AVANCES Y AVALANCHAS DEL SIGLO XIX

La radio y la nueva globalización

Pedro Costa, *Ingeniero Técnico de Telecomunicación. Profesor de la EUITT de Madrid*

La transmisión de señales eléctricas sin soporte metálico llegó a constituir un objetivo científico-técnico que se fue precisando mientras se avanzaba en el respaldo empírico a ese cuerpo teórico tan bello y coherente de las leyes de Maxwell. Una técnica prometedora se configuraba, así, al ritmo de la creación de dispositivos novedosos y prácticos que iban generando, y recibiendo, señales electromagnéticas con cada vez mayor capacidad, alcance y perfección. Entre la formulación de las leyes de Maxwell (1867) y la primera "travesía oceánica" de una señal eléctrica sin hilos (1901) transcurren unas pocas décadas de creaciones incesantes, maravillosas y simultáneas, surgiendo un elenco internacional de muy diversos científicos y experimentadores. Las tensiones político-militares en la Europa del momento estimularán estos desarrollos, una vez comprobada la utilidad del nuevo sistema de transmisión que, como ha sucedido tantas veces en la historia, empezó empleándose primeramente para propósitos de índole militar, concretamente la intercomunicación entre navíos de guerra.

Antena de Poldhu, en Cuarnalles.

DE MAXWELL A HERTZ Y MUCHOS OTROS

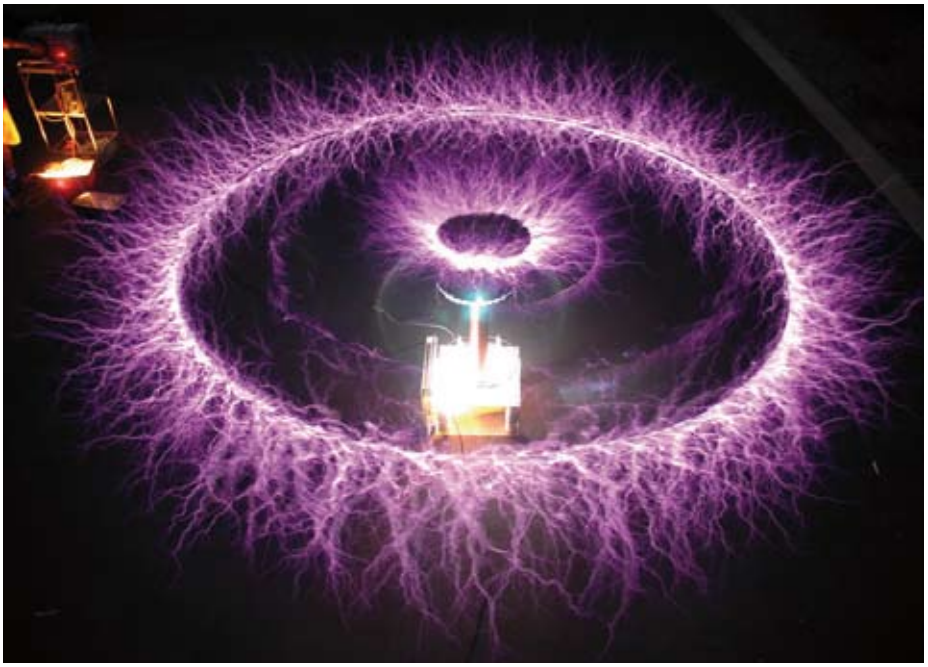
Ya aludimos en un capítulo anterior al excepcional trabajo teórico que James Clerck Maxwell realizó (1864-73) con sus ecuaciones del electromagnetismo, y a que tan brillante autor no pudo alcanzar a comprobarlas empíricamente, ni por él mismo ni por otros (su muerte, temprana, tuvo lugar en 1879, a los 48 años de edad).

