinación que experimentan los cuerpos colocados ó colgados de manera que puedan inclinarse con facilidad hacia una gran montaña próxima, separándose de la vertical, cuya dirección seguirían si sólo obedeciesen la acción atractiva subsistente en el centro de la tierra. Pero no queremos repetirlo aquí, por no insistir sobre lo que no pasa de ser mera teoría.

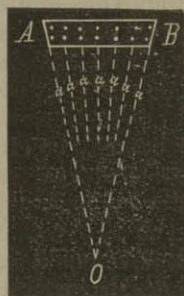
Ahora bien: de ese experimento por nosotros citado, ó de ese hecho innegable por haber sido mil veces repetido, de que todos los cuerpos, cualquiera que sea su densidad, descienden en el vacío con igual velocidad, y están, por consiguiente, solicitados con igual energía por la fuerza de la gravedad, vamos á deducir una consecuencia trascendentalísima.

No conocemos el tamaño de la molécula de ninguna substancia, ignoramos dónde está la valla que separa la molécula del átomo; pero no es posible poner en duda que todo cuerpo no ha de ser

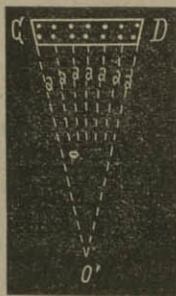
otra cosa que el conjunto de sus elementos primordiales, y, por consiguiente, que la acción gravitativa ejercida sobre la totalidad de un cuerpo, debe ser el conjunto mismo de todas las actividades parciales gravitativas ejercidas sobre todos sus elementos, porque todo lo que hay en las partes debe encontrarse en un todo, y nada puede haber en un todo que antes no esté en alguna de sus partes.

Luego si un centímetro cúbico de hierro está solicitado con igual energía por la gravedad que un centímetro cúbico de ámbar, el elemento constitutivo del hierro debe estar solicitado con la misma energía que el elemento constitutivo del ámbar.

Sean AB un pedazo de hierro y CD (fig. 1.^a y 2.^a) otro de ámbar, ambos de igual volumen. Desde

FIG. 1.^a

cada una de las moléculas de AB se establecerán de la tierra corrientes de energías que irán hacia el interior hacia O , y que en la figura las representamos por aaa , etc. Igualmente desde cada molécula del ámbar CD , se dirigirán otras corrientes ddd , etc., hacia el mismo centro O . Ahora bien: supuesto que ambos cuerpos AB y CD descienden con igual velocidad, preciso es admitir que durante ese movimiento el conjunto de energías

FIG. 2.^a

comprendido en el campo ABO debe ser igual al conjunto de las comprendidas en el campo $CD O'$; de modo que si hiciésemos coincidir por superposición los dos cuerpos AB y CD , que suponemos

sean de igual volumen é idéntica figura, coincidirán también la suma de corrientes aaa , etc., con la suma de las ddd , etc. Y dividiendo el ámbito ABO en donde están los dos ámbitos reunidos en un conveniente número de secciones longitudinales, á cada sección corresponderá una corriente, y todas ellas aaa , etc., serían iguales á ddd , etc., é iguales entre sí por hallarse superpuestas coincidiendo.

Y como cada corriente corresponde á una molécula, si el número de corrientes aaa , etc., es igual al número de corrientes ddd , es evidente que el número de moléculas del hierro AB , debe ser igual al número de moléculas del ámbar CD .

Y generalizando este raciocinio, podemos sentar el principio de que todos los cuerpos, de cualquier naturaleza que sean y cualquiera que sea su densidad, como tengan igual volumen, cada uno consta de igual número de moléculas.

Esto no quiere decir que todas las moléculas sean iguales, porque entonces todos los cuerpos serían idénticos.

Pero sí podemos asegurar que siendo toda molécula un conjunto de energías atómicas ó de movimientos atómicos, cuyos movimientos no pueden ser otra cosa que agitaciones vibratorias, los movimientos que determinan las corrientes gravitativas aaa , ddd , etc., deben ser idénticos, y siendo idénticos, deben ser ejecutados por igual número de átomos, moviéndose de idéntica manera. Esta consecuencia no es metafísicamente cierta en absoluto, ni físicamente tampoco, porque la industria humana y la naturaleza nos presentan algunos casos en que, con diferentes objetos y diferentes piezas, movidos de diferente manera, se producen hechos idénticos, ó al menos próximos á la identidad con igual grado de aproximación que los referentes á las corrientes de la gravedad, que podrían también ser próximamente iguales con diferente número de átomos movidos con distintas vibraciones. Pero eso no es lo regular ni lo razonable, porque el suponer sin necesidad, sin razón ni fundamento alguno que dos actos cósmicos idénticos (hasta donde pueden serlo), se ejecuten con diferentes elementos, es desviarnos del camino señalado por Dios para la investigación de la verdad, que es el camino de la sencillez, de la simplicidad y de la unidad; cualidades con que selló Dios todas las obras como reflejo que debían ser de su personalidad, esencialmente una, esencialmente simple, esencialmente sencilla.

Por eso, mientras no tengamos motivos muy especiales para creer que dos actos iguales se han producido con elementos desiguales, hay que admitir que lo han sido con los mismos ó con iguales. Y en el caso de que nos ocupamos, no conocemos

ninguna razón que venga á justificar el contrasentido de que los comienzos de energías que hemos representado por *aaa* y *ddd*, etc., procedentes de las moléculas del hierro y del ámbar, y que indudablemente son iguales, sean ocasionados en el hierro por cierto número de átomos vibrando de una manera, y en el ámbar por otro diferente número de átomos vibrando de otra manera distinta. Lo probable, y aun lo seguro, es que en ambos cuerpos, y quien dice en éstos dice en todos los demás, el conjunto de energías atómicas que producen aquellas energías gravitativas es el mismo, é igual el número de átomos que las constituyen.

Descartados de las moléculas en cuestión los átomos que tomarán parte en las corrientes gravitativas, quedan los restantes, cuyas agitaciones vibratorias, juntamente con las anteriores, constituyen la naturaleza ó manera de ser de la materia.

Estos movimientos atómicos no gravitativos deben ser diferentes en las moléculas pertenecientes á diferentes cuerpos, porque, como decimos, deben formar la parte constitutiva de las moléculas y de los cuerpos aquello por lo cual unos se diferencian de los otros, constituyendo la luz, el calor, la electricidad, la cohesión y la densidad y todas las demás propiedades de todas las individualidades cósmicas, cualquiera que sea su tamaño visible ó invisible.

Ahora bien: todas estas cualidades percibidas por nuestros sentidos, ¿pueden explicarse considerando como vibraciones de naturaleza diferente ejecutadas, sin embargo, por igual número de átomos con relación al mismo ó á igual volumen?

No tenemos inconveniente en contestar afirmativamente á esta pregunta.

En efecto: los átomos, como elementos primordiales que son de la materia y causa de todos los fenómenos y de todas las diferencias fenomenales, no deben poseer nada por lo cual deban diferenciarse entre sí, al menos perceptiblemente para el hombre. Por eso el átomo es, como si dijéramos, impersonal; lo mismo da decir el átomo que los átomos; lo mismo es éste, que aquél, que el de más allá.

