

“Desde la aparición del teléfono en Europa, muchos inventores pretenden haber logrado hacer hablar un teléfono de modo que se le oiga desde todos los puntos de un gran salón. Hemos visto que M. Bell había conseguido ya este resultado, y por este concepto se han obtenido en estos últimos tiempos resultados que se creen mucho mejores. Pero la verdad es que un teléfono común puede emitir perfectamente sonidos musicales que pueden oírse en una estancia bastante capaz, estando el oyente arrimado á la pared.” (*El Teléfono.*)

El arreglo de los aparatos es una de las condiciones indispensables de su buen funcionamiento. Por esto consideramos oportuno reproducir textualmente una carta interesante dirigida al autor que acabamos de citar por el coronel de Champvallier, y así se tendrá además una idea de los servicios que el teléfono puede prestar al ejército.

“Sin duda sabrá V. que en la escuela militar de Clermont se hace continuo uso del teléfono Bell, no tan sólo durante los ejercicios de fuego, sino también para comunicar desde mi despacho con el campo de tiro, situado á 15 kilómetros. Hace más de un año que está instalada esta línea telefónica, y jamás se han interrumpido un solo momento las comunicaciones. Hablamos en voz baja, y todos nos servimos indistintamente de los teléfonos, sin perder nunca una palabra. Es tan fácil hablar y oír, que durante el invierno un sargento dictaba todas las mañanas dos páginas á un artillero de escasa instrucción, que custodia nuestro puesto á 1,000 metros de altitud; éste deletreaba todas las palabras, y de este modo se le ha podido dar con muy buen resultado lecciones de ortografía y hasta de pronunciación. Pues bien, el dictado y la repetición no ocupan nunca más de media hora, precisamente el tiempo que sería menester para las mismas operaciones si el maestro y el discípulo estuvieran en la misma habitación.

„Cada estación telefónica tiene tres teléfonos: uno, provisto de una boquilla de 30 centímetros de largo para hablar, está colocado en una posición invariable á 45°, sobre la mesa; con los otros dos teléfonos, adaptados á una montera especial que los coloca por sí misma junto á los dos oídos, se puede oír por mucho ruido que haya, y sin que las personas situadas en la estación telefónica tengan que interrumpir sus conversaciones. De este modo los interlocutores conservan sus manos en libertad.

„Nuestro hilo no es el único que hay en los postes que lo sostienen, y mientras escuchamos á nuestro interlocutor telefónico, se oyen los despachos Morse ó Hughes que pasan por los hilos vecinos, y hasta los telefónicos cursados por el que va del Puy de Dôme al observatorio de Clermont. Estos ruidos extraños no nos molestan gran cosa, pues yo he podido hablar á *media voz* á 65 kilómetros de distancia, entre San Germán de los Fosos y Clermont, á pesar de un tictac muy fuerte producido por el paso de los despachos Morse por más de diez hilos vecinos. Todos estos resultados no concuerdan con los obtenidos en la mayor parte de las estaciones telefónicas, en las cuales casi se ha renunciado á usar tan maravilloso instrumento, por haberse observado que, siendo muy claro y muy sensible al principio, á la larga se vuelve la audición difícil é irregular. Conforme lo ha supuesto usted, el secreto del buen éxito que aquí logramos consiste únicamente en nuestro método de arreglo del aparato, único objeto de la presente carta.

„Los teléfonos comunes tienen un tornillo de graduación que se ha de arreglar con un desatornillador procediendo á tientas por decirlo así, y gracias á que no se fuerce el imán contra la placa vibrante estropeándola, lo cual sucede con frecuencia en las estaciones que, como la nuestra, están á merced de todos, sean hábiles ó torpes ó ignorantes.

„Con el auxilio de M. Chatard, diestro aficionado de Clermont, hemos reemplazado la cabeza del tornillo de graduación con un botón bruñido que lleva en la base de su eje una aguja perpendicular á él. Esta aguja se mueve en la superficie de un círculo de cobre cuya circunferencia está dividida en doce partes iguales, señaladas con los números 1, 2, 3, etc.

