

El aparato de Sánchez del colegio de San Francisco de Paula de Sevilla

Víctor Manuel Jiménez Suárez¹

El aparato de Sánchez, un generador portátil de corriente capaz de alimentar un tubo de rayos X, es un invento español que tuvo su momento de éxito en el primer cuarto del siglo pasado en el que llegó a emplearse por parte del ejército francés en la Primera Guerra Mundial, quedando pocos años después obsoleto y olvidado casi por completo. En este artículo se pretende rendir un pequeño homenaje a su inventor, Mónico Sánchez, así como poner de manifiesto las grandes posibilidades que aún hoy posee de cara a la realización de demostraciones y efectos poco comunes.

1. El inventor: Mónico Sánchez [1-2]

Mónico Sánchez Moreno nació en Piedrabuena (Ciudad Real) en 1880, en el seno de una familia humilde y en un entorno rural y atrasado. Con pocos conocimientos, pero mucha curiosidad, tuvo que abandonar la escuela y ponerse a trabajar, como era habitual en esa época. Tuvo varios trabajos, prosperó y ello le permitió desplazarse a Madrid dispuesto a estudiar Ingeniería Eléctrica. Se matriculó a distancia en un instituto londinense y en una academia para preparar el ingreso a la Escuela de Ingenieros Industriales. Sin embargo, el director del instituto inglés le proporcionó un trabajo en Nueva York en una empresa eléctrica y con 23 años emigra a los Estados Unidos. Cuatro años más tarde, en 1907, ya es ingeniero y comienza a trabajar en Foote, Pierson & Company donde desarrolla su primer invento, una modificación del conocido puente de Weasthorne. En 1908, consigue una plaza de ingeniero jefe en Van Houten & Ten Broeck Company, empresa dedicada a la Electromedicina, lo que le abre las puertas a un campo que ya no abandonará.

En esa época hacen furor los rayos X, descubiertos en 1895 por Roëntgen, hasta el punto de que proliferan barracas donde los interesados podían ver sus huesos, y sólo un año después de su descubrimiento, el mismo Edison monta una exhibición en Nueva York. Al mismo tiempo, se desarrollan otras terapias ligadas a la electricidad o sus efectos como las descargas de alta frecuencia o la ozonoterapia. No sería hasta 1904 cuando se descubrirían los efectos nocivos de los rayos X.

En 1908, Mónico Sánchez patenta en varios países de Europa y América el aparato que lleva su nombre y que motiva este artículo: un generador portátil de corriente capaz de alimentar un tubo de rayos X. Poco después, logró un acuerdo con la Collins Wireless Telephone Company, mediante el cual la empresa fabricaría el equipo sin que él perdiera sus derechos, al tiempo que ocupaba la plaza de ingeniero jefe. En 1909 su aparato se exhibe en el Madison Square Garden de Nueva York, en un *stand* situado junto a los de General Electric, empresa recién fundada por Edison, y Westinhouse Co., para la que entonces trabajaba Nikola Tesla. Cuando acaba su contrato con la Collins, y pese a los esfuerzos por retenerlo, Mónico Sánchez funda en Nueva York la Sánchez Electrical Company.

En 1910 modifica la patente original, inscribiendo una nueva y visita Barcelona para un congreso en el que vende

todos los equipos que traía. Ello le lleva a fundar la European Electrical Sánchez Company y a regresar definitivamente a España, instalándose en su pueblo natal, donde, en 1913, invierte sus beneficios en la construcción de una fábrica y una central eléctrica, que le permitieran continuar con éxito la explotación de su invento. Un año más tarde, al comienzo de la Primera Guerra Mundial, viaja a Francia donde presenta su invento al ejército francés que adquiere un gran número de estos aparatos para ser empleados en las “petites Curies”, servicio de ambulancias radiológicas creado por Marie Curie [3-4].

La progresiva adopción del tubo de rayos X de Coolidge, inventado en 1913, pero que no fue de uso generalizado hasta la década de los treinta, vuelve obsoleto el aparato de Sánchez, que no se adapta a esta tecnología. Sin embargo, aún pervive durante muchos años como complemento a la docencia de la Física, y no sólo por su capacidad de producir rayos X, sino por otra larga lista de usos que luego se expondrá brevemente [5-6].

