

París, una comunicación ratificando la maravillosa noticia. La lectura fué escuchada en medio del más religioso recogimiento y con la más grande emoción, emoción justificada por la importancia del hecho, porque la *fotografía de lo invisible* no es solamente un experimento infinitamente curioso, sino una admirable y fecunda demostración de que es posible la existencia de modalidades de la energía no registradas hasta ahora. Esta es la faz más importante del descubrimiento del Sr. Röntgen.

El sabio alemán se encontraba en Diciembre de 1895 en su laboratorio, estudiando las propiedades de los *rayos catódicos* en un tubo de Crookes iluminado por un poderoso carrete de Ruhmkorff.

Al efecto, había instalado cerca, una pantalla cubierta con una substancia fosforescente — platino-cianuro de bario, — substancia que presenta la particularidad de dar una fluorescencia muy brillante cada vez que es influenciada por los rayos catódicos.

En el curso de sus investigaciones el Sr. Röntgen, queriendo impedir que los rayos catódicos producidos en su aparato llegaran á la pantalla sensible, cubrió el tubo de Crookes con una caja de cartón. No obstante que la caja de cartón era perfectamente opaca para la luz ordinaria, la pantalla continuó brillando con luz fosforescente.

¿Cómo explicarse este fenómeno inesperado sino por la hipótesis de que á pesar del estuche de cartón que cubría el tubo, la pantalla sensible recibía rayos capaces de excitarla y que habrían tenido que atravesar el obstáculo? Pero una vez observado el hecho, faltaba ver si el cartón era el único cuerpo que poseía la facultad imprevista de dejarse atravesar por ciertos rayos producidos por los tubos de Crookes y

capaces de hacer luminiscente el platino-cianuro de bario.

El Sr. Röntgen comenzó á interponer entre el tubo y la pantalla diversos cuerpos opacos, como papel, madera, láminas delgadas de aluminio, telas gruesas de lana y algodón, y el fenómeno seguía verificándose. Pero los ensayos llevados á cabo con láminas metálicas algo gruesas, indicaron que si hay cuerpos transparentes para esos rayos misteriosos, hay otros completamente opacos, es decir, que no se dejan atravesar.

El Sr. Röntgen trató en seguida de averiguar si esos rayos ejercían influencia sobre las substancias químicas y substituyó á la pantalla de platino-cianuro de bario una placa fotográfica. La placa fué impresionada rápidamente.

El descubrimiento quedaba, pues, completo con este experimento capital, y entonces el distinguido sabio alemán se apresuró á ejecutar el experimento definitivo y concluyente que tanto llamó y llama todavía la atención del público.

El Sr. Röntgen comenzó por encerrar en una caja de madera dos monedas de un peso, colocó la caja sobre una placa fotográfica envuelta en muchas hojas de papel negro y expuso la caja á la acción del tubo de Crookes. Una vez revelada la placa, apareció clara la imagen de las dos monedas.

Entonces el distinguido profesor tuvo la idea de radiografiar la mano de un sér viviente, y todos conocemos el notable resultado que obtuvo: el esqueleto de la mano quedó completamente marcado y el tejido blando aparecía como una sombra debilísima.

La fotografía á través de los cuerpos opacos era ya

un nuevo triunfo de la ciencia, y no tardaría en encontrar fecundas y notables aplicaciones.

Los rayos X son rayos oscuros, y por lo tanto invisibles, que se desprenden del interior de un tubo en el cual se ha hecho el vacío y que está alimentado por la corriente inducida de un poderoso carrete de Ruhmkorff. Los rayos X se producen en los puntos en que una materia cualquiera detiene á los rayos catódicos. Los rayos X se propagan en línea recta y ni se reflejan, ni se refractan, ni se difractan, ni se polarizan, ni son desviados por el imán; siguen, además, sensiblemente, en su propagación la ley del cuadrado de las distancias. Los rayos X provocan la luminiscencia no solamente del platino-cianuro de bario, sino también del platino-cianuro de potasio, del tungstato de calcio, del fluoruro doble de uranio y de potasio y de otros cuerpos. La sensibilidad de las placas fotográficas para los rayos X es la misma que para la luz.

Los Sres. Lumière colocaron unas letras de metal sobre 250 hojas sensibilizadas con gelatino bromuro, y al cabo de 10 minutos de exposición á un tubo de Crookes, encontraron que las 150 primeras hojas habían sido impresionadas.

Respecto á la causa productora de los rayos X no existe todavía ninguna teoría que convenza, no obstante los numerosísimos experimentos verificados de 1896 acá; pero hay una tendencia general á considerar que son vibraciones longitudinales del éter.

