

000127 BIBLIOTECA DE POPULARIZACION CIENTIFICA.



LUIS G. LEON.

La telegrafía sin alambres.

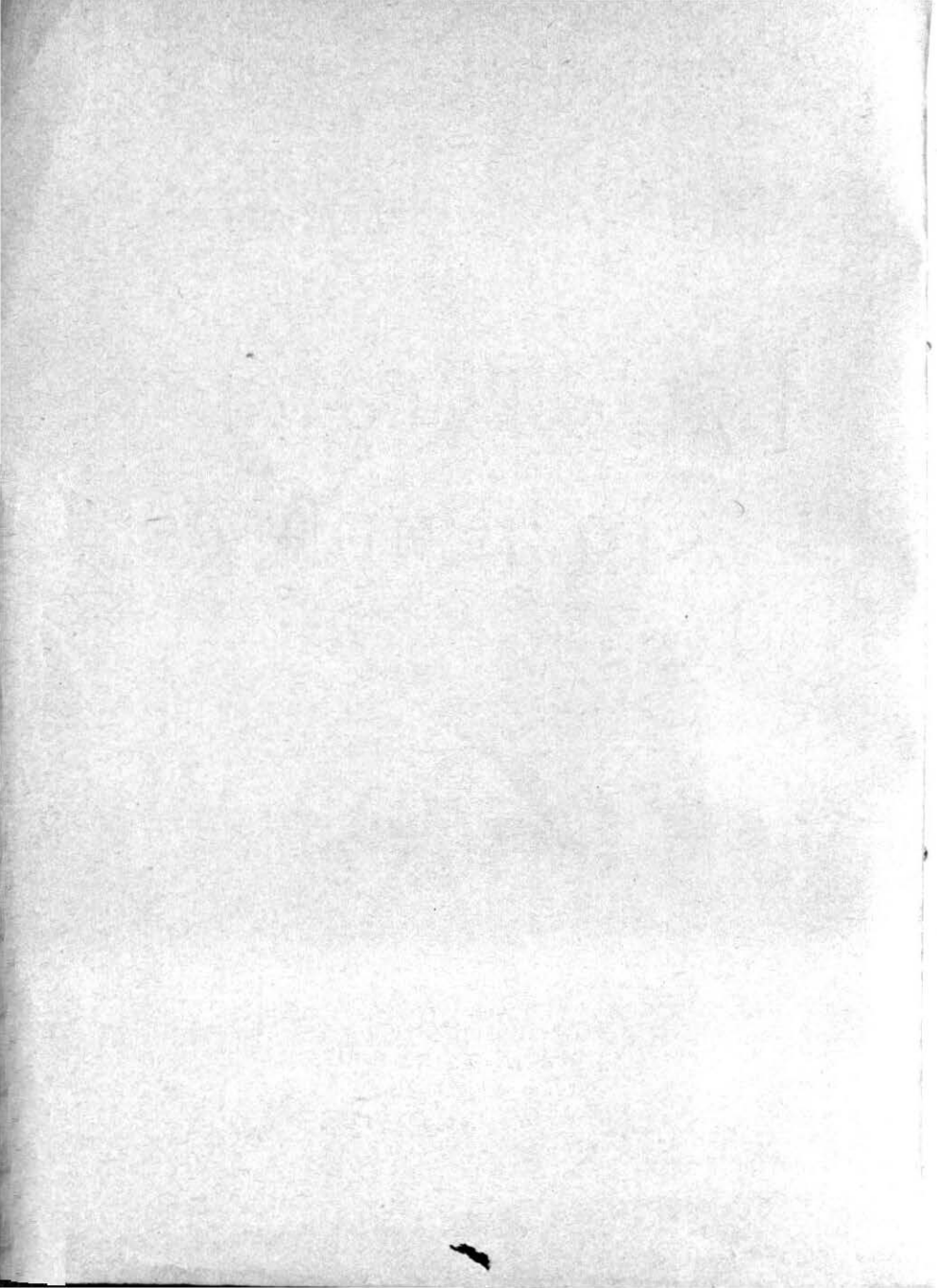


MEXICO

LIBRERIA DE CH. BOURET.

CALLE DEL CINCO DE MAYO NUM. 14.

1899.



LA TELEGRAFIA SIN ALAMBRES.

EXPERIMENTOS DE

HERTZ, BRANLY, POPOFF Y MARCONI,

POR

Luis G. León.

Preparador de Física y Química en la Escuela Normal
para Profesoras,
Miembro de la Sociedad "Alzate."

OBRA ILUSTRADA CON GRABADOS.

MEXICO

LIBRERIA DE CH. BOURET.

CALLE DEL CINCO DE MAYO NUM. 14.

1899.

LA PROPIEDAD DE ESTA OBRA QUEDA ÁSEGURADA
CONFORME Á LA LEY.

Al Sr. Dr. D. Eduardo Liséaga,

MIEMBRO HONORARIO DE LA

“Sociedad Mexicana para el Cultivo de las Ciencias.”



I

Las ondas Hertzianas.

1. En el año de 1887, el sabio Enrique Hertz demostró que era posible obligar á la *energía eléctrica* á propagarse por ondas en el espacio, de la misma manera que se propaga la luz y el sonido.

2. La luz se propaga en el espacio con una velocidad de 312,000 kilómetros por segundo (*experimentos de Fizeau*). El sonido se propaga en el aire con una velocidad de 340 metros por segundo (*experimentos de la Comisión de Longitudes, Paris*). La electricidad se propaga en los medios ponderables con una velocidad de 461,000 kilómetros por segundo (*experimentos de Wheatstone*). Vemos por esto que la velocidad de la electricidad es mayor que la velocidad de la luz.

3. El sonido no se propaga en el vacío. La electricidad no se propaga en el vacío absoluto.

4. Hertz no sólo logró propagar la electricidad en el espacio, sino que obtuvo la reflexión, la refracción y la interferencia de las ondas eléctricas.

5. Tomemos dos esferas metálicas de 30 centímetros de diámetro y unámoslas por una varilla metálica recta de un metro de longitud.

Supongamos que una de estas dos esferas está cargada de electricidad positiva, la otra de electricidad negativa, y que las causas que separan á estas dos electricidades cesan súbitamente de influir.

Las dos electricidades se combinarán; pero la corriente así desarrollada se prolongará más allá de esta misma combinación y creará en las dos esferas cargas inversas á las que presentaba al principio; éstas provocarán una nueva descarga en sentido opuesto, y así sucesivamente, produciéndose una especie de oscilaciones eléctricas entre las dos esferas. La disposición adoptada puede considerarse como un *diapasón eléctrico*.

6. Para mayor claridad recordemos el experimento siguiente:

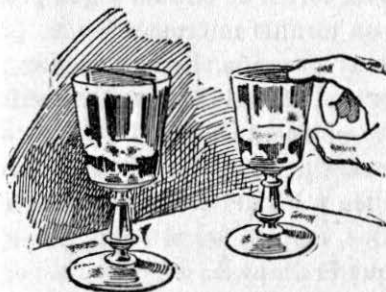
Sobre una caja resonadora se fija un diapason que dé, por ejemplo, la nota *la*₃ que corresponde á 435 vibraciones completas, por segundo.

A corta distancia se coloca también sobre su caja resonadora otro diapason que dé *exactamente* el mismo número de vibraciones, 435 por segundo. Es decir, que al sonar ambos diapasones estarán *al unísono*.

Contra una de las ramas del diapason se apoya la esferita de un péndulo, y si hacemos vibrar el diapason A, el diapason B también vibra, lo que se hace sensible por los movimientos del péndulo. Estas vibraciones se han verificado por *influencia*, por *simpatía*, por *inducción*, y han sido producidas por las *ondas* sonoras transmitidas por el aire.

7. Es más sencillo este experimento: Se ponen sobre una mesa dos copas de cristal, llenas de agua como hasta la cuarta parte de su altura, y colocadas á corta distancia una de otra. Viértase agua en una ú otra copa hasta que las dos den la *misma nota* cuando se les pegue con la hoja

de un cuchillo, es decir, hasta que queden *al unísono*. Póngase ahora, atravesado en los bordes de una copa, un alambrito muy ligero encorvado en las dos extremidades y hágase vibrar la otra copa frotando su borde con el dedo mojado.



Las vibraciones de esta segunda copa se transmiten inmediatamente á la primera, y nos convencemos de ello, viendo al alambrito saltar sobre la copa, movimiento que dura mientras dura el ruido de la otra copa.

8. De la misma manera, para que el *diapasón eléctrico* vibre constantemente es necesario que la acción excitadora se produzca ó cese de una manera instantánea y que se reproduzca con intervalos de tiempo sumamente cortos.

Se consigue esto cortando en su centro la varilla de unión de las dos bolas, rematando cada una de las extremidades en una bola de metal pulimentado de 4 centímetros de diámetros y uniendo estas dos bolas con los polos de un carrete de Ruhmkorff.¹ A cada descarga se producen oscilacio-

¹ Enrique Ruhmkorff nació en Alemania en 1803. Trabajó en los talleres de Chevalier, en París, y llegó á ser un hábil constructor de aparatos de física. Su carrete le valió el gran premio de 50,000 francos, fundado para recompensar al autor del descubrimiento más importante referente á las aplicaciones de la electricidad.

nes en el *diapasón eléctrico* que llamaremos *conductor primario*.

9. Para hacer sensibles las oscilaciones en el espacio que rodea al conductor primario, recurrió Hertz á la inducción que producen en otro conductor formado por un hilo de cobre encorvado en forma de círculo y que presenta un intervalo que, con un tornillo micrométrico, se puede reducir á una longitud muy pequeña. Este conductor se llama *conductor secundario*. Colocado éste en la proximidad del conductor primario, y sin *ninguna relación metálica* con él, se producen, á través de la interrupción, chispas de descarga que corresponden á las del conductor primario.

10. Hertz dice, empleando el lenguaje de la acústica y 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.

11. 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 medían 1^m50 de altura por 1^m20 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° .

12. Haciendo reflejar las ondas eléctricas procedentes del diapasón en un espejo plano de zinc, Hertz reconoció que, en ciertos puntos equidistantes, el conductor secundario ó *resonador eléctrico* permanecía insensible, y á igual distancia de dos de estos puntos daba chispas de brillo máximo. Este es un verdadero fenómeno de *interferencia eléctrica*.

