

Dr. Fernando de Alba Quintanilla,¹
T.R. Rafael Torres Ávila²

Abbé Nollet y el “huevo eléctrico”. Un precursor del tubo de Rayos-X en el siglo XVIII

RESUMEN

Abbé Nollet (1770-1777) fue considerado un genio. En 1749 creó un tubo especial al vacío, con un alambre que sellaba uno de sus extremos y en él reprodujo el fenómeno de Hauksbee. Este aparato producía suficiente luminosidad para leer letras grandes en la oscuridad, cuando se conectaba el alambre a una máquina de electricidad estática. Sus contempo-

ráneos lo llamaron el “huevo eléctrico”. Nollet había ensamblado los componentes necesarios para producir Rayos X: Un tubo al vacío y una fuente de electricidad de alto voltaje. Con la adición de otro alambre sellado, colocado en el lado opuesto del tubo, el descubrimiento podía haberse realizado. Si en efecto Nollet hubiera llegado a producir Rayos X, él no lo habría sabido, ya que son insensibles a la vista. Se necesitaron

90 años para que las placas fotográficas se inventaran y, aproximadamente, otros 40 antes de que las pantallas fluoroscópicas, capaces de hacer visibles las ondas de Rayos X, pudieran ser inventadas.

Palabras clave: Fenómeno de Hauksbee, luminosidad, huevo eléctrico.

continúa en la pág. 366

¹Del Centro de Radiodiagnóstico. Carranza 31, Centro, A.P. 196, C. Valles, S.L.P.
Copias (copies): Dr. Fernando de Alba Quintanilla E-mail: fdealbaq@prodigy.net.mx

La electricidad antes de Nollet

Plinio “El viejo” refiere que las primeras observaciones sobre el magnetismo fueron realizadas en el año 900 a.C., por Magnus, un pastor griego, quien relataba que en unos campos en la región de Magnesia al norte de Atenas, se le salieron todos los clavos de sus sandalias así como la tapa de hierro de su bastón ovejero y quedaron fijos en unas negras rocas, sin que pudiera desprenderlos de éstas. El mismo Plinio menciona que había varias clases de imanes y que esto dependía de la región de origen (Etiopía, Magnesia, Beocia o Alejandría). También comentaba que, por su potencia, el imán más fuerte era el del sexo masculino y el débil correspondía al femenino.¹

Tales de Mileto, en el año 580 a.C., describió que cuando la piedra ámbar se frotaba con la piel del gato o la seda adquiría un extraño poder semejante al magnetismo, con la diferencia de que no atraía metales sino únicamente objetos pequeños como plumas o cabello.²

Tuvieron que pasar 15 siglos para que apareciera la siguiente referencia relevante. En 1600, William Gilbert

publicó su obra conocida como *De Magnete*, en la que describe que existe una clara diferencia entre las características magnéticas y las de la electrificación generada por el fenómeno ámbar. Con esta obra se inicia el estudio de la electricidad.³

En 1663, Otto von Guericke construyó la primera máquina para producir electricidad. Era un aparato que permitía girar una bola de azufre, frotándola contra un paño, esta maniobra generaba una corriente eléctrica. Años más tarde, en 1706, el inglés Francis Hauksbee mejoró esta máquina, sustituyó las esferas por cilindros de vidrio. En estos últimos observó el fenómeno de electroluminiscencia.⁴

Hacia 1720, el inglés Fracóis Dufay clasificó la electricidad en vítrea (producida por el frotamiento del vidrio), y resinosa (generada por el frotamiento del ámbar o el caucho) y fue el primero en identificar la existencia de dos cargas eléctricas.⁵

En el siglo XVII, la filosofía englobaba a las ciencias humanísticas, pero también a las matemáticas y a todas las ramas de la física.

Con la difusión de las obras de Vesalio, Copérnico (ambas en 1543), Kepler (1609), Galileo (1623), Harvey (1628) y Newton (1687), las ciencias exactas se independizaron de la filosofía. Bacon y Descartes, si-

ABSTRACT

Abbé Nollet (1770-1777) was considered a man of genius. In 1749 he created special vacuum tubes with wires sealed at one end and produced the Hauksbee. This apparatus produced sufficient glow to read large print at night by attaching conductors to Abbe's static producing ma-

chine. Nollet's contemporaries referred to his tube as "electrical eggs" from which x-rays were indeed to hatch. Nollet had assembled the necessary items needed for x-ray production, a vacuum tube and a source of high-voltage electricity; the addition of another sealed-in wire at the opposite end of the tube and the discovery would have been made. If in fact Nollet had produced x-rays he would have not know since they

are invisible to the eye. It would be another ninety years before photographic plates were produced, and another forty years before a fluoroscopic screen capable of translating invisible short waves into visible longer waves would be invented.

Key words: Hauksbee's phenomenon, luminosity, electrical egg.

guiendo caminos opuestos, subordinaron los problemas de la ciencia a la experiencia y a la especulación.

Así fue que a finales del siglo XVII se consolidó la exploración del mundo físico a través de la filosofía experimental. La palabra experimental debe entenderse como "observacional".

Esto viene a colación porque, a finales de ese mismo siglo, apareció un elevado número de sociedades científicas y se generalizaron las conferencias científicas públicas no universitarias, en las que se mostraban las maravillas de la naturaleza en forma experimental, por medio de instrumentos científicos de la época,⁶ medio en el que se desarrolló Nollet.