Los rayos catódicos, generalmente confundidos con los rayos X ó de Röntgen, parten del cátodo ó polo negativo del tubo de Crookes, se propagan en línea recta, son luminosos, así es que se puede estudiar fácilmente su marcha; son desviados por el

imán y pueden ser reflejados y refractados. Poseen igualmente la propiedad de volver luminiscentes ciertas substancias y de impresionar la placa fotográfica.

388. *La Técnica de los Rayos X.* — Para la producción de los rayos X, se requiere un manantial de electricidad, un transformador, y un tubo de cristal en el cual está hecho el vacío á un millonésimo de atmósfera. El manantial de electricidad puede ser una batería de pilas ó de acumuladores, el transformador es un carrete de Ruhmkorff y el tubo empleado es de los conocidos con el nombre de tubo de Crookes, célebre físico inglés que tanto se dedicó al estudio de los rayos catódicos.

Para ciertas investigaciones puede substituirse la batería y el carrete por una máquina eléctrica de Wimshurst, cuyo manejo es de extremada sencillez y de excelentes resultados (\*).

La aplicación de los rayos X puede consistir en un simple examen de objetos contenidos en cuerpos opacos y entonces recibe el nombre de *Radioscopia*, ó llamar en su auxilio á la fotografía para conservar indefinidamente la imagen del objeto que se desea y entonces toma el nombre de *Radiografía*.

En el primer caso se emplea una pantalla formada por una hoja de cartón, en la que está extendida una capa de *platino-cianuro de bario*, substancia que tiene la propiedad de ponerse luminiscente bajo la acción de los rayos de Röntgen. El Sr. Edison ha empleado con buen éxito el tungstato de calcio.

---

(\*) Anales de la «Sociedad Mexicana para el cultivo de las Ciencias». — Conferencia de la Srta. Profesora Raquel Sánchez Suárez.

En el segundo caso se emplean placas fotográficas extra-sensibles, encerradas en sus bastidores ó cubiertas con varias hojas de papel negro.

Las cuestiones relativas á la técnica de la producción de los rayos X y á sus aplicaciones en particular, han sido objeto de trabajos interesantes, entre los cuales conviene citar las recientes indicaciones del Sr. Delézinier sobre el empleo, en radiografía, de las corrientes trifases. Estas corrientes no habían podido ser empleadas en radiografía, y todos los trabajos á este respecto, emprendidos por el señor Radiguet, no habían tenido resultado, pues no se conseguía que saltara chispa entre las extremidades del hilo inducido, sino que únicamente se producía una flama como en los experimentos de Tesla. En estas condiciones el tubo rehusaba iluminarse, y si por el calentamiento se disminuía la tensión, el tubo se iluminaba un momento y después se quebraba.

Pero ahora, con el empleo del interruptor Wehnelt, ya es posible emplear la corriente trifas. El interruptor Wehnelt es muy original, es enteramente electrolítico y cada interrupción se verifica en el momento en que se descompone una partícula de agua, tal vez una molécula; y así se consigue obtener interrupciones extremadamente rápidas.

Otro perfeccionamiento notable en la técnica de los rayos X es el realizado hace algunos meses por los señores Buguet y Chabaud. Estos hábiles experimentadores se propusieron remediar el defecto que presentan los tubos de calentarse rápidamente en el polo negativo, lo que tenía por efecto limitar mucho la duración activa de los tubos, sobre todo si el gasto de energía tenía que ser considerable, como en el caso de una investigación en la cavidad torácica.

Al efecto imaginaron un aparato que permite, por medio de un sistema de circulación de agua, mantener constantemente fría la zona de calentamiento del tubo. El procedimiento consiste en utilizar como anticátodo un grueso tubo de platino soldado directamente al tubo de la ampolla, y en el interior del cual circula el agua.

De esta manera el aparato puede recibir, sin enrojecerse, las descargas de los carretes más poderosos, accionados por los interruptores más rápidos, y que serían capaces de fundir en algunos segundos á los anticátodos ordinarios.

Una circunstancia que había preocupado seriamente á las personas dedicadas á la radiografía, médicos y cirujanos, especialmente, era que no siempre se facilitaba relacionar la imagen de un cuerpo extraño con las imágenes de las partes cercanas del esqueleto; para eso se necesitaba forzosamente que el centro del tubo estuviera colocado en la perpendicular bajada del centro de emisión sobre la placa fotográfica y pasando por el cuerpo extraño.