„Empiézase por arreglar el teléfono haciendo leer con el mismo tono al correspondiente y dando vuelta al botón regulador hasta el máximo de claridad de la audición; si el teléfono debe servir solamente para escuchar (lo cual es preferible en una estación bien instalada), no hay necesidad de más arreglo.

„Si debe servir únicamente para hablar, se le arregla mediante la operación inversa, es decir, hablando uno mismo y dando vueltas al botón á la derecha ó á la izquierda, hasta que el correspondiente avise que oye con toda claridad las palabras. Si debe servir para hablar y oír, después de arreglarlo de los dos modos descritos y de observar las dos posiciones de la aguja en la circunferencia del limbo, posiciones siempre muy próximas, pero diferentes, se da á la punta de la aguja una posición intermedia.

„De todos modos, una vez bien arreglado el teléfono, habrá que alejarlo ó acercarlo muy poco al imán de la placa vibrante para arreglarlo de nuevo según la temperatura, el estado eléctrico ó húmedo del aire, la fuerza de imanación cambiante de la barra, etc. La experiencia nos ha enseñado que con la rosca de tornillo que aquí empleamos, basta una semicircunferencia recorrida por la punta de la aguja á derecha ó á izquierda para graduarlo perfectamente. Entonces ponemos una piecicita de detención en el límite á 180° de la posición de la aguja cuando se ha graduado el teléfono por primera vez, y nuestras placas vibrantes quedan á cubierto de las torpezas, voluntarias ó no, de los visitantes y de los indiscretos. Cada teléfono lleva un número de orden, y en un registro que se lleva *ad hoc* se inscribe, enfrente del número del aparato y en la primera columna, su punto de graduación, es decir, la división en que se encuentra la punta de la aguja. Cuando se le ha de graduar de nuevo, lo que es raro, se le examina previamente, y se hace la anotación correspondiente en otra columna con la fecha.

„Gracias á este sencillo procedimiento, es posible confiar á todos y sin necesidad de vigilancia los teléfonos, y colocar de nuevo, sin vacilación ni tanteos, el imán en su posición primitiva. Cuantos quieran valerse como nosotros del método citado, llegarán á servirse sin dificultad del maravilloso instrumento inventado por M. Bell, el mejor y más sencillo de todos, y que en mi concepto no necesita perfeccionamiento alguno, á lo menos para las distancias cortas.

„Y en efecto, ¿qué más puede pedirse á un instrumento sino que transmita á 15 ó 20 kilómetros la voz con su timbre y su vigor, aun cuando se haya de dirigir á la vez, como yo lo he hecho, á veinte personas, poniendo en el mismo circuito veinte teléfonos?„

IV

TELÉFONOS DE ARTICULACIÓN DE VARIAS FORMAS

Desde la invención de Graham Bell se ha modificado la construcción del teléfono de muchos modos con objeto de perfeccionarlo; como la mayor parte de estas modificaciones son de importancia secundaria, describiremos tan sólo dos ó tres de las más interesantes.

El teléfono de Siemens se distingue del de Bell por su imán de herradura, cada uno de cuyos apéndices polares tiene una bobina enfrente de la placa vibrante, y por un avisador en forma de silbato que se atornilla al orificio de la embocadura. Una varilla fija en la boquilla del silbato se apoya en la placa, y cuando se sopla en aquel, comunica las vibraciones de la boquilla al diafragma, resultando en el receptor una señal de llamada bastante fuerte para que se oiga á cierta distancia. Oído este aviso, se desatornilla el silbato y se habla como de costumbre.

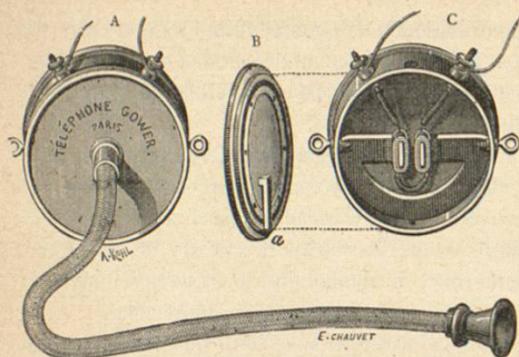


Fig. 382.—Teléfono Gower

El teléfono Siemens tiene el inconveniente de ser un tanto pesado, pero compensa este defecto con su potencia; el que habla puede situarse casi á dos metros de la embocadura, y el oyente puede comprender lo que se le dice estando situado á notable distancia del aparato receptor. Este teléfono ha sido adoptado para el servicio del ejército y de la marina holandesa.