Ahora bien: el movimiento atómico no consiste en otra cosa que en ver ó percibir un átomo cualquiera, el mismo ó diferente, primeramente en un punto y después en otro punto distinto, y además nos es indiferente ver en un mismo punto fijo del espacio sucesivamente, unos después de otros, en un segundo de tiempo, *mil* átomos, que ver á un mismo átomo *mil* veces en el mismo punto durante el mismo intervalo de tiempo de un

segundo. Las impresiones recibidas por nosotros serían las mismas en el un lado que en el otro. Estas dos maneras de comprender los movimientos elementales de las moléculas y de los cuerpos, son hipotéticas; pero, hipótesis por hipótesis, es mil veces más razonable y más probable el que hace consistir los fenómenos, no en el número de átomos, sino en la manera de moverse éstos, siendo siempre igual su número en volúmenes iguales, tanto en lo que se refiere á los movimientos gravitativos, como á todos los demás movimientos constituyentes de los cuerpos, por la razón arriba expuesta de la sencilla simplicidad y unidad que debe resplandecer en todas las cosas creadas para que respondan á la grandiosa y absoluta unidad del Creador.

Y por la misma razón es de creer que con los mismos átomos haga Dios la luz, el calor, la electricidad, la gravedad y todos los fenómenos cósmicos comprendidos en una partícula ó en una molécula, atendida la facilidad con que estas energías, unas se convierten en las otras, la luz en calor, el calor en luz, electricidad, etc., etc., unas á expensas de las otras, en una continuada é incesante transformación y propagación.

Tómese, pues, un espacio de un centímetro cúbico de volumen; podemos asegurar que, dondequiera que se encuentre este recinto, siempre habrá dentro de él el mismo número de moléculas y el mismo número de átomos.

Si estos átomos se mueven y se agitan de cierta manera, formarán moléculas de cobre; si se mueven de otro modo, constituirán hielo; si de otro modo, podrán formar aire, hidrógeno, madera, etc., etc., resultando que toda la complicadísima maquinaria de la inmensidad del universo material ha venido á reducirse al simplicísimo movimiento de la vibración infinitesimal del átomo.

Á mí me parece muy fácil comprender cómo con unos mismos átomos puedan formarse movimientos vibratorios suficientemente distintos para que unos pertenezcan al fenómeno de la impresión llamada luz, otros al fenómeno llamado calor, otros al llamado electricidad y aun á los dependientes de la impresión denominada cohesión. Pero ya no me parece tan fácil el hacerse cargo y entender cómo con unos mismos átomos, encerrados en un recinto dado, pueden formarse densidades diferentes, constituyendo cuerpos de diferente peso. En otro artículo procuraremos entenderlo.

(Continuará.)

FÉLIX GARAY.

ESTACIÓN GENERAL DE PRUEBAS

TRANSPORTABLE

DE D. FLORENCIO ECHENIQUE.



UESTRO distinguido colaborador el señor Echenique goza entre los electricistas de una reputación tan legítima como envidiable. En la Exposición Universal de Barcelona, á la que concurrió como delegado de la Dirección general de Telégrafos, de cuyo Cuerpo forma parte, dió muestra gallarda de sus singulares méritos, exhibiendo en el pabellón de aquélla multitud de aparatos é instrumentos innovados, que le hubieran granjeado de hecho una distinción tan honrosa como merecida, para la que el voto espontáneo de la opinión le designaba, á no haberse opuesto á cualquier demostración de recompensa oficial, la circunstancia, para el Sr. Echenique desventajosa, de haber sido elegido miembro del Jurado.

Con recompensa ó sin ella, el Sr. Echenique adquirió en el juicio contradictorio que la opinión formaba, el título de electricista inteligentísimo y de constructor muy experto. Porque conviene decir que nuestro ilustrado colaborador, como jefe de los talleres de la Dirección general de Telégrafos, ha concebido y realizado todas y cada una de las innovaciones que con su nombre se dieron á conocer en el gran certamen de Barcelona y que merecieron las más lisonjeras alabanzas de cuantos se interesan por los progresos de la electricidad.

No necesita que le prodiguemos las nuestras el Sr. Echenique, ni es nuestro objeto hablar de los instrumentos varios que exhibió; nos proponemos tan sólo hablar de uno, expuesto en la vitrina de la Dirección general de Telégrafos en forma que, aunque completa y esencial, carecía, á la sazón, del sello de trascendental utilidad práctica que ulteriormente le ha dado.

Nos referimos al *galvanómetro de resistencia variable*, que lleva el nombre de su autor, y del que se han ocupado las revistas profesionales.

Nada sería más justo que designar ese instrumento con el título de *galvanómetro universal*; sus funciones complexas le consienten, en efecto, esta honrosa reivindicación; empero nosotros, considerándole como parte de un sistema compuesto de distintos instrumentos, y teniendo en cuenta el especialísimo objeto que el autor parece haberse propuesto, designaremos el conjunto como una *Estación ó mesa de pruebas general transportable*.

Esta mesa se halla encerrada en un espacio

muy limitado: y en su forma esquemática se representa en la fig. 1.^a

Sin proponernos dar un estudio completo del sistema, fácil de hacer por lo demás por nuestros propios lectores con sólo examinar el diagrama del montaje, algo diremos de los órganos que le componen.

Estos son:

Un puente Wheatstone de figura circular. Los dos brazos fijos de este puente forman un arco de círculo, y sus carretes respectivos son de 10, 100 y 1000 ohms.

El brazo de resistencia móvil ocupa el centro de la figura, y le constituyen dos círculos concéntricos, con carretes, el interior, de 1, 2, 3, 4, 10, 20, 30, 40: desde aquí, por la clavija de *infinito*, que carece de inicial en la figura, se unen el círculo interior y el exterior, teniendo éste resistencias de 100, 200, 300, 400, 1000, 2000, 3000, 6000 ohms. En junto 13110 ohms. El Sr. Echenique, empero, no ha considerado suficiente esta resistencia, y creemos que solamente por un *tour de main* de construcción, ha querido alojar en tan breve espacio un reostato, que es muy superior al que sirve de tipo en el *Post office*. Así que desde el extremo del brazo fijo y antes de unirse éste al móvil, penetra una comunicación en la peana del galvanómetro y toma en éste tres carretes más de 6000, 4000 y 2000 ohms, para cuyo alojamiento aún ha encontrado sitio su autor. En junto, pues, tiene este puente Wheatstone 25110 ohms, cifra que no consideraríamos superabundante dadas las condiciones especialísimas del galvanómetro que le acompaña, si su distribución entre los brazos fijos y el variable guardara distinta proporción.

Mas antes de razonar esta observación, pasemos á describir el galvanómetro.

Este es horizontal; y por el esmero singularísimo que ha presidido á su construcción, se comprende que esté dotado de grande sensibilidad su sistema estático formado de una sutil lámina de acero con centro de ágata y una indicadora de aluminio que gira sobre pivote de acero. Un estilete sirve para suspender la aguja cuando se halla en reposo, ó para limitar el arco de sus oscilaciones.

La parte esencial, característica, del galvanómetro, consiste en su campo magnético. Compónese éste, en efecto, de un carrete múltiple, formado por siete hélices de hilo de igual calibre, aunque de distinta longitud, cuyos extremos como los de una caja de resistencia, terminan en un clavijero, que aquí es circular, afectando la forma de la peana del galvanómetro. Estas resistencias perfectamente calculadas son de 5, 20, 75, 400, 500, 1000 y 2000 ohms. Es, pues, este curioso instru-

mento de resistencia variable, y aun cuando esta circunstancia podrá eximirlo en la práctica de toda reducción, el Sr. Echenique le ha dotado todavía de tres resistencias *shunts*, correspondientes al $\frac{1}{10}$, al $\frac{1}{100}$, y al $\frac{1}{1000}$ de la resistencia total. Porque holgaban por completo, no por la imposi-

bilidad de hallarles alojamiento, no ha debido colocar este constructor habilísimo algunas resistencias de compensación.

