

# IBERICA

EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

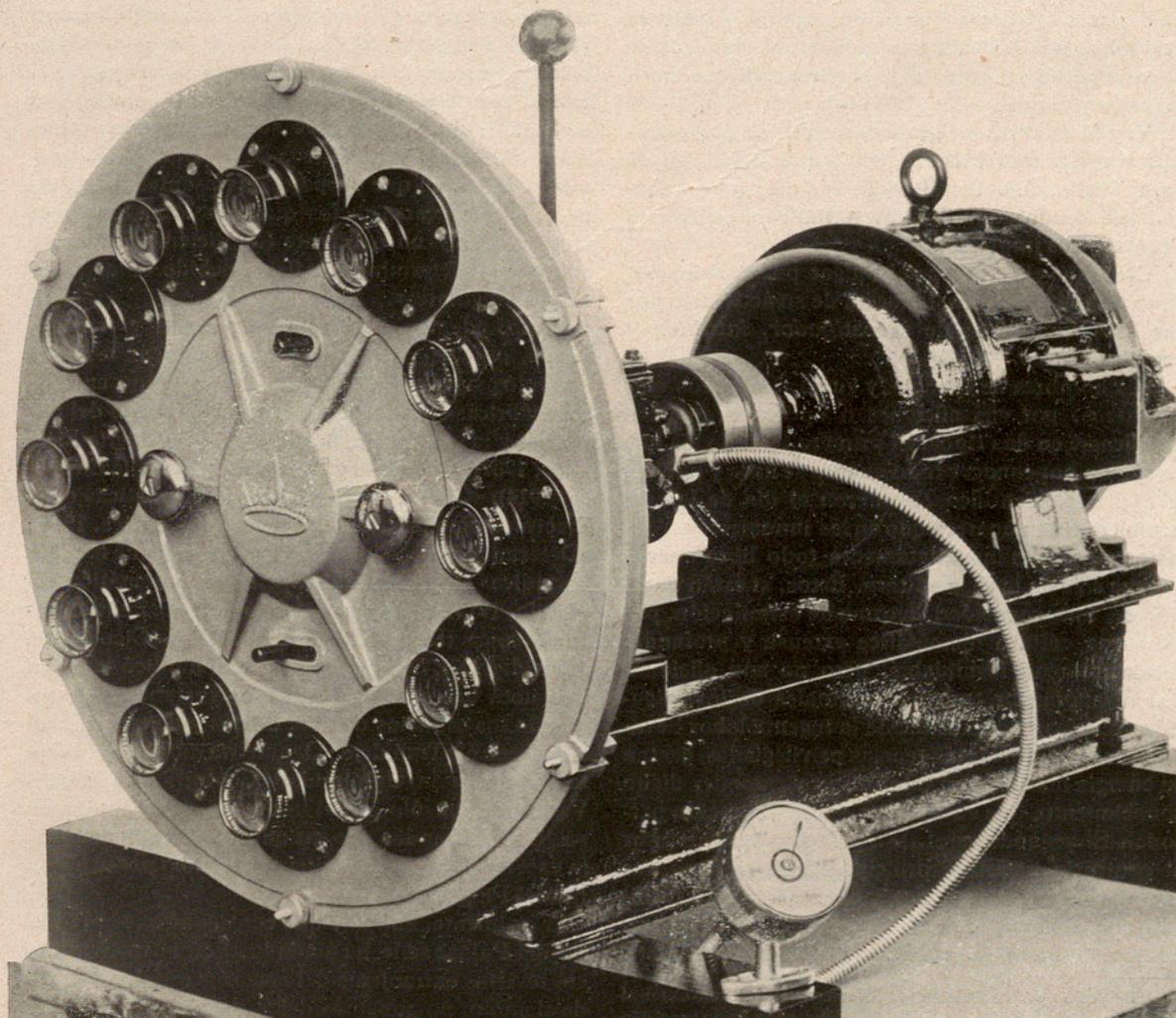
REVISTA SEMANAL

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: PALAU, 3 - APARTADO 143 - BARCELONA

AÑO XIX. TOMO 1.º

5 MARZO 1932

VOL. XXXVII. N.º 918



## APARATO TOMA-VISTAS CINEMATOGRAFICO

La «Askania-Werke A. G.» (Berlín-Fridenau) acaba de construir un aparato para el examen de rayos, observación de explosivos, gases, etc., que está provisto de 12 lentes y permite obtener hasta 16000 fotografías por segundo, al ser puesto en movimiento el motor que le imprime la velocidad necesaria

(Fot. René Leonhardt)

## Crónica hispanoamericana

### España

El P. José A. Pérez del Pulgar como matemático (\*).—La Redacción de «Anales de la Asociación de Ingenieros del I, C, A. I.» me ha pedido unas cuartillas para el número que muy acertadamente piensa dedicar, como modesto homenaje, al reverendo P. Pérez del Pulgar.

No puedo negarme a tal demanda, cuyo cumplimiento juzgo para mí un deber de amistad, de gratitud y de reconocimiento al positivo mérito de este humilde y sabio religioso que, dejando las ventajas que, por su alcurnia y posición social, el Mundo le brindaba, ha dedicado su vida a laborar por la Ciencia patria y formar ingenieros y obreros competentes y cristianos.

Voy a analizar, a grandes rasgos, su personalidad como matemático; y en la imposibilidad de hacer un estudio detallado de sus múltiples trabajos, me tendré que limitar a indicar, en breves apuntes, mis impresiones.

Creo que el P. Pérez del Pulgar puede definirse, en lo que se refiere a esta faceta de su actividad, por sus tres cualidades de *investigador*, *intuitivo* y *espíritu crítico*.

Los hombres de Ciencia, y en particular los matemáticos, por sus aficiones o aptitudes, pueden clasificarse en dos tipos. El primero es el de los que se afanan por conocer todo cuanto se hace y publica en el mundo científico, se enteran al día de los artículos que van apareciendo en las innumerables revistas y devoran inmediatamente todo libro nuevo, así que sale de la casa editora. Éstos, si están dotados de una capacidad enorme de asimilación, poseen una cultura matemática extensa y profunda, verdaderamente formidable, pero no son aficionados a emprender trabajos originales de investigación: buenos conocedores de la ingente labor llevada al cabo por las inteligencias privilegiadas, gastan su energía más bien en intensificar y extender dicho conocimiento, que en aportar su colaboración personal. El segundo es el de aquéllos a quienes, por el contrario, satisface principalmente meterse por campos inexplorados, hasta conseguir algún resultado; acuciados por el noble deseo de que figuren nombres españoles en la Historia de las Matemáticas,

(\*) «Anales de la Asociación de Ingenieros del Instituto Católico de Artes e Industrias», al cumplirse los diez años de su aparición (1922), publica un nutrido número extraordinario, dedicado al P. Pérez del Pulgar, S. J. Plumas autorizadas analizan en él, de un modo magistral, los principales aspectos de la obra científica de dicho religioso, hoy desterrado en Bélgica.

Aunque los lectores de IBÉRICA conocen la admirable obra del P. Pérez del Pulgar y han podido leer en IBÉRICA los instructivos artículos por él firmados, sin embargo, vamos a reproducir los luminosos trabajos en que se analiza más detenidamente su obra, para unirnos de esta manera al merecido homenaje, que se le tributa a nuestro distinguido colaborador y hacerle llegar a su destierro este nuevo testimonio de nuestra fervorosa adhesión.—N. DE LA R.

cas, su preocupación es promover la investigación y comienzan por dar el ejemplo.

El P. Pérez del Pulgar pertenece a estos segundos. Es de madera de investigadores; y, como es natural, siendo físico y técnico, sus trabajos se refieren principalmente a aplicaciones de las Matemáticas o a cuestiones de Matemática pura sugeridas por temas de aplicación. Así se explica su abundante producción científica, la mayor parte de ella publicada en los «Anales», de los que ha sido el alma, siendo rarísimo el número en que no figure su nombre.

Pueden citarse, entre otros, sus artículos: «Sobre algunas propiedades infinitesimales de las funciones de vector», donde introduce el concepto de derivada de un vector con respecto a otro; «Los seis teoremas fundamentales de la teoría de campos electromagnéticos», en que da un teorema análogo al de Stokes; «Investigaciones sobre algunos caracteres geométricos y analíticos de los campos electromagnéticos», en que propone interesantes ideas, especialmente, acerca de las que denomina funciones recurrentes; y uno reciente (de diciembre último), sobre la «Indeterminación física debida a las soluciones singulares».

Pero, además, han aparecido notas y trabajos suyos, muy dignos de mención, en otras revistas, como los siguientes: «Estudio de un grupo curioso de cuádricas» (Razón y Fe, 1906); «La teoría del potencial y la cuadratura del espacio» (Ingeniería Eléctrica, 1907); «Vectores y cuaternios» (Energía Eléctrica, 1914); «Crítica sobre las bases matemáticas de la Electrotecnia» (Instituto de Ingenieros civiles, 1914); «Determinación del primer armónico de una función periódica» (Revista de la Sociedad matemática española, 1915); «Ensayo de Geometría analítica no euclidiana» (Revista de la Academia de Ciencias de Madrid, 1907), asunto sobre el cual publicó también una nota bastante extensa, muy sustanciosa, estudiando los espacios de una, de dos y de tres dimensiones, en el «Tratado de Geometría analítica» del catedrático de la Universidad Central, don Miguel Vegas, quien, sólo por el hecho de darle cabida en su libro, refrendó, con su autoridad en la materia, la excelencia de la labor llevada al cabo por el P. Pérez del Pulgar.

Finalmente, aun hay que consignar que al P. Pérez del Pulgar se le ha dado la alternativa científica en revistas extranjeras del mayor prestigio. A guisa de ejemplo, no podemos dejar de mencionar (aunque se salga algo del cuadro matemático a que nos circunscribimos) su artículo «Die Veränderlichkeit des Sternlichts», publicado en el *Zeitschrift für Physik* (1925).

Como apostilla, cabe añadir, para caracterizar más completamente su actuación matemática, su profundo conocimiento del Cálculo vectorial, con cuyo manejo está totalmente familiarizado (basta, para convencerse de ello, la lectura del primer tomo

de su magnífica obra de *Electrodinámica industrial*, titulado: «Teoría de los campos electromagnéticos», segunda edición, 1928, y de las funciones matemáticas cuya teoría puede reportarle utilidad en sus estudios, por ejemplo, las hiperbólicas, algo desdeñadas por otros matemáticos que las consideran innecesarias, pero que indudablemente reportan en ocasiones grandes ventajas para la mayor brevedad y simplificación. Con respecto a estas cuestiones, se pueden considerar diversas Escuelas matemáticas, según la mayor o menor afición a dichos instrumentos de cálculo. El P. Pérez del Pulgar puede calificarse de *vectorialista e hiperbólico*.

Según el método empleado en sus estudios e investigaciones y la forma de exponerlos, los matemáticos pueden dividirse en lógicos e intuitivos.