El sistema Gower es también notable por la potencia de los sonidos emitidos, que ha permitido hacer oír las palabras transmitidas con aparatos bien contruados, en grandes salones como los de sesiones del Instituto ó de la Sociedad de Fomento. Por desgracia, sus sonidos son de un timbre metálico muy marcado, y la palabra no tiene toda la claridad apetecible.

La figura 382 demuestra cuál es la disposición de este aparato. En C se ve que el imán tiene la forma de un anillo semicircular cuyos brazos, siguiendo un diámetro, presentan sus apéndices polares, de forma oblonga, enfrente uno de otro, á corta distancia del centro. Unas hélices de alambre muy fino los rodean y están enlazadas con los tornillos de empalme del circuito en la parte exterior del teléfono. El diafragma, más grueso y mucho mayor que las placas ordinarias, está adaptado á una caja plana de latón B, que forma la tapadera de la caja C. En el centro de esta tapadera hay un tubo acústico que sirve, ya para hablar aplicando la boca á la embocadura, ó ya para oír acercándose al oído. En a se ve un tubo encor-

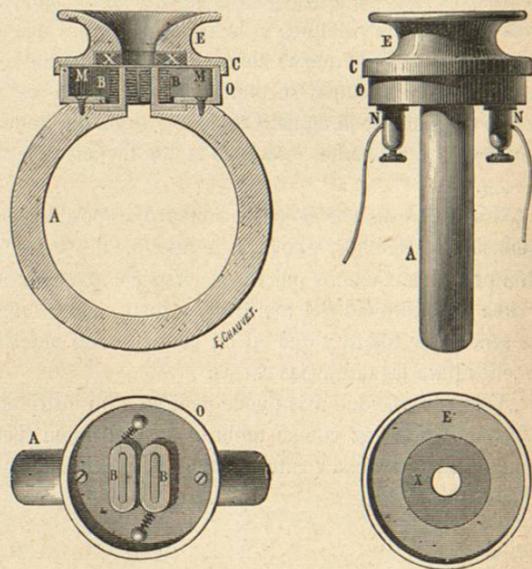


Fig. 383.—Teléfono Ader

vado que contiene una boquilla, la cual vibra cuando se sopla en el tubo acústico; las vibraciones de esta boquilla, transmitidas directamente al diafragma, y por las corrientes inducidas al receptor, producen un sonido bastante fuerte, como el de una trompeta, que sirve de avisador.

Cuando se habla en voz baja, se hace uso en las dos estaciones de la trompeta acústica que se ve en el grabado; pero si se ha de transmitir la palabra á cierta distancia, por ejemplo á los diferentes puntos de un salón, se reemplaza el tubo del receptor por una gran trompeta resonadora ó portavoz. La potencia de este teléfono estriba en la fuerza magnética de su imán, en las grandes dimensiones de la placa vibrante y en la caja metálica sonora que amplifica los sonidos emitidos.

El teléfono Ader, cuyas diferentes partes están representadas en la figura 383, ya en sección ó ya exteriormente, se distingue especialmente del de Bell por la adición de una pieza de hierro dulce XX en forma de anillo que sirve de armadura excitadora. El imán, que es circular, tiene sus dos polos rodeados de las hélices BB, como el teléfono Gower, y van á parar enfrente del anillo, delante de la placa que constituye el diafragma. La armadura tiene por objeto aumentar con su masa la intensidad de las reacciones magnéticas entre el diafragma y los polos del imán, y por consecuencia, de las corrientes inducidas desarrolladas en los hilos de los carretes por los movimientos vibratorios de la placa.