El Sr. Alberto Londe ha inventado un instrumento para el caso, que fué construído por Radiguet y que ha sido llamado «Radioscopio explorador». Gracias á esta invención, es fácil colocar el cuerpo extraño en la perpendicular y por lo tanto obtener radiografías convenientemente orientadas, á la vez que permite determinar por una simple lectura y sin ningún cálculo, la profundidad á que el cuerpo extraño se encuentra.

389. *Aplicaciones de los rayos X.* — Las primeras aplicaciones de los rayos X fueron esencialmente médicas y quirúrgicas, y frecuente ha sido el caso de tener que buscar con ayuda de esas admirables

radiaciones, agujas, proyectiles, fragmentos de vidrio y otros cuerpos introducidos accidentalmente en los tejidos ó en las cavidades naturales (\*). El método es de una precisión que no tienen los procedimientos de exploración antes empleados. Los Sres. Remy y Contremoulins han inventado un aparato que permite hacer investigaciones en el cráneo.

Respecto á los cuerpos introducidos en las cavidades naturales, mencionase el caso de una señora que se tragó un diente, que permaneció detenido entre la 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> vértebras cervicales. Hecho el examen radioscópico fué posible extraer el diente con unas pinzas, sin lastimar el esófago.

Una vez un médico fué llamado para curar un niño que se creía estaba enfermo de tisis. En el interrogatorio á que el doctor sujetó á la madre del enfermito, se averiguó que éste poco antes de comenzar á estar enfermo se había tragado un botón de metal. El médico hizo un examen radioscópico y el botón apareció, claramente, alojado en la tráquea.

Estos ejemplos demuestran la superioridad de la radioscopia y de la radiografía sobre los métodos ordinarios, que á medida son impotentes ó que son susceptibles de provocar complicaciones, introduciendo á mayor profundidad el cuerpo extraño en la vía en que se hallaba alojado.

Respecto á las fracturas son en lo general bastante claras para que el médico las reconozca superficialmente; sin embargo, la radiografía ayuda en gran manera al diagnóstico. Así, por ejemplo, el

---

(\*) Las primeras radiografías hechas en México, se debieron al Sr. Labadie y al Sr. Dr. Jofre.

Dr. Destot ha podido descubrir 17 fracturas del astrágalo, que habían sido consideradas como simples entorsis.

El empleo de los rayos X tiene gran interés en el caso de las luxaciones. En un enfermo, verbigracia, había sido imposible saber si se trataba de una luxación ó de una fractura, á causa de lo exagerado de la inflamación. El examen radioscópico permitió averiguar que se trataba de una luxación en la cabeza posterior del radio. Se veía, en efecto, á éste sobresalir por detrás del húmero, mientras que el cúbito estaba en su posición normal.

También se emplean los rayos de Röntgen para estudiar las afecciones inflamatorias de los huesos, las enfermedades del pulmón, tales como pleuresía, la tuberculosis en sus distintos periodos, el catarro crónico con dilatación de los bronquios; las enfermedades del aparato circulatorio, como aneurismas, hipertrofias ventriculares, ectopía, ateroma, y otras perturbaciones tales como las alteraciones del esqueleto, y los cálculos biliares.

Por último, el Sr. Izambard ha propuesto el empleo de los rayos X para la reproducción de libros, grabados, dibujos, etc. Si se hace una impresión en papel, usando tinta de base metálica, las letras no serán atravesadas por los rayos X. Se comprende que si se expone á estos rayos un block de papel, sensibilizado con gelatino-bromuro, será instantáneamente impresionado en su superficie, menos en aquellos lugares en que estaban las letras. Después no habrá más que fijar las hojas para tener así centenares de copias de un mismo impreso.

El sabio alemán, con su genial modestia, dió á estos rayos el nombre de rayos X, queriendo indicar

con esto que le era desconocida la naturaleza de tan maravillosas radiaciones. Pero en todas partes están ya substituyendo el nombre de rayos X con el de rayos Röntgen.

LAS ONDAS DE HERTZ

390. Fué en el año de 1887 cuando el fisico alemán, Enrique Hertz, demostró que era posible obligar á la energía eléctrica á transmitirse á distancia en forma de ondas. A cierta distancia de un radiador constituido por dos grandes esferas de latón, entre las que saltaba una poderosa chispa, colocaba un resonador eléctrico que consistía en un aro de latón, interrumpido en un espacio muy pequeño, y observaba que en este pequeño espacio saltaba una chispa diminuta, no obstante que no había comunicación metálica, entre el radiador y el resonador (\*).