El descubrimiento real y material de las ondas electromagnéticas tuvo lugar en 1887 y su autor fue el físico Rudolf Hertz (1857-94). Hertz se puso a estudiar las ecuaciones de Maxwell a partir de 1885 siendo catedrático en la Escuela Técnica de Karlsruhe, y en su laboratorio generó las primeras ondas (que a partir de ese momento se llamaron *ondas de radio*). Extraordinario estudiante (llegó a aprender árabe y sánscrito) y científico (formándose en ingeniería y en ciencias naturales), fue alumno de Helmholtz y de Kirchoff en la Universidad de Berlín, donde se doctoró; trabajó en las universidades de Kiel, Karlsruhe y Bonn (aquí sucedió en 1889 a Clausius en su cátedra), continuando los trabajos electromagnéticos hasta su muerte, que acaeció antes de cumplir 37 años.

Su primer experimento con ondas de radio (13 de noviembre de 1887) le permitió transmitirlas con los dos elementos esenciales: un oscilador propio de alta frecuencia, que se basaba en descargas de chispas sobre un "estallador" de bolas, y un "resonador" sin ningún conductor intermedio, que le permitía comprobar la existencia de chispas inducidas a distancia (1,5 metros). Esto le llevó a ajustes en la frecuencia de resonancia entre emisor y receptor, así como a la comprobación experimental de que las ondas de radio, como las de la luz, podían reflejarse, refractarse y polarizarse: poseían, en consecuencia, la misma naturaleza electromagnética (y ondulatoria). Así confirmó, materialmente, lo que Maxwell había predicho con expresión matemática. En su honor, la unidad de frecuencia, o ciclo por segundo, es llamado *hercio*, y en alemán se denominan diversos aparatos radio-

eléctricos con el término *funk* (arco) evocando los trabajos de Hertz. Entre sus trabajos no electromagnéticos destaca su descubrimiento del efecto fotoeléctrico (explicado posteriormente por Einstein).

También el desarrollo de la radiocomunicación, en un momento histórico de progresiva generalización e institucionalización de la ciencia física, se reveló como un proceso de acumulación y de continuidad de diversos trabajos y avances atribuibles a numerosos científicos o ingenieros. Así, las experiencias de Hertz en Karlsruhe sobre las ondas de radio (1885-89) siguieron, sin él saberlo, a los intentos fallidos de George Fitzgerald, un profesor en Dublín, y fueron seguidas muy de cerca por varios científicos en otros países, decididos todos ellos a perfeccionar una técnica que atraía y maravillaba grandemente. Citaremos aquí a algunos: al francés Edouard Branley, que creó (1891) el *cohesor*, un detector consistente en un tubo de cristal con limaduras de hierro que "respondían" a las ondas variando la resistencia[1] y que las detectaba mucho mejor que en el circuito original de Hertz; al inglés Oliver Lodge quien a diferencia de Hertz sí intuyó la utilidad de estas ondas en una *telegrafía sin hilos* (TSH) y que perfeccionaría la detección (1894) mejorando notablemente la sintonía de las frecuencias; al ruso Alexandr Popov, verdadero continuador de los trabajos de Hertz, que fue el primero que consiguió demostrar (24 de marzo de 1896) la transmisión y recepción de ondas de radio –que hizo avanzar hasta los 80 m.– para comunicación, además de ser el creador y perfeccionador de la antena (1897)[2]. Sin olvidar a David Hughes, el angloamericano profesor de música que en 1879 se adelantó a la saga Hertz-Marconi realizando trabajos –que no trascendieron en su día– en transmisión-recepción de ondas (y esto, después de inventar un telégrafo que mejoraba el de Morse y un primer micrófono de carbón). O a Nikola Tesla, que merece referencia detallada aparte.



Experimento de Tesla.