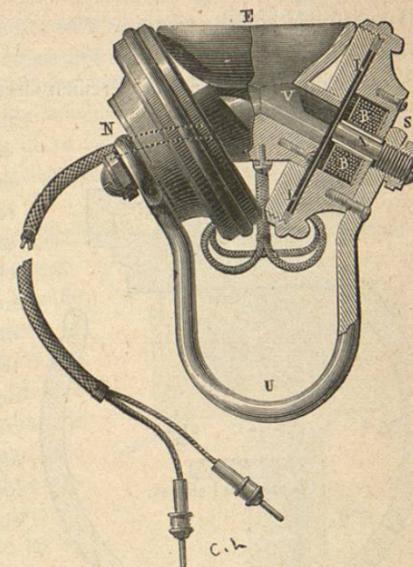


Fig. 384.—Teléfono Gray de doble diafragma

El sistema Ader funciona sobre todo como receptor, y en este caso se hace uso de un transmisor microfónico, según veremos más adelante al tratar de los teléfonos de pilas. Pero también se le puede emplear utilizando el mismo aparato como transmisor y como receptor, y entonces funciona sin pila, como el teléfono Bell.

Para terminar este artículo haremos mención de los sistemas de teléfonos de diafragmas múltiples. El objeto que se han propuesto los inventores de estos aparatos consiste en aumentar la intensidad de las corrientes desarrolladas por la influencia de la voz; para esto hacen que en la embocadura ó en la envoltura del transmisor ejerzan las vibraciones del aire una reacción en dos ó muchos diafragmas aislados, armado cada cual de su órgano electromagnético.

Unas veces, como en el teléfono de Elisha Gray, son dos teléfonos Bell acoplados con una embocadura común E y dos conductos á derecha é izquierda, los cuales van á

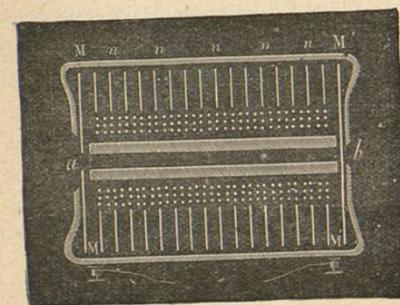


Fig. 385.—Sistema de diafragmas múltiples de Trouvé

consiste en aumentar la intensidad de las corrientes desarrolladas por la influencia de la voz; para esto hacen que en la embocadura ó en la envoltura del transmisor ejerzan las vibraciones del aire una reacción en dos ó muchos diafragmas aislados, armado cada cual de su órgano electromagnético.

Unas veces, como en el teléfono de Elisha Gray, son dos teléfonos Bell acoplados con una embocadura común E y dos conductos á derecha é izquierda, los cuales van á

parar á un diafragma que vibra enfrente del polo A del imán de herradura U; otras veces, como en el sistema Trouvé, hay un imán tubular colocado perpendicularmente á los dos diafragmas, uno de los cuales lleva en su centro un agujero *a* del mismo diámetro que la parte hueca del imán, que está envuelto en toda su longitud por una hélice. Otras series de láminas vibrantes *nnn* se hallan colocadas entre las primeras y en una dirección paralela. He aquí cuáles son, según M. Trouvé, las ventajas de esta disposición:

“Aplicando el oído á *a* se perciben directamente los sonidos producidos por la primera placa M, y los de la segunda llegan á él por el interior del tubo imán. Esta nueva disposición es muy á propósito para comparar prácticamente los resultados dados por un teléfono de una sola membrana, como el de Bell, y los de un teléfono de varias membranas; pues, en efecto, basta escuchar alternativamente en las dos caras de este teléfono para advertir al punto la diferencia de intensidad de los sonidos percibidos. Recogidos éstos en *a*, del lado de la membrana agujereada, parecen de doble intensidad que los recogidos en *b* del lado de la membrana entera que constituye el teléfono ordinario.