El paso de la electricidad de un conductor á otro bajo forma de chispa, no es en general un fenómeno tan sencillo como á primera vista parece. La chispa, que parece única, es compleja. Hay, en realidad, varias chispas sucesivas que indican que si la electricidad positiva ha pasado de un conductor á otro, hay en seguida paso de electricidad positiva de uno á otro conductor, pero en sentido contrario de la primera; después vuelve á pasar, pero en el primer sentido, produciendo una tercera chispa y así sucesivamente. La igualdad de los niveles eléctricos no se establece más que después de una serie de des-

(\*) Véase «Las Ondas hertzianas y los radio-conductores de Branly» por Dolores González García.

cargas, alternativamente en un sentido y en otro. En otras palabras, hay *oscilación eléctrica*. Si nosotros no vemos todas las chispas sucesivas, se debe sencillamente á que se producen en intervalos de tiempo muy próximos, y parecen confundirse en una sola.

Hay un aparato que demuestra claramente la multiplicidad de la chispa de descarga: Entre las esferas de un excitador hay un bastidor que hace pasar rápidamente una hoja de papel en el momento preciso de la descarga de un carrete de Ruhmkorff, en el cual se ha puesto en derivación una ó varias botellas de Leyden. El experimento demuestra que hay siempre un cierto número de agujeros, muy próximos unos de otros en la hoja de papel, lo que prueba que hubo varias chispas que se sucedieron con pequeñísimos intervalos de tiempo. De la distancia entre los agujeros y de la velocidad de desalojamiento del papel, sería relativamente fácil deducir la duración de la oscilación eléctrica.

Hay una analogía verdaderamente admirable entre las oscilaciones eléctricas y las oscilaciones hidráulicas. Supongamos dos tubos comunicantes de cristal, reunidos en su parte inferior por un tubo grueso de cauchú sobre el cual se apoyan unas pinzas que impiden la comunicación entre los dos tubos. Se pone agua teñida de rojo hasta la parte superior de uno de los tubos. Si se quitan rápidamente las pinzas, se verá al agua pasar de un tubo á otro y los niveles se igualarán en los tubos. Pero esta igualdad no se verifica instantáneamente, sino después de cierto número de *oscilaciones* muy claras de la columna líquida. El agua sube primero en el tubo vacío hasta un nivel superior al definitivo,

desciende en seguida, vuelve á subir un poco menos que la primera vez, y así sucesivamente. Los niveles hidráulicos se igualan después de algunas *oscilaciones*, de la misma manera que los niveles eléctricos. Esta analogía es completa.

Las oscilaciones hidráulicas desaparecen si se pone de antemano arena en el tubo de caucho, ó más sencillamente, si se abre poco á poco la pinza para oponer una resistencia al paso del agua.

De igual manera la duración de la *oscilación eléctrica* se vuelve muy grande y el *fenómeno oscilatorio* no se produce si la resistencia de los conductores es grande. El efecto es todavía más marcado si esta resistencia está constituida por una hélice ó por un electro-imán. Hay entonces auto-inducción por la corriente.

Experimentos son éstos que dan una idea clara de las oscilaciones descubiertas por Hertz.

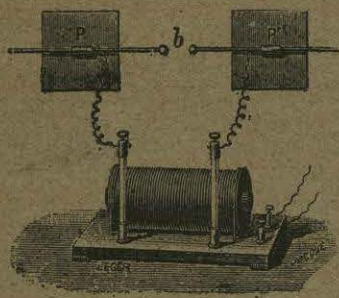


Fig. 374. Aparato de Hertz.

El sabio Hertz empleaba en sus experimentos dos placas rectangulares de cobre provistas de vástagos terminados en esferas que podían acercarse ó alejarse á voluntad. Los vástagos comunicaban con los terminales de la corriente inducida de un carrete de Ruhmkorff, y la descarga oscilante se efectúa en *b*. Explorando el espacio por medio de un conductor especial formado por un alambre encorvado en forma de círculo y presentando

una pequeña interrupción, se observa que en esta interrupción saltan chispas constantes, cuando la distancia entre las dos bolas del aparato ha sido convenientemente elegida.

Así como Helmholtz llamó *resonadores* á los aparatos que ponían de manifiesto las ondas sonoras, Hertz llamó á sus aparatos *resonadores eléctricos*, ó sea reveladores de las ondas eléctricas.

Hertz dice, empleando el lenguaje de la acústica ó de la óptica, que el diapasón eléctrico es el centro de las *ondas eléctricas* que se propagan á través del espacio y que se reflejan de tal manera, que los ángulos formados por los rayos incidentes y reflejados son iguales. Demuéstrase esto con dos espejos parabólicos de zinc, en cuya línea focal se dispone un diapasón eléctrico.