Los primeros van siguiendo siempre un encadenamiento riguroso de razonamientos y, cuando llegan a resultados definitivos, éstos son irrefutables, si las premisas de que partieron eran ciertas. Ordinariamente, son los constructores y estructuradores de los progresos científicos.

Los segundos son los que atisban y presienten las ideas, aunque no atinen de momento en una demostración rigurosa de ellas; proceden por tanteos, van modificando y concretando su pensamiento y pulen y liman sus deducciones, hasta llegar a obtener una nueva verdad científica. A éstos son debidos, en general, los positivos avances en el desarrollo de las llamadas Ciencias exactas. De este tipo era Enrique Poincaré, el genial matemático francés, a quien tanto debe la Matemática moderna; basta leer cualquiera de sus Memorias originales o su famosa obra «*Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*», para convencerse de ello.

El P. Pérez del Pulgar es marcadamente *intuitivo*. La idea de que la teoría de los cuaternios de Hamilton, extendida a los cuádrivectores espacio-tiempo y tratada mediante un cálculo apropiado, con un número grande de analogías entre él y la teoría de funciones de variable compleja, podría dar la clave completa de todos los fenómenos electromagnéticos, le ha venido preocupando hace muchos años y ha arraigado más en su mente en estos últimos tiempos, al ver las inesperadas coincidencias con los resultados de la Mecánica ondulatoria, especialmente la teoría de Dirac, y enterarse de los puntos de vista de Lanczos que, simultáneamente y sin noticia uno de otro, ha llegado a las mismas conclusiones suyas.

¡Cuántas veces el que suscribe ha podido verlo y admirarlo, consultando la solución de las dificultades que le salían al paso, perfilando la idea que había concebido y procurando colaboraciones, como la que le prestaron los padres Enrique y Ramón de Rafael, profesores, en la actualidad, de la Universidad de Bombay!

En la serie de artículos publicados en los «*Anales*», titulados: «*Algunas analogías notables entre la*

*Mecánica ondulatoria y las antiguas teorías de Cauchy y Riemann, generalizadas por medio del método de Hamilton*», dignos de ser estudiados y meditados a fondo por los hombres de Ciencia, el proceso seguido en el curso de la exposición de sus reflexiones es, como él mismo dice, mucho más eurístico que didáctico. En sucesivas etapas, las ideas no sólo se han ido completando y aclarando, sino aun modificando, conforme se avanzaba.

Acertadamente obsesionado por la idea fija antes consignada, ha trabajado con entusiasmo por ver puesta en claro una teoría en que puso un día entusiasmos e ilusiones, como dice en el epílogo, en conmovedoras palabras escritas a raíz de lamentables sucesos.

El P. Pérez del Pulgar, espíritu amplio y progresivo, como saben bien cuantos han tenido la dicha de tratarle, tiene estos mismos caracteres en sus estudios físico-matemáticos. Está siempre dispuesto a asimilarse las nuevas teorías que van apareciendo, sin aferrarse a las clásicas y sin ofrecer resistencia a su modificación. Así fué uno de los primeros que en España meditaron y entendieron la teoría de la Relatividad de Einstein; y ha sido también uno de los que con mayor prontitud y entusiasmo se han dedicado al estudio de la nueva Mecánica ondulatoria.

Pero su estudio de una teoría nueva no significa en él una adopción incondicional: la somete a un examen crítico y a una discusión minuciosa, hasta percatarse bien de su alcance y ver los aspectos dudosos, si los hay. Como ejemplo de trabajos de esta índole, pueden citarse sus observaciones sobre la Mecánica de Einstein-Minkowski.

El P. Pérez del Pulgar, en su habitual modestia, varias veces ha hecho constar en sus trabajos, que los sometía a discusión y agradecería las observaciones que se le hiciesen. En distintas ocasiones, no sólo él, sino hasta algunos de sus mejores discípulos, han asistido a las sesiones de la Sociedad matemática española, para plantear problemas que les habían surgido en sus estudios.

Hay que reconocer que, en el público español que se dedica a Matemáticas, apenas ha entrado aún, por falta de ambiente, la plausible costumbre de celebrar coloquios. Algunos se han efectuado en la Sociedad matemática, por iniciativa del profesor Terradas, bajo cuya dirección y la del profesor Rey Pastor, es de esperar puedan adquirir mayor amplitud. En ellos hubiera podido ser uno de los mejores colaboradores el P. Pérez del Pulgar, si tristes circunstancias no le hubiesen obligado a dejar nuestra Patria, donde, en vez de estimar lo que vale su labor científica, se le han hecho sufrir tantos sinsabores y amarguras.

Triste es que, en un país extranjero, aunque muy querido amigo nuestro, haya tenido que encontrar el ambiente acogedor y de admiración a que es acreedor. — JOSÉ M.<sup>a</sup> PLANS Y FREIRE, Catedrático de la Universidad Central, Académico de Ciencias.

**Don José Torán de la Rad.**—La «Revista de Obras Públicas» le dedica la siguiente necrología.

En plena juventud, ha fallecido en Madrid este ilustre ingeniero, honra de la Escuela. Fué una sorpresa, un asalto de la muerte, envidiosa de una existencia tan activa y tan fuerte.

Descendiente de una de las familias de más rancio abolengo de Teruel, nació en esta ciudad el año 1888 y terminó en ella sus estudios de Bachillerato, cargado de sobresalientes y de premios. Muy joven, hizo su ingreso en la Escuela de Caminos, y ganó desde el primer año, conservándolo hasta el final de la carrera, el número 1 de la promoción.

En 1911, terminados sus estudios oficiales, viajó por la Europa central, pensionado por la Escuela. Al regresar de este viaje de ampliación de estudios, fué agregado a la Sección de Caminos vecinales del Ministerio de Fomento. En el mismo año, pasó a la Jefatura de Badajoz; pero, inmediatamente después de tomar posesión, pidió la excedencia, para volver a Teruel y dedicar sus esfuerzos a una obra de gran empeño: el proyecto y construcción del salto de Castiel Fabib, que produce una fuerza eléctrica de 1400 caballos, aprovechada por las provincias de Teruel, Valencia y Castellón.

Terminada esta obra, solicitó una vacante de la Jefatura de Teruel, y se quedó en su ciudad querida, a la que dedicó por varios años sus actividades.

En realidad, fué el inspirador y, en gran parte, el ejecutor del plan de Obras Públicas desarrollado en aquella provincia por el director general don Carlos Castel.

A comienzos del año 1923, fué trasladado, o *des-terrado*, a Palma de Mallorca. Esos diez años centrales de su vida que residió en Teruel, sin más interrupción que una breve estancia en las obras del ferrocarril Gijón-Ferrol, han sido, gracias a Torán, de verdadera renovación material y espiritual de la pequeña ciudad: caminos, escuelas, puentes, carreteras, revistas, periódicos y conferencias, a todo atendía y todo lo estimaba Torán.

Excedente de nuevo, fué puesto al frente de la poderosa Sociedad Pavimentos Asfálticos, que iniciaba entonces su vida; desarrolló las actividades de esta empresa, de la manera y en el volumen tan extraordinarios que todo el mundo sabe. Al sentirse capaz de emprender por su cuenta nuevos proyectos, volvió a pensar en Teruel y la traída de aguas, el alcantarillado, el matadero, el mercado, el nuevo salto del Mijares y cien obras más surgieron, por su iniciativa unas y todas con su cooperación. Algunas acababan apenas de terminarse, cuando la muerte ha destruído un nido de generosos sueños, que hubieran sido pronto magníficas realidades. Porque en él lo soñado y la realidad guardan siempre la relación inmediata de causa y efecto.

Se hermanaban en su espíritu dos cualidades, que es raro encontrar unidas en los hombres: imaginación exaltada y apasionada voluntad por la acción.

Ponía en sus sueños el esfuerzo de la acción, y en sus obras la fantasía, fácil y alegre, de sus imaginaciones. Y era, sobre todo, optimista, como hombre que era de fe en Dios, en sí mismo y en sus semejantes. Fué probado por desengaños, deslealtades y crisis espirituales muy hondas, de las que salió vencedor siempre, gracias, sobre todo, a su primitiva y fundamental formación cristiana y a su alma generosa de poeta, incapaz de vivir sin un ideal de belleza y de perfección infinita.

La pasión por su humilde ciudad ha dado a la vida de Torán un carácter fuerte y definido.

En sus empresas y proyectos, en el horizonte lejano de las más atrevidas, lo mismo que en la cercana realidad cotidiana, siempre tenía un recuerdo, un pensamiento para Teruel: pensionaba a un artista de talento o ponía por tema de una conferencia, ni más ni menos, que: «Teruel, centro del Mundo», trazando en profecía los caminos y líneas que a través de las ciudades podían y debían ser la ruta de los pueblos y aun de los continentes. Teruel era siempre su meta y su descanso. Apoyaba los pies fatigados en su tierra y seguía luchando contra el Hércules feroz de la vida moderna, de los grandes negocios.

El amor es siempre fecundo, y este amor inmenso, traducido en realidades—trabajo, luz, agua, cultura, higiene—, tuvo para él una merecida recompensa. La ciudad mudéjar le abrió el secreto del arte maravilloso de sus torres y artesonados, y el ingeniero-artista proyecta y construye la escalinata magnífica, que resume en un simbolismo alto y estético toda el alma de Teruel y todo el encanto del estilo de los viejos alarifes.

No hay rincón de Teruel al que no haya llegado la acción de Torán. De él podría decirse, como del recuerdo de Garcilaso dijo Góngora: *lámina es cualquier piedra de Toledo*; pero, si la ciudad de los Amantes quiere hacer perdurable en alguna parte la memoria del mejor de sus hijos, que sea en la escalinata, el emblema más claro de la penetración amorosa y casi mística del artista con su ciudad.—MIGUEL ARTIGAS, Dir. de la Bibl. Nacional.

**El segundo centenario de Mutis.**—La Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales, de Bogotá, se dispone a celebrar solemnemente el segundo centenario del nacimiento del sabio naturalista español José Celestino Mutis.

Nació Mutis, en Cádiz, el 6 de abril de 1732, cursó Medicina en Sevilla y obtuvo el título de médico en Madrid, en 1757, donde desempeñó la cátedra de Anatomía, durante tres años; estudió también Ciencias Exactas y asistió a las lecciones que se daban en el antiguo Jardín Botánico.

En 1760, embarcó para Nueva Granada (hoy República de Colombia), como médico del virrey. Allí siguió los estudios de la carrera eclesiástica, que abrazó poco después; fundó un Observatorio Astro-

nómico, explicó Matemáticas, Física y Ciencias Naturales, formando aventajadísimos discípulos. Ayudado por ellos, exploró las diferentes regiones de Colombia y estableció allí un Jardín Botánico, para la observación y cultivo de las plantas y con objeto de que sus dibujantes pudieran copiarlas en vivo, con los órganos de floración y fructificación en pleno desarrollo: trabajos todos encaminados a componer una monumental Flora de Nueva Granada, de la que se conservan, inéditas, en el archivo del Jardín Botánico de Madrid, 6717 maravillosas láminas, junto a un herbario formado en aquellas exploraciones. También existen varios manuscritos inéditos de Mutis, referentes a Teología, Matemáticas, Astronomía, etc.