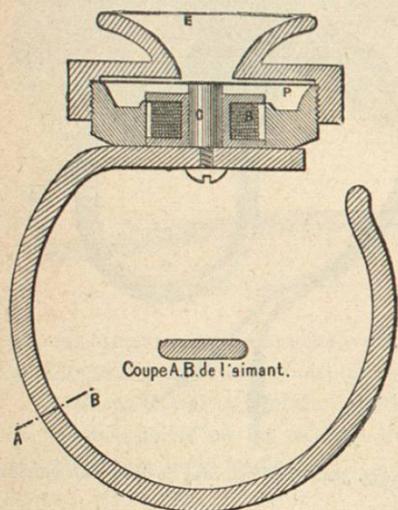


Fig. 386. — Teléfono *pony-crown* de Phelps

„Esta diferencia es mucho más marcada si, al transmitir ó recibir un sonido de invariable intensidad al través de un teléfono múltiple, se impide varias veces que vibre la membrana M’.”

En lugar de multiplicar las placas vibrantes, se ha discurrido también aumentar el número de imanes sobre que éstas actúan. Entre los aparatos de este género citaremos el *crown-telephone* ó *teléfono de corona* de M. Phelps, cuyo nombre procede de la forma exterior que le dan seis imanes á modo de anillo. Los seis polos del mismo nombre de estos imanes convergen hacia el centro del diafragma del teléfono, al paso que los otros seis polos se apoyan en el borde exterior del mismo disco. De este modo el campo magnético resulta extendido y reforzado, aumentando la potencia del instrumento. Hay que suponer, sin embargo, que la ventaja de esta disposición no es muy grande, porque el mismo inventor ha sustituido su teléfono con el *pony-crown* (fig. 386), que difiere solamente del de Bell por la forma de anillo aplanado de su imán, y por el cilindro de hierro dulce G que sirve de núcleo á la bobina y se coloca perpendicularmente al centro del diafragma.

V

TELÉFONOS DE PILAS

Los aparatos telefónicos que acabamos de describir y que, exceptuando algunas modificaciones más ó menos acertadas de tal ó cual parte, no son más que reproducciones del teléfono Bell, tienen por principio común la transmisión de corrientes inducidas variables, suscitadas por las vibraciones de una placa metálica delante del polo de un

imán. Estos son los llamados *teléfonos magnéticos*, que, desde el punto de vista de la repetición de los sonidos articulados en una línea perfectamente aislada, funcionan todo lo bien posible.

Pero en la práctica, en que los hilos conductores de las líneas telefónicas de alguna longitud experimentan perturbaciones de todo género, efectos de inducción causados por los hilos inmediatos, derivaciones por los postes y por la tierra, influencia de las corrientes telegráficas, etc., es raro que funcionen bien los teléfonos ordinarios; la intensidad de las corrientes inducidas es demasiado débil para que el trabajo mecánico de la voz no haya perdido en gran manera de su valor al llegar á los aparatos receptores. Los sonidos reproducidos son más débiles que los del transmisor, y en todo caso no pueden aventajarlos en intensidad.

Se ha procurado obviar ó vencer esta dificultad. Para ello, en vez de utilizar las vibraciones de la placa del transmisor en engendrar las corrientes cuyas variaciones se han de dirigir al conductor, se las emplea solamente en producir las mismas variaciones en una corriente tomada de una generatriz independiente, de una pila. Así pues, las modificaciones que se han de introducir en el aparato tienen relación tan sólo con el transmisor, en cuya composición debe entrar una materia especial, susceptible de una resistencia eléctrica variable, cuando recibe las vibraciones del transmisor. Esta materia, colocada en el circuito de la pila, puede ser un líquido ó un sólido. Se han hecho varias pruebas con los líquidos, el agua, el mercurio, etc.; pero como no han dado ningún resultado práctico, hablaremos solamente de los teléfonos de pilas en que se emplean sólidos dotados de una variabilidad de resistencia conveniente, y en especial el carbón. El transmisor de carbón de Edison y el micrófono de Hughes