Durante los años veinte y treinta, recibe varios premios y reconocimientos, llegando incluso a ser doctor honoris causa por la Escola Livre do Río de Janeiro. En la segunda parte de su vida, retoma su faceta de divulgador científico, iniciada en tiempos de su estancia en Nueva York, y desempeña hasta su fallecimiento los cargos de presidente de la Cámara de Comercio e Industria de Ciudad Real y de vicepresidente de la Federación Nacional de Ingenieros Libres. A esa época pertenece la fotografía de la figura 1. Fallece en 1961.



Fig. 1. Mónico Sánchez realizando una demostración con su aparato.

¹ Departamento de Ciencias Naturales del colegio de San Francisco de Paula (Sevilla).

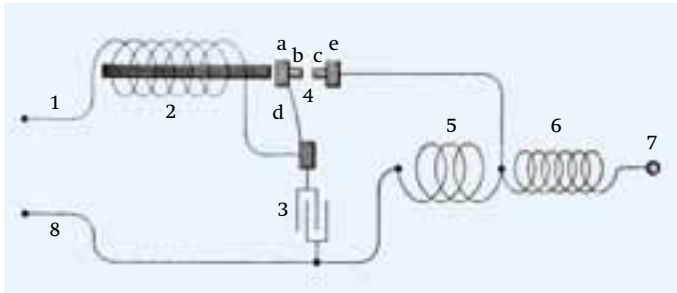


Fig. 2. Esquema eléctrico del aparato de Sánchez. 1 y 8: conexión a la corriente; 2: bobina del interruptor electromagnético; 3: condensador; 4: interruptor; 5: inducción; 6: secundario del circuito inducido; 7: terminal; b, c: puntos de interrupción del circuito primario y del detonador del circuito oscilante; d: vibrador del interruptor.

2. El aparato generador de rayos X de Sánchez y las corrientes de alta frecuencia [5-6]

La producción de rayos X requiere que un haz de electrones de alta energía incida contra un blanco metálico de manera que arranquen electrones de capas internas del átomo. Estos huecos son posteriormente rellenados por electrones de capas externas, liberándose la diferencia de energía en forma de rayos X, que resultan ser así característicos de cada elemento químico, lo que supone la base de la técnica de fluorescencia de rayos X, empleada para microanálisis.

Las primeras ampollas de rayos X eran tipo tubo de Crookes y constaban de cátodo, ánodo y anticátodo. Al establecer un alto voltaje entre los dos primeros, se producían los rayos catódicos (electrones) que chocaban con el anticátodo, produciéndose en éste los rayos X. Como se ha mencionado, hacia la década de los treinta, los tubos de Crookes habían sido sustituidos por los Coolidge, que colocan el anticátodo incrustado en el ánodo, que precisa entonces de refrigeración con agua para disipar el calor producido.

El aparato de Sánchez es capaz de producir corriente de alto voltaje (100 000 V), baja intensidad y alta frecuencia (7-7.5 MHz), con la ventaja de poder funcionar con corriente alterna o continua, lo que en la época era muy útil al coexistir ambos tipos de corrientes. La principal innovación de Mónico Sánchez consiste en eliminar el pesado transformador necesario hasta entonces, de manera que todo su equipo no pesaba más de diez kilogramos, pudiendo ser transportado con facilidad. Su fundamento consiste en un interruptor



Fig. 4. El aparato de Sánchez del colegio de San Francisco de Paula.

electromagnético que carga y descarga con suma rapidez un condensador de gran capacidad conectado a una bobina de pocas vueltas realizada con cable de unos cuatro milímetros de grosor que induce las descargas del circuito oscilante generado en un autotransformador sin núcleo de hierro, que lleva en el centro un terminal único de descarga donde se obtiene la corriente. El esquema original que va incluido en las instrucciones del aparato es el que se muestra en la figura 2 [5]. Además de este circuito básico, los primeros modelos disponían de otros que se empleaban para generar corrientes de alta intensidad que se podían emplear para cauterizar, con lo cual el mercado de la Medicina era el natural para el aparato.

Para realizar las radiografías, se montaba la ampolla de rayos X en un soporte de madera que traía el aparato y se colocaba por detrás de, por ejemplo, el brazo que se quería radiografiar, enfocando los rayos X a través del mismo. El operador del aparato veía la radiografía usando una pantalla sensible a los rayos X que miraba directamente a través de un fuelle como los de las viejas cámaras de fotografía de la época. Hoy es evidente lo nocivo de ese tipo de montajes, pero en esa época en la que la radiación era algo nuevo se ignoraba y, por el contrario, las radiografías salvaron muchas vidas. La figura 3 muestra la ampolla de rayos X y la pantalla que usaron en el colegio en aquellos años durante esas demostraciones.