Falleció en Bogotá el 11 de septiembre de 1808.

**Enseñanza agrícola ambulante.**—Esta labor, que realiza el Servicio Agronómico de la Mancomunidad Hidrográfica del Duero, consiste en dar cursillos prácticos sobre el terreno, huyendo del aspecto teórico. En ellos, se muestra a los agricultores la maquinaria especial adaptada a los cultivos del regadío, para que ellos mismos la manejen con sus propias yuntas y se convengan personalmente de su utilidad; o bien se les enseña a nivelar sus tierras y trazar las regueras necesarias; o se les extinguen plagas, haciéndoles preparar los insecticidas apropiados y manejando los aparatos convenientes.

Por el personal de este Servicio se dieron los siguientes cursillos, en el trascurso del último año:

*De maquinaria:* En la provincia de León, se celebraron cursillos en La Robla, Cuadros, Lorenzana, San Andrés de Rabanedo, Torneros, Vilecha, Azadinos y León; en la de Palencia, se celebraron en Villaluenga, Saldaña, Mantinos, Pino, Poza, Villarrodrigo, Bustillo y Renedo; en la de Burgos, en Roa, Berlangas, Hoyales, Castrillo, Vadocondes y Aranda de Duero, y en la de Ávila, en Barco.

*De nivelación:* Se celebraron cursillos en Carrión de los Condes (Palencia) y en Aranda de Duero (Burgos).

*De extinción de plagas:* Se celebraron cursillos en Tordesillas, Villamarciel, San Miguel del Pino y Simancas, de la provincia de Valladolid y en Astorga, de la de León.

Los cursillos se completan con proyecciones cinematográficas, que se adaptan especialmente al asunto practicado. Hasta el presente, se han editado las siguientes películas:

*Temas generales:* «Maquinaria adecuada al regadío», «Nivelación» y «Campos de demostración».

*Plagas del campo:* «La gardama de la remolacha azucarera», «Los pulgones» y «El barrenillo del maíz».

*Monografías:* «Cultivo del maíz forrajero y ensilaje», «Cultivo de la remolacha azucarera», «Cultivo de la patata», «Íd. de la Alubia», «Íd. de la alfalfa», «Explotaciones forrajeras» y «Explotac. del ganado».

## Crónica general

**Fotografías de la corona solar sin necesidad de eclipse.**—En otra ocasión, se han descrito ya las tentativas realizadas por diversos astrónomos para fotografiar la corona solar sin necesidad de esperar el momento de la totalidad en los eclipses de Sol (véase IBÉRICA, Suplemento de julio de 1931, pág. X).

B. Lyot, en nota a la Academia de Ciencias de París, refiere algunas tentativas más en este sentido. En 1931, logró fotografiar directamente la corona, reduciendo al mínimo la difusión instrumental y atmosférica y amplificando los contrastes de la imagen por un procedimiento fotográfico apropiado.

La difusión instrumental fué reducida por medio de un coronógrafo perfeccionado: el aparato consiste en una lente sencilla plano-convexa, de vidrio óptico especial, elaborada con sumo cuidado sin raya ni burbuja alguna, sobre todo, en su parte central. Forma una imagen del Sol sobre un disco de latón ennegrecido, de diámetro muy semejante al de la cromosfera. Este disco va seguido de una lente sencilla que proyecta la imagen de la primera lente sobre un diafragma iris. Un objetivo, dispuesto detrás del iris, forma sobre la placa fotográfica la imagen del disco y los inmediatos alrededores del Sol. El acromatismo de tal objetivo ha sido exagerado, para corregir la aberración cromática de la primera lente.

La luz de los bordes de la primera lente, muy iluminados por la difracción, queda detenida por el diafragma iris, arreglado de manera que deje pasar tan sólo los rayos procedentes de la parte central. La luz de las imágenes solares, formadas por reflexiones múltiples en el centro de la primera lente, queda interceptada por un pequeño disco pegado en el centro del objetivo. Hay, además, pantallas y diafragmas plateados, convenientemente colocados, que devuelven al exterior la luz solar no aprovechada, para evitar que se caliente el aire del tubo y altere las imágenes. Con esto se eliminarán las principales causas de difusión instrumental.

Con el coronógrafo, provisto de un ocular y de un filtro rojo, se veían numerosas protuberancias, aun en las casos de transparencia atmosférica mediocre. Cuando las imágenes permanecían muy quietas, se observaba, además, la cromosfera bajo la forma de una línea muy fina que bordeaba al disco de latón. A través de un prisma de visión directa, esta línea, más brillante que las protuberancias, se veía formada, en gran parte, de luz monocromática; la cromosfera se ensanchaba ligeramente bajo las protuberancias, que quedaban de este modo subrayadas con un trozo corto y muy brillante.

Para fotografiar la corona, el coronógrafo estaba provisto de un porta-chassis que permitía obtener 12 imágenes sobre una misma placa de 9×12.

Para disminuir la difusión atmosférica, el brillo del cielo, en la parte cercana al Sol y observado con

el coronógrafo, era comparado con el de un difusor blanco, no efectuándose exposiciones más que cuando dicho brillo era inferior a unas 6 millonésimas del Sol. Por otra parte, convenía emplear una longitud de onda lo mayor posible. Como las placas extremo-rojas e infra-rojas no presentaban contraste suficiente, las pruebas se obtuvieron con placas pancromáticas Guillemot, a través de un filtro Wratten  $\alpha$  y por medio de las radiaciones del espectro continuo comprendidas entre 6500 y 6600 Å. Fueron luego reveladas a fondo.

El 21 de julio, a las 16<sup>h</sup>, se obtuvieron 11 fotografías, con una transparencia atmosférica muy grande: cinco, desgraciadamente quedaron veladas, pero las otras seis presentan una pequeña protuberancia hacia los 50°, así como tres haces de luz de los que dos se ven claramente indicados. Las distintas pruebas obtenidas permiten atribuir estos detalles a la corona, seleccionándolos entre otros que, por su disposición, se ve que son efecto del instrumento.

Los contrastes de las imágenes de la corona han sido amplificadas, proyectándolas mediante un amplificador y sobre una misma placa de mucho contraste, superponiendo exactamente, con el auxilio de un sistema apropiado, los detalles más claros.

Diversos clichés han sido obtenidos en esta forma. El de 21 de julio, a las 16<sup>h</sup>, es el más rico en detalle; además de la pequeña protuberancia mencionada, a los 50°, presenta una franja luminosa débil en el polo norte, encuadrada por dos brechas oscuras, situadas a 25° a una y otra parte; la del NW algo más oscura. Al este, un chorro o haz de luz intenso y bien definido se extiende desde 30° a 95° y se eleva a más de 7' del borde solar, con tres máximos de luz. Otro haz de luz más estrecho, de 4' de altura, aparece entre los 110° y los 135°. El borde sur es poco luminoso; pero, hacia los 215°, aparece una franja brillante que alcanza su máximo hacia los 260°; pierde intensidad bruscamente, algunos grados más al norte, y termina hacia los 330°, junto a la brecha oscura antes mencionada.

El 18 de julio, a las 15<sup>h</sup>, se obtuvo otra prueba con siete negativos. El cielo no estaba tan limpio como el día 21; sin embargo, puede observarse todavía una brecha oscura bien delimitada, hacia el oeste, semejante a la del día 21 y situada en la misma posición.

Estos primeros clichés, aunque imperfectos, demuestran, sin embargo, que es posible seguir los cambios de aspecto de la corona interior, entre eclipse y eclipse.

Tal vez se descubrirían así sus relaciones con las otras manifestaciones de la actividad solar.

**Relámpagos de rosario.** — En IBÉRICA, volumen XXXVI, n.º 887, pág. 52 y en otras notas allí citadas, fué ya publicada una teoría de este fenómeno: se trata de una descarga múltiple única, formada por  $n$  descargas sucesivas que recorren la misma

trayectoria. Las  $n - 1$  primeras, de débil intensidad, se hallan distanciadas a intervalos de tiempo aproximadamente iguales; su duración muy corta es del orden de la diez milésima de segundo o menor. Entonces la materia fulminante pasa bruscamente de una temperatura de unos 2500° a la de su extinción; la tensión superficial, que sólo es apreciable a temperaturas relativamente bajas, no tiene tiempo de manifestarse, y la descarga se mantiene uniformemente cilíndrica, desde uno a otro extremo del relámpago fulgurante, supuesto sin ramificaciones (véase este mismo número, pág. 159).

Entre estas descargas preliminares y la última, se produce una *pausa*, durante la cual la nube generadora del relámpago se vuelve a cargar, para dar origen a una descarga *última y muy fuerte*, calificada de *descarga de agotamiento*. Mucho más intensa que las  $(n - 1)$  descargas preliminares, dura más y varía de forma, hasta entonces cilíndrica; la materia fulminante, supuesta homogénea, toma entonces la forma de una vena flúida, y presenta una serie de *vientres* y *nodos* equidistantes, que demuestran la aparición de la tensión superficial, es decir: la existencia de un enfriamiento de la materia fulminante, sin que desaparezca ésta súbitamente. Esto exige que el *caudal* que circula por la  $n.ª$  descarga sea mucho mayor que el promedio de las anteriores. El enfriamiento, proporcional a  $\frac{2}{r}$ , y mucho más rápido

en los *nodos* (en que el radio  $r$  es pequeño), permite que las regiones ventrales se destaquen en forma de esferoides (u ovoides) incandescentes, distribuidos a distancias iguales, a lo largo de la trayectoria del *relámpago de rosario*.

Para que esta explicación resulte satisfactoria, será necesario que: 1.º el diámetro del *hilillo* (cuando existe) sea siempre una fracción pequeña del diámetro de los granos; 2.º que los *relámpagos de rosario* sean relativamente raros: así es, si bien hay determinadas tormentas en que abundan.

El diámetro del *hilillo* es el del relámpago fulgurante: es del orden de 3 cm. En cuanto a los *granos* del *rosario* supuestos esféricos, suelen tener diámetros de 25, 50 y 80 cm., con un valor medio de 50 cm.

Esta relación de 1 : 17, entre el *hilillo* y el tamaño de los *granos*, se halla de acuerdo con nuestra interpretación. Por otra parte, la singularidad de la composición del *relámpago de rosario* (numerosas descargas preliminares, débiles y equidistantes, seguidas, después de una pausa, de una última descarga muy intensa) explica su relativa rareza. Si las causas de este fenómeno excepcional se juntan en una determinada tormenta, ésta producirá numerosas descargas de *rosario* o, por lo menos, granulares.