Abbé Nollet

Jean Antoine Nollet (*Figura 1*) nació en Pimpres, cerca de Noyón en Francia, el 19 de noviembre de 1700 y murió en París el 25 de abril de 1770.

Siendo de origen campesino y de escasos recursos, sus padres lo enviaron a estudiar la carrera eclesiástica, única a la que podía tener acceso un niño sin fortuna. Inició sus estudios en Clermont y más tarde se desplazó a París, en donde asistió a la universidad para estudiar matemáticas, filosofía y teología.⁷

Alcanzó el diaconato en 1728, pero casi inmediatamente renunció a la carrera religiosa. Sin embargo, a lo largo de su vida conservó el rango de abad y trascendió a la historia como "Abbé" Nollet.

Después de recorrer el norte de Europa en 1734, optó por adoptar el método experimental en todos sus estudios y conferencias. Esta intención influyó decisivamente en su vida, ya que como los instrumentos y aparatos científicos quedaban fuera de sus posibilidades económicas, Nollet empezó a fabricarlos por sí mismo y optó por vender duplicados. Se dedicó entonces a construir réplicas de instru-

mentos científicos, perfeccionó muchos de ellos y, lo que es más importante, diseñó y construyó equipos originales.

Esta iniciativa le resultó exitosa, adquirió prestigio como fabricante de todo tipo de equipos científicos y con ello aseguró su posición financiera. Tenía una enorme cantidad de encargos, entre otros de Lavoisier y Voltaire, este último solicitó todos los instrumentos para un gabinete de física con un valor muy elevado, 10,000



Figura 1. Retrato de Jean Antoine Nollet, por Pascual Pere Moles.

libras, que representaba una cantidad fenomenal para la época.⁸

En 1735 inició un curso de física experimental que continuó impartiendo hasta 1760. Lo relevante de este curso fue que cada conferencia era acompañada por sus instrumentos, lo que le permitía explicar algún fenómeno en particular. Este sistema de enseñanza favoreció la difusión de la ciencia, la hizo accesible y atrajo la atención de un público muy variado.

Fue el primer profesor de física experimental de la Universidad de París.

Sus conferencias y demostraciones en las academias y en los salones eran novedosas y entretenidas. Causaban furor y asombro entre todo su variado y emocionado auditorio, ya que en sus experimentos con frecuencia participaban los aterrorizados espectadores.

Nollet sabía que el cuerpo humano era capaz de transmitir la electricidad, así que durante sus conferencias hacía uso de este conocimiento. A los espectadores que se arriesgaban a participar en sus experimentos les ocurrían cosas insospechadas, como mínimo se les erizaba el pelo. Uno de sus experimentos favoritos era que, en la oscuridad de una habitación, Nollet era suspendido por cuerdas de seda aislantes. A continuación se hacía cargar eléctricamente por medio de una máquina de electricidad estática. Cuando alguno de los asistentes lo tocaba, salían de él grandes chispas, provocando la sorpresa, la admiración y el regocijo de los asistentes, que veían en el experimento un motivo de diversión.

El interés de Nollet por la electricidad, resurgió con la invención de la sensacional botella de Leyden (también Leyden), realizada por su antiguo conocido Pieter (Petrus) van Musschenbroek.

En 1746, van Musschenbroeck intentaba encontrar un dispositivo que almacenara electricidad. Para ello diseñó una jarra de vidrio llena de agua, con un tapón de corcho que en la parte media contenía un alambre de metal. El alambre atravesaba el tapón y si una máquina generadora de electricidad, como la diseñada por Guericke, se conectaba al alambre de metal, la carga podía ser transferida y retenida en la botella.^{3,4,9} La botella de Leyden fue, probablemente, el avance aislado más importante en el siglo XVII y con él empieza la observación de las fuerzas de las cargas eléctricas.

Nollet fue el primero en aplicar a la invención de Musschenbroek el nombre de "Leyden jar" ("botella de Leyden"). También mejoró el dispositivo al reemplazar el líquido por delgadas láminas de cobre, oro y plata.

Aunque Nollet se había ocupado previamente de la cuestión eléctrica, fue a partir de la invención de Musschenbroek cuando su atención se centró básicamente sobre el tema. A partir de esa época parte importante de los cursos que impartía versaban sobre electricidad.

Nollet fue pionero en utilizar las descargas eléctricas de la botella de Leyden con la intención de tratar algunos padecimientos. Descubrió que una descarga eléctrica aplicada a un organismo vivo producía violentas contracciones de los músculos estriados.

Ese año inició sus experimentos de conducción eléctrica en cadenas humanas, lo que le permitió averiguar la velocidad a la que viajaba la electricidad. Para ello, llegó a alinear a 200 monjes cartujanos, que con curiosidad deseaban participar en el desconocido y novedoso experimento. Cada uno de los monjes estaba separado de los otros por una distancia aproximada de unos 7.5 m, pero se encontraban unidos entre sí por medio de un alambre de hierro atado a la cintura. En total formaron una columna de aproximadamente un kilómetro de largo. Cuando los reverendos sacerdotes estuvieron alineados adecuadamente, Nollet enganchó el final de la línea a una batería formada por varias botellas de Leyden y sorprendió a los monjes con una descarga eléctrica. Con satisfacción observó que la transmisión de la descarga