13. Hertz consiguió también obtener fenómenos eléctricos análogos á los presentados por la luz polarizada. Por esto se ve qué analogía tan grande existe entre las ondas luminosas y las eléctricas, analogía que se manifiesta en los menores detalles.

Esta analogía ha conducido á Hertz, á afirmar que los *fenómenos luminosos* no son más que una manifestación particular de los *fenómenos eléctricos*.

Proceden de vibraciones de pequeñísimo período, aun con relación al período de las vibraciones obtenidas con el diapasón eléctrico.

14. La óptica—escribe Hertz—no es más que un apéndice de la electricidad.

Esta gana mucho desde hoy. Vemos, en efecto, electricidad, donde no lo sospechábamos antes. Cada llama, cada átomo luminoso, viene á ser un fenómeno eléctrico. Hasta cuando un cuerpo no esparce luz, mientras radia calor es el foco de acciones eléctricas. El dominio de la electricidad se extiende por toda la naturaleza.

15. Los interesantes experimentos de Hertz, no hicieron más que confirmar la teoría expuesta por Maxwell en 1865, relativa á la analogía entre las ondas eléctricas y las ondas luminosas.

16. El aparato á que hicimos referencia (*párrafo 8*), se llama *oscilador de Hertz*. El período de oscilación varía con

la capacidad eléctrica y la auto-inducción del circuito. El profesor Bose, de Calcuta, estima que con esferas de 6 milímetros de diámetro, pueden obtenerse 50,000 oscilaciones por segundo. Esta chispa oscilante puede saltar en el aire ó en otros gases. Los Sres. Sorasin y de la Rive, han demostrado experimentalmente, que los efectos son más durables y más enérgicos haciendo saltar la chispa de descarga en un líquido aislador.

17. Nicolás Tesla, recomendó en 1893, para la transmisión de las ondas eléctricas á grandes distancias, comunicar con la tierra una de las esferas del oscilador eléctrico y la otra con un conductor aislado de gran superficie. La tierra desempeña ciertamente el papel de capacidad eléctrica, así como los conductores aislados, rectilíneos ó en solenoide que se utilizan para los aparatos de alta tensión.

18. En los experimentos de Hertz, la acción inductora de estas descargas, no puede ser observada más que á una distancia muy débil, y sólo se observaba una chispa muy pequeña en el corto intervalo del conductor metálico interrumpido y encorvado en forma de círculo ó de rectángulo, que constituye el *resonador de Hertz*.

19. Los Sres. Egoroff, Zehnder y Righi, descubrieron que esta chispa secundaria es de rápida sucesión y puede saltar en tubos vacíos.

20. En el año de 1890, el físico francés Branly, llevó á cabo un descubrimiento que, se puede decir, es la base de la telegrafía sin alambres. Branly descubrió que «cuando una substancia conductora ó medio conductora se encuentra muy dividida (carbón en polvo, limaduras metálicas, etcétera) y se coloca bajo forma de capa muy delgada entre dos placas conductoras, ofrece una gran resistencia al paso de la corriente eléctrica; pero cuando las ondas hertzianas

vienen á obrar sobre el cuerpo pulverulento, las partículas que se tocaban irregularmente y que estaban como en desorden, quedan, por decirlo así, *polorizadas* y se vuelven conductoras.» Basta en seguida comunicar una ligera conmoción mecánica á la limadura, para hacer desaparecer la conductibilidad que había adquirido bajo la influencia de las ondas eléctricas.

21. Branly colocaba limadura de plata y níquel en un pequeño tubo de cristal, atravesado por dos alambres conductores. El tubo de limadura es un revelador extremadamente sensible, *aun á grandes distancias*, de las corrientes inducidas, y reemplaza con ventaja á los resonadores de Hertz.

22. Los Sres. Lodge, Le Royer y Van Berchem, emplearon desde 1893 el tubo de Branly, para descubrir la presencia de ondas eléctricas, producidas á distancia bastante grande.

El Sr. Branly ha dado á estos tubos de limadura el nombre de *radio-conductores*; este nombre indica que su conductibilidad se establece bajo la influencia de la radiación eléctrica que emana de una chispa producida por un manantial eléctrico cualquiera (carrete de Ruhmkorff, máquina de Holtz, máquina de Wimhurst).

23. El Sr. Branly demuestra la extremada sensibilidad del radio-conductor, poniéndolo en un punto cualquiera del circuito en comunicación con un hilo largo de metal. Aproximando á este conductor un pequeño manantial de electricidad, como una placa de ebonita frotada, la limadura inmediatamente se vuelve conductora.

24. El radio-conductor colocado en el interior de una caja de metal herméticamente cerrada, no es influenciado por las ondas eléctricas, aun á corta distancia.

En 1895 el profesor Popoff hizo notar este hecho y dijo

que el envío de ondas á través del éter, era un descubrimiento susceptible de *notables aplicaciones*.

Supongamos que el tubo de Branly lo ponemos en comunicación con una pila y con un sonador telegráfico muy sensible. Fácilmente podremos producir en este circuito local acciones enérgicas, cuyo punto de partida es la *onda eléctrica* transmitida en el espacio SIN ALAMBRES CONDUCTORES, por un medio intermediario, *el éter*, que propaga las vibraciones eléctricas emitidas por el transmisor, de la misma manera que propaga las vibraciones luminosas. En ambos casos, el modo de propagación de estas vibraciones, puede concebirse como el de las ondas sonoras en el aire.

25. En acústica tenemos, que para que haya sonido, se necesita un cuerpo que vibre, un medio que transmita las vibraciones y un órgano que reciba éstas. En esta maravillosa propagación de ondas eléctricas, tenemos también á un cuerpo que produce las chispas, el éter que lleva las ondas y el tubo de Branly que las recibe y las hace sensibles.

26. En 1895, el sabio ruso Popoff presentó varios trabajos á las sociedades científicas de Rusia, indicando que se podía transmitir y recibir despachos á grandes distancias *sin necesidad de alambres*, y que esto podía tener aplicaciones prácticas en la marina.

Para aumentar la sensibilidad de su aparato, el Sr. Popoff, unió con la tierra uno de los conductores del radio-conductor de Branly, y el otro extremo lo puso en comunicación con un hilo metálico aislado, fijo á la extremidad de un mástil vertical. Estos conductores constituían verdaderas *capacidades* eléctricas y no tenían comunicación alguna con los electro-ímanes de los aparatos receptores, como en

la telegrafía eléctrica ordinaria, en que la tierra sirve de «hilo de regreso» á la corriente de la línea.

27. El conductor metálico, aislado, unido al aparato receptor, es un verdadero *colector* de las ondas eléctricas lanzadas en el espacio; y el del transmisor desempeña el papel de *radiador*. En las estaciones que tienen ambos aparatos se puede, con la mano ó con un conmutador, hacer que el conductor aislado desempeñe las dos funciones alternativamente: *radiador y colector*.

28. En resumen, los aparatos necesarios para la *telegrafía sin alambres*, son:

Un *oscilador* de chispas que sirve de transmisor.

Un *radio-conductor* ó tubo de limadura de Branly, que bajo la acción de las ondas eléctricas se vuelve conductor y cierra un circuito local que hace funcionar el receptor telegráfico, y obliga á un martillo á pegar contra el tubo para que la limadura vuelva á perder su conductibilidad.

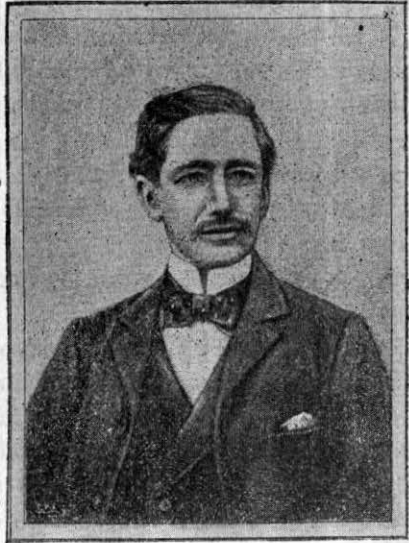
Las intermitencias, breves ó largas, en la emisión de las ondas eléctricas, constituyen las señales transmitidas y recibidas.

II

Los trabajos de Marconi.

29. El Sr. Marconi comenzó sus trabajos de telegrafía sin alambres, en 1895, cuando en los campos de la hacienda

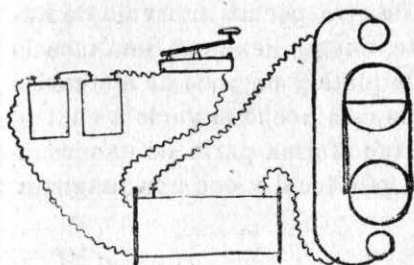
de su padre, en Bolonia, Italia, colocó unas cajas de hoja de lata, llamadas «capacidades,» en mástiles de distintas alturas y las conectaba por medio de alambres aislados con los instrumentos que había entonces imaginado: un tosco transmisor y receptor. He aquí a un joven de 20 años en vías de un gran descubrimiento, escribiendo al Sr. W. H. Preece, electricista en jefe del sistema postal britá-



nico, acerca de aquellas cajas de hoja de lata, y de cómo había encontrado que, «cuando 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.» Las señales de Morse se obtenían fácilmente á 400 metros. 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 podía efectuar la transmisión.

30. El transmisor de Marconi está formado por un carrito

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 ra-



diador tiene por objeto producir descargas oscilantes de la corriente secundaria, inducida por la corriente primaria.

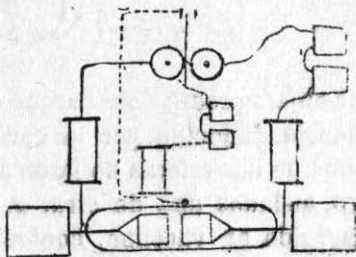
31. Se compone de dos esferas de latón de diez centímetros de diámetro, aisladas una de otra, y la mitad de las cuales está sumergida en vaselina, contenida en un vaso cilíndrico, impermeable y aislado. Estas dos esferas quedan frente á frente de dos bolas de latón más pequeñas, ligadas al circuito secundario 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.