Teniendo en cuenta la trascendencia de las válvulas de vacío en el desarrollo de la radiocomunicación una vez que se pudieron superar las técnicas rudimentarias del tipo galena, resultan de obligada mención el inglés John Fleming y el norteamericano Alexander Lee De Forest. El primero, ingeniero eléctrico, estudió con Maxwell antes de dedicarse a la iluminación eléctrica como consejero de la compañía Edison de Londres y de vincularse a la compañía de Marconi, en la que colaboró directamente con éste; a partir de estudiar el efecto termoiónico observado en las lámparas de filamento construyó (1904) la primera válvula diodo, añadiendo un ánodo al filamento/cátodo. El segundo, infatigable inventor de patentes (de las que sin embargo no conseguía lucrarse), quiso mejorar los sistemas de radiocomunicación de su tiempo interesándose, entre otras cosas, por la amplificación de las ondas y el control de su magnitud: así obtuvo (1906) el tríodo añadiendo un tercer elemento, la *rejilla*, a los dos del diodo, llamándolo *audion* porque controlaba el volumen del sonido[3]. Las válvulas empezaron a aplicarse en 1914 sustituyendo al cohesor de Branly y al que le siguió, el de cristal de galena (que llegó a utilizarse hasta los años de 1950), implantándose de forma generalizada en el periodo de entreguerras.

La radio de galena consistía, básicamente, en un cristal detector de ese material, en el que se "pinchaba" para localizar y sintonizar emisiones de radiodifusión. Se empezaron a construir y difundir en 1907 y fueron de uso masivo en las décadas de 1920 y 30, manteniendo su popularidad, en realidad, durante casi medio siglo. Su primer creador fue el ingeniero electricista Pickard, que patenttó ese curioso detector.

MARCONI, TÉCNICO Y COMERCIANTE

Pero es Guglielmo Marconi (1874-1937), sin embargo, quien sigue protagonizando la historia, la leyenda y la fama del primer desarrollo de la radiocomunicación –que siguió llamándose telegrafía sin hilos, TSH, durante años– debido a su capacidad técnica, pero también a su instinto comercial y su habilidad para abrirse camino en los negocios y la política en una coyuntura político-internacional muy delicada.

El joven Guglielmo, nacido en una familia de terratenientes de Bolonia, estaba especialmente bien dotado para la observación y la puesta en práctica de

1 Este fenómeno había sido observado en 1884 por Temistocle Calzecchi Onesti, un modesto profesor lombardo al que la historia de la radiocomunicación no ha hecho justicia.

2 Popov, a diferencia de Marconi, desdeñó siempre el reconocimiento público de sus inventos y trabajos. Pero ya es considerado generalmente como el verdadero inventor de la radio (y no sólo por los rusos).

3 Y aportando a la humanidad uno de los veinte inventos considerados de mayor trascendencia.

Marconi.

circuitos y aparatos eléctricos, y esta habilidad fue reforzada por uno de sus maestros privados, el científico Augusto Righi, de la Universidad de Bolonia, que conocía bien las ondas electromagnéticas y había confirmado los trabajos de Hertz. Se cuenta que con apenas 20 años (septiembre de 1895) ya consiguió propagar una señal eléctrica a casi tres kilómetros experimentando con su hermano. Desde el punto de vista técnico lo que hizo Marconi fue ensamblar el oscilador de Hertz, el cohesor de Branly y la antena de Popov, y este fue el conjunto, modificado, que se dispuso a patentar; para ello, y ya que el Gobierno italiano no le prestó demasiada atención, a principios de 1896 se trasladó a Inglaterra, donde además poseía contactos familiares (su madre era de ascendencia irlandesa). Su patente de telegrafía inalámbrica que fue aprobada en julio de 1897, utilizaba señales de longitud de onda de 200 metros, lo que obligaba a recurrir a enormes antenas.

A partir del control de la patente de TSH Marconi fue ampliando progresivamente el alcance de sus señales e inmediatamente se dispuso a obtener beneficios económicos. Para ello creó la primera y más importante de sus empresas comerciales, que pronto seria la famosa, omnipresente y poderosa *Marconi Wireless and Telegraph* (1897), en la que se reservó el 50 por 100 de capital y el papel de director técnico; su clientela inicial estuvo constituida por los Estados, principalmente los ejércitos y la marina de guerra, los sistemas de señales marítimas y protección de la navegación, las intercomunicaciones marítimas… sin que se contemplara en absoluto el uso por el gran público. Mientras tanto, la alarma surgida entre las compañías de telegrafía eléctrica pudo confirmarse, ya que el nuevo sistema de comunicación parecía reunir ventajas totalmente sin precedente.