Sin embargo, la siguiente observación, debida a H. Galland, demuestra que la teoría que precede no es del todo general.

«... En 1927, me encontraba en Ipanadiana, aldea perdida entre los grandes bosques de Madagascar, a

unos 600 m. de altura. En aquellas regiones, durante la época de las lluvias, hay tempestades terribles, procedentes de la descarga de las nubes que vienen del mar (situado a 100 km.), que tropiezan con el acantilado que precede a las altas mesetas del macizo central.

»Me hallaba solo, a las 7 de la tarde, confortablemente sentado en una terraza cubierta, y esperaba la tormenta bienhechora que había de traer algo de fresco. Estaba, pues, en las condiciones más favorables para la observación, cuando vi una línea luminosa que, saliendo de la nube, se dirigía hacia un árbol muy grande, situado sobre una colina que se hallaba a unos 800 m. del punto en que yo estaba. *El rayo persistió algunos segundos y por él se deslizaron, sucesivamente y con lentitud, seis globos de fuego a un cierto intervalo uno de otro, a modo de las bolas de un contador.* Cada vez que uno de dichos globos llegaba al final de su recorrido (segundo y medio después, por causa de la distancia), se producía un estallido como un cañonazo, pero muy seco. *Oí, así, seis detonaciones a intervalos regulares. Después desapareció, sin ruido especial alguno, la guía o hilo de fuego sobre que resbalaban los globos ígneos.*»

Esta interesante observación prueba que la *guía o hilillo de fuego*, por donde se deslizaban las bolas luminosas, era anterior y posterior a ellas. La intensa descarga que, según dijimos al principio, resultaba ser la *descarga final*, va en este caso precedida y seguida de descargas débiles, hasta cierto punto equidistantes, cuya persistencia en la retina produce la impresión del *hilillo* luminoso por donde descienden las bolas. Lo mismo que en el *relámpago de rosario* de Leyde observado por W. de Haas, *las bolas, que estallaban con el estrépito de cañonazos*, debían ser de gran diámetro. El intervalo de segundo y medio que el sonido tardaba en recorrer la distancia del árbol al observador, demuestra que ésta era del orden de 520 m. y no de 800 m. (suponiendo una temperatura de 40° C).

Mencionaremos, por fin, una observación inédita del doctor Lely, profesor de Física del Gimnasio de La Haya.

«Por la tarde de un día de septiembre de 1928, tuve ocasión de ver el rayo de *rosario*. Iba en tren desde Utrecht a La Haya, y nos encontrábamos cerca de Gouda. Descargaba una formidable tormenta... Caía una lluvia torrencial; los relámpagos, todos fulgurantes, se sucedían sin interrupción. De pronto, *vi un rayo, muy ancho, completamente vertical y sin ramificación alguna.* El rayo, al principio, *no presentaba ningún estrechamiento; súbitamente y en toda su longitud, se formaron unas perlas o granos, de igual tamaño, enlazados por un delgado hilillo. Las perlas eran oblongas...* El fenómeno se prolongó unos cuantos segundos... Creo que el número de granos se elevaba a algunos centenares. La nube de donde brotó el

rayo, flotaba a un nivel de algunos centenares de metros; el diámetro vertical de los granos debía ser de cosa de un metro; su dimensión trasversal, de alrededor de medio metro.

El fenómeno presenta gran analogía con el de un *hilillo* de agua que se separa en gotas. En este último caso, *las fracciones del cilindro que se transforman en gotas, tienen una longitud igual a la circunferencia del cilindro*, cosa que se comprueba por medio de fotografías.»

Esta teoría parece aplicable al *relámpago de rosario*. Sin embargo, hay casos (el de Leyde), en que la observación discrepa de las dimensiones calculadas.—E. MATHIAS, Dir. del Observ. de Puy de Dôme.

**Un ojo eléctrico para la niebla.**—El señor Westendorp, del laboratorio de investigación de la «General Electric», ha exhibido en el club de los ingenieros de Dayton un aparato que tiene por finalidad descubrir un faro, navegando o volando entre niebla. Dicho señor manifiesta que la niebla no absorbe la luz, sino que la dispersa. La luz, en vez de marchar directamente desde su punto de origen al ojo humano, hiere cada una de las partículas de la niebla y es objeto de refracciones, que la dispersan en todas direcciones, con el resultado de que los escasos rayos que siguen en línea recta hacia el ojo son de tal modo débiles, que apenas son perceptibles a la vista humana. Para sustituir ese órgano visual del hombre, el señor Westendorp ha imaginado un ojo eléctrico, que consiste en un tubo fotoeléctrico receptor, colocado en la parte de atrás del buque o aeronave, hacia popa. El tubo es sensible a las más pequeñas diferencias de intensidad de la luz y, con la ayuda de otros tubos de vacío, convierte ligeros cambios de intensidad luminosa en una corriente eléctrica, susceptible de amplificación.

Frente a dicho tubo fotoeléctrico, se coloca un espejo, formando un ángulo de 45°, que gira a unas 100 revoluciones por minuto. La luz que entra por unas aberturas en los costados del puente de un barco, hiere el espejo y se refleja en el tubo, el cual transforma las fluctuaciones y variaciones de los rayos de luz en corriente eléctrica, que se trasmite a dos instrumentos: uno, que mide la intensidad comparativa de la luz que entra por los dos costados opuestos y señala si el faro está a la izquierda, a la derecha o enfrente del barco, y otro, que mide la intensidad absoluta de la luz e indica si el barco se acerca o se aleja del faro, permitiendo ambos apreciar diferencias que escapan a la vista del hombre.

Para que el ojo eléctrico distinga entre las luces de los faros y de situación a bordo de los demás buques, se propone que aquéllas sean de neon y con un ciclo de 1000 períodos por segundo, estando el tubo fotoeléctrico dispuesto para esta frecuencia, de tal modo, que no pueda ser impresionado ni por las mismas luces neon de anuncios, por ejemplo, que sólo suelen tener una frecuencia de unos 60 períodos por segundo.

**Difracción de los electrones por los cristales únicos.** — Desde el fundamental descubrimiento de L. de Broglie, se sabe que los electrones son susceptibles de ser difractados por los medios cristalinicos, dando lugar a resultados análogos, en sus líneas principales, a los que presentan los rayos X; de todos modos, esta difracción suele ir acompañada de fenómenos particulares y es susceptible de aportar gran número de datos importantes, que los rayos X no pueden suministrar; el estudio de los cristales únicos presenta, desde este punto de vista, gran interés (IBÉRICA, vol. XXXVI, n.º 906, pág. 357).

Los señores J. J. Trillat y Th. v. Hirsch han presentado una nota a la Academia de Ciencias parisiense, en la cual estudian los fenómenos que se producen cuando un haz de electrones monocinéticos atraviesa un pan de oro; y, tanto por medio de interesantes diagramas, como por medio de la proyección sobre la pantalla, han logrado poner de manifiesto la existencia de una intensa difracción producida por cristales únicos.

El aparato empleado puede montarse de diferentes maneras: puede funcionar, sea como tubo lleno de gas, sea como tubo de Coolidge (de filamento incandescente), hasta 120000 volts; el haz de electrones primarios es sumamente fino, gracias a un colimador, de 12 cm. de longitud, perforado con dos orificios de 0'1 de milímetro; los tiempos de exposición son sumamente reducidos (una fracción de segundo, con una placa; y de algunos segundos, con un papel sensible); las imágenes de difracción resultan visibles, incluso a la luz del día, con tal de que se empleen pantallas especiales, y la energía consumida no excede de pocos watts; gracias a mandos exteriores, pueden realizarse movimientos de toda clase, y efectuar así la exploración de todos sus puntos.

**Estudio de las hojas o panes de oro. Difracción por medio de un cristal único.** — El trabajo consistía en el estudio de los panes de oro (de 0'1 de micra, aproximadamente) con electrones de 50000 volts, cuya longitud de onda, según la relación de L. de Broglie, es de 0'053 Å. Los panes estaban fijados en un soporte móvil en el vacío y perpendicular al haz de electrones, y eran explorados en sus diferentes puntos. En ciertos sitios, aparecían diagramas o figuras de difracción, tales como el reproducido en la adjunta figura.

La interpretación completa de los resultados se deja para otra memoria. Al presente, sólo se consigna que, según se ha comprobado, en los panes de oro los cristales se hallan orientados, a consecuencia del

martillado, de manera que el eje [100] se encuentra perpendicular al plano de la hoja, todas las demás direcciones situadas en dicho plano son equivalentes. Siendo muy fino el haz electrónico, hay posiciones del pan de oro en que la difracción sólo está producida por un cristal único; el cliché del grabado está tomado en estas condiciones y representa la difracción de un haz monocinético de electrones por un cristal único de oro, cuya dirección [100] (arista del cubo) es paralela a este haz.

Se ha conseguido comprobar teóricamente la posición de todas las manchas del cliché (unas 80): representan las reflexiones sobre todos los planos que pasan por el eje [100], así como sobre los planos que forman un ángulo de pocos grados con dicho eje. Para explicar que todos estos planos son susceptibles de reflejar simultáneamente un haz de electrones monocinéticos, es necesario admitir que los cristales son ligeramente curvos. Como el ángulo de reflexión selectiva correspondiente a la longitud de onda de los electrones de 50 kilovolt es muy pequeño (de 1 a 3°), basta que la curvatura sea también de pocos grados. Recordando que, mediante el martillado, el espesor de los panes de oro queda reducido a menos de una centésima parte de su valor primitivo, es natural que los cristales se hallen, en realidad, ligeramente deformados.

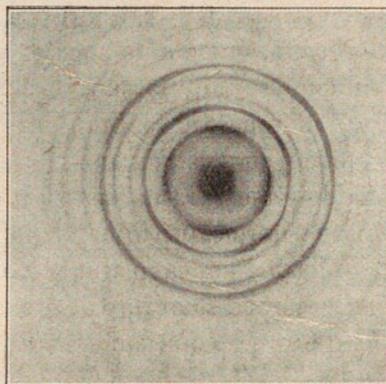


Diagrama de difracción de un haz monocinético de electrones por un cristal único de oro

Si, durante la exposición fotográfica, se corre la hoja o pan de oro normalmente al haz de electrones, la difracción se produce por la acción de gran número de cristales y el diagrama obtenido en tales condiciones es un diagrama Debye-Scherrer con anillos completos; según se ha podido comprobar, el hecho de que los cristales estén orientados según la normal al plano de la hoja, sólo hace que la intensidad relativa de los anillos se modifique, con relación al diagrama de cristales no orientados.

Comparando con un diagrama obtenido con rayos X, se ve que, en este último, los panes de oro, aun estando quietos durante el experimento, sólo dan anillos completos de Debye-Scherrer. Esto indica la superioridad, para casos como éste, de la difracción de los electrones sobre la difracción de los rayos X, superioridad que es debida esencialmente a la finura del haz primario y a la visibilidad sobre una pantalla, que permite la exploración sistemática de todos los puntos de la sustancia estudiada.