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

33. 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 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.

34. En 1896, Marconi fué á Londres é hizo nuevos experimentos en el laboratorio del Sr. Preece, obteniendo de este modo partidarios y colaboradores. Entonces se efectuaron las señales en la planicie de Salisbury á través de las casas y de las colinas, lo que probó plenamente á los incrédulos que ni las paredes de ladrillo, ni las rocas, ni la tierra, podían detener á estas sutiles ondas. Marconi no pretendía decir qué clase de ondas eran, le bastaba con que trabajaran bien. Y puesto que ellas obraban mejor con un alambre apoyado en un punto alto, se concibió la idea de usar globos para sostener los alambres, y en Marzo de 1897 se vieron extraños experimentos en varios puntos de Inglaterra: globos de 10 pies cubiertos con papel de estaño fueron elevados con las «capacidades» y á poco hechos trizas por el viento; después se elevaron papelotes de calicot de 6 pies, también cubiertos de papel de estaño y con largas colas y, por último, papelotes sin cola, manejados por personas expertas. En estas pruebas, no obstante las condiciones poco favorables, las señales fueron transmitidas á través del espacio, entre puntos situados á 8 millas de distancia.

35. 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.

36. En Julio de 1898 se verificaron las regatas de Kingstown, las que duraron varios días. El «Daily Express,» de Dublín, introdujo una nueva moda en los métodos periodísticos, haciendo que las regatas fueran presenciadas desde un vapor, «The Flying Huntress,» usado como una estación movible para enviar mensajes sin alambres, que describieran los distintos incidentes conforme acontecían.

37. El mástil tenía una altura de 80 pies, lo que fué suficiente para transmitir con facilidad mensajes á Kingstown, aun cuando el vapor estuviera á 25 millas de la playa. El poste receptor levantado en Kingstown tenía 110 pies de altura, y los despachos recibidos por el aparato eran inmediatamente enviados por teléfono á Dublín, así es que el Express pudo imprimir noticia completa de las regatas casi antes de que éstas terminaran y mientras los yates estaban fuera del alcance de los telescopios. Durante las regatas fueron transmitidos más de 700 telegramas sin alambres.

III

Los últimos experimentos.

38. De gran interés han sido las memorables pruebas verificadas en Agosto de 1898, cuando Marconi fué llamado para establecer una comunicación telegráfica entre Osborne House, en la isla de Wight, y el yate real que llevaba á bordo al Príncipe de Gales y que se hallaba anclado en la isla de Cowes. La reina deseaba obtener frecuentes noticias de cómo seguía la rodilla enferma del Príncipe. 150 mensajes de carácter enteramente privado fueron transmitidos con muy buen éxito en el término de 16 días. El Príncipe de Gales permitió que algunos de estos mensajes fueran publicados; entre otros, los siguientes:

«Agosto 4.—Del Dr. Tripp á Sir James Reid:

S. A. R. El Príncipe de Gales ha pasado otra excelente noche, está de muy buen humor y goza de buena salud. La rodilla va muy bien.»

«Agosto 5.—Del Dr. Tripp á Sir James Reid:

S. A. R. El Príncipe de Gales ha pasado otra excelente noche y la rodilla va de alivio.»

La transmisión fué llevada á cabo de la manera acostumbrada: Había un poste de 100 pies en la casita Ladywood, en los terrenos de Osborne House, soportando el conductor vertical y un alambre en el mástil del yate elevado á 83 pies sobre cubierta. Este alambre bajaba hasta el salón donde operaban los instrumentos, que eran observados con gran interés por los personajes reales que iban á bordo, principalmente el Duque de York, la Princesa Luisa y también el Príncipe de Gales.

Lo que parecía llamar su atención, más que todo, era que el envío de los mensajes se hacía lo mismo aun cuando el yate fuera caminando sobre las olas. El siguiente fué mandado el 10 de Agosto por el Principe de Gales, mientras el yate iba caminando á gran velocidad frente á Benbridge, á 7 ú 8 millas de Osborne.

«Al Duque de Connaught:

Tendré gusto en ver á usted á bordo esta tarde cuando regrese el «Osborne.»

39. En una ocasión el yate se alejó tanto hacia el Oeste, que su receptor quedó bajo la influencia del transmisor de las Agujas, y entonces se encontró que era posible comunicarse sucesivamente con la estación y con Osborne, no obstante el hecho de que ambas estaciones estaban separadas del yate por elevadas colinas; una de ellas, Headon Hill, se elevaba 314 pies más alto que el alambre vertical del Osborne. Fué en la extremidad occidental de la isla de Wight donde un corresponsal obtuvo sus primeras nociones prácticas acerca de cómo funciona este admirable instrumento. Dirigiendo la vista hacia abajo, á corta distancia de la estación del ferrocarril, vió á sus pies la caverna, en forma de herradura, de la bahía de Alum. A la derecha se veían unos fuertes rojizos esperando que algún enemigo se atreviera á hacer frente á sus cañones. Cerca de la bahía está el hotel de las Agujas y á un lado se levanta uno de los altos mástiles del Sr. Marconi con soportes y cables para defenderlos de la acción del viento. De la parte superior cuelga un alambre que baja hasta una ventana y se introduce á un cuartito, donde podemos ver ahora aclarado este misterio de hablar á través del éter.

40. Hay aquí dos jóvenes prácticos que parecen hacer algo que es extremadamente simple. Uno de ellos está pa-

rado junto á una mesa donde hay algunos instrumentos y maneja el botón negro de un manipulador. Está mandando un mensaje á la estación de Poole, en Inglaterra, á 18 millas de distancia.

tic tic tic tic tic tic.

Así era el ruido producido por el manipulador; es el alfabeto de Morse formado de puntos y rayas que pueden formar letras y palabras como todo el mundo sabe. A cada movimiento del manipulador saltan azules chispas de una pulgada de largo entre las dos esferas de latón del carrete de inducción. Este carrete es de la misma clase y produce las mismas chispas ya conocidas en los experimentos con los rayos de Röntgen. Al hacer un punto salta una sola chispa, y al hacer una raya salta un chorro de chispas. Una esfera del carrete de inducción está unida con la tierra y el otro con el alambre que cuelga de la extremidad del mástil. Cada chispa indica un cierto impulso oscilatorio de la batería eléctrica que hace funcionar el carrete; cada uno de estos impulsos camina á través del alambre aéreo y de aquí á través del espacio por medio de las oscilaciones del éter que viajan con la velocidad de la luz, capaces de dar 7 veces la vuelta al mundo en un segundo.

Esto es todo lo que se refiere al envío de los mensajes Marconi.

—Les estoy enviando el mensaje de usted—dijo el joven en ese momento—diciendo que pasará usted la noche en Bournemouth y que los verá usted en la mañana. ¿Algo más?

—Pregúntele usted cómo está el tiempo—dijo el correspondiente, no ocurriéndosele otra cosa.

—Ya se los pregunté, dijo, y comenzó á hacer una serie

de *ves* (tres puntos y una raya) para indicar que ya había terminado.

—Ahora ya cambié la conexión con el receptor—explicó, y conectó el alambre aéreo con un instrumento que estaba dentro de una caja de metal, como del tamaño de una petaca de mano.

—Ya ve usted que el alambre aéreo sirve tanto para enviar las ondas etéreas, como para recibirlas cuando vienen al través del espacio. Siempre que una estación no esté enviando mensajes, tiene sus conexiones listas para recibir.

—¿Entonces no pueden ustedes mandar y recibir á un mismo tiempo?

—No es necesario. Escuchamos primero y después contestamos. Mire usted, nos están hablando, ¿oye usted?

Dentro de la caja de metal se oía un ligero ruido como una especie de murmullo. Y las ruedas del aparato impresor de Morse comenzaron á dar vueltas, registrando puntos y rayas en una tira de papel.

—Le están mandando á usted expresiones y dicen que tendrán gusto en verle. ¡Ah! se están refiriendo al tiempo. Parece que quiere nevar; pero el sol está brillando en este momento.

41. Merece la pena hacer notar que cinco minutos más tarde comenzó á nevar del lado inglés del canal.

—Debo decir á usted—continuó el informante—por qué el receptor está colocado en una caja de metal. Es para protegerlo contra la influencia del manipulador, el cual, como usted ve, queda junto á él en la mesa. Usted puede fácilmente creer que un receptor bastante sensible para registrar impulsos de un punto colocado á 18 millas de distancia, se echaría á perder si estos impulsos vinieran de

una distancia de dos ó tres pies, Con la caja de metal se evita este inconveniente.

—¿Y sin embargo, es una caja de metal?

—¡Ah! Pero estas ondas no son conducidas como las ondas eléctricas ordinarias. Estas son ondas hertzianas, y los cuerpos buenos conductores para la electricidad ordinaria, pueden ser malos conductores para esas ondas, y es lo que ocurre en este caso. Oiga usted al receptor trabajando al recibir el mensaje de Poole, y sin embargo no produce sonido alguno cuando funciona nuestro transmisor. Pero, mire usted, le voy á enseñar algo.

Tomó un pequeño zumbador y una pila como las que se usan para las campanas eléctricas.

—Ahora, escuche usted; ya ve usted que no hay conexión entre esto y el receptor.

Entonces juntó dos alambres para que el aparatito comenzara á zumbar, é instantáneamente el receptor respondió punto por punto y raya por raya.

—Vamos, dijo, aquí tiene usted ya todo el principio de este asunto. Los débiles impulsos de este zumbador se transmiten al receptor de la misma manera que los poderosos impulsos se transmiten desde el carrete de inducción hasta Poole. Ambos han caminado al través del éter.

—¿Por qué la caja de metal no detiene estos débiles impulsos como detiene los impulsos poderosos de su transmisor de usted?

—Sí los detiene. El efecto del zumbador se verifica á través del alambre aéreo, no á través de la caja. El alambre está conectado ahora con el receptor, pero cuando estamos manipulando se comunica solamente con el carrete de inducción, y como el receptor está aislado, no recibe acción alguna.

—¿Entonces no se puede recibir ningún mensaje cuando está uno manipulando?

—No en el mismo instante. Pero como ya dije, siempre conectamos el alambre con el receptor, tan pronto como hemos enviado un mensaje; así es que otra estación puede siempre comunicarse con nosotros á los pocos minutos. Oiga usted, ya están hablando.