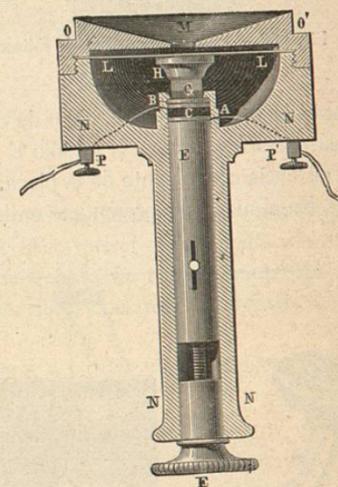


Fig. 387. — Transmisor del teléfono de carbón de Edison

han sido inventados con dos años de diferencia, en 1876 y 1878, y ambos han dado la solución del problema. Más adelante hablaremos del micrófono; ocupémonos ahora del teléfono de carbón; pero antes de describirlo no omitamos decir que somos deudores á nuestro compatriota M. Du Moncel del descubrimiento del principio científico en que se basa la construcción del transmisor de carbón de Edison, así como la del micrófono Hughes, según lo ha reconocido el ilustrado físico inglés sir W. Thomson. Este principio puede enunciarse como sigue: *La presión ejercida en el punto de contacto entre dos cuerpos conductores apoyados uno en otro puede influir considerablemente en la intensidad eléctrica desarrollada, y también: El aumento de la intensidad de una corriente con la presión ejercida en el punto de contacto es tanto mayor cuanto más resistencia presentan los conductores y cuanto más ó menos duros y limpios estén éstos.*

El primitivo transmisor de carbón de Edison (fig. 387) sólo se parece exteriormente al teléfono Bell. He aquí cuál es su disposición interior: A y B son dos láminas tenues de platino, enlazadas á los botones de empalme del circuito P y P'. Entre estas láminas hay un disco de carbón C, obtenido comprimiendo ligeramente negro de humo proce-

dente de la combustión de lámparas de petróleo en un recinto cerrado. Esta pasta de carbón, intercalada como se acaba de ver en el circuito de la pila, constituye el sólido de resistencia variable del transmisor. Las variaciones de presión ocasionadas por los movimientos vibratorios de la placa vibrante LL son transmitidas por medio de una al-

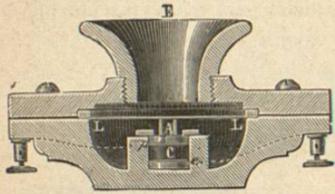


Fig. 388.—Teléfono de carbón de Edison

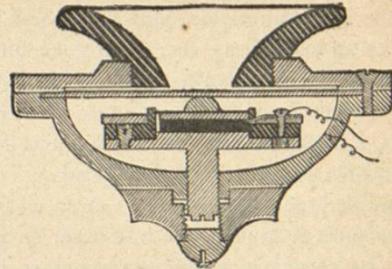


Fig. 389.—Nuevo modelo del transmisor de carbón de Edison

mohadilla formada de un disco de corcho H y un anillo de caucho G. Para graduar este instrumento se mueve el tornillo F y el pistón E, acercando así el sistema microfónico á distancia conveniente de la placa.

En el modelo representado en la figura 388 se ha suprimido el mango del aparato y se hace la graduación por medio de un tornillo situado debajo de *e*. La lámina de platino está apoyada en el conductor de carbón C por un disco *b* de aluminio, sobre el cual hay un pequeño cilindro de hierro A en contacto con la placa vibrante LL.

Finalmente, la última modificación introducida por Edison en su transmisor es la representada en la figura 389. El disco de carbón está sobre un soporte que se separa ó acerca á la placa vibrante con un tornillo, efectuándose el contacto en el centro de ésta por el intermedio de una lámina de platino rematada en un botoncito de marfil.