Numerosas fueron las demostraciones del sistema de Marconi, que fue mejorando sus características y aumentando su alcance. En el canal de Bristol consiguió, de forma pública, cubrir una distancia de cien kilómetros y en la isla de Wight montó una primera estación permanente que comunicaba con Bournemouth, en la costa sur inglesa. Regresó fugazmente a Italia llamado por la Marina de guerra, y allí demostró la eficacia de su sistema en la intercomunicación tierra-navíos, captando mensajes a 11,5 km. de distancia. También el Gobierno francés se interesó y le invitó a realizar algunas exhibiciones en 1899, concretamente en el centro de París y en el Canal de la Mancha (entre Wimerex y Dover). Ese mismo año se produjo la primera ocasión para demostrar la utilidad del sistema de comunicación por ondas entre navíos y tierra, salvándose el mercante *R. F. Mathews* de un naufragio seguro; en años posteriores la radiotelegrafía marina adquiriría su respaldo definitivo con motivo de los espectaculares naufragios del *Republic* (1909) y del *Titanic* (1912), en los que la intervención de la TSH tuvo un papel trascendental. En 1900 registró su famosa patente 7.700, que hacía resonar circuitos emisores y receptores (la sintonía).

«En 1904, Marconi consiguió que su patente de telegrafía inalámbrica prevaleciera sobre la de Tesla»

LA GLOBALIZACIÓN POR LAS ONDAS DE RADIO

La fecha considerada más decisiva en el despegue de la radiocomunicación es el 12 de diciembre de 1901, cuando Marconi consigue recibir una señal de Morse, concretamente la letra *S*, en Saint John de Terranova (Canadá), siendo enviada desde Poldhu, en la costa de Cornualles (Inglaterra) a 3.600 kilómetros de distancia. Se abría una nueva y sensacional etapa de globalización de las comunicaciones (y de paso se comprobaba que las ondas electromagnéticas no se "escapaban" de la atmósfera ya que lo que fue llamada *ionosfera* las hacía reflejarse indefinidamente).

Marconi supo establecerse sólidamente en Estados Unidos instalando una estación transmisora que prestó servicios radiotelegráficos entre las dos costas y haciendo coincidir sus intereses comerciales e industriales con primerísimas figuras de la industria eléctrica o las finanzas. Cuando en 1904 consiguió que su patente prevaleciera sobre la de Tesla este éxito se atribuyó a la poderosa red de amistades que había tejido, con Edison y

Carnegie entre sus valedores incondicionales. Pretendió mantener el monopolio de los sistemas de TSH, tanto militares como civiles, y así fue a partir de 1903 y durante varios años, pero pronto tuvo que hacer frente a una realidad inevitable e incontrolable, como eran las pretensiones legítimas de Estados, empresas e investigadores sobre una actividad que –pese a las legislaciones sobre patentes– no podía con justicia ser atribuida sólo a una empresa o firma. Aun así, su dominio persistió varios años tomando como base la fortaleza político-económica que había constituido en Gran Bretaña a partir del acuerdo logrado en 1904 con el *Post Office* para las comunicaciones de radio. El primer servicio público de TSH entre ambas orillas atlánticas se estableció en 1907.

Parte importante en el paisaje inevitablemente competitivo de la radio correspondió a la iniciativa alemana, cuya punta de lanza fue la creación de Telefunken en 1903, inicialmente como una unión de Siemens y AEG. La pugna entre Telefunken y Marconi se convirtió en la imagen de la división y rivalidad político-económica de Europa en las décadas de 1910 a 1930.

Sin duda debido a su influencia y al éxito espectacular de la radio, le fue concedido en 1907 el Premio Nobel de Física (que compartió con el científico alemán Kart Ferdinand Braun). Italia lo llamó durante la Primera Guerra Mundial, afortunadamente para él cuando su país cambió de bando y se alineó con los que acabarían venciendo. Fue nombrado senador vitalicio al acabar la guerra y marqués en 1929, pero tuvo que afiliarse al partido fascista de Mussolini (algo que ya no afectó a sus intereses internacionales).