El primer modelo que figuró en la Exposición universal tenía una llave de inversión y la del gal-

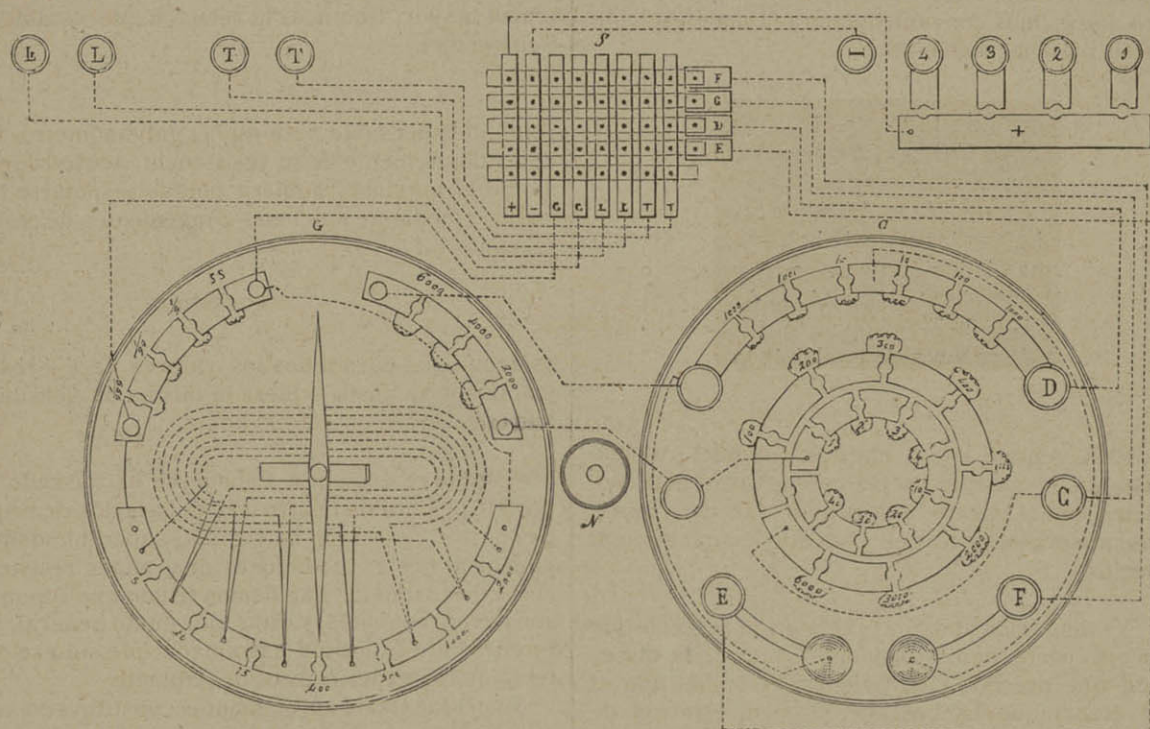


FIG. 1.^a

vanómetro. El Sr. Echenique ha reemplazado estos dos instrumentos por un conmutador universal de ocho tiras verticales con cinco horizontales, merced al cual puede operar con el puente ó con el galvanómetro junta ó separadamente y realizar toda clase de combinaciones.

Á la derecha de la figura aparece el conmutador de pila y en el centro, entre el puente y el galvanómetro, está situado el nivel, que es de aire y circular.

Se comprende que al realizar la idea de un galvanómetro de resistencias variables, el Sr. Echenique ha tenido presente la asociación mas útil y conveniente del mismo al admirable y sencillo procedimiento que nos ha dejado Mr. Wheatstone, porque aun cuando las aplicaciones de aquél sin ayuda del puente son muchas y eficacísimas en electrometría, su superfluidad resulta manifiesta cuando para llevarlas á cabo se dispone de un auxiliar mucho mejor; el puente.

No citaremos, pues, los casos en que el galvanómetro del Sr. Echenique puede tener aplicación independiente. Lo consideramos un mero complemento del puente, y en este concepto precisamente la disposición variable de su campo magnético le señala su máxima eficacia y utilidad.

En efecto: aunque en el caso especial de operar con el puente Wheatstone la función del galvanómetro queda reducida á la de un simple *galvanóscopo*, el grado de su sensibilidad es tan importante, que no cabe medición exacta allí donde esta cualidad es desdeñada. Hay, pues, que subordinar el galvanómetro á las condiciones de la operación, y ésta es la circunstancia que, bajo el punto de vista técnico, ha satisfecho cumplidamente el señor Echenique.

Con un galvanómetro de resistencia variable la cosa es fácil; el resultado seguro, sin necesidad de emplear los de alta precisión, cosa imposible en los casos que el Sr. Echenique ha considerado.

Basta recordar la disposición esquemática del puente Wheatstone (fig. 2), y aplicar la fórmula de Swendler

$$S = \frac{(m+n)(v+x)}{m+n+v+x}$$

para determinar la resistencia S del galvanómetro que es más conveniente para la manifestación de su máxima sensibilidad.

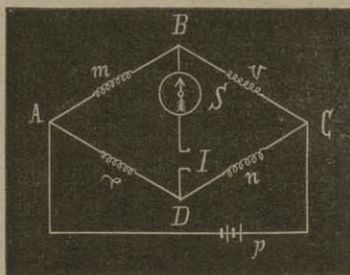


FIG. 2.^a

Esta ventaja es, á nuestro entender, mucho más que la posibilidad de consagrar el galvanómetro, sin el puente, á la práctica de determinadas mediciones, lo que constituye su principal mérito.

Y vengamos ahora á explicar la reserva que en otra parte hemos insinuado, porque la discusión que precede y la propia perfección que el Sr. Echenique ha buscado para su estación de prueba, nos conducen insensiblemente á ella.

El Sr. Echenique ha exagerado, á nuestro entender, innecesariamente, las resistencias en el brazo variable; si con parte de esas resistencias hubiese reforzado por igual los dos brazos fijos, acaso en determinadas aplicaciones del puente hubiera dotado á éste de mayor perfección.

Hemos de suponer, en efecto, el caso de medirse una gran resistencia: con sujeción al principio en que se funda el puente Wheatstone tendremos

$$\frac{m}{n} = \frac{v}{x},$$

en cuyo caso la aguja del galvanómetro se inmovilizará frente al cero; m y n , brazos fijos del puente, son, en el que ha concebido el Sr. Echenique, iguales; supondremos que esta relación de igualdad se conserva, y por tanto

$$n = x;$$

es decir, que la resistencia variable es igual á la que se busca: mas si la que se busca es grande, basta fijarse en la figura para comprender que la corriente de la pila P al bifurcarse en las dos derivaciones ABC y ADC , recorrerá en mayor canti-

dad la primera, ejerciendo una acción notoriamente menor en el galvanómetro. Faltará, pues, éste, y por circunstancias que le son extrañas á su condición de sensibilidad. Hubiera sido, pues, conveniente, toda vez que el Sr. Echenique ha dotado su aparato de tanta perfección, que los dos brazos fijos hubiesen sido susceptibles de tener una resistencia mayor. Entonces la relación que establece Schwendler,

$$m+n=v+x,$$

como indispensable para que el galvanómetro, independientemente de su resistencia, acuse la sensibilidad máxima, hubiera podido respetarse haciendo, mediante adiciones convenientes de resistencias,

$$\frac{m}{n} = \frac{v}{x} = \text{constante};$$

es decir, que para todos los valores de x — resistencia que se busca — fuera la misma la sensibilidad tan conveniente de la aguja.