Una vez más el receptor dejó oír su ligero tic tac.

—Me están preguntando acerca de un nuevo coheredor que estamos ensayando, dijo, y comenzó á mandar la contestación.

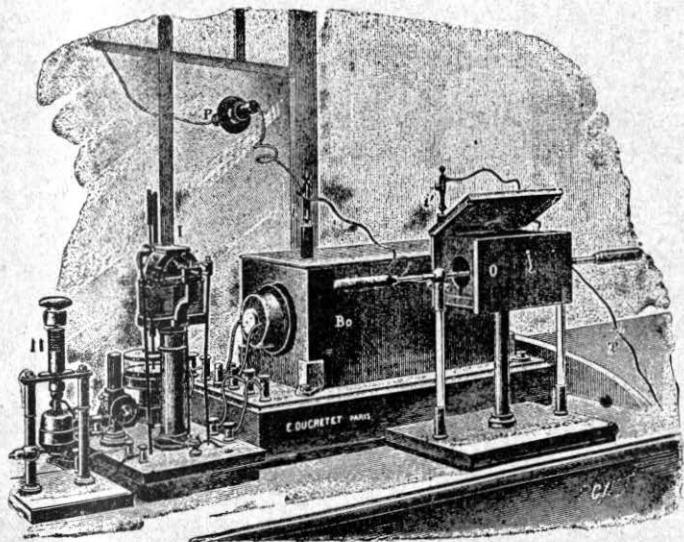
El periodista se asomó por la ventana y fijó sus miradas en el agua que se veía ahora más triste bajo la acción de un cielo gris. No podía menos que admirarse al ver á su joven amigo que, como si fuera un mágico ó un sér sobrenatural, enviaba las palabras por encima del vasto mar y por arriba de los bergantines, hasta la nebulosa costa de Inglaterra que se perdía allá á lo lejos.

—Me supongo que lo que usted envía es radiado en todas direcciones?

—Por su puesto.

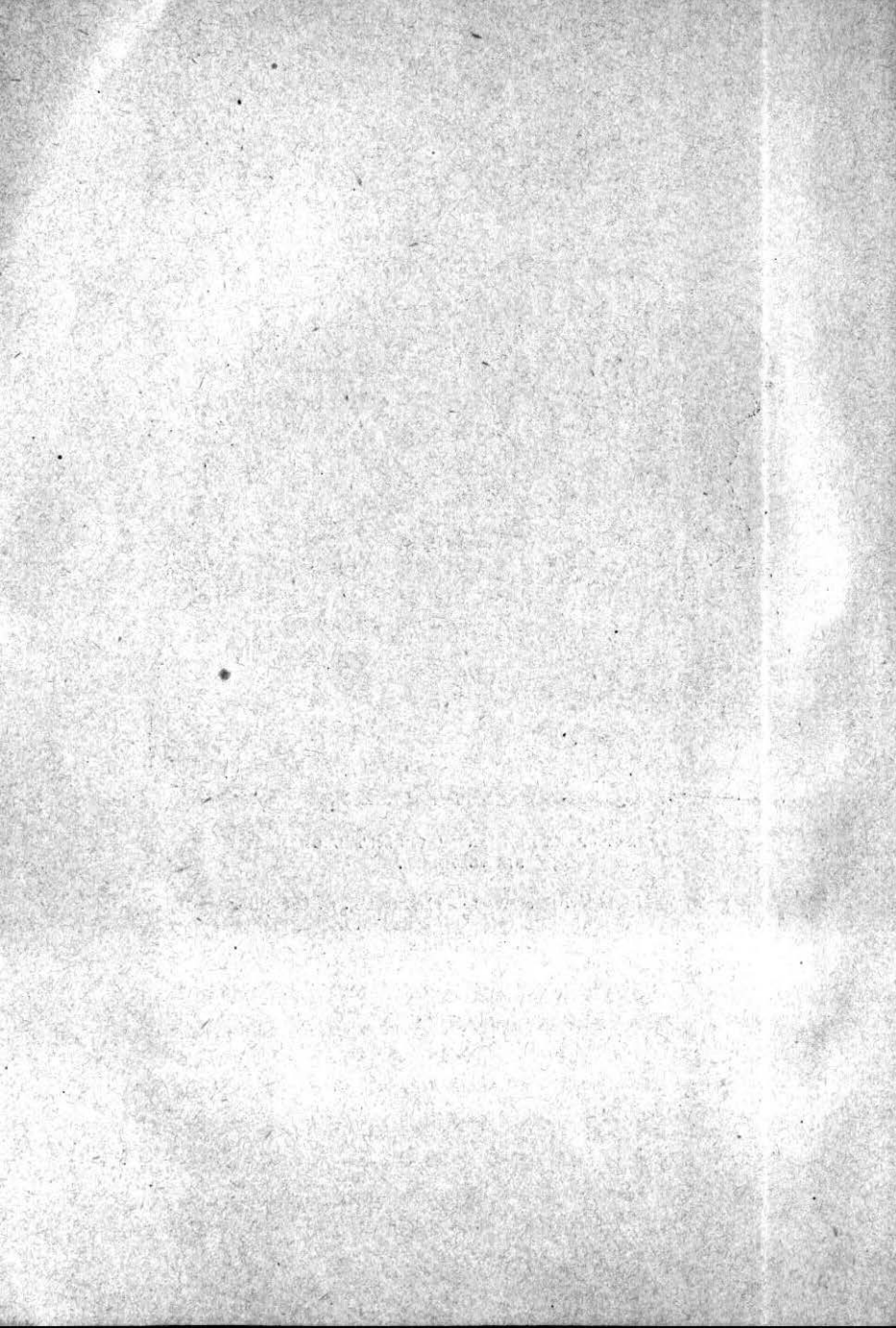
—¿Entonces, cualquiera que esté en un radio de 18 millas puede recibirlas?

—Si tienen un receptor apropiado, sí. Y él se rió complacientemente, con lo que ya no le dirigí nuevas preguntas. Entonces comenzó á explicarme algo referente á las conexiones, y á la manipulación y á los conitos de plata que se introducen en un tubo vacío, todo lo cual forma parte esencial del instrumento de Marconi, para recoger estas rápidas pulsaciones del éter. El tubo está hecho de cristal, como del grueso de un tubo termométrico, y tiene unas dos pulgadas de largo. Parece absurdo que una cosa tan pe-



**APARATO PARA LA TRANSMISION DE TELEGRAMAS
SIN ALAMBRES.**

**M. Manipulador. Bo. Carrete de Inducción. O. Oscilador
de Chispa. I. Interruptor de Motor
Independiente.**



queña y tan sencilla pueda ser tan útil á buques y ejércitos y constituya un beneficio á toda la humanidad; sin embargo, la virtud principal del invento de Marconi estriba en este frágil coheredor. A no ser por éste, los carretes de inducción enviarían estos mensajes en vano, porque nadie podría recibirlos. Los conitos de plata de este coheredor están tan cerca uno de otro, que apenas podría pasar entre ellos la hoja de un cuchillo; sin embargo, en este angosto espacio se agrupan varios centenares de fragmentos diminutos de níquel y de plata, polvos finísimos que se hacen pasar á través de seda y que gozan de la rara propiedad (como lo descubrió Branly) de ser alternativamente muy buenos conductores y muy malos conductores para las ondas hertzianas. Muy buenos conductores cuando se unen por el paso de la corriente en una masa metálica continua; muy malos conductores cuando se separan á un golpe de un martillo. Una extremidad del coheredor está en contacto con el alambre aéreo, el otro con la tierra y también con una batería local que hace funcionar el manipulador de Morse.

42. La operación práctica es ésta: Cuando el impulso de una simple chispa viene á través del éter, baja por el alambre hasta el coheredor; entonces las partículas del metal adquieren coherencia (de aquí la palabra), el aparato de Morse imprime un punto y un martillito pega en el tubo de vidrio. Ese golpe quita coherencia á las partículas de metal é interrumpe la corriente de la batería local, y cada impulso sucesivo á través del éter produce el mismo fenómeno de coherencia ó no-coherencia y la impresión de puntos ó rayas. Los impulsos á través del éter nunca serían bastante poderosos para hacer funcionar por sí al receptor de Morse y al martillo, pero sí lo son para polarizar ó despo-

larizar la limadura metálica que establece ó interrumpe la corriente de la batería local. Como se ve, todo esto es muy sencillo, pero después de que alguien tuvo el trabajo de inventarlo.

43. Veinticuatro horas más tarde, después de un viaje agradable á través del canal en el vapor "Lymington;" de una hora de camino por el ferrocarril y de una hora de carruaje sobre arenosos terrenos, llegó el corresponsal á la estación telegráfica de Poole, situada sobre un elevado promontorio. Aquí la instalación es idéntica á la de las Agujas, nada más que está hecha en mayor escala, y aquí hay siempre dos telegrafistas ocupados en hacer experimentos bajo la dirección del Sr. Marconi y el Dr. Erskine Murray, uno de los principales electricistas de la Compañía. Con este último pasó dos horas de provechosa conversación.

—Supongo, dijo, que este es un hermoso día para su trabajo de usted.

El sol brillaba y el aire estaba tranquilo.

—No especialmente, contestó. Si viera usted que nuestros mensajes parecen caminar mejor en tiempo nublado y malo. El último invierno nos comunicamos en medio de terribles temporales y tempestades, sin la menor interrupción.

—¿Pues qué, no producen algún obstáculo las tempestades ó las conmociones eléctricas?

—Absolutamente.

—Y acerca de la curvatura de la tierra, me supongo que eso no será gran cosa desde aquí á las Agujas.

—Algo, sin embargo; mire usted para allá y juzgue por sí mismo. Lo menos hay una diferencia de 100 pies. Usted puede ver solamente desde aquí la extremidad del faro de las Agujas, y ese debe estar á 160 pies sobre el nivel del

mar, y á los grandes vapores que pasan por ahí no se les ve ni los cascos ni las chimeneas.

—¿Entonces la curvatura de la tierra no produce efecto sobre estas ondas?