Es la primera vez que se ha logrado obtener la difracción electrónica por cristales únicos metálicos, operando por transmisión. Los autores de esta nota se proponen utilizar también, para el estudio de los cristales únicos de celulosa, etc., esta misma táctica.

## DESCRIPCIÓN DE UN «TURNÓMETRO» ADAPTADO A LA JORNADA MEDIA DEL PERSONAL FERROVIARIO, PERO DESCRITO CON CARÁCTER GENERAL APLICABLE A TODA SUCESIÓN DE JORNADAS VARIABLES

El control de las verdaderas jornadas de trabajo, que realiza todo personal que no puede sujetarse a un horario invariable, se hace muy necesario, porque las reglamentaciones legales de aquéllas son cada vez más complicadas, y representa un suplemento de cierta importancia el pago de las horas extraordinarias trabajadas en exceso de las jornadas autorizadas, sin que se dé la compensación, que parecería justa, en los casos en que no se llega al trabajo máximo total que permite una jornada media legal.

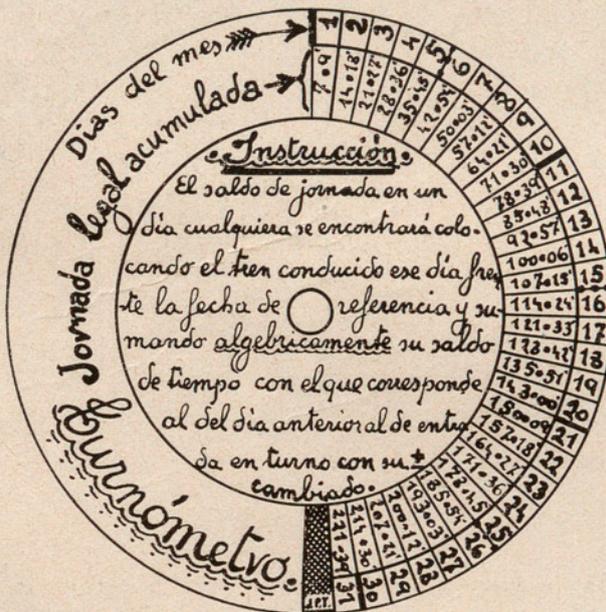
El párrafo anterior puede parecer confuso al lector que no esté al corriente de esa modalidad de jornada variable que aparece automáticamente en todo trabajo, al no poder seguir un régimen fijo que comprenda diariamente un número de horas igual al que admite la jornada legal que es actualmente de 8 horas diarias con un día de descanso cada semana.

El personal de un taller se adapta automáticamente a esa jornada legal, porque se establecen las entradas y salidas del mismo a horas fijas, de manera que el total represente 8 horas de trabajo al día; los domingos no se abre el taller y así queda automáticamente adaptado a la legislación actual su régimen de trabajo.

El agente ferroviario (nos referimos especialmente al personal de maquinistas y fogoneros) debe conducir en cada jornada los trenes variados que le corresponde, hasta que, al cabo de cierto tiempo, repite ya diariamente el mismo servicio anterior. Este conjunto o agrupación ordenada de trenes, que abarca varios días, se llama *turno* y se comprende fácilmente que cada día del mismo exigirá una jornada diferente de trabajo, según los trenes que se deban conducir. La suma de todas las jornadas de un turno dividida por el número de días que ese comprenda, constituye la *jornada media* del mismo; ésta no puede ser mayor que la jornada legal y, desde luego, tampoco conviene por ningún concepto a las Empresas, el que aquélla sea menor.

Los detalles que rigen la contabilidad de la jornada de un turno están establecidos por decreto del Gobierno, al dar fuerza legal a los acuerdos de tribunales paritarios, y no serán objeto de recuerdo en esta nota; sólo se dará a continuación la justificación del porqué se toma en alguna compañía de ferrocarriles la jornada media de 7 horas 9 minutos, como equivalente a la legal de 8 horas, con descanso cada siete días, o sea una vez por semana.

Teniendo el año 52 semanas, quedarán  $365 - 52 = 313$  días laborables y, por lo tanto, la jornada legal permite  $313 \times 8 = 2504$  horas anuales de trabajo. Éste lo hace el personal de máquinas durante los días que presta servicio o sea en  $365 - 15 = 350$  días, porque la compañía concede, por ejemplo, 15 días seguidos de reposo, como licencia anual. Es, pues, evidente que la jornada media, en estos días en que se presta servicio, será de  $2504/350 = 7'1542^h = 7^h$



bajo, en los días de un turno, es sumamente variable y se comprende que podrá darse el caso de que, entre los varios agentes que siguen un mismo turno de servicio, no haya uno solo que llegue al último día del mes con la jornada exacta al máximo admitido, que será de  $214^h 30^m$  para los meses de 30 días y

un número de días distinto de los submúltiplos de 30; por lo tanto, cada agente acreditará un número distinto de horas trabajadas al mes: unos deberán cobrar excesos suplementarios de jornadas, otros seguirán cobrando igual que si hubiesen trabajado la jornada legal, aun cuando lógicamente

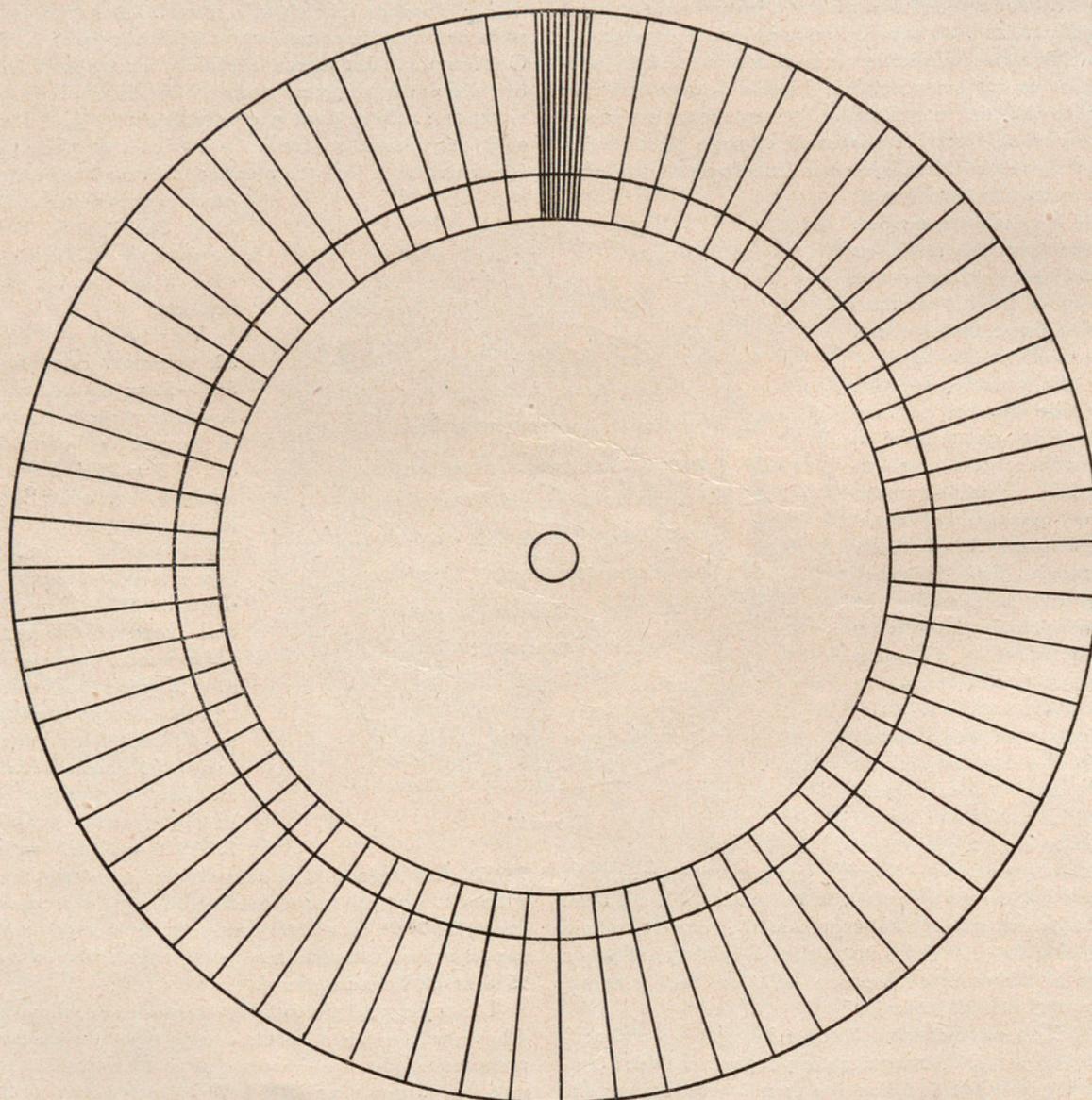


Figura 2.º

de 221 horas 39 minutos para los meses de 31 días.

Para que un turno dé, al final de mes, una misma jornada media a todos los agentes que han trabajado con arreglo al mismo, será preciso que el número de días de ese turno sea submúltiplo del número de días del mes; sólo así, *todos* los agentes habrán hecho durante el mes un número *exacto* de turnos y, por lo tanto, su jornada media será, para todos ellos, la misma del turno.

En la realidad sucede que los turnos se hacen de

deberían, en compensación, cobrar de menos todo lo que los primeros cobran de más. Puede darse el caso que un maquinista o fogonero pase de un turno a otro en mitad de mes, o que se ponga enfermo y esté varios días ausente del trabajo, o que haya conducido trenes con retrasos extraordinarios, etc. Todos esos detalles de la realidad obligan a buscar un sistema para tener, en todo momento, el control del tiempo trabajado por cada agente, desde primero de mes o en cualquier porción del mismo.

Un sistema que se ocurre, al querer preparar elementos para contabilizar un turno determinado, es formar una tabla pitagórica en la que cada línea represente un día del mes y cada columna detalle el turno de referencia día por día, pero empezando cada una de aquellas por el servicio correspondiente

$31 \times 30 = 930$  casillas, para cada una de las cuales se deberá haber realizado una operación aritmética.