En la posición en que se verifique la igualdad de los ángulos incidentes y reflejados se producen las chispas.

Para poner en evidencia la *refracción de los rayos eléctricos*, Hertz hizo construir un gran prisma de asfalto, cuyo ángulo refringente tenía 30° y cuyas caras median 1<sup>m</sup>50 de altura por 1<sup>m</sup>20 de ancho. El haz eléctrico reflejado por el espejo cilíndrico que llevaba el diapasón fué dirigido á una de las caras del prisma, entre dos pantallas metálicas. El espejo cilíndrico secundario colocado en la prolongación del incidente, no daba ninguna chispa; pero desviándolo gradualmente hacia la base del prisma, llegó un momento en que las chispas volvieron á producirse de nuevo. La refracción era entonces de cerca de 22°.

391. *Experimentos de Tesla*.—El sabio físico Nicolás Tesla emplea un aparato especial para sus bonitos experimentos de las descargas oscilantes.

Se compone de un carrete de Ruhmkorff accionado por pilas ó acumuladores.

El carrete comunica con una batería C de botellas de Leyden cuya descarga oscilante se verifica á tra-

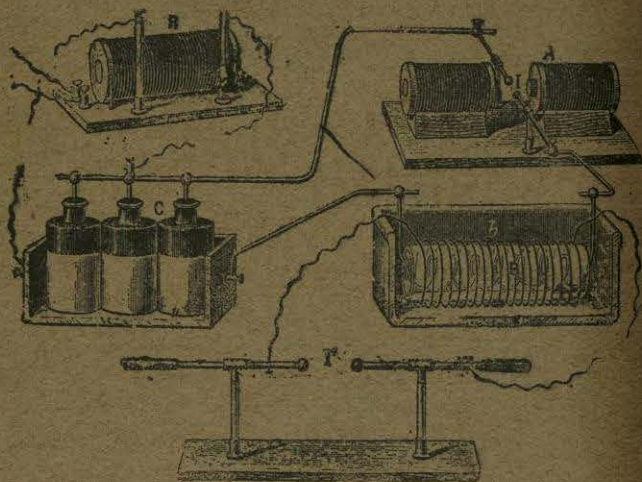


Fig. 375. Aparato de Tesla.

vés de algunas espiras de alambre grueso. Esta descarga induce entonces una corriente oscilante de corto periodo, en un alambre largo y fino *b* enrollado en un cilindro de vidrio por cuyo interior pasa el circuito inductor. Este cilindro se sumerge en una caja rectangular de vidrio llena de aceite de máquina. Los extremos del circuito de alambre delgado van á dar á unas esferas con mangos aisladores, y el circuito de descarga tiene una interrupción situada entre los polos de un poderoso electroimán, cuyo objeto es desvanecer la chispa.

Con este ingenioso aparato Tesla enciende tubos de Crookes comunicando la ampolla con un polo so-

lamente de la corriente de descarga, hace brillar con luz muy viva sustancias fosforescentes, tales como sulfato de calcio y fragmentos de rubí; pero el experimento más notable es el que consiste en encender tubos sin electrodos. Para esto suspende del techo, por medio de cordones de seda, una lámina metálica de 3 metros de largo por 33 centímetros de ancho, y la comunica con uno de los polos del carrete, mientras que el otro polo comunica con el suelo. Resulta entonces que en todo el espacio comprendido entre el suelo y la hoja metálica existe un campo electrostático vibratorio cuyas líneas de fuerza son sensiblemente verticales. Si se toma un tubo de un metro de largo, conteniendo un gas enrarecido y sin electrodos y se coloca verticalmente, se ilumina en toda su longitud. Si se inclina el tubo, su resplandor disminuye y se apaga al colocarlo horizontal.

Una de las particularidades más notables de las descargas oscilantes de muy corto periodo es que carecen de acción sobre el organismo, como lo han comprobado Tesla y el Dr. d'Arsonval.

#### LA TELEGRAFÍA SIN ALAMBRES

392. *El caso de las limaduras.*— Debemos hacer notar antes de pasar adelante, que así como se ha hecho la división de los cuerpos en *buenos conductores* y *malos conductores* de la electricidad; debe incluirse en la clasificación un nuevo grupo, y es el de los cuerpos que pueden ser buenos ó malos conductores, según las condiciones en que se les coloque, con la circunstancia de que la virtud de conducción ó no conducción la adquieren instantáneamente. Las

limaduras metálicas y el carbón reducido á polvo (*descubrimiento del Dr. Eduardo Branly, 1890*) son de ordinario cuerpos malos conductores de la electricidad; pero tan pronto como se encuentran en el campo de una conmoción eléctrica, se vuelven buenos conductores, y un simple choque les quita toda facultad conductora. Esta propiedad de las limaduras metálicas ha encontrado aplicación en el maravilloso invento de la telegrafía sin alambres.