El receptor es el mismo que hemos descrito anteriormente con el nombre de *pony-crown*. Es de notar que las corrientes de la pila, después de sufrir las variaciones que les comunica la placa

vibrante por medio del conductor de resistencia variable, no van á parar directamente al receptor, sino que atraviesan el hilo inductor de un pequeño carrete de inducción, siendo el hilo inducido el que se pone en relación con el aparato receptor. La figura 390 muestra cómo están dispuestos los aparatos de este sistema en una estación telefónica: á la izquierda se ve el transmisor sobre un soporte articulado que permite mantenerlo con una inclinación conveniente á la altura de la boca del expedidor; debajo del pupitre

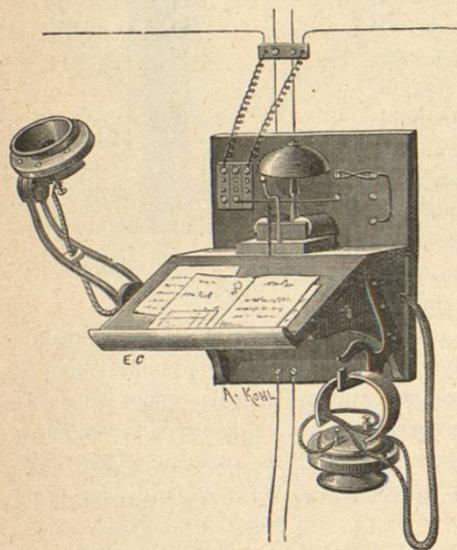


Fig. 390.—Aparatos de una estación telefónica del sistema Edison

y á la derecha está el *pony-crown* receptor suspendido en su posición de reposo; cuando el timbre da el aviso, se le descuelga y se le aplica al oído. Esta disposición es la de los teléfonos de los abonados; en las estaciones telefónicas, el transmisor y el receptor están reunidos por un muelle encorvado que sirve de mango, merced al cual se los puede aplicar simultáneamente, uno al oído y el otro á la boca.

Los teléfonos que nos resta describir tienen también transmisores de carbón, pero difieren en tales términos de los que se derivan del transmisor Bell, y por el contrario, tienen tales semejanzas con el micrófono, que ante todo vamos á describir este aparato, cuyo inventor es M. Hughes.

CAPÍTULO VIII

EL MICRÓFONO.—EL FOTÓFONO

I

EL MICRÓFONO

Así como el microscopio hace perceptibles á la vista los objetos que no son fácilmente visibles á causa de su pequeñez, el micrófono hace que el oído perciba sonidos que en las circunstancias ordinarias no llegan á oírse á causa de su escasa intensidad. Más generalmente hablando, es un amplificador de las vibraciones sonoras, ó mejor aún, de los efectos mecánicos que las acompañan (1).

M. Hughes, el inventor del micrófono, vino á parar á su descubrimiento en virtud de una serie de experimentos que tenían por objeto averiguar la influencia que podían ejercer las vibraciones sonoras en la conductibilidad eléctrica. He aquí uno de estos experimentos, bastante curioso de por sí.

Sobre una tablita horizontal se ponen dos clavos de hierro, dos puntas de París, á corta distancia uno de otro (fig. 391), y se los une á los dos hilos del circuito de una pila, que comprende también un receptor telefónico. Si se cierra el circuito con un tercer clavo puesto transversalmente sobre los otros dos, se tiene un sistema muy sensible, con el cual se podrán percibir tenues ruidos, como el de la respiración. La transmisión de las vibraciones sonoras se efectúa por el contacto imperfecto de las dos puntas de metal con la que las une y las

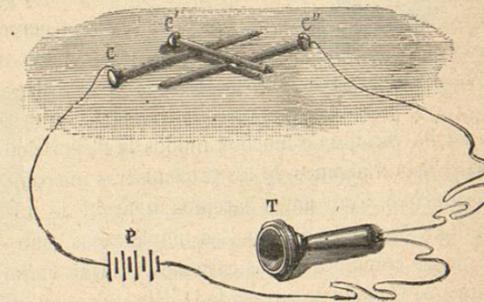


Fig. 391.—Experimento de M. Hughes

(1) No debe creerse que la analogía del microscopio y del micrófono sea otra que la de los efectos producidos, por más que sus nombres se parezcan. Nada prueba que los sonidos mismos son los amplificadas. Aun cuando la teoría del micrófono está tan incompleta como la del teléfono, parece probable que en él haya una transformación de movimientos moleculares en vibraciones sonoras más bien que una verdadera amplificación.