El *turnómetro* que se presenta en esta nota se compone de una parte permanente y otra que deberá variarse para cada nuevo turno que se estudie. La figura 1ª representa la parte invariable (que

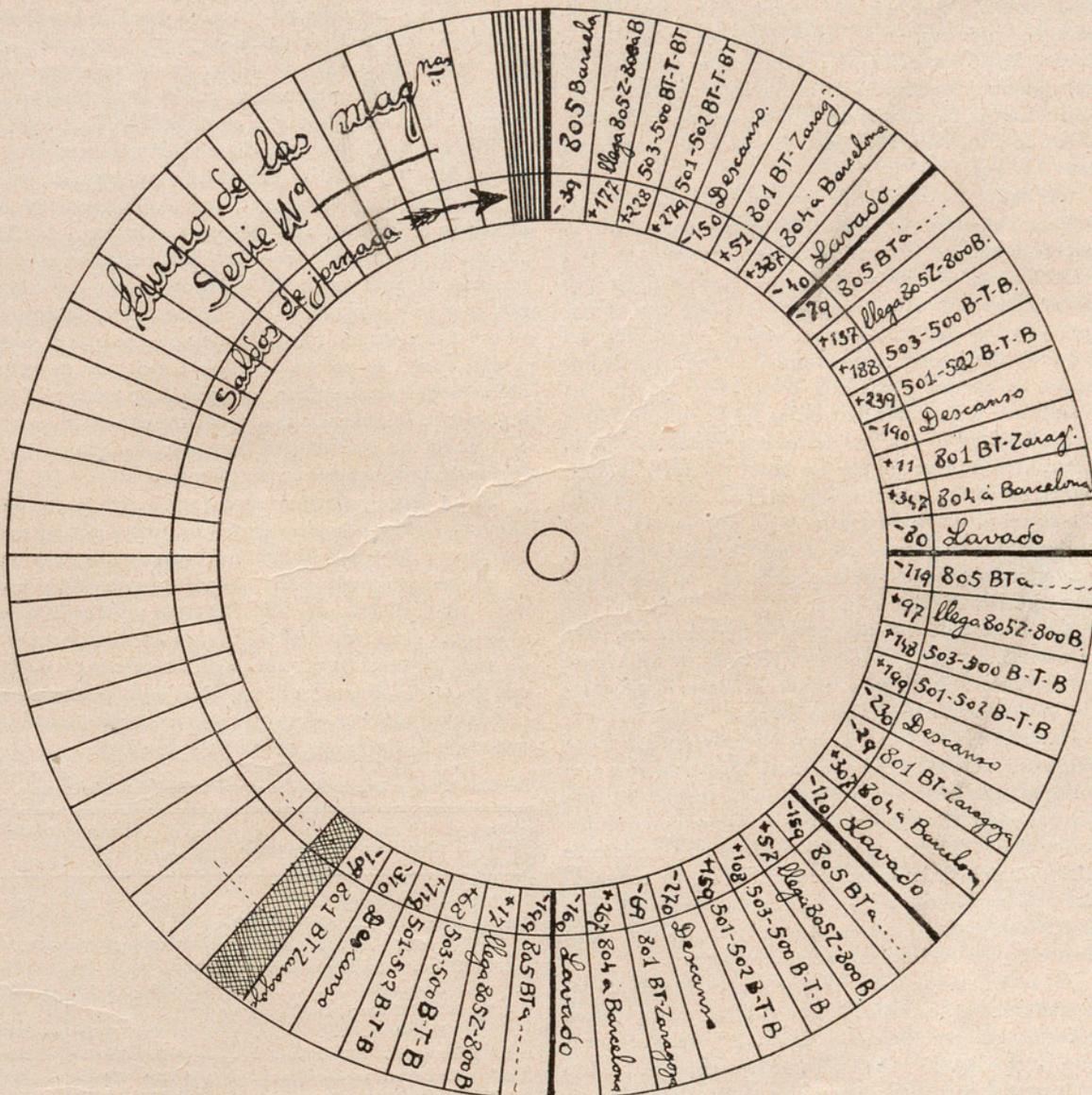


Figura 3.ª

al segundo día de la columna anterior. En cada casilla de cada columna, se pone el exceso o defecto que hay entre el trabajo total efectuado desde el primer día de la misma y la jornada legal. Este cuadro, formado por 31 líneas y tantas columnas como días tenga un turno, permitirá con mucha facilidad controlar la jornada de cualquier agente que siga ese turno; no se ofrece otro inconveniente que el trabajo necesario para prepararlo: pues, por ejemplo, un turno de 30 días requerirá un cuadro con

puede, por lo tanto, grabarse en un disco de metal y que podría quedar simplificada marcando solamente los días del mes, sin detallar su jornada legal acumulada). La figura 2.ª representa el impreso que podría tenerse preparado al efecto y la 3.ª es la muestra de lo que resultaría un ejemplo práctico, al detallar la aplicación al *turnómetro* del turno que se presenta al final de este artículo.

El disco de la figura 1.ª está dividido radialmente en varias partes iguales (64, por ejemplo) que van

marcadas, sucesivamente, con los números 1 a 31 correspondientes a los días del mes y, además, tiene enfrente cada uno de ellos la jornada legal acumulada desde el primero de mes; este último detalle no es esencial, pero tampoco estorba el tenerlo presente, para algunos casos especiales. El disco de la figura 3.<sup>a</sup> enseña que, en cada una de sus casillas, se escribe, sucesivamente, el servicio de cada día del turno desde su principio; al terminar el turno, se prosigue repitiéndolo tantas veces como sea necesario, hasta ocupar un número de casillas =  $30 +$  número de días del turno (esta fórmula se justificará más adelante).

Al lado del detalle de los trenes del primer día, se escribirá el número de minutos que represente el exceso o defecto de su jornada efectiva con la legal de 429 minutos ( $429^m = 7^h 9^m$ ), los excesos de jornada efectiva sobre la legal se marcarán con el signo (+) y los defectos con el signo (-); al lado del segundo día, escribiremos también el número de minutos de exceso o defecto, totalizados ya con los resultados del primer día; así se irá operando hasta la casilla final de las que llevan el servicio marcado. El número que se marca en cada casilla nos dirá, por lo tanto, los minutos (de exceso o defecto, según sea aquel positivo o negativo) que representa el trabajo real efectuado sobre el legal correspondiente, suponiendo que se haya empezado el mes por la primera casilla del disco.

La manera de trabajar con el *turnómetro*, para conocer el exceso o defecto de jornada de un agente en cualquier día del mes, es sencillísima; basta colocar la casilla que marca en el disco 3.<sup>o</sup> el servicio verificado en ese día frente la correspondiente a la fecha del mes en el disco 1.<sup>o</sup> y sumar algébricamente el número que representa el saldo de trabajo en este día con el del correspondiente inmediatamente anterior al día en que se ha entrado en turno; *este último saldo debe tomarse con su signo cambiado* y el resultado de la suma representará el saldo efectivo de trabajo, que será en exceso si lleva signo positivo y en defecto si resultase negativo.

Si se reflexiona sobre lo que representa la construcción del disco núm. 2 para dejarlo adaptado en la forma que representa la figura 3.<sup>a</sup>, reconocemos que, para cada día, se suma algébricamente su saldo de jornada, correspondiente con el total anterior; de modo que, al restar del saldo de un día el que corresponda a otro día cualquiera, logramos el mismo efecto que si suponemos empezado el turno en el día siguiente al del saldo tomado últimamente y, por lo

tanto, el procedimiento dicho nos sirve perfectamente para buscar el saldo correspondiente a cualquier agente que haya trabajado varios días seguidos, siguiendo un mismo turno, sin necesidad de sumar sus jornadas día por día y de restar luego ese total con el del total legal que corresponda. Claro está, que con el *turnómetro* no será posible tener en cuenta los retrasos eventuales que se produzcan en los trenes; pero, evidentemente, éstos no entran en turno que pueda preverse y, por lo tanto, precisará siempre llevar de ellos una contabilidad aparte.

En cuanto a la disposición mecánica para montaje de los discos y para hacer práctico su manejo, puede reducirse a un disco metálico de diámetro igual al que se fije para los impresos de la figura 2.<sup>a</sup> (13 a 15 cm. de diámetro) y que lleve una pequeña espiga roscada, la cual va soldada en el centro del disco por una de sus caras; sobre éste se coloca el impreso n.º 2, preparado para el turno que se quiere controlar; luego se coloca el disco n.º 1, que ya se ha dicho podrá ser metálico, porque tiene carácter fijo; finalmente se coloca una tuerca roscada en la espiga con el fin de que al apretarla aprisione los discos inmovilizándolos en su posición relativa.

Se ha dicho anteriormente que el número de casillas que deben llenarse en los impresos n.º 2 ha de ser igual a  $30 +$  n.º de días del turno y se comprende que así sea, pues para un agente que empiece el mes por el último día del turno se apreciará que, al colocar el último día del mismo frente el primero de mes, ha de corresponder algún servicio al día 31, con lo cual se llenan ya 31 casillas, a las que hay necesidad de agregar las que ocupa el turno desde su principio hasta su día penúltimo, inclusive.

Detalle del turno imaginario con el que se ha llenado la figura n.º 3

Días del turno	Detalle del servicio diario	Jornada efectiva	Jornada acumulada	Saldo total en min.
1.º	805 Barcelona a . . . . .	6 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	- 39 <sup>m</sup>
2.º	Llega 805 a Zaragoza y 804 a Barcelona . . . . .	10 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	17 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	+ 177 <sup>m</sup>
3.º	503 y 500 Barcelona-Tarragona- Barcelona . . . . .	8 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	25 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	+ 228 <sup>m</sup>
4.º	501 y 502 Barcelona-Tarragona- Barcelona . . . . .	8 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	33 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	+ 279 <sup>m</sup>
5.º	Descanso . . . . .	0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	33 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	- 150 <sup>m</sup>
6.º	801 Barcelona-Zaragoza . . . . .	10 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	43 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	+ 51 <sup>m</sup>
7.º	804 Zaragoza a Barcelona . . . . .	12 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	56 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	+ 387 <sup>m</sup>
8.º	Descanso (lavado de la máquina).	0 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup>	56 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	- 40 <sup>m</sup>

Barcelona.

JOSÉ PRATS TOMÁS  
Ingeniero Industrial en M. Z. A



## ASPECTOS DINÁMICOS DEL ELECTROMAGNETISMO

La Ciencia va desarrollando simultáneamente numerosos problemas fundamentales, muchos de los cuales (por no decir todos) son resueltos de manera

diferente y hasta en forma totalmente contradictoria por distintos investigadores y en épocas diferentes. Las soluciones van fluctuando de manera siem-

pre variable y tal vez nunca lleguen a una forma final y definitiva; esto, precisamente, constituye un nuevo y constante incentivo que estimula la investigación. Uno de tales problemas, formulado ya por los filósofos de la antigüedad, es, por ejemplo, éste: ¿El Espacio está vacío o lleno?

Anaxágoras y Demócrito dieron respuestas contrarias; Demócrito postuló el Espacio vacío, donde los átomos se mueven libremente; Anaxágoras creía que el Espacio estaba lleno, pero que el medio que lo llena no impide que los cuerpos se muevan en su seno, como el agua tampoco impide el movimiento de los peces. Cuando empezó a desarrollarse la Ciencia moderna, Descartes y su escuela postularon el Espacio lleno. En cambio, si no el mismo Newton, por lo menos sus seguidores, durante más de un siglo, negaron la posibilidad del medio defendido por los cartesianos, ya que con su resistencia retardaría el movimiento de los cuerpos celestes y destruiría la armonía del Universo newtoniano. La teoría del Espacio vacío y de la acción a distancia parecía ya asegurada para siempre.