A principios de Agosto de 1899 se construyeron en esta Escuela unos tubos de Branly semejantes al modelo original (\*), es decir, tubos rectos, cilindricos, de unos cinco centímetros de largo conteniendo unos alambres de cobre terminados interiormente por pequeños discos, entre los cuales se encontraba



Fig. 376. El tubo de Branly.

la limadura de plata y níquel obtenida de una moneda de 10 centavos, que como se sabe es

una liga de plata y cobre, y de una antigua moneda de níquel, liga de este metal con otros dos. Tropezamos desde luego con el inconveniente, de que era difícil obtener un ajuste perfecto entre el borde del disco y las paredes del tubo, y naturalmente el polvo tan sutil (que había sido tamizado á través de una tela de seda) se salía fuera del espacio que debía ocupar.

Para obviar esto tuvimos la idea de encorvar el tubo en forma de U y después de V para que por

(\*) Los tubos fueron contruidos por las alumnas Refugio y Dolores González García, Paula Vogel, Bertha Domínguez, María Ruiz, Gabina Escalona y Paz Sánchez.

cada rama penetrara uno de los alambres del radio conductor, viniendo á quedar la limadura en el fondo de estos pequeños vasos comunicantes. Probados los tubos dieron buen resultado. Se construyó después un tubo cerrado por una extremidad, donde estaba la limadura y el tapón era atravesado por dos alambres de cobre que iban á introducirse en la limadura, pero sin tocarse. Estos tubos dieron buen resultado, pero notamos algo que después hemos visto ratificado en una preciosa obrita que acaba de publicar el Sr. Poincaré, y es que aunque el radio-conductor de Branly es un instrumento de una sensibilidad maravillosa, es un poco caprichoso en sus indicaciones. De tiempo en tiempo, queda tan extraordinariamente sensible, que el galvanómetro se desvía sin causa aparente; algunas veces también en el momento en que parece marchar admirablemente, su sensibilidad desaparece de repente.

Sin duda ciertas partículas quedan en contacto muy íntimo, ó bien las superficies de contacto han perdido su sensibilidad por la fatiga debida á una acción prolongada.

Nos atrevemos á creer que las imperfectas indicaciones que algunas veces da el radio-conductor de Branly, se deben á un imperfecto enrarecimiento del aire. Para remediar este mal, tuvimos la idea de emplear un tubo de muy corto diámetro, de manera que el alambre de cobre entrara sumamente forzado. Una vez introducido uno de los alambres, se pone la limadura en muy corta cantidad y se calienta lo más que sea posible con una lámpara de alcohol y después se introduce violentamente el otro alambre hasta que sus extremidades interiores queden separadas por un intervalo de un milímetro.



Estos tubos han resultado muy sensibles y hasta ahora nunca han fallado en sus indicaciones, tanto más que, siguiendo los consejos de Nicolás Tesla, hemos comunicado uno de los polos del tubo con una esfera de metal aislada en un mástil y el otro polo del tubo con la tierra.

Los principales experimentos han consistido en hacer desviar la aguja de un galvanómetro á distancia; en cerrar el circuito de una magneta para que suene el timbre de un circuito local; en encender un tubo de Geissler cerrando el circuito de un pequeño

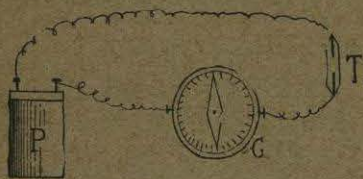


Fig. 377. El revelador de las ondas.

carrete de Ruhmkorff, encender una lamparita incandescente y hacer sonar un sonador telegráfico. Para lo primero comunicamos una pila P con un galvanómetro C y con un tubo de Branly T. Al saltar á distancia la chispa de una máquina de Wimshurst se desvía inmediatamente la aguja del galvanómetro y un simple choque sobre el tubo basta para que la aguja vuelva á su posición primitiva.

393. *Experimentos de Marconi.*—El Sr. Marconi comenzó sus trabajos de telegrafía sin alambres en 1895, cuando en los campos de la hacienda de su padre, en Bolonia, Italia, colocó unas cajas de hoja de lata, llamadas «capacidades», en mástiles de distintas alturas y las conectaba por medio de alambres aislados con los instrumentos que había entonces imaginado: un tosco transmisor y receptor.