Fig. 3. Ampolla de rayos X y pantalla fluorescente empleados en la realización de radiografías con el aparato de Sánchez.



Fig. 5. Chispa de unos 8 cm, generada por el aparato de Sánchez.



Fig. 6. Deflexión por un imán de los rayos catódicos.

3. Demostraciones con el aparato de Sánchez

El aparato de Sánchez empleado para las demostraciones que se muestran en este trabajo fue adquirido por el colegio de San Francisco de Paula durante la Guerra Civil a un agente comercial de Mónico Sánchez que consiguió mandar el aparato a través de los frentes hasta Sevilla. El modelo, mostrado en la figura 4, es la evolución del original hacia las demostraciones físicas, abandonado ya el campo de la Electromedicina, por lo que sólo posee los circuitos para generar corriente de alta frecuencia y voltaje. Además del aparato propiamente dicho, se han empleado tubos de vacío diseñados para generar y visualizar rayos catódicos y sus propiedades, y otros elementos originalmente vendidos con el aparato que se irán explicando conforme se muestren las demostraciones que se pueden realizar con ellos.

El legado de Mónico Sánchez en el MUNCYT

Los herederos de Mónico Sánchez dejaron en depósito al Estado español gran parte de su legado material. Aparatos de Sánchez, así como una interesante colección de tubos de descarga (figura 7) se exhiben en una sala dedicada a la ciencia española en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) en la ciudad de La Coruña.

El funcionamiento del aparato es sorprendentemente simple. Una vez enchufado a la red, se conecta el dispositivo que se desee usar mediante los cables de conexión que trae el aparato. A continuación, se cierra el interruptor general y se va apretando el tornillo hasta que se produce la corriente deseada. Para desconectar, primero se abre el interruptor y luego retraemos el tornillo hasta su desconexión.

La primera demostración que se puede hacer es la generación de chispas de una considerable longitud a través del aire, lo que se consigue usando el electrodo en bola y el acodado. Los resultados, mostrados en la figura 5, son muy espectaculares, pudiendo obtenerse chispas de hasta ocho o diez centímetros que dejan un más que perceptible olor a ozono en el ambiente. Esa misma chispa puede generarse en un tubo de vacío con dos electrodos corriendo en paralelo a lo largo de él dando lugar a lo que en la época se denominaba “escalera de David”. En este dispositivo, se

puede controlar la altura a la que sube la chispa aumentando el voltaje de la corriente.

La segunda demostración usa un tubo de rayos catódicos, uno con un molinete de mica y uno de cruz de Malta, para demostrar la existencia de los electrones y sus características. El tubo de rayos catódicos permite observar la deflexión del haz por campos magnéticos, lo que también puede emplearse como demostración de la fuerza de Lorentz. Las figuras 6 y 7 muestran algunos de los resultados que se pueden obtener.

Una tercera demostración consiste en mostrar cómo materiales que se consideran aislantes con corrientes de baja frecuencia se convierten en conductores con las de alta frecuencia. Para ello se suspende el cable de conexión a unos centímetros de una placa de vidrio de unos dos centímetros de grosor, situada sobre un soporte de madera que tiene un contacto eléctrico bajo el vidrio. Al accionar el aparato, salta una chispa desde el cable que atraviesa el vidrio y se descarga por la placa metálica hasta el segundo electrodo del aparato.

Para finalizar, una de las demostraciones más espectaculares. El profesor se sienta sobre el accesorio llamado cojín electrostático, situado sobre un banquillo de madera o plástico (aislante en cualquier caso), sin tocar el suelo. El accesorio hace uso de una curiosa propiedad de las corrientes de alta frecuencia: la de no penetrar en el cuerpo humano, de modo que, al accionar el aparato, se pueden



Fig. 7. Experimento clásico de la cruz de Malta para mostrar la propagación rectilínea de los rayos catódicos. Tubo de descarga perteneciente al legado de Mónico Sánchez que se conserva en el MUNCYT. Fotografía de Yolanda Villaverde y Jesús González de la Lastra, realizada por encargo de la FECYT.

descargar chispas desde los dedos de quien se haya sentado, o encender un tubo de neón sosteniéndolo en la mano sin sufrir descarga alguna tal y como se muestra en la figura 8. Como es conocido, este tipo de exhibiciones las realizaba con gran éxito Nikola Tesla.