Verdad es que el Sr. Echenique ha buscado la posible perfección dentro de una Estación de pruebas portátil, y esto lo ha logrado superabundante, porque al fin las mediciones de grandes resistencias tales como las que hemos tenido que suponer son poco frecuentes, y éstas, por punto general, no requieren la exactitud extremada que sólo se obtiene en los experimentos de gabinete.

Encerrar todos los elementos constituyentes de su estación de pruebas dentro de una caja para hacerla fácilmente transportable y aplicarla allí donde no pueden alcanzar los instrumentos de gran precisión, para los cuales se requiere un montaje esmeradísimo, tal fué el segundo objeto, si no el principal, del Sr. Echenique.

Y este segundo objeto lo ha logrado este distinguido electricista de una manera tal, que ni aun á título de observación crítica nos atreveremos á objetarle nada.

La fig. 3 representa esa caja cerrada; y la fig. 4 la misma abierta con sus aparatos en Estación. Los pies y la banqueta se doblan y recogen dentro de la caja al ir á cerrar ésta.

Como auxiliares de los trabajos, y principalmente para la medida de la resistencia de la tierra de los pararrayos, lleva además la caja, según puede observarse en el dibujo, tres carretes de alambre parafinado de 150 metros de longitud cada uno, cuyos extremos pueden aplicarse con suma facilidad por medio de bornas convenientemente dispuestas, por un lado á los aparatos de prueba y por el opuesto al circuito que se trata de medir.

Finalmente, y para los casos de experimentación de pararrayos ú otros trabajos de campo análogos, está provista la caja de contactos de cuchilla para hincarlos en el suelo, y los útiles que más comúnmente se emplean en estos casos.

No queremos concluir esta reseña de la *Estación general de pruebas transportable del señor Echenique* sin ocuparnos de algunas de las aplicaciones más convenientes que puede darle la industria privada; porque, por lo que toca al servicio especial, creemos que la caja del Sr. Echenique tendrá utilísima aplicación en todos los centros telegráficos.

La medida de la tierra de los pararrayos no se practica, por punto general en parte alguna en España. Negligencia es esta muy abonada á peli-

gros, y que principalmente procede del desconocimiento que de las teorías más elementales de la electricidad tienen los instaladores. Lo menos que podría hacer, pues, una administración celosa, sería exigir garantías de idoneidad en los directores de esos trabajos. Mas vengamos á nuestro objeto.

Si es importante la *tierra* de una Estación, lo es mucho más la de un pararrayos. Las deficiencias de aquélla se hacen apreciables, casi podremos decir inmediatamente; no así las del pararrayos, cuya función sólo se ejerce cuando descarga una tempestad. Puede ocurrir, pues, que los defectos de ésta pasen inadvertidos, aun después de haber sido origen de un desastre.

Todo el esmero que se emplee en esta apre-

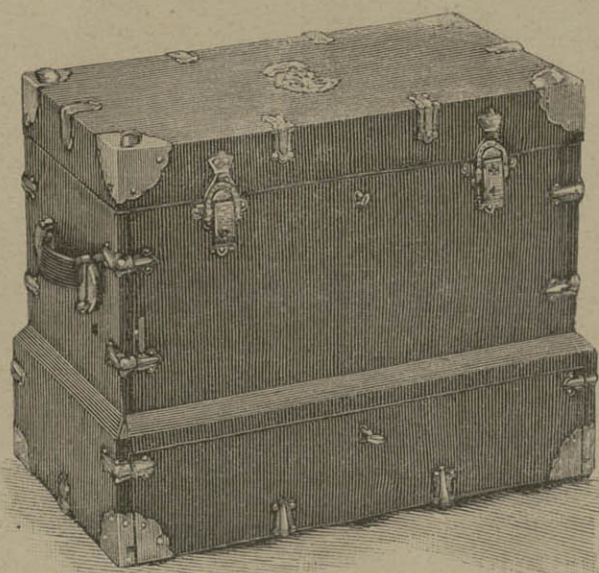


FIG. 3.^a

ciación nos parece muy justificado; por lo mismo creemos que una buena experimentación no ha de ceñirse á la del conductor del pararrayos y su plancha, sino que, análogamente á lo que se practica en telegrafía, ha de efectuarse mediante la comparación con otras *tierras*, dos por ejemplo, establecidas con carácter provisional y para este solo efecto.

Llamaremos r , r_1 y r_2 , á las resistencias que corresponden á las tres *tierras*. Si reunimos las tres líneas correspondientes formando combinaciones de dos, y tomamos las resistencias de cada uno de los tres grupos que nos resultan, obtendremos las

tres indicaciones R , R_1 y R_2 , las cuales nos permiten establecer estas igualdades.

$$R = r + r_1$$

$$R_1 = r + r_2$$

$$R_2 = r_1 + r_2$$

de cuyas ecuaciones iremos deduciendo los valores respectivos de r , r_1 y r_2

$$r = \frac{R + R_1 - R_2}{2}$$

$$r_1 = \frac{R + R_2 - R_1}{2}$$

$$r_2 = \frac{R_1 + R_2 - R}{2}$$

cuyos valores comparados nos permiten asegurarnos de la bondad de la *tierra* que con carácter fijo se deja establecida.

Se comprenderá que para esta función impor-

tantísima, la caja de pruebas del Sr. Echenique es de una utilidad incuestionable. No pocos electricistas competentes, á cuyo cuidado ha estado la instalación de un sistema protector de pararra-

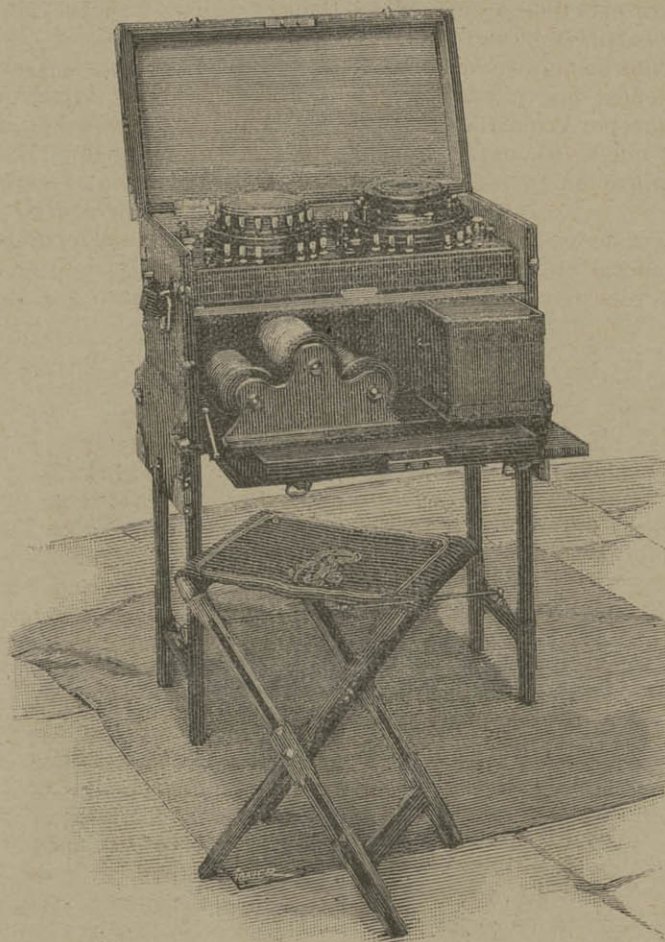


FIG. 4.^a

yos, han dejado de efectuar las medidas únicas de quienes habían de obtener la certidumbre de la perfección de su trabajo, por la dificultad de trasladar y emplazar junto al pararrayos los elementos variados y sueltos que les eran necesarios. Este inconveniente lo resuelve la *Estación de pruebas de Echenique*, y los ejemplares de ésta se entregarán pronto al comercio, porque su autor, que la había construido para su uso exclusivo, ha tenido que ceder al fin á las solicitudes de una importante casa constructora, justamente convencida de la utilidad y conveniencia de tan inteligente aplicación.