—No lo ha producido hasta una distancia de 25 millas, la que hemos obtenido desde un buque hasta la playa, y la flecha de la curva á esa distancia es de cerca de 500 pies. Si la curvatura hubiera sido un obstáculo, los mensajes hubieran pasado á algunos centenares de pies sobre la estación receptora; pero nada de esto aconteció. Así es que tenemos razón en creer que estas ondas hertzianas se mueven suavemente alrededor de la curvatura de la tierra.

—¿Y pueden ustedes enviar mensajes á través de las colinas, no es así?

—Con toda facilidad; lo hemos hecho repetidas veces.

—¿Y pueden ustedes comunicarse en cualquiera clase de tiempo?

—En cualquiera.

—Entonces—dijo después de pensar un rato—si ni la tierra, ni el mar, ni las condiciones atmosféricas causan obstáculo, no veo por qué no pueden ustedes mandar mensajes á cualquiera distancia.

—Sí se puede, dijo el electricista, si se puede, con tal que el alambre tenga una altura suficiente. Está demostrado que todo depende de la altura que se le dé al mástil. Si usted dobla la altura del mástil, usted puede mandar un mensaje á una distancia cuatro veces mayor. Si usted triplica la altura, usted puede mandar un mensaje á una distancia tres veces mayor. En otras palabras, la ley establecida por nuestros experimentos, parece ser que la distancia aumenta con el cuadrado de la altura del mástil. Para comenzar, puede usted tomar como base que un alambre sus-

pendido de un mástil de ochenta pies puede enviar un mensaje á veinte millas de distancia. Así es como lo estamos haciendo hoy.

—Entonces, dijo, multiplicando, un mástil de ciento sesenta pies de altura podría enviar un mensaje á ochenta millas.

—Exactamente.

—Y un mástil de trescientos veinte pies lo mandaría á trescientas veinte millas; un mástil de seiscientos cuarenta pies lo mandaría á mil doscientas ochenta, y uno de mil doscientos ochenta lo mandaría á cinco mil ciento veinte millas.

—Perfectamente. Así es que ya ve usted que si hubiera otra torre de Eiffel en Nueva York, sería posible enviar mensajes á París á través del éter y recibir contestaciones, sin necesidad de cables submarinos.

—¿Cree usted realmente que eso sería posible?

—No veo razón para dudar de ello. ¿Qué son unos cuantos millares de millas para este éter maravilloso que nos trae luz todos los días, desde una distancia de millones de millas?

—¿Y usan ustedes carretes de inducción más poderosos conforme aumenta la distancia de transmisión?

—Hasta ahora no lo hemos hecho; pero tal vez tengamos que hacerlo cuando llegemos á centenares de millas. Un carrete que dé chispas de diez pulgadas, es suficiente para las distancias que hasta ahora hemos considerado.

44. Después de esto hablaron de los perfeccionamientos hechos por el Sr. Marconi en su sistema, como resultado de los experimentos efectuados sin cesar desde que estas estaciones se establecieron, hace cerca de dos años. Se encontró que un alambre horizontal colocado á cualquiera altura

no servía absolutamente para el envío de los mensajes y que sólo se saca utilidad de la componente vertical. También se ha descubierto que es mejor suspender el conductor en el mástil por medio de una botavara. Se descubrió más adelante que modificando el coheredor y perfeccionando varios pormenores de instalación, se aumentaba notablemente la eficacia total, de tal manera que el conductor vertical pudo irse bajando gradualmente y sin perjuicio para la comunicación. Ahora se están comunicando con las Agujas, por medio de un conductor de 60 pies, mientras que al principio era necesario poner el alambre en un mástil de 120 pies de altura. Las frecuentes visitas á estas estaciones etéreas (permítase llamarlas así) familiarizaron mucho al corresponsal con el método de la telegrafía sin hilos y le permitieron importunar al Sr. Marconi con repetidas preguntas en las varias pláticas que tuvo con él. Lo que le interesaba principalmente era la aplicación práctica é inmediata de este nuevo sistema á los negocios del mundo. Naturalmente se ocurría si podría conservarse el secreto en la transmisión de estos mensajes aéreos. En tiempo de guerra, por ejemplo, las comunicaciones entre los buques de guerra y los ejércitos estarían á merced de cualquiera, incluyendo los enemigos, con tal de tener un receptor de Marconi.

45. Respecto á esto, el Sr. Marconi tuvo varias cosas que decir. En primer lugar, era evidente que los generales y los almirantes, lo mismo que individuos particulares, podrían siempre protegerse enviando sus mensajes en cifra. Además, durante las operaciones militares activas, podrían á menudo mantenerse dentro de un radio amigo, bajando el alambre en el mástil hasta que su poder transmisor se conservara dentro de ese radio. Marconi comprende, por su-

puesto, la conveniencia de poder, en ciertos casos, transmitir los mensajes solamente en una dirección. Para conseguir esto, él ha hecho una serie especial de experimentos con un transmisor diferente del ya descrito. No emplea alambre en este caso, sino un oscilador Righi colocado en el foco de un espejo parabólico de cobre de 2 ó 3 pies de diámetro. Las ondas enviadas por este oscilador son enteramente diferentes de las otras; tienen sólo unos dos pies de largo en lugar de 300 ó 400, y los resultados hasta ahora son menos importantes que los obtenidos con el alambre colgante. Sin embargo, en los experimentos hechos en la planicie de Salisbury, él y sus ayudantes enviaron mensajes perfectamente, de este modo, á una distancia de una milla y tres cuartos, y lograron dirigir estos mensajes á voluntad, orientando el reflector en una dirección ó en otra. Parece que estas ondas hertzianas, aunque invisibles, pueden concentrarse por medio de reflectores parabólicos en haces paralelos y ser proyectados en líneas angostas, precisamente como una linterna sorda proyecta rayos de luz. Y se encontró que un cambio muy ligero del reflector interrumpía los mensajes en la estación receptora. En otras palabras, á menos que los rayos hertzianos caigan directamente en el receptor, se interrumpe toda comunicación.

—¿Cree usted, preguntó el visitante, que podrá usted enviar estos mensajes directos mucho más lejos de lo que los ha enviado usted ya?

—Seguramente que sí, dijo Marconi. Es sencillamente cuestión de experimentar é ir perfeccionando gradualmente, como sucedió con las ondas indirectas. Es probable, sin embargo, que el límite para los mensajes directos sea marcado por la curvatura de la tierra. Esta detiene una clase, pero no la otra.

—¿Y cuál será ese límite?

—El mismo que para el heliógrafo, cincuenta ó sesenta millas.

—Y para los mensajes indirectos ¿no hay límite?

—Prácticamente, ninguno. Se pueden enviar ya á cien millas. Para eso sólo se requiere un par de campanarios elevados ó edificios de oficinas muy altos. Nueva York y Filadelfia, con sus inmensas construcciones, podían comunicarse una con otra á través del éter, á la hora que quisieran. Y esto es sólo para comenzar; mi sistema permite enviar mensajes de un tren en movimiento á otro tren en movimiento ó á cualquiera otro punto fijo de la vía; puede enviarse de un buque en movimiento á otro buque, ó á la playa, y de faros ó estaciones de señales á buques rodeados por la nieve ó que necesiten auxilio.

46. Marconi señaló un caso notable en que su sistema de enviar ondas dirigidas podrían prestar un servicio á la humanidad. Imaginémos un faro ó un lugar peligroso en el mar que tenga un transmisor y un reflector parabólico y que todo estuviera girando alrededor de su eje y enviando constantemente impulsos á través del éter: supongamos que sea una serie de señales que indiquen peligro. Es evidente que cualquier buque que llevara el receptor de Marconi será prevenido á través del éter (supongamos por medio del repique de una campana) mucho antes de que el vigía pueda ver una luz ó escuchar un tañido ú oír el pitar de una sirena. Además, como cada receptor da la alarma solamente cuando el receptor giratorio está en una posesión particular, es decir, cuando está frente al transmisor, es evidente que los marinos podrán conocer inmediatamente la situación del puesto de alarma. En otras palabras, el buque inmediatamente conocería su situación, lo que no es

de poca importancia durante una tempestad ó una neblina.

Además, la existencia de buques-faros á distancia de la playa, da al sistema de Marconi admirable oportunidad para reemplazar á los cables, los cuales son muy caros y están en constante peligro de romperse. En Diciembre de 1898, el servicio inglés de faros autorizó el establecimiento de comunicación sin hilos entre el faro de South-Foreland en Dover y el buque-faro "Goodwin" situado á 12 millas de distancia; y varias veces las señales de auxilio han llegado á la playa, debido á las señales del aparato de Marconi, sin las cuales nadie hubiera tenido noticia del peligro. Una mañana, en Enero de este año, durante una semana tormentosa, el Sr. Kemp, que estaba de servicio en el faro de South-Foreland, fué despertado á las cinco de la mañana por la campana del receptor y recibió aviso de que un buque se hallaba en peligro en las terribles arenas de Goodwin y que estaba disparando muchos cohetes. En este momento había una niebla tan densa entre las arenas y la playa, que los cohetes no hubieran podido ser vistos por los guardias de la costa. Se informó á éstos, sin embargo, de lo que ocurría é inmediatamente salieron con sus botes salva-vidas.

47. Otra vez también, durante una densa niebla, dispararon un cañonazo del buque-faro é inmediatamente el receptor marcó: "Un bergantín está en riesgo de ser azotado por las arenas. Estamos tratando de hacerlo regresar.»

—¿Ha regresado ya? preguntó Kemp.

—No, ya hemos disparado otro cañonazo

Kemp volvió á preguntar por la suerte del buque.

Al fin se contestó que el peligro había pasado sin necesidad de llamar á los boteros, que hubieran trabajado horas enteras en la playa para salvar al buque.

Otra aplicación de la telegrafía sin hilos que promete ser importante es para comunicarse con los buques que entran y salen á un puerto.

Teniendo estaciones de Marconi á lo largo de las costas sería posible, aun en el estado actual del invento, que un buque hiciera conocer su llegada al encontrarse á 25 millas de la costa y podría enviar y recibir comunicaciones.

Tan aparentes son las ventajas de tal sistema, que en Mayo de 1898 los Sres. Lloyd comenzaron negociaciones para establecer instrumentos en las distintas estaciones de la compañía, y una prueba preliminar se hizo entre Ballycastle y la isla Rathlin al N. de Irlanda. La distancia era de 7 y media millas y entre las dos estaciones había un alto acantilado; los resultados fueron del todo satisfactorios.