Young y Fresnel necesitaron resucitar el Espacio lleno, para explicar la propagación de la luz por el éter. Faraday (1) se unió a ellos, pidiéndoles un *medio dieléctrico* como portador de los campos eléctrico y magnético, que con su imaginación veía en el Espacio, entre los cuerpos visibles. Maxwell reunió en uno solo los postulados de Young, Fresnel y Faraday, mediante su teoría electromagnética de la luz. Finalmente, los experimentos de Hertz confirmaron brillantemente la teoría de Faraday-Maxwell. Entonces pareció definitivamente establecida la teoría de un Espacio lleno, cuyos efectos de propagación simulan el aspecto de una acción a distancia.

No obstante, la victoria no fué completa. No se había logrado exponer teoría alguna satisfactoria, capaz de explicar la acción gravitatoria a distancia y ni siguiera por medio del Electromagnetismo había podido darse la explicación de tan importante problema. Se había comprobado que todo campo produce fuerzas, pero nadie podía contestar a la pregunta de cómo un campo produce tales fuerzas. La sugestiva idea de Faraday de una tensión a lo largo de las líneas de fuerza, combinada con una repulsión mutua entre ellas, y la admirable transcripción de Maxwell que tradujo en lenguaje matemático esta idea, siguieron siendo *hipótesis*. Maxwell no tuvo buen éxito al querer incorporar orgánicamente estas hipótesis dinámicas a la teoría del campo contenida en sus ecuaciones, cosa que habría aclarado el aspecto dinámico del Electromagnetismo. Citaremos sus propias palabras relativas a este defecto fundamental de su teoría:

«Es preciso no olvidar que sólo hemos dado un paso en la teoría de la acción del medio. Lo hemos supuesto en un estado de tensión, pero no hemos

hallado explicación alguna de tal tensión, ni del modo como se mantiene... No hemos logrado adelantar el paso siguiente, es decir: explicar, por medio de consideraciones mecánicas, tales tensiones del dieléctrico.»

Dicho nuevo paso adelante aun no ha podido ser dado. El Electromagnetismo y la Dinámica se hallan íntimamente relacionados, pero nosotros ignoramos en qué forma lo están. Respecto de la importancia de averiguar este punto, podemos traducir de Planck «Elektricität und Magnetismus»:

«El conjunto de los fenómenos eléctricos, magnéticos o electrodinámicos constituye un todo coherente, visiblemente separado de la Mecánica o movimiento de las partículas materiales... La fusión final y completa de estas dos clases de fenómenos, que únicamente serviría para el coronamiento de la Física teórica, queda todavía reservada a las investigaciones del porvenir.»

Existen todavía otras dificultades que se refieren especialmente a los fenómenos ópticos, observados en relación con el movimiento terrestre. Sin embargo, para este caso, la teoría de la Relatividad *restringida* de Einstein proporcionó una solución adecuada y su teoría de la Relatividad *generalizada* abrió nuevos caminos para abordar el problema central de la acción a distancia, al hacer que la gravitación no dependiera de las propiedades de un medio que llena el Espacio, sino de las del Espacio mismo o, para precisarlo mejor, del Espacio-tiempo generalizado. La existencia del éter, defendida por Faraday y Maxwell, fué negada, si no por Einstein mismo, por sus más fervientes partidarios. El problema que se planteó entonces fué el de redactar una teoría general del campo, partiendo, no ya de las propiedades de un medio que llenara el Espacio, sino de las del mismo Espacio-tiempo.

Así pues, el progreso científico, desde la antigüedad hasta la época presente, ofrece oscilaciones pendulares entre dos extremos: Espacio lleno y Espacio vacío. Cada oscilación ha ido acompañada de un gran progreso en nuestros conocimientos o en la manera de formular los problemas fundamentales. Sin embargo, no se ha progresado lo suficiente para que se pueda predecir si tales oscilaciones tendrán fin, ni de qué lado terminarán: si en un éter como el de Faraday y Maxwell del que podamos confiar en conocer algún día las propiedades dinámicas, o en un Espacio como el de Einstein que hace el éter innecesario, a no ser que en último término llegue a identificarse con él.

Para poder contestar a cuestiones de esta clase, como la del poder de un medio para producir acción a distancia, o la de cómo tal medio puede producir fuerzas, puede ser que algún día revistan importancia los fenómenos hidrodinámicos descubiertos por C. A. Bjerknes (1825-1903) (conjunto de fenómenos hidroeléctricos e hidromagnéticos). Leyendo, en su juventud, las polémicas que en el siglo XVIII sostu-

(1) Véase el número 915, página 108.

vo en vano Euler contra la entonces victoriosa teoría de la acción a distancia, C. A. Bjerknes imaginó teorías muy parecidas a las de Faraday y Maxwell. Estudiando en el extranjero y oyendo las conferencias de Dirichlet sobre Hidrodinámica, en la Universidad de Göttingen en 1855, quedó impresionado por el resultado de un análisis matemático que demuestra que un cuerpo puede moverse con velocidad uniforme en el seno de un fluido perfecto, sin experimentar resistencia alguna. Esto le parecía que refutaba el argumento fundamental de los newtonianos contra los cartesianos, de que la existencia de un medio en el Espacio interestelar retardaría necesariamente el movimiento de los astros y estaría en contradicción con la primera ley de Newton, la ley de inercia. Esto le indujo a abordar el problema, que le ocupó durante todo el resto de su vida, y fué: el examen del movimiento de un cierto número de cuerpos en un fluido, con objeto de comprobar si se observarían o no influencias mutuas de un cuerpo a otro, comparables a las acciones a distancia observadas en la Naturaleza.

Las circunstancias de su vida no le permitieron avanzar muy rápidamente en este gran problema. Trascurrió un cuarto de siglo, antes de que pudiera presentar experimentos que comprueban completamente sus resultados matemáticos. Nunca logró acabar, para su publicación definitiva, el conjunto de los resultados de sus investigaciones matemáticas y experimentales combinados. Por esta razón, sus investigaciones no pudieron tener influencia directa alguna en los trabajos de su época.

El resultado principal de sus investigaciones puede actualmente ser manifestado. Cuando se examina desde un punto de vista adecuado, un sistema fluido móvil presenta, durante cada fase de su movimiento, una analogía muy sorprendente y peculiar con un sistema electrostático o magnético perfectamente definido. La analogía consiste en dos analogías parciales, inseparablemente unidas, una geométrica y directa y otra dinámica e inversa: el campo hidrodinámico tiene exactamente la misma estructura que el campo electrostático o magnético correspondiente, y produce fuerzas iguales en magnitud, pero de signo opuesto, a las producidas (no se sabe cómo) por dicho campo eléctrico o magnético.

Así pues, podemos comparar el campo eléctrico o magnético, cuya estructura interna desconocemos, con el campo hidrodinámico que conocemos en todos sus detalles, gracias a sus ecuaciones, y que podemos describir por medio de vectores que nos son tan familiares, como la velocidad (correspondiente al transporte eléctrico o inducción magnética) y el producto de la velocidad por la densidad, es decir: el momento específico (que corresponde a la intensidad del campo eléctrico o magnético). Partiendo de las ecuaciones hidrodinámicas o bien de consideraciones dinámicas sumamente sencillas y elementales, podemos deducir, no sólo la estruc-

tura geométrica del campo, sino también las fuerzas por él producidas. La presión hidrodinámica sola basta para ambas finalidades, no requiriéndose tensiones del complicado tipo de Maxwell, ni para contener el campo, ni para producir sus fuerzas.

C. A. Bjerknes logró demostrar de qué modo la Naturaleza, en forma sencillísima, realiza un campo capaz de producir una fuerza, si bien sea ésta igual y opuesta a la del campo análogo eléctrico o magnético. No obstante, no hay que exagerar la importancia de tal contraste. A toda fuerza que actúa, corresponde siempre una fuerza de reacción y, en sistemas que tienen conexión entre sí, la energía cinética de una parte del sistema puede desempeñar el papel de energía potencial en la otra parte, haciendo que la reacción (es decir, una fuerza que tiene la misma dirección que la del campo eléctrico o magnético) sea la que produzca los movimientos visibles.

La analogía descubierta por C. A. Bjerknes sólo manifiesta, pues, un primer ejemplo de las profundas analogías existentes entre los campos electromagnéticos y los campos en que el movimiento es de medios materiales. En Hidrodinámica pura, existe asimismo una segunda analogía muy notable que, basándose en la generalización de las propiedades del medio, se amplía casi a todo el Electromagnetismo. Imposible es de prever hasta qué punto se podrá proseguir por este camino, no para inventar o construir modelos, sino para *descubrir* profundas analogías entre la Dinámica y el Electromagnetismo. El porvenir indicará si es o no posible avanzar suficientemente por dicha vía, para poder llegar a encontrar el puente que enlaza estos dos extensos campos de la Física, análogamente al modo cómo las semejanzas descubiertas por Maxwell entre los fenómenos electromagnéticos y ópticos le condujeron, en último resultado, al descubrimiento del puente que enlaza estas dos regiones de la Ciencia física, para formar con ambas un extenso dominio.

Lo que en nuestro caso resulta más prometedor es la profundidad de la analogía descubierta por C. A. Bjerknes, profundidad que se deduce del hecho de no contener suposición o hipótesis alguna, sino sencillamente el *hecho* comprobado de que un sistema fluido no puede moverse más que según una plena conformidad con esta analogía.

A despecho de esta universalidad, el movimiento de un sistema fluido sólo excepcionalmente reviste formas en que la analogía se presenta *visualmente* a nuestros ojos. Uno de tales casos excepcionales se presenta cuando el movimiento consiste en oscilaciones sincrónicas. En dicho caso, la analogía puede ser puesta de manifiesto por sorprendentes experimentos. Los cuerpos pulsátiles (es decir, aquéllos que cambian periódicamente de volumen) se atraen mutuamente cuando se hallan en concordancia de fase y se repelen cuando están en fase opuesta, siguiendo la ley de distancias de Newton. Por consi-

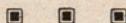
guiente, si el Espacio se hallase ocupado por un fluido homogéneo e incompresible, y si los átomos estuviesen en movimiento de pulsación en coincidencia de fases, con intensidades proporcionales a sus masas, tendríamos un Mundo, en el que todos los cuerpos se atraerían mutuamente, según la ley de la gravitación de Newton. Si entrasen en juego las diversas fases, tendríamos una completa analogía con la ley de Conlomb, con la diferencia de que las del mismo signo se atraerían y las de signo contrario se repelerían. Además, en todas sus posiciones mutuas, si se hallasen en libertad de efectuar cualquier movimiento de traslación o de rotación, los cuerpos oscilantes desarrollarían una acción mutua precisamente tal, como si fuesen dipolos eléctricos o imanes en que los polos del mismo nombre se atraerían y los de nombre contrario se repeliesen. Finalmente, los cuerpos pulsátiles u oscilantes excitarían, en los cuerpos neutros, oscilaciones inducidas, correspondientes al magnetismo inducido que adquieren los cuerpos neutros cuando se hallan en

un campo magnético. Como consecuencia de tales oscilaciones y de la ley invertida de la polaridad, un cuerpo más ligero que el fluido se mueve en la dirección de las intensidades decrecientes del campo, y un cuerpo más denso que el fluido se mueve en la dirección en que crecen las intensidades del campo: que es lo contrario, precisamente, de lo que hacen los cuerpos ferromagnéticos o diamagnéticos, de acuerdo con la ley de Faraday.