J. CASAS BARBOSA.

EMPLEO DE LA ELECTRICIDAD

EN LAS INDUSTRIAS MINERAS.



principios del año 1888, y á consecuencia de algunos ensayos, cuyo resultado se juzgó satisfactorio, se instaló en una explotación de hulla de Normanton (Estados Unidos), una bomba movida por la electricidad, y destinada á producir la elevación de 545 litros de agua por minuto á una altura vertical de 275 metros.

Esta instalación viene funcionando desde aquella fecha, á razón de unas veintidós horas de trabajo diarias, y se ha observado que las paradas y

accidentes varios ocurridos en su funcionamiento durante tan largo espacio de tiempo, han sido imputables casi en totalidad á defectos de la parte mecánica.

La máquina empleada pertenece al tipo de las semi-fijas, compound, y de la fuerza nominal de 30 caballos. El motor pertenece al mismo tipo de la dinamo, pero con inductores de una construcción más ligera.

En pleno trabajo, las bombas dan 25 revoluciones por minuto. El conducto de elevación tiene una longitud de 410 metros y se compone de tubos de hierro fundido de 10 centímetros de luz. Á la extremidad inferior y cerca de las válvulas de descarga, va adaptado un depósito de aire de 1,50 metros de altura.

El agua recorre la tubería con una velocidad aproximada de 76 metros por minuto. El frotamiento absorbe unos 10 caballos.

El cable está formado de 19 alambres de cobre del número 17 de la galga de Birmingham. Está perfectamente aislado, y además encerrado en tubo de plomo. Tiene una longitud de 915 metros y una resistencia aproximada de $1/5$ de ohm.

Á los ocho días de efectuada la instalación, la dinamo á las 450 vueltas por 134 de la máquina, daba una corriente de 65 amperes con 603 volts. La velocidad del motor era de 450 revoluciones al minuto.

En estas condiciones, la cantidad de agua elevada era de 540 á 545 litros cada minuto á una altura de elevación de 262 metros. El trabajo teórico del sistema, representado por el agua elevada, viene á ser próximamente de 32 caballos; y como la máquina indicaba 80, el rendimiento industrial, queramos decir, la relación entre el rendimiento teórico en agua y el trabajo indicado, venían á ser igual á $32/80$, ó, lo que es lo mismo, á 40 por 100.

Estos experimentos se repitieron en distintas ocasiones y por diferentes experimentadores, y el resultado fué demostrar disminución gradual de las pérdidas producidas por frotamientos, tanto en la máquina como en la bomba.

El último experimento consistió en reducir la corriente á 62 amperes: la máquina no indicaba entonces más que 73 caballos; pues bien: el rendimiento resulta elevado á 43, 1 por 100.

En cuanto al consumo de carbón, de tal manera aparecía inferior al que exigía antes, y para producir el mismo trabajo, el aire comprimido, que se entró en deseos de efectuar pruebas comparativas. Aplicóse á las bombas sucesivamente un juego de dos compresores horizontales y otro formado por un solo y muy amplio compresor vertical.

Con el sistema de compresores horizontales se obtuvo un rendimiento neto de 12 por 100; con el segundo, este rendimiento llegó á 14 por 100: por

otra parte, el último experimento efectuado con el sistema eléctrico había acusado un 44 por 100.

TEQUISCOPO ELÉCTRICO



ASADO en el hecho muy conocido de parecer absolutamente inmóviles los objetos que, hallándose en movimiento, reciben un rayo de luz instantánea, el norteamericano M. Anschwitz ha inventado un curioso aparato, al que ha dado aquel nombre.

Consiste este aparato en una rueda de hierro de un diámetro determinado, cuya rueda, móvil alrededor de un eje, descansa en un pie, de hierro también, montado sobre un carrito de ruedas. Una manivela sirve para imprimir movimiento á la rueda, y á la periferia de ésta van adaptados algunos discos destinados á sostener los objetos que hay que representar en sus diferentes posiciones. Lleva, además, la rueda algo más abajo de aquellos discos, y en el centro de cada figura, una serie de resaltes, que al girar la rueda van rozando un contacto fijo, con lo cual se producen cierres sucesivos de una batería primaria ó secundaria. Esta batería se halla en el circuito primario de un carrrete Ruhmkorff. El circuito secundario lo forma un tubo de Geisler, en espiral, colocado detrás de la imagen, de manera que la ilumina por completo.

De las dos corrientes que á cada contacto en la rueda se originan en el carrete, sólo la directa, mayor en duración y en potencial, vence la resistencia del tubo. Éste, pues, se ilumina con destellos muy vivos, sucesivos y rapidísimos, lo que produce la iluminación de la imagen en el momento de pasar fugazmente ante los ojos del espectador; pero la sucesión rápida de los rayos luminosos interrumpidos ocasiona en la retina una impresión más viva que una luz continua y esta impresión prolongada alcanza á la siguiente. El efecto, es, según parece, sorprendente. Se representa el vuelo de las aves, caballos galopando, y, en suma, todas las manifestaciones del movimiento por rápido que sea.

El aparato es, por lo demás, fácil de concebir y de realizar. Una sencilla batería de dos elementos de bicromato, un carrrete Ruhmkorff y un tubo de Geisler componen la parte eléctrica, y en la sucesión de contrastes oscuros y luminosos reside todo el secreto del juguete.

NOTICIAS

De la propiedad de atracción, casi diríamos de succión, que ejerce respecto de una barra de hierro una

hélice recorrida por una corriente, se hizo en América no hace mucho una aplicación curiosísima con un resultado que permite augurar un éxito práctico cuando se la eleve á la categoría de procedimiento industrial.

La aplicación consiste en lo siguiente :

Una corriente recorre un número determinado de hélices, y éstas ejercen su acción sucesiva respecto de un carro magnético, con lo cual adquiere éste una grande velocidad. El sistema á que se ha sujetado la disposición de este carro es de los más sencillos. Su velocidad viene á resultar regulada automáticamente por la fuerza contra-electromotriz que desarrolla el paso del carro por entre las hélices; por manera que en cuanto dicho carro ha logrado su velocidad normal, el consumo de energía queda reducido á la cantidad estrictamente indispensable para su conservación.

Tal es el fundamento del procedimiento, y se comprende que el sistema de tracción que en él se base, no dejará de despertar un interés vivo, por lo mismo que aquel fundamento es singularmente original y curioso.

En algunos islotes situados en pleno Océano se han observado recientemente perturbaciones magnéticas de carácter local, que no han trascendido al continente, no obstante hallarse aquellos en condiciones análogas á las de las tierras situadas en la propia latitud.

En opinión de los que han investigado estos fenómenos, tales modificaciones en el estado magnético son debidas á las substancias activas que las fuerzas volcánicas arrancan del núcleo central, á cuyas fuerzas volcánicas deben su origen precisamente esas islas.