48. Llegamos ahora á la histórica semana de fines de Marzo de 1899 cuando el sistema de telegrafía sin alambres recibió la prueba más difícil en los experimentos verificados á través del Canal de la Mancha entre Dover y Boulogne. Fueron emprendidos á pedimento del gobierno francés que está tratando de comprar los derechos de invención en Francia. Durante los varios días que duraron las pruebas, las dos estaciones fueron visitadas por representantes del gobierno francés, quienes observaron pormenorizadamente las operaciones de enviar y recibir. El Sr. Marconi en persona y su ingeniero Jamenson Davis explicaron cómo habían sido hechas las instalaciones y qué era lo que se esperaba llevar á cabo.

49. A las 5 de la tarde del lunes 27 de Marzo y cuando ya todo estaba listo, Marconi oprimió el manipulador para el envío del primer mensaje á través del canal. No hubo en la transmisión ninguna diferencia con el método que des-

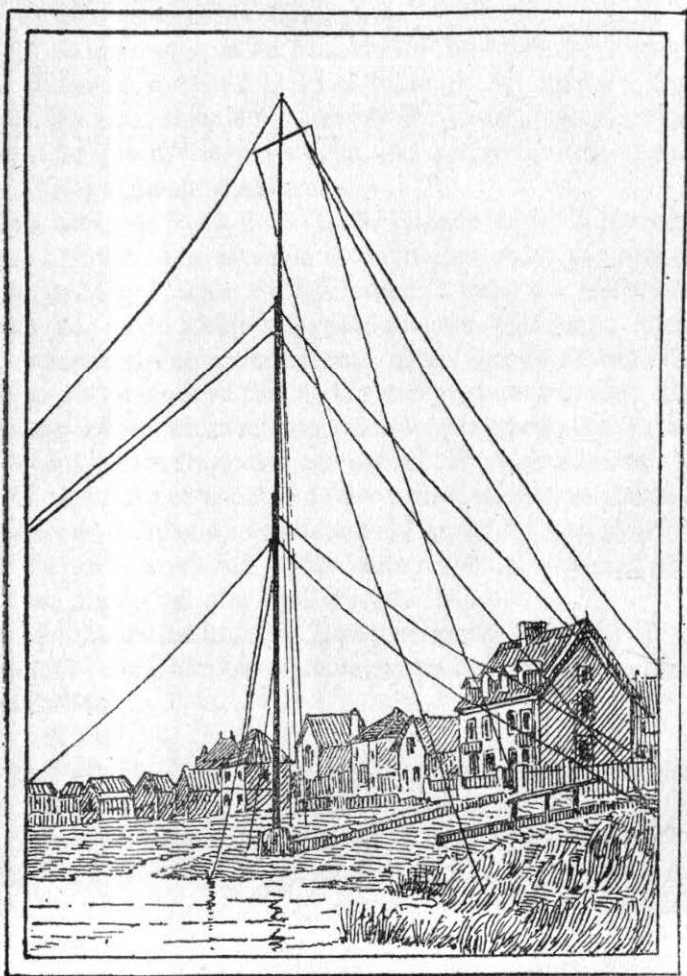
de hacía varios meses se había hecho familiar entre la Bahía Alum y la estación Poole.

El transmisor y el receptor eran enteramente los mismos, y un cable de 7 alambres de cobre bien aislado colgaba de la botavara de un mástil de 150 pies de altura. El mástil se encajaba en la arena, justamente al nivel del mar, sin que hubiera acantilado ó banco que le diera mayor altura.

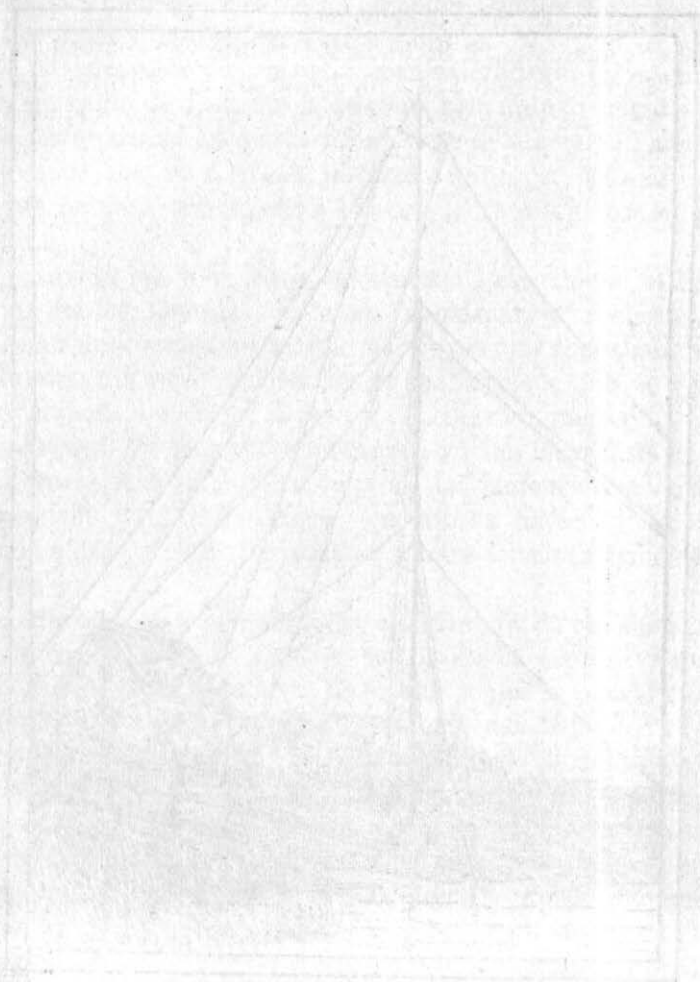
Bajo la mano de Marconi comenzó á escucharse el tic-tac del manipulador. Saltaban las chispas, y muchos ojos veían ansiosamente hacia el mar cuyas olas chocaban con fuerza contra el antiguo fuerte de Napoleón que se veía abandonado á cierta distancia. ¿Llegará el mensaje á Inglaterra? Treinta y dos millas era ya una larga distancia. Marconi siguió manipulando y con toda intención envió un pequeño despacho diciendo que estaba haciendo uso de una chispa de dos centímetros, y para terminar firmó con tres *ves*.

Marconi dejó de manipular, el salón quedó en silencio, y todos forzaban la atención con objeto de percibir el menor ruido en el receptor. Hubo una pequeña pausa, y de repente se escuchó el ruidito acostumbrado de puntos y rayas que se iban fijando en la tira de papel. El mensaje era corto y no decía nada de particular; pero ¡qué importancia tan grande tenía, puesto que era el primer telegrama sin hilos enviado de Inglaterra al Continente! Primero había una V, que era para llamar, después una M, que quería decir «El mensaje muy bien entendido,» en seguida lo siguiente: «Lo mismo aquí 2 c.m.s.V.V.V.,» es decir, 2 centímetros de chispas y las tres V.V.V. con que se había convenido en firmar los mensajes.

Ya con esto el buen éxito se había logrado, y se confir-



Estación en Boulogne, Francia.



mó con el envío en una y otra dirección de docenas de telegramas, en las horas siguientes.

50. El miércoles, el Sr. Roberto McClure y su corresponsal, pudieron, debido á la amabilidad del Sr. Marconi, sostener una conversación á través del canal, y se convinieron de que realmente existía esta maravilla que se llama «Telegrafía sin alambres.»

Era cerca de las 3 de la tarde cuando llegó el corresponsal Moffett á la estación de Boulogne, ó sea realmente la pequeña población de Wimereux, á unas tres millas de Boulogne. El Sr. Kemp telegrafió diciendo «Moffett ha llegado, quisiera enviar un telegrama. ¿Está listo McClure?»

Inmediatamente se recibió la siguiente contestación: «Sí; pero espere vd. un momento,» con lo que quería decir que á los empleados franceses correspondía hablar primero. Y así lo hicieron por espacio de dos horas, mientras saltaban numerosas chispas que agitaban el éter. Al fin, cerca de las 5 de la tarde, enviaron el siguiente mensaje. «Si está allí Moffett, dígame vd. que McClure está listo.»

Inmediatamente dió al Sr. Kemp un mensaje en clave que ya había preparado para convencerse de la eficacia en la transmisión.

Decía así:

«A McClure. Dover: Gniteerg morf Ecnarf ot Dnalgne hguorht eht rehte,» cuya traducción era:

«Saludo de Francia á Inglaterra á través del éter. Moffett.»

Todas las palabras fueron enviadas de nuevo, y más tarde lo siguiente:

«A Moffett. Boulogne. Vuestro mensaje recibido. Se entendió muy bien. Viva Marconi.

McClure.»

Entonces envió éste:

«A Marconi. Dover. Mis calurosas felicitaciones por el buen éxito en el primer experimento de enviar mensajes aéreos á través del canal inglés. También damos las gracias á nombre de los editores del Magazine McClure por su ayuda para la preparación del artículo.

Moffett.»

Y obtuvo la siguiente respuesta:

«Moffett. Boulogne. La perfecta transmisión del despacho de usted es absolutamente convincente.

Adios.

McClure.»

Contestamos diciendo «Adios» y dimos por terminadas las pruebas. Ya estábamos satisfechos; más bien dicho, estábamos encantados.

Moffett preguntó á uno de los ingenieros en jefe de Marconi, si las instalaciones de Boulogne y Dover serían permanentes, y contestó que eso dependía de los gobiernos francés é inglés. El último tiene un monopolio para cualquier sistema de telegrafía en el que se usen aparatos eléctricos y todos los cables que cruzan el canal son de propiedad británica.

—¿Habría una gran economía en el sistema sin hilos, comparado con los cables?—dijo.

—Ya lo creo. Cada milla de cable submarino cuesta \$750, y cada milla de cable cerca de la costa tiene un valor de 1,000. Todo esto se economiza, y también los grandes gastos de mantener constantemente un buque especial en comisión para hacer reparaciones y para tender nue-

vas extensiones. Todo lo que necesitamos es un par de más-tilas y un pequeño alambre.