Marconi había encontrado que, cuando las cajas

estaban colocadas en un poste de dos metros de alto, se podían obtener señales á treinta metros del transmisor; y que con las mismas cajas colocadas en postes de cuatro metros de alto, las señales podían llegar á 100 metros, y con las mismas cajas á una altura de 8 metros, no variando las demás condiciones, las señales llegaban á milla y media. Y así sucesivamente, la cuestión era (y este es el punto principal en el actual sistema de Marconi) que mientras más alto es el poste (unido por un alambre con el transmisor), mayor es la distancia á que se puede efectuar la transmisión.

El transmisor de Marconi está formado por un carrete de inducción, cuyo circuito primario recibe á intervalos, por medio de un manipulador Morse, la corriente de una batería de pilas ó de acumuladores; el circuito secundario, formado por un alambre largo y delgado, comunica con un radiador Hertz, modificado por el profesor Righi. Este radiador tiene por objeto producir descargas oscilantes de la corriente secundaria, inducida por la corriente primaria.

Se compone de dos esferas de latón de diez centímetros de diámetro, aisladas una de otra, y la mitad de las cuales está sumergida en vaselina, contenida en un vaso cilindrico, impermeable y aislado. Estas dos esferas quedan frente á frente de dos bolas de latón más pequeñas, ligadas al circuito secundario del carrete de inducción. En el momento de establecer y de interrumpir la corriente primaria, la gran corriente inducida que se desarrolla, produce en el sistema una descarga oscilante que se manifiesta por una serie de chispas que saltan tanto entre las esferas grandes y las esferas pequeñas, como entre las dos esferas grandes.

Durante esta serie de descargas, los potenciales del sistema aumentan y disminuyen de intensidad, y producen en el espacio, teniendo al éter como medio de transmisión, ondulaciones, ondas eléctricas, cuya longitud y frecuencia depende de las proporciones del radiador. Una vez propagándose las ondas

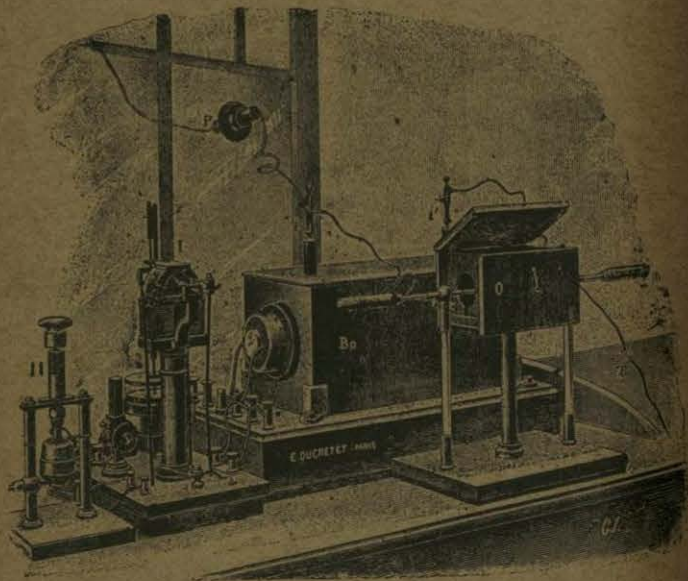


Fig. 378. Aparato para la transmisión de telegramas sin alambres.  
M, Manipulador.—Bo, Carrete de inducción.—O, Oscilador de chispa.—I, Interruptor de motor independiente.

en el espacio, no queda más que recibirlas en un aparato conveniente.

El receptor de Marconi se compone de un tubo de vidrio de cuatro centímetros de largo, donde hay dos conductores cilindro-cónicos de plata, fijos en el vidrio y separados uno de otro por un intervalo de medio milímetro, próximamente, que se llena con una

mezcla de limadura de níquel y de plata y un poco de mercurio.

En este tubo está hecho el vacío á cuatro milímetros de mercurio. El tubo forma parte de un circuito