Las conclusiones que esos observadores han deducido concuerdan con la opinión de Airey, quien busca la causa del magnetismo terrestre en las acciones subterráneas. De igual manera habría que explicar las variaciones seculares del magnetismo terrestre, es decir, por modificaciones sobrevenidas allá en las profundidades insondables del globo terráqueo, por lo cual vendrían á ser resultado de transformaciones cuyas leyes y naturaleza escapan á nuestra observación; pero que, fuera de los casos de convulsiones volcánicas ó sísmicas, se nos manifiestan por los movimientos de la aguja imantada.

En una de las lecciones últimas del curso anterior, dadas por M. Pellat en la Sorbona, ha dado á conocer este ilustre profesor por vez primera en la facultad de Ciencias de París los experimentos de M. Elihu Thomson.

Y con el propio carruaje y la misma máquina de inducción que para aquéllos empleara, ha hecho igualmente por primera vez M. Pellat los experimentos de M. W. de Fonvielle con los discos de hierro.

Para explicar las rotaciones de éstos, ha adoptado la teoría de la fuerza coercitiva que el propio autor invoca en sus últimas comunicaciones á la Academia de Ciencias: y por lo que se refiere á la rotación de los discos de cobre de M. Thomson, M. Pellat la supone debida á la fuerza repulsiva, ejercida en un campo desimétrico, aunque sin creer que las placas de cobre desempeñan el mero papel de pantalla. Sospecha que son residencias de corrientes de inducción, las cuales,

á su vez, ejercen acción respecto del disco móvil, haciéndole girar.

El sentido en que se produce esta rotación ha sugerido á M. Pellat una opinión que nos parece muy interesante; y si realmente es fundada, tendríamos un nuevo punto de semejanza entre la manera de producirse la desimetría entre las dos clases de fenómenos, aun sin dejar de ser distintas las rotaciones provocadas por M. Thomson y las de M. Fonvielle, toda vez que las primeras se deben á la acción de las corrientes entre sí, y las segundas á las atracciones magnéticas.

Uno de los privilegios recientemente tomado por Edison consiste en la amalgamación de las escobillas de las dinamos, con el objeto de evitar los inconvenientes de las chispas de inducción.

Por dudosa que pueda parecer la novedad de este invento, conviene, no obstante, recordar los principios en que le funda el famoso electricista norteamericano.

Supone éste que el mercurio, al vaporizarse, llena una función utilísima, cual es la de consumir parte del calor de las chispas, y por lo mismo este calórico absorbido dejaría de producir otros efectos destructores. Por otra parte, parece que dos superficies amalgamadas tienen tal afinidad entre sí, que la resistencia al paso de la corriente desaparece en su casi totalidad.

El comité organizador de la Exposición internacional de electricidad que se proyecta celebrar en Francfort en el próximo año de 1891, á propuesta de uno de sus individuos, M. Von Miller, ha adoptado una resolución que influirá, á nuestro entender, grandemente en la organización económica de los futuros certámenes.

M. Von Miller ha expuesto la consideración de los gastos considerables que arrostran las casas que acuden á las exposiciones, por lo cual es justo que se las llame á una participación en los beneficios que del certamen resulten, en la proporción de los sacrificios que cada casa expositora se haya impuesto.

Esta observación fué muy bien atendida, y en su consecuencia el comité resolvió reservar el 50 por 100 de los beneficios netos para distribuirse entre los expositores y proporcionalmente á los gastos que cada uno hubiere realizado.

Telegrafía.

Según la última estadística oficial publicada por el Gobierno de Italia, la red telegráfica de este país adquirió, durante el año 1889, un desarrollo equivalente á 9,704 kilómetros de conductor. En virtud de este aumento, Italia posee en la actualidad una red cuyo desarrollo tiene 128,209 kilómetros.

El número de cables que en dicho año poseía el Estado en ese país era de 11, con 146 kilómetros solamente, siendo la longitud de todos los establecidos de 3,988 kilómetros, que pertenecen á la casa *Pirelli*, de Milán, y á la *Eastern Telegraph C.^o*

La importante casa constructora inglesa *Silver-town Telegraph C.^o*, fabrica por cuenta de la *Central and South American Telegraph C.^o* un cable de 2,800 kiló-

metros próximamente, destinado á unir directamente los puertos de Valparaíso, Iquique y Lima, en el Pacífico.

Dentro de poco Alemania podrá comunicar telegráficamente con sus posesiones del África Oriental, merced al establecimiento de un cable submarino, que unirá Dar-el-Salaam, Bagamoyo y Zanzíbar.

Acaba de establecerse un cable submarino entre Halifax y las Bermudas.

Las instalaciones de alumbrado urbanas.

El reglamento de Marzo de 1888, imponiendo el alumbrado eléctrico á los teatros de esta corte, y también á los de provincias, aunque en esta parte no creemos se haya exigido con severidad su cumplimiento, hubo de autorizar, como así lo hizo, la creación de instalaciones particulares de alumbrado. Era este un inconveniente grave, sin pasar por el cual, empero, la transformación del alumbrado, hubiera sido impracticable. Las querellas y disgustos que estas reducidas fábricas de electricidad han ocasionado, han dado á conocer todas las desventajas que, bajo el punto de vista de la edilidad, estas instalaciones tienen; y por lo mismo, ya que un principio de justicia y equidad imponga el respeto á lo que se ha creado al amparo de la ley y por ministerio de la misma, bueno es que se piense en el porvenir, y se evite con disposiciones prudentes la creación de nuevas industrias de este género en sitios que, por su urbanización, no consienten vecindades molestas y en cierto modo peligrosas.

Por lo menos esto es lo que se ha hecho muy recientemente en París, en donde análoga libertad á la que aquí hubo que concederse ha originado idénticos inconvenientes. Véase á este propósito lo que leemos en un periódico de París:

«Por consecuencia de una decisión recientemente tomada por el Municipio de esta villa, el asunto de la clasificación de las Estaciones de electricidad se ha elevado á consulta del Consejo de Higiene y Sanidad del Sena.

»Dicho Consejo debía informar acerca de si convenía incluir en la categoría de los establecimientos insalubres dichas Estaciones, en razón de los inconvenientes que presentan: ruido, trepidaciones, humo.

»El Consejo nombró ponente al ingeniero M. Miguel Levy, y éste ha leído ya su informe, en el que expone que «las muchas quejas producidas en el vecindario de París por el funcionamiento de las Estaciones de electricidad, parece que señalan *a priori* haber llegado el caso de aplicar á aquellas las reglas impuestas á las industrias incómodas. Y realmente, un examen detenido del asunto confirma por completo tal apreciación. El número de Estaciones levantadas en París, en el transcurso de tres años, y generalmente en los barrios centrales, no baja de treinta, siendo el total de la fuerza que emplean de 10 mil caballos de vapor, lo que equivale á la sexta parte de la fuerza motriz que hay instalada en todo el departamento del Sena.»

»El ponente opina, por último, que es indispensable efectuar aquella clasificación, y en este sentido ha dictaminado el Consejo.»

El tribunal civil de Perpiñán parece que es de la propia opinión del Consejo municipal de París, por cuanto en el propio periódico del que tomamos estas líneas leemos la noticia de haber condenado dicho tribunal á M. Bartissol, concesionario del alumbrado eléctrico de Perpignan, al pago de 150 000 francos á M. Campana, en concepto de indemnización por los perjuicios causados á la propiedad de éste por el ruido, la trepidación y el humo originados por la proximidad de la estación de electricidad.