El uso y las reposiciones son prácticamente nada. El costo de mantenimiento se reduce á las baterías locales y á los sueldos de los telegrafistas.

—¿Con qué velocidad puede usted transmitir los telegramas?

—Hasta ahora á razón de 15 palabras por minuto; pero con más experiencia podremos indudablemente enviar más. Ya usted ha visto qué claros resultan los mensajes. Cualquiera que conozca el alfabeto de Morse podrá ver que las letras salen perfectas.

—¿Cree usted que hay un amplio campo para el sistema de Marconi en la transmisión por tierra?

—En algunos casos sí. Por ejemplo, cuando no pueda usted obtener permiso para poner postes y líneas. ¿Qué puede hacer un hacendado díscolo si usted envía mensajes á través de su hacienda, de sus graneros y de toda su propiedad? Además, vea usted la ventaja, en tiempo de guerra, para una comunicación violenta y sin correr riesgo de que el enemigo corte los alambres.

—Pero el enemigo puede leer los mensajes.

—Eso no es tan seguro, porque además de la posibilidad de poder dirigir las ondas con reflectores, el Sr. Marconi está ahora ocupado en hacer unos experimentos (que prometen halagadores resultados) acerca de la *sintonía*, es decir, de un *tono eléctrico* en un transmisor especial que corresponda con el de un receptor particular, de tal manera que el último sólo sea influenciado por el primero y no por ningún otro, mientras que el primero puede influenciar al segundo y no á otro alguno. Esto por supuesto se conseguirá más tarde; y hay razón para creer que será pronto.

Hasta hay quien asegure que pueden construirse tantos pares de receptores y transmisores para operar de común acuerdo, como pueden construirse pares separados de llaves y cerraduras. En ese caso, dos personas cualesquiera pueden comunicarse libremente sin temor de ser entendidas por otras. Hay ahora tantas posibilidades para obtener muy distintos tonos en los transmisores y receptores, que realmente se ve amenazado el sistema telefónico, y también todo el sistema periodístico.

—¡Nuestro sistema periodístico!

—Ciertamente; las noticias podrán comunicarse directamente cada hora á las casas de los subscriptores que tengan receptores con el tono correspondiente al del transmisor de la agencia distribuidora de noticias. Entonces el subscriptor no tendrá más que leer su tira para saber lo que está sucediendo en el mundo.

Hablaron después de otras posibilidades de la telegrafía sin hilos y de los servicios que el invento de Marconi puede prestar en las guerras futuras.

IV

El Registrador Automático Ducretet.

51. El aparato primitivo de Marconi tenía el inconveniente de que era estrictamente necesaria la presencia del telegrafista en cada estación para poner en movimiento el mecanismo de relojería del receptor á cada llamada.

El inteligente constructor francés E. Ducretet, ha construido un registrador automático que permite la supresión

del telegrafista. Para la telegrafía hertziana sin alambres esto tiene grandísima importancia; el radio conductor Branly es de una sensibilidad tal que puede registrar todas las ondas eléctricas susceptibles de obrar sobre el tubo de limadura; aun las ondas de origen atmosférico.

52. El registrador, de una manera automática, hace desenrollar la tira de papel desde que llega la primera onda, y se detiene, también automáticamente, al cesar las ondas. Un espacio blanco separa cada despacho ó cada recepción de ondas eléctricas atmosféricas.

En tiempo de tempestad, el receptor puede registrar las descargas atmosféricas, por lo que el radio-conductor tiene uno de sus electrodos en comunicación con la tierra y el otro con un alambre vertical, aislado, fijo á un mástil.

53. El día 11 de Junio de 1898, durante una tempestad que duró de las 2 y 30 á las 3 y 40 de la tarde, uno de los registradores Ducretet, establecido en la casa de este constructor, en París, inscribió 311 descargas atmosféricas intermitentes. Estas descargas fueron registradas antes de la aparición del relámpago.

54. Desde luego se ve que un registrador de esta clase debe ocupar lugar importante entre los aparatos de todo Observatorio Meteorológico.

El radio-conductor Branly, ligado con tierra y con el hilo conductor aéreo, constituye un excelente pararrayo telegráfico que no presenta peligro alguno.

55. Respecto á las distancias á que se ha conseguido enviar telegramas sin alambres, diremos que en los primeros experimentos de Popoff se alcanzó una longitud de 1,500 metros, y poco después de 5,000 metros, por encima del mar, teniendo el mástil una altura de 18 metros.

El Sr. Ducretet ha hecho experimentos entre la torre

Eiffel y el Panteón. La distancia es de cuatro kilómetros y entre las dos estaciones hay muchísimas construcciones muy altas. Aun en días de lluvia y de niebla densa, los despachos han llegado muy bien.

56. Marconi ha conseguido enviar telegramos á 25 kilómetros, y últimas noticias indican que se ha alcanzado ya una distancia de 50 kilómetros.

V

Experimentos de Hertz, para laboratorio.

57. Ya dijimos que los experimentos de Hertz demuestran la analogía que existe entre las ondas eléctricas y las ondas luminosas.

Hay ahora un pequeño aparato con el que se pueden repetir los preciosos experimentos de Hertz.

Se compone de dos espejos cilindro-parabólicos idénticos, de unos 44 centímetros de altura por 30 de abertura. Los espejos son de metal pulimentado y tienen unas columnas que pueden subir y bajar para colocarlos á la altura conveniente. Uno de los espejos lleva en su línea focal un pequeño oscilador de Hertz, que está aislado del espejo por medio de unas piezas de ebonita.

58. El manantial de electricidad debe ser un carrete de Ruhmkorff que dé 4 ó 5 centímetros de chispa, ó mejor una máquina de Wimshurst, de dos platillos de 47 centímetros de diámetro y con sus condensadores.

59. El espejo receptor lleva en su línea focal un radio-

conductor de Branly en cuyo circuito hay una pila y un timbre eléctrico.

Cuando se hace funcionar la máquina saltan las chispas, se producen las ondas, la limadura se hace buena conductora y entonces suena el timbre. Basta pegar un golpecito al tubo de Branly para que pierda su conductibilidad y el timbre deje de sonar.

60. Para demostrar que la transmisión se hace en línea recta, basta interponer entre los dos espejos una pantalla metálica, y aun cuando salten chispas en el espejo transmisor, el timbre no sonará.

Si en lugar de pantalla metálica se pone una pantalla de madera, vidrio, cartón ó ebonita, el timbre sí suena, lo que indica que esos cuerpos sí se dejan atravesar por las ondas eléctricas.

61. Para demostrar la reflexión de las ondas eléctricas se colocan los dos espejos de manera que sus ejes sean perpendiculares. En seguida se pone una pantalla de metal perpendicularmente á la bisectriz del ángulo formado por los ejes de los espejos. Si se hace funcionar la máquina, el timbre suena; pero basta desalojar la pantalla de manera que deje de ser perpendicular á la bisectriz, para que el timbre deje de sonar.

62. Todos estos experimentos, fáciles de realizar, serían de gran utilidad en las escuelas para comprender el maravilloso descubrimiento de la "telegrafía sin alambres."

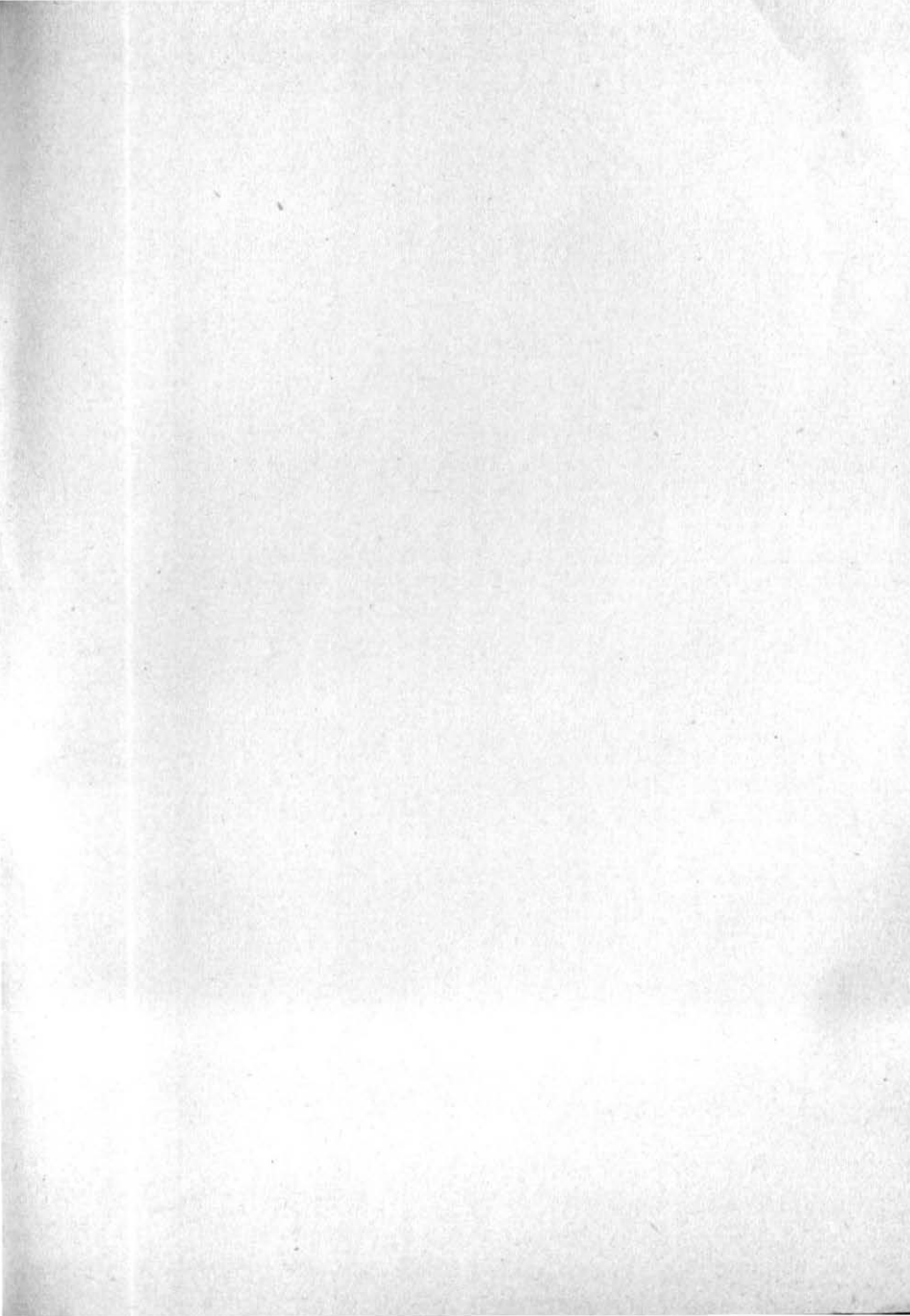
FIN.