UN PARÉNTESIS PARA EL GENIO DE TESLA

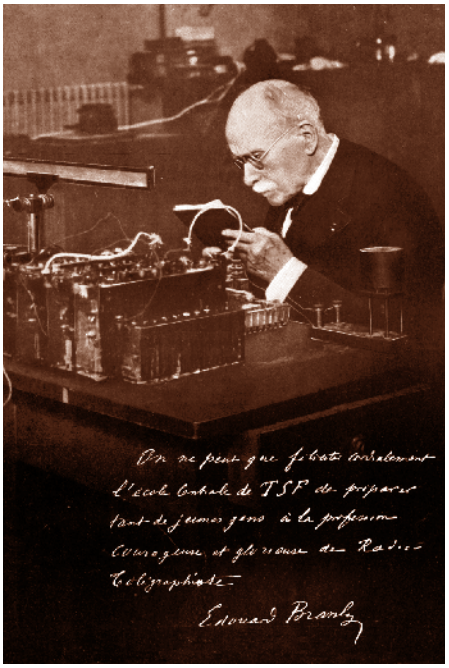
Los trabajos de Nikola Tesla (1856-1943) tuvieron lugar de forma contemporánea con los de otros científicos e ingenieros de sonoros nombres y perdurable fama a los que asistió o favoreció, siendo finalmente maltratado por todos ellos, lo que le produjo grandes sinsabores. Tesla vio frustrados muchos de sus inventos ante Edison y Marconi en especial, de forma parecida a como le sucedió a Meucci frente a Bell (haciéndosele justicia a ambos, al cabo del tiempo)[4].

Nikola Tesla (1856-1943) nació en el seno de una familia serbia ortodoxa en la ciudad de Smiljan (actualmente Croacia) y ya como estudiante sorprendió a sus maestros por su aptitud para las matemáticas y las ciencias, así como por una inmensa capacidad de inventiva y memorización que le permitía no necesitar maquetas o dibujos (y a veces, ni experimentar). En la Escuela Politécnica de Graz estudio matemáticas, física y mecánica, e ingeniería eléctrica en la Universidad de Praga; en Graz ya sorprendió a sus profesores hablándoles de las ventajas de la corriente alterna, uno de sus temas preferidos de trabajo y lo que ha hecho que muchos le llamen el "fundador de la industria eléctrica". Trabajó en Budapest como ingeniero y en 1882 se trasladó a París, donde conoció al socio europeo de Edison, que lo recomendó al famoso inventor norteamericano. De 1884 a 1886 trabajó en Nueva York para Edison, rompiéndose esta colaboración cuando Tesla insistió en promover la corriente alterna por poseer ventajas evidentes para impulsar la industria eléctrica: Edison, cuyos negocios en la corriente continua –exclusiva en Estados Unidos– ya eran muy lucrativos, se negó a este cambio y propició la ruptura con Tesla negándole los 50.000 dólares que le había prometido por varias de sus más útiles patentes, que sin embargo siguió explotando. Mejor le fue con George Westinghouse, con quien trabajó –ya había construido su motor eléctrico de inducción y había visto aceptada la corriente alterna– en el proyecto de central hidroeléctrica en el río Niágara, así como en el transporte de energía eléctrica a la ciudad de Buffalo (1896); al ser bien tratado por Westinghouse, lo que le permitió un corto respiro económico, acabó cediéndole muchas de sus patentes.

A partir de 1890 presta su atención a las ondas de radio y las altas frecuencias, así como a su gran tema: la transmisión de

4 En el caso de Tesla no hubo que esperar tanto como en el de Meucci, reconociendo la justicia norteamericana en 1943 (al poco de morir) que él era el inventor de la radio.

Hertz.



Eduard Branly.

Nicola Tesla.

Bibliografía

DOCAMPO, Gustavo (2000): *La radio antigua*, Marcombo, Barcelona.