Leemos en *La Monarquía del Ferrol*:

«Con motivo de la subida de precio en el consumo de gas, cerraron ayer sus establecimientos los comerciantes de tejidos.

»Los demás se alumbraron con petróleo, siendo general los que prescindieron de los aparatos de fluido, si se exceptúan las sociedades de recreo, cuyas juntas directivas se reunirán hoy para asociarse á la manifestación del vecindario.

»La calle Real parecía anoche una de las calles de Puentedeume.

»El movimiento de transeúntes fué algo menor que de costumbre, aparte de los curiosos que acudieron á recibir impresiones. La novedad no es de las que puedan halagar á nadie, y menos al bello sexo, para el que no tiene tantos encantos su visita á los escaparates.»

A consecuencia de esta actitud en que se ha colocado el vecindario del Ferrol, ha surgido la idea de sustituir el actual alumbrado por la electricidad, y se ha constituido una comisión para entablar negociaciones con las Compañías de electricidad.

La pérdida reciente de una hija, preciosa niña de seis años, que aflige á nuestro Director ha sido causa de que sufriera algún retraso la publicación de este número.

Por otra parte, la severidad con que se han aplicado á la familia del Sr. Casas ciertas prescripciones sanitarias, no ha permitido que la noticia de tan dolorosa pérdida fuera conocida de las personas que se interesan por nuestro querido amigo. Por esta razón, aunque saliéndonos de las prácticas habituales en esta clase de publicaciones, nos decidimos á dar esta explicación de un retraso que indudablemente disculparán nuestros abonados, y á rogar á las numerosas personas de provincias y del extranjero que sostienen correspondencia con la Dirección tengan por explicada también la causa del silencio que por motivos tan dolorosos ésta ha guardado.

CERÁMICA MADRILEÑA

B. SANTIGÓS Y COMPAÑÍA

PROVEEDORES DE LA REAL CASA

Premiados en diversas Exposiciones y con Medalla de Oro en la Universal de Barcelona de 1888.

GRAN FÁBRICA MECÁNICA Y AL VAPOR

DE

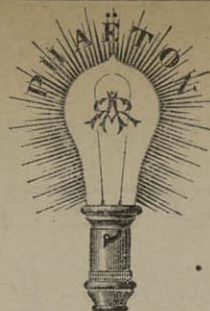
LADRILLOS, TEJAS Y BALDOSINES

Y DE TODA CLASE DE PRODUCTOS DE BARRO

PARA CONSTRUCCIÓN Y ADORNO Y DE APARATOS SANITARIOS

Fábrica: Continuación de la calle del Sur.

Administración: calle de Atocha, 64, entresuelo izquierda, Madrid.



LÁMPARAS DE INCANDESCENCIA

PHAETON

SUPERIOR CALIDAD—PRECIO MODERADO

FABRICANTES

Poothan & Alewijnse.—Nimegue—Holanda.

MATERIAL ELÉCTRICO

Aparatos telegráficos y telefónicos. Lámparas de incandescencia y de arco. Carbones, Hilos y Cables conductores. Timbres eléctricos y Pararrayos.

JORGE GONZÁLEZ SANTELICES

Sucesor de A. PIQUET

INFANTAS, 34, BAJO, MADRID.—TELÉFONO NÚM. 212

Se facilitan tarifas gratis a quienes lo deseen.

SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS

SISTEMA BERTHOUD BOREL Y COMPAÑÍA

CORTAILLOD (SUIZA)

Fabrica de cables y conductores eléctricos de todas clases

CAJAS DE UNIÓN, DERIVACIONES, ETC.

CONDENSADORES

Concesionarios para la fabricación de Contadores de Electricidad

BOREL Y PACCAUD

para corrientes alternativas

AGENTE GENERAL EN ESPAÑA

J. MAYOL Y COMPAÑÍA

CALLE GERONA, 97, PRINCIPAL.—BARCELONA

Director facultativo electricista: **D. JOSÉ DURAN**

SOCIEDAD ELÉCTRICA

N. XIFRA Y COMPAÑÍA

INGENIEROS CONSTRUCTORES

OFICINAS Y TALLERES: RIERETA, 32, BARCELONA

Fabricación española de material eléctrico. Casa fundada en 1885.

Más de 250 dinamos contruídos con fuerza de unos 5,000 caballos eléctricos.

Instalaciones de alumbrado realizadas en España y América, representando 17,000 lámparas de incandescencia y 1,800 de arco voltaico.

VENTA DE MATERIAL ELÉCTRICO DE TODAS CLASES

TELEGRAFIA, TELEFONIA, PARARRAYOS

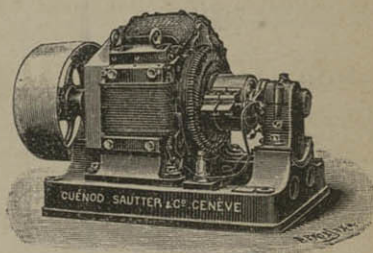
CUENOD, SAUTTER Y COMPAÑÍA

GINEBRA—SUIZA

ÚNICOS CONSTRUCTORES DE LAS

DINAMOS SISTEMA THURY

Alumbrado
por
arco y por in-
candescencia.



Transporte
de fuerza.
—
Galvanoplastia

VENTAJAS DE LAS DINAMOS THURY

Peso y volumen reducidos.—Pequeña velocidad.—
Alto rendimiento.—Construcción esmeradísima.—Ga-
rantía de duración.—Manejo muy fácil.

RECOMPENSAS OBTENIDAS

Diploma de honor, Zurich, 1883.—Medalla de oro, Turin, 1884.—
Gran premio quinquenal de la Rive, 1886.—Medalla de Oro, El Havre
1887.—Bruselas, 1888, fuera de concurso.—Paris, 1889, dos medalla
de oro.

LA COMPAÑÍA GENERAL DE ELECTRICIDAD (BERLIN)

Capital social desembolsado: 25.000.000 de marcos.

Constructora de las cinco grandes Estaciones centrales de alumbrado eléctrico en Berlín, está construyendo actualmente en Madrid la Esta-
ción central de la nueva

COMPAÑÍA GENERAL MADRILEÑA DE ELECTRICIDAD

CALLE DE MANZANARES (RONDA DE SEGOVIA)

La sucursal de esta Compañía, para instalaciones eléctricas en España, está á cargo de los señores

LEVÍ Y KOCHERTHALER

42, CARRERA DE SAN JERÓNIMO.—MADRID

Suministro del material completo para

Luz eléctrica, Tranvías eléctricos, Eléctromotores, Transmisiones de fuerza á distancia.

Construcción de las instalaciones bajo garantía facultativa de la Compañía.
Depósitos de

Cables, Dinamos, Electromotores, Lámparas incandescentes Edison-Swan y de arco,

Conmutadores, Corta-circuitos, Rheostatos, Vólmetros, Amperómetros, Ohmmetros, Electrómetros, Pies de lámparas, Carbones homo-
géneos, Reguladores, Aparatos de aviso, ópticos y acústicos, para tablas de distribución, Acumuladores Tudor, etc., etc.

JOSÉ DURÁN PRAVICINI

ELECTRICISTA

BASEA, 38, BARCELONA

Instalaciones eléctricas de todas clases. Especialidad en telegrafía y telefonía. Venta de material telegráfico de línea y de estación para las Empresas de ferrocarriles.

Á los Sres. Ingenieros é Industriales.

De dos nuevas y magníficas máquinas verticales, rápidas, á condensación, con su respectiva dinamo acoplada, de corriente continua, de la fuerza de 100 caballos cada sistema, en disposición de poder funcionar inmediatamente; darán razón en la Administración de LA CIENCIA ELÉCTRICA.