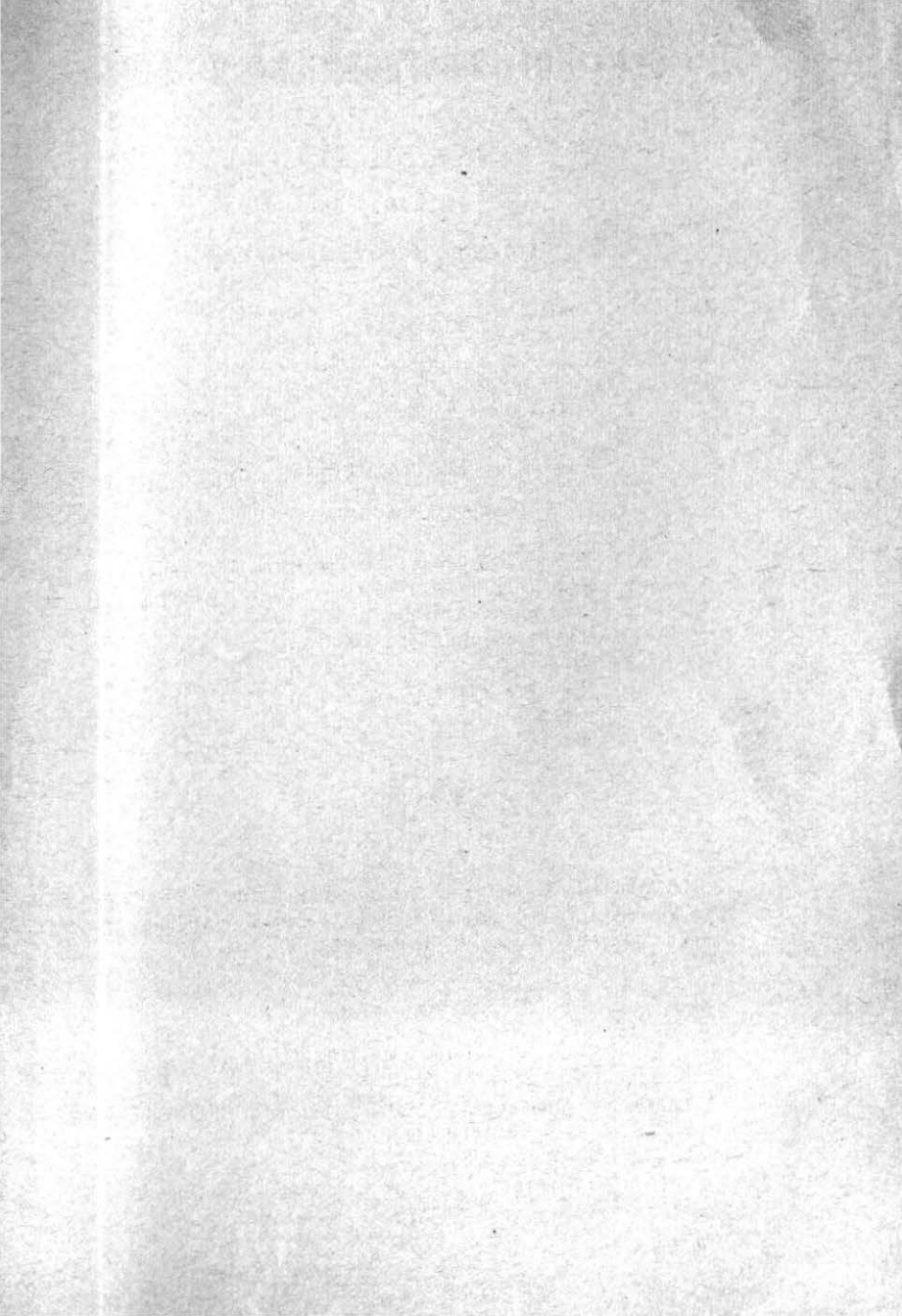
INDICE.

	Págs.
I.—Las ondas Hertzianas.....	5
II.—Los trabajos de Marconi.....	13
III.—Los últimos experimentos.....	19
IV.—El Registrador Automático Ducretet.....	38
V.—Experimentos de Hertz, para laboratorio.....	40

INDEX

1	Introduction
2	1. The first part of the book
3	2. The second part of the book
4	3. The third part of the book
5	4. The fourth part of the book
6	5. The fifth part of the book
7	6. The sixth part of the book
8	7. The seventh part of the book
9	8. The eighth part of the book
10	9. The ninth part of the book
11	10. The tenth part of the book
12	11. The eleventh part of the book
13	12. The twelfth part of the book
14	13. The thirteenth part of the book
15	14. The fourteenth part of the book
16	15. The fifteenth part of the book
17	16. The sixteenth part of the book
18	17. The seventeenth part of the book
19	18. The eighteenth part of the book
20	19. The nineteenth part of the book
21	20. The twentieth part of the book
22	21. The twenty-first part of the book
23	22. The twenty-second part of the book
24	23. The twenty-third part of the book
25	24. The twenty-fourth part of the book
26	25. The twenty-fifth part of the book
27	26. The twenty-sixth part of the book
28	27. The twenty-seventh part of the book
29	28. The twenty-eighth part of the book
30	29. The twenty-ninth part of the book
31	30. The thirtieth part of the book
32	31. The thirty-first part of the book
33	32. The thirty-second part of the book
34	33. The thirty-third part of the book
35	34. The thirty-fourth part of the book
36	35. The thirty-fifth part of the book
37	36. The thirty-sixth part of the book
38	37. The thirty-seventh part of the book
39	38. The thirty-eighth part of the book
40	39. The thirty-ninth part of the book
41	40. The fortieth part of the book
42	41. The forty-first part of the book
43	42. The forty-second part of the book
44	43. The forty-third part of the book
45	44. The forty-fourth part of the book
46	45. The forty-fifth part of the book
47	46. The forty-sixth part of the book
48	47. The forty-seventh part of the book
49	48. The forty-eighth part of the book
50	49. The forty-ninth part of the book
51	50. The fiftieth part of the book
52	51. The fifty-first part of the book
53	52. The fifty-second part of the book
54	53. The fifty-third part of the book
55	54. The fifty-fourth part of the book
56	55. The fifty-fifth part of the book
57	56. The fifty-sixth part of the book
58	57. The fifty-seventh part of the book
59	58. The fifty-eighth part of the book
60	59. The fifty-ninth part of the book
61	60. The sixtieth part of the book
62	61. The sixty-first part of the book
63	62. The sixty-second part of the book
64	63. The sixty-third part of the book
65	64. The sixty-fourth part of the book
66	65. The sixty-fifth part of the book
67	66. The sixty-sixth part of the book
68	67. The sixty-seventh part of the book
69	68. The sixty-eighth part of the book
70	69. The sixty-ninth part of the book
71	70. The seventieth part of the book
72	71. The seventy-first part of the book
73	72. The seventy-second part of the book
74	73. The seventy-third part of the book
75	74. The seventy-fourth part of the book
76	75. The seventy-fifth part of the book
77	76. The seventy-sixth part of the book
78	77. The seventy-seventh part of the book
79	78. The seventy-eighth part of the book
80	79. The seventy-ninth part of the book
81	80. The eightieth part of the book
82	81. The eighty-first part of the book
83	82. The eighty-second part of the book
84	83. The eighty-third part of the book
85	84. The eighty-fourth part of the book
86	85. The eighty-fifth part of the book
87	86. The eighty-sixth part of the book
88	87. The eighty-seventh part of the book
89	88. The eighty-eighth part of the book
90	89. The eighty-ninth part of the book
91	90. The ninetieth part of the book
92	91. The ninety-first part of the book
93	92. The ninety-second part of the book
94	93. The ninety-third part of the book
95	94. The ninety-fourth part of the book
96	95. The ninety-fifth part of the book
97	96. The ninety-sixth part of the book
98	97. The ninety-seventh part of the book
99	98. The ninety-eighth part of the book
100	99. The ninety-ninth part of the book
101	100. The hundredth part of the book





OBRAS DEL PROFESOR LUIS G. LEON.

PRIMERA SERIE.

INSTRUCCIÓN PRIMARIA ELEMENTAL.

Lecciones de Cosas, 1er. año.	Geografía Física, 2º año.
Lecciones de Cosas, 2º año.	Geometría, 1º y 2º año.
Lecciones de Cosas, 3er. año.	Moral, 3º y 4º año.
Lecciones de Cosas, 4º año.	Aritmética, 1er. año.
Cuadernos de Escritura núm. 1 y núm. 2.	

SEGUNDA SERIE.

INSTRUCCIÓN PRIMARIA SUPERIOR.

Física y Meteorología, 1er. semestre, 1er. año.			
Química, 2º	„	1er.	„
Mineralogía y Botánica, 1er.	„	2º	„
Fisiología ó Higiene, 1er.	„	2º	„
Zoología, 2º	„	2º	„
Higiene y Medicina, 2º	„	2º	„
Geografía, 1er.	„	1er.	„
Geografía, 2º	„	1er.	„

TERCERA SERIE.

INSTRUCCIÓN NORMAL.

La Atmósfera, Elementos de Meteorología.—Análisis de Sales.—Album de Nubes.—Agenda de Física y Química.—Agenda de Química Orgánica.—La Clave del Appleton.—El Tercer Lector, 2ª parte.

CUARTA SERIE.

OBRAS DIVERSAS.

La Cría de los Canarios.—Cien Experimentos de Electricidad y Magnetismo.—Cien Experimentos de Óptica.—Ciento veinte Experimentos de Física.—La Telegrafía sin alambres.