VV. AA. (1981). 1981): *Un mundo sin distancias*, Salvat, Madrid.

WILLIAMS, Trevor I. (1987): *Historia de la tecnología. Desde 1900 hasta 1950*, vol. II, Siglo XXI, Madrid.

energía a distancia con altos niveles de potencia. En 1891 demostró en la Universidad de Columbia que cualquier tipo de aparato puede ser alimentado por un solo conductor, sin retorno, y en 1897 patentó este sistema. En 1891 había creado la "bobina de Tesla", que transforma la corriente continua de baja tensión en alterna de alta tensión y sigue utilizándose todavía. Y en 1893 construye el primer radiotransmisor patentándolo en 1897, tres años antes de Marconi (cuyo sistema de transmisión a larga distancia utilizaba un oscilador de Tesla…). La patente de la radio supuso que el serbio y el ítalo-británico se enzarzaran en pleitos, viéndose en 1904 favorecido Marconi (al cual apoyaban importantes políticos y financieros, incluyendo Edison y Carnegie entre los segundos), cuando éste ya utilizaba nada menos que ¡diecisiete patentes de Tesla!

De una rara generosidad, Tesla tenía siempre presente en sus trabajos el beneficio de la humanidad y la generalización de sus inventos al género humano. Precisamente fue su visión desprendida lo que le llevó a un nuevo fracaso en 1903, cuando el financiero Morgan le retiró la colaboración en su proyecto de transmisión eléctrica sin cables (que se inició con la construcción de la espectacular torre de Wardenclyffe, en Long Island), por considerar este propósito altruista contrario a sus intereses, claramente orientados a monopolizar el sistema y usufructuarlo por todo el mundo.

Un episodio especialmente lacerante para Tesla fue que Marconi recibiera en 1909 el Premio Nóbel de Física (junto con Ferdinand Braun), que lo puso furioso y le hizo rechazar el Premio Nóbel de Física cuando se lo otorgaron en 1912. Cuando Estados Unidos pidió a Tesla su asistencia durante la Primera Guerra Mundial para inventar un sistema de detección de submarinos por ondas, Edison, que era el responsable del programa, se opuso alegando que la idea era ridícula (pero 25 años después dio lugar al *radar*).

Su trabajo de investigación fue inmenso: aparatos para extraer energía del sol, el viento, las mareas o el calor interior terrestre, lámparas fluorescentes, precedentes del rayo *láser* y de la microscopía electrónica, fotografía con *rayos X* (que asombraron a Röntgen en 1895), desintegrador atómico que derretía rubíes y diamantes, velocímetro para automóviles, aviones de despegue vertical… Algunos de sus más espectaculares experimentos se relacionaron con el magnetismo y la electricidad terrestres, la electricidad atmosférica, los rayos de alta frecuencia, la transmisión energética sin conductores, la radioastronomía… y llegaron a preocupar a las autoridades norteamericanas, que se apropiaron de toda la documentación que obraba en su poder en el momento de su muerte[5]; la cual le llegó en la soledad de un hotel de Nueva York[6]. Tesla asombra por su inmensa capacidad de imaginación y de creación, así como por su inadaptación al mundo comercial en el que estaba inmerso, sobre todo en Estados Unidos, donde transcurrió la mayor parte de su vida. Calificado de "genio maldito" e "inventor del siglo XX", Tesla rompió los esquemas del trabajo científico-técnico de la época y no son pocos los que lo consideran superior a Einstein (con el que le unía, por cierto, una simpatía que era mutua), pero la historia de la ciencia y la tecnología sigue sin saber muy bien dónde colocarlo ni cómo hacerle justicia por su inmensa y fructífera capacidad creativa.

5 La inmensa documentación de que se incautó el FBI se supone que fue a parar a las fuerzas armadas norteamericanas, y sigue estando clasificada y a buen recaudo.

6 El Estado yugoslavo, que lo consideró héroe nacional, lo pensionó con 7.500 dólares anuales, lo que no impidió que sus últimos años fueran de pobreza agobiante.