GRAN FABRICA

DE

APARATOS PARA ALUMBRADO ELÉCTRICO
DE FLORENSA HERMANOS Y SOBRINO

Especialidad en aparatos de todas clases para alumbrado eléctrico. Construcción según diseños. Elegancia y economía. Aparatos de lujo y sencillos. Artículos para alumbrado de todos sistemas.

Cedaceros, 13.—MADRID.

ELEMENTOS DE ELECTRO-DINÁMICA

DE

DON FRANCISCO DE P. ROJAS

INGENIERO-PROFESOR

DE LA ESCUELA GENERAL PREPARATORIA

Se vende en la Administración de LA CIENCIA ELÉCTRICA, Almirante, 21, tercero.

PATENTES DE INVENCION

Y MARCAS DE FÁBRICA Y DE COMERCIO

OFICINA INTERNACIONAL

BAJO LA DIRECCIÓN DE

D. JERÓNIMO BOLÍBAR, INGENIERO INDUSTRIAL

CANUDA, 13, TERCERO.—BARCELONA

OFICINA TÉCNICA

DE

LA CIENCIA ELÉCTRICA

DIRIGIDA POR

D. JOSE CASAS BARBOSA

Esta Oficina, constituida por Ingenieros y electricistas de nota, se encarga del estudio de proyectos, redacción de Memorias, evacuación de dictámenes, acreditación de patentes, y en general de cuantos asuntos estén relacionados con las aplicaciones industriales de la electricidad.

La correspondencia dirijase al Director de

LA CIENCIA ELÉCTRICA

ALMIRANTE, 21, TERCERO.—MADRID

*Redacción de memorias y solicitudes.—Planos.
—Pago de anualidades.—Espedientes de puesta en práctica.—Consultas y dictámenes sobre nulidad de patentes y cuanto se relaciona con la obtención y venta de patentes en España y en el Extranjero.*

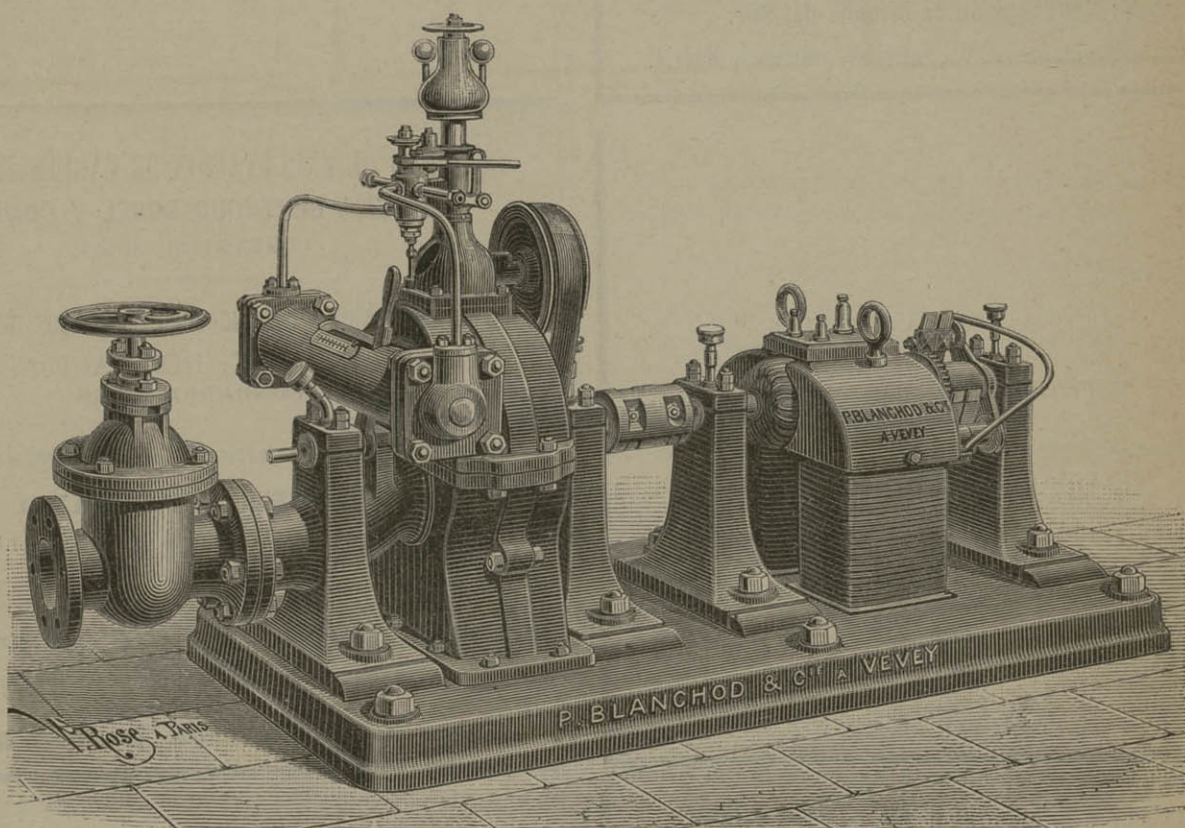
GRANDES TALLERES DE CONSTRUCCION MECANICA Y FUNDICION

CASA ESTABLECIDA EN 1830

VEVEY—SUIZA

ADMINISTRADORES DELEGADOS: P. BLANCHOD Y E. DOLLFUS, INGENIEROS

Casa con representación efectiva en París, Roma, Milán, Barcelona, Madrid, Lisboa, Bucharest, Norköping (Suecia), Lodz (Rusia), Moscou, Odessa, Tiflis (Cáucaso), Panamá, Puebla, Río Janeiro, Buenos Aires, Melbourne, Yokohama y Java.



Las especialidades de esta casa, son:

Turbinas Girard perfeccionadas para cualquier salto y cantidad de agua. Más de 1.800 construidas desde 1 á 1,000 caballos, con un desarrollo total más de 200,000 caballos mecánicos.

Máquinas de vapor, fijas, semifijas y locomóviles, con garantía de un consumo muy reducido. Máquinas de gran velocidad para aplicaciones especiales.

Calderas de vapor de todas clases, depósitos de aire, tubería, y en general toda clase de trabajos en palastro.

Motores de aire comprimido para fundaciones pneumáticas, ventilación, perforación mecánica, transporte de fuerza, locomoción y demás usos industriales. Los motores de aire comprimido de esta casa han tenido importantísima aplicación en los grandes túneles transalpinos, y en general en los ferrocarriles de Suiza, Italia, Alemania, Rusia y Francia, así como en la grande distribución de fuerza motriz, realizada en París en *Saint-Fargeau*, para la aplicación del alumbrado eléctrico.

Perforadoras movidas á vapor ó por aire comprimido para el servicio de minas, apertura de túneles y trabajos al aire libre.

La Casa se encarga de la instalación completa, con garantía, de talleres para la perforación mecánica y para fundaciones tubulares ó por cajones.

Motores á petróleo desde $\frac{1}{4}$ de caballo hasta 100 caballos.

Máquinas dinamo-electricas de corriente continua y de corriente alternativa, de gran rendimiento y fácil manejo. Dinamos para grandes explotaciones con embrague directo con el motor. La casa se encarga de toda clase de instalaciones de alumbrado eléctrico.

Máquinas elevatorias, Bombas, Molinos, Transmisiones de movimiento, Cabrestantes y Puentes rotatorios,

Presas y toda clase de Fundición.