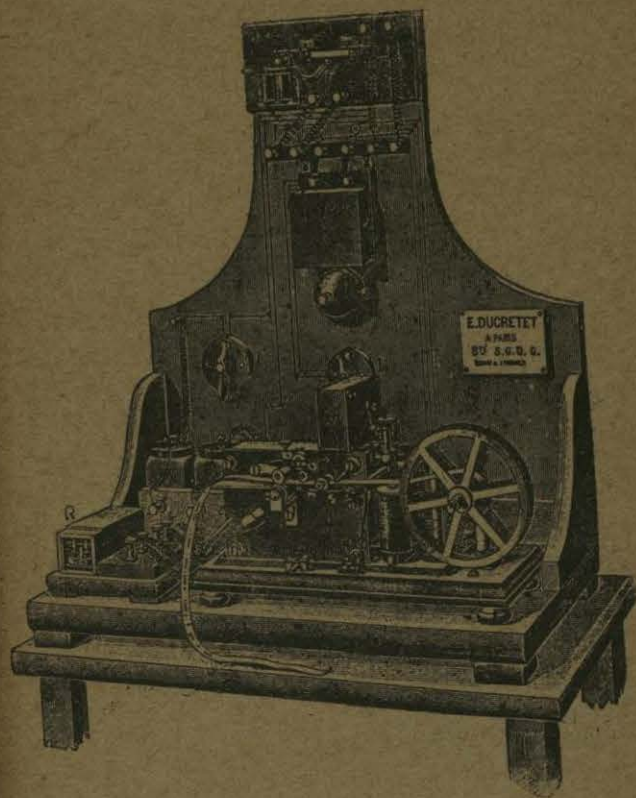


Fig. 379. Receptor de Ducretet.

que se completa con una pila local y con una magneta muy sensible.

En el circuito de la pila hay dos carretes de inducción que tienen por objeto oponer una gran resistencia á las ondas eléctricas que llegan al aparato.

El Sr. Marconi *despolariza* la limadura utilizando un circuito local que hace vibrar rápidamente un pequeño martillo contra el tubo de vidrio, y estos choques repetidos producen un sonido que hace fácil la lectura de los caracteres de Morse. La misma corriente utilizada para *despolarizar* la limadura puede igualmente obrar sobre un receptor de Morse, para que quede marcado el mensaje en una tira de papel.

En Noviembre de 1897, Marconi y el Sr. Kemp levantaron un grueso mástil de 120 pies de alto en las Agujas sobre la isla de Wight y sosteniendo un alambre en el vértice, perfectamente aislado. Después, habiendo conectado la extremidad inferior de este alambre con un transmisor, se hicieron á la mar en un remolcador, llevando consigo un receptor conectado con un alambre que colgaba de un mástil de 60 pies. Su objeto era ver á qué distancia de las Agujas podían obtener señales. Durante meses enteros, aguantando tempestades y ventarrones, estuvieron trabajando, alejándose más y más de las Agujas conforme iban perfeccionando los instrumentos, hasta que por fin, el día de año nuevo lograron recibir señales bien claras en el Continente. Desde entonces se estableció una estación permanente en Bournemouth á 14 millas de las Agujas; pero más tarde se ha pasado á Poole, á 18 millas.

Hay que hacer notar un hecho interesante: cierto día, poco después de la instalación, el Sr. Kemp consiguió hacer llegar los mensajes de Bournemouth á Swanage, á varias millas de la costa, simplemente con bajar el alambre de un alto acantilado y conectarlo con un receptor en la extremidad inferior. Aquí se estableció la comunicación sólo con un profundo precipicio y sin servirse de mástil alguno.

La distancia máxima á que se ha conseguido enviar telegramas por el aire es de 140 kilómetros, y según anuncia *La Nature* en uno de sus últimos números, se ha conseguido ya arreglar el transmisor y el receptor de tal modo que el despacho no pueda ser sorprendido por otra estación intermedia.

#### EL TELÉFONO Y EL MICRÓFONO

394. *El teléfono.*—El teléfono, aparato que sirve para poder hablar á gran distancia, se compone de

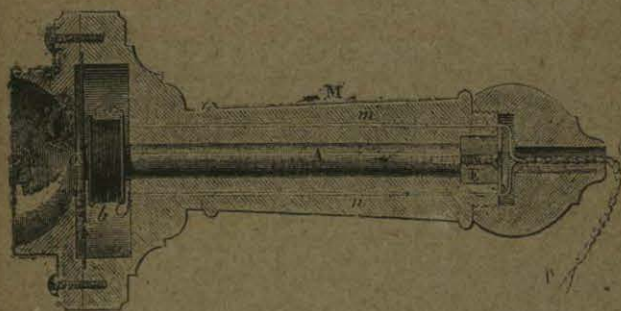


Fig. 380. Un aparato telefónico.

una pequeña barra imanada, colocada dentro de una caja ó estuche de madera, y que lleva en una de sus extremidades un pequeño carrete donde se enrolla un alambre de cobre aislado con seda. Las extremidades del alambre bajan á lo largo del estuche y salen por la otra punta. Frente á la extremidad ó polo del imán, donde está el carrete, se halla una lámina delgada de hierro que está fija por su contorno en una bocina que forma cuerpo con el estuche de madera.

Un aparato como el descrito comunica por medio