Esta serie de experimentos indica claramente que, tanto el campo, como las fuerzas producidas por el mismo, son fenómenos perfectamente comprendidos según las leyes de la Dinámica. Parece desprenderse de ellos una promesa de que, aun cuando el camino a seguir puede ser largo, llegará un día en que lograremos comprender bien la correspondencia entre el campo electromagnético y sus propiedades dinámicas.

V. K. F. BJERKNES,  
Profesor de la Universidad.

Oslo.



## RAMIFICACIONES DEL RAYO

Es sabido que la chispa ordinaria, al descargar entre electrodos esféricos, presenta numerosas ramificaciones que van bifurcándose a partir del polo positivo. Ramificaciones similares, dirigidas casi siempre hacia abajo, se observan en las descargas atmosféricas entre nubes tempestuosas y el suelo. Por esta razón, se ha creído poder deducir que la dirección de las ramificaciones de un relámpago podía servir de base para apreciar la polaridad de la descarga (Walter y Simpson). Simpson, después de examinar unas 500 fotografías de rayos, dedujo que, cuando menos, un 80 % salía de nubes cuya base se hallaba cargada positivamente (véase IBÉRICA, volumen XXXIII, n.º 824, pág. 252). Esta conclusión puede ser comprobada por medio de observaciones de la variación del campo eléctrico junto al suelo, ocasionadas por la desaparición de la carga elevada. Si el cambio del campo es negativo, el polo de la nube debía ser positivo y vice-versa. En el método, no cabe ambigüedad, siempre que se tenga el cuidado de eliminar las múltiples descargas que resultan de la existencia de más de una región cargada. En más de 50 tempestades, en el sur de África, se han practicado observaciones de esta clase, observándose que, de 404 relámpagos examinados, un 95 %, cuando menos, tenían el polo negativo en la base de la nube.

El aspecto de tales relámpagos se observaba a simple vista y las variaciones del campo eléctrico se inscribían con el electrómetro capilar, según el método de C. T. R. Wilson. Las fotografías de los rayos sudafricanos de la nube al suelo, indican una gran preponderancia de la ramificación hacia abajo y hacen pensar, por lo tanto, que, en tales descargas,

las ramificaciones se producían al revés que en las estudiadas en los laboratorios.

Finalmente, se han obtenido pruebas decisivas, comparando inscripciones fotográficas de las variaciones del campo eléctrico con fotografías y croquis de los rayos que dieron origen a ellas. Si se hicieron tales comparaciones en diez casos, en ocho de ellos se comprobó que las ramificaciones se originaban en el polo negativo y en los otros dos casos no se notó ramificación alguna; es posible que la lluvia impidiera verlas.

La conclusión de la no aplicabilidad del sentido de las ramificaciones para deducir la polaridad de la nube, parece inevitable y así lo comprueban los recientes resultados obtenidos por Lewis y Foust, que estudiaron 100 casos en que el rayo descargó realmente sobre conductores aislados y comprobaron que en todos ellos se había trasladado una carga negativa desde la nube al suelo.

Difícil resulta conciliar esta ramificación negativa con las observaciones ordinarias de descargas positivas y negativas. Aparte de las observaciones hechas sobre chispas, ya citadas anteriormente, las figuras de Lichtenberg indican que, alrededor del polo negativo, se extienden efluvios rectilíneos radiales que no muestran ramificación alguna, en tanto que los que brotan del polo positivo se hallan ramificados y que, cuando se excede de un determinado voltaje crítico, es del polo positivo de donde brotan las descargas arborescentes que rebasan el círculo del efluvio o descarga difusa. ¿Cuáles son, pues, las condiciones en que se suprime la descarga positiva y se inicia la negativa, hasta el punto de

llegar en las descargas macroscópicas (como el rayo) a que la ramificación tenga lugar partiendo del polo negativo?

La primera diferencia que se aprecia inmediatamente, entre los experimentos de laboratorio y los fenómenos naturales, es la de que, en el primer caso, el salta-chispas es simétrico, en tanto que en el segundo no lo es. Es sabido que la tensión explosiva, para un salta-chispas formado por una punta y un plano, es mucho más baja cuando la punta es el polo positivo que cuando lleva ésta el polo negativo; en cambio, para un salta-chispas esfera-esfera o punta-punta, no existe tal diferencia. Más importante aun que esta diferencia, es el papel desempeñado por las proyecciones o puntos salientes de la superficie del terreno: árboles, edificios, etc., y que, hasta ahora, no ha sido tenido en cuenta en los experimentos.

Hace algunos años, ha sido estudiada por nosotros la descarga de un generador de impulso, que proporcionaba una tensión de un millón de volts a un salta-chispas de punta y plano; se observó que, cada vez que se aplicaba a la punta la tensión positiva, manteniendo conectado a tierra el polo plano, se producían ramificaciones que partían de la punta. Todos los impulsos negativos originaban ramificaciones que partían del plano. Evidentemente, la asimetría, por sí sola, sería insuficiente para producir la ramificación desde la punta negativa. Haciendo que el polo o electrodo plano unido a tierra tuviera algún saliente, la ramificación

brotaba de la punta cargada a alta tensión, cuando ésta era positiva; pero, además, se iniciaba una manifiesta ramificación desde el punto saliente, es decir: de la punta negativa. Hemos tenido reciente oportunidad de proseguir estos experimentos: limitando nuestra atención al caso de que la punta de alta tensión fuese negativa, establecimos una zona de carga positiva por encima del plano, haciendo salir de él un peine de puntas cortas. De la mayor parte de ellas brotaban efluvios cortos que se ramificaban hacia arriba, en tanto que la descarga principal a tierra iba acompañada por muchas ramificaciones laterales, dirigidas hacia abajo.

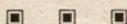
La corona negativa se extendía a corta distancia del electrodo, por encima de la descarga, y se observaba la ramificación positiva (fuego de San Telmo), por encima de las puntas del peine.

Así pues, siempre que las condiciones son adecuadas, puede producirse una ramificación negativa de magnitud comparable con la ramificación positiva, obteniéndose de este modo una explicación de las descargas ramificadas procedentes de nubes negativas. Esto puede servir para proporcionar nuevos datos acerca del mecanismo de la descarga, por lo que se están llevando al cabo nuevas investigaciones.

Algunas de las observaciones de tormentas, a que se ha hecho referencia, se deben a E. L. Halliday, de la Universidad del Witwatersrand (Johannesburg).

B. F. J. SCHONLAND Y T. E. ALLIBONE.

El Cabo.



## BIBLIOGRAFÍA

HAWLEY, L. F. et WISE, L. E. *La Chimie du bois*. Traduit de l'anglais par J. Barry. 362 pág., 19 fig. Dunod. 92, rue Bonaparte. Paris. 1931. 100 fr.

Tener conocimientos químicos de lo que es la celulosa, la lignina y demás componentes de la madera, es casi indispensable donde el bosque es abundante y la riqueza maderera considerable.

En una nación dotada de estas riquezas naturales, si las industrias han alcanzado el desarrollo que en todo país adelantado obtienen, florecerán, sin duda, la industria de la pasta de papel, la de la carbonización de la madera en recipiente cerrado, la de los taninos, por no citar más que algunas de las más importantes, y, por lo tanto, los técnicos acogerán la obra de Hawley y Wise con interés, deseosos de introducir en sus industrias las mejoras científicas más recientes, con el fin de acrecentar los rendimientos industriales.

La obra está dividida en cinco partes: La primera es una breve introducción (pág. 1-8). La segunda estudia los constituyentes químicos de la madera (pág. 9-124): la celulosa, constituyente principal de la pared celular (cap. I); los polisacáridos de la madera (cap. II); la lignina (cap. III); constitución y derivados de la lignina (cap. IV); otros constitutivos de la madera: taninos, materias colorantes, etc. (cap. V). La ter-

cera parte (p. 125-202) trata del análisis inmediato de la madera (cap. I); determinación del agua, aceites volátiles, cenizas, etc. (cap. II); determinación de la celulosa (cap. III); determinación de las pentosanas y hexosanas (cap. IV); determinación de la lignina (cap. V); y significación de los resultados analíticos (cap. VI). La parte cuarta estudia la descomposición de la madera (pág. 203-308), por combustión (cap. I); por el calor (cap. II); por hidrólisis para la obtención de azúcares fermentables y, en último término, de alcohol etílico (cap. III); fabricación de pastas de madera (cap. IV), y descomposición de la madera por medio de álcalis concentrados (cap. V). Finalmente, la quinta y última parte (pág. 309-355) estudia la madera como materia prima industrial, sus propiedades físicas y su alteración por los agentes naturales, el teredo, reactivos químicos, etc.

Esta obra traducida al francés es de gran interés para la ciencia e industria españolas y permitirá a los químicos y directores de industrias afrontar el estudio de algunos problemas relacionados con la madera, que se soslayaban por falta de literatura científica en las lenguas más conocidas entre nuestros hombres de estudios. Para los que puedan leer alemán e inglés, además del francés e italiano, se cita bibliografía abundante y escogida.—A. F. L.

**SUMARIO** Aparato toma-vistas cinematográfico.—El P. José A. Pérez del Pulgar como matemático, *J. M.<sup>o</sup> Plans y Freire*.—Don José Torán de la Rad, *M. Artigas*.—El segundo centenario de Mutis.—Enseñanza agrícola ambulante ■ Fotografías de la corona solar, sin necesidad de eclipse.—Relámpagos de rosario, *E. Mathias*.—Un ojo eléctrico para la niebla.—Difracción de los electrones por los cristales únicos ■ Descripción de un «turnómetro» adoptado a la jornada media del personal ferroviario, pero descrito con carácter general aplicable a toda sucesión de jornadas variables, *J. Prats Tomás*.—Aspectos dinámicos del Electromagnetismo, *V. K. F. Bjerknes*.—Ramificaciones del rayo, *B. F. J. Schonland y T. E. Allibone* ■ Bibliografía ■ Suplemento. Datos sísmicos de la península Ibérica. 4.<sup>o</sup> trimestre de 1931. Consultas. Libros recibidos