Conclusiones

Aunque algunas de las demostraciones mostradas se pueden hacer con material moderno, el aparato de Sánchez tiene la fascinación de lo histórico y nacional, amén de posibilitar la observación de algunos fenómenos realmente poco frecuentes en los manuales de Física. Además, la oportunidad de usarlo y contar su historia y la de su inventor abre la posibilidad de introducir en la docencia cotidiana aspectos altamente motivadores para los alumnos como la historia de Edison o la competencia entre la corriente alterna y la continua (Edison vs. Tesla) o la audacia del doctor Mónico. Por todos estos motivos, sin duda, la figura de Mónico Sánchez merece ser reivindicada y valorada, y sus aportaciones al mundo de la Electrofísica y la Electromedicina, divulgadas para conocimiento de toda la sociedad.

Agradecimientos

El autor desea agradecer a J. P. Rozas Quintanilla la información biográfica sobre Mónico Sánchez. También se agradece la ayuda por parte del personal del MUNCYT, en particular Sergio Lozano y Rosa Martín Latorre.

In memoriam

Este artículo está dedicado a la memoria de don Luis Rey Romero, doctor en Químicas, director por más de treinta años del colegio de San Francisco de Paula y, por encima de todo ello, excelente persona, que me mostró por vez primera el artefacto al que este artículo hace referencia y que conservó primorosamente éste y otros aparatos históricos en el colegio para bien de las generaciones venideras.

Referencias

[1] J. P. ROZAS QUINTANILLA, “El aparato generador de rayos X Sánchez”, en *Piedrabuena y su entorno. Arte, antropología, historia y espacios naturales. III, IV y V jornadas de estudio* (Ayuntamiento de Piedrabuena, 2008).
 [2] *The Turn Of The Century Electrotherapy Museum Tesla Library* (1 de marzo de 2012) [en línea] (<http://www.electrotherapymuseum.com>).
 [3] M. CURIE, *La radiologie et la guerre* (Alcan, 1921).



Fig. 8. Tubo de neón encendido por efecto de la corriente de alta frecuencia transmitida por el cuerpo humano sin daño.

[4] A. COCA, “El triunfo de un invento español”. *España Médica*, número extraordinario, 1 (5 de abril de 1915).
 [5] M. SÁNCHEZ, *Instrucciones para el manejo y técnica de utilización del Aparato Generador de Rayos X Sánchez y Corrientes de Alta Frecuencia para trabajos electrofísicos* (Piedrabuena [Ciudad Real], ca. 1930).
 [6] M. SÁNCHEZ, *Aparato portátil de Rayos X Sánchez y Alta Frecuencia para trabajos electrofísicos* (Piedrabuena [Ciudad Real], ca. 1940).



Víctor Manuel Jiménez Suárez
 Dpto. de Ciencias Naturales. Colegio de San Francisco de Paula (Sevilla).
 victor.jimenez@sfpaula.com

<h1 style="margin: 0;">Physics Meets Biology at the Cell Membrane</h1> <p style="margin: 0;">September 20-21, 2013, CIC biomaGUNE San Sebastián Spain</p>	<p>FUNDACIÓN RAMÓN ARECES, SOCIEDAD BIOFÍSICA DE ESPAÑA, CIC BIOMAGUNE</p>	
	<p>This meeting brings together physicists and biologists working in the broadly defined field of cell membrane biophysics. Topics covered include membrane structure and dynamics, organization (lateral phase separation and lipid asymmetry), membrane protein structure and dynamics, simulations, and reconstituted systems.</p>	
	<p>Speakers: John Katsaras (Oak Ridge National Laboratory, USA); Donald Engelman (Yale University, USA); Francisco Monroy (Universidad Complutense Madrid, Spain); Patricia Bassereau (Institute Curie, Paris); Luis A. Bagatolli (MEMPHYS – Center for Biomembrane Physics); Manuel Prieto (Lisbon, Portugal); Felix</p>	<p>Campelo (Barcelona, Spain); María García-Parajo (Barcelona, Spain); Ana García-Saez (University of Heidelberg, Germany); Peter Tieleman (University of Calgary, Canada); Jesús Pérez-Gil (Universidad Complutense Madrid, Spain); Thomas Heimburg (Niels Bohr Institute for Biophysics, Denmark).</p>
	<p>Organizers: I. Reviakine (CIC biomaGUNE) and M. Velez (Institute of Catalysis, CSIC)</p>	<p>WBD@cicbiomagune.es http://www.cicbiomagune.es/WBD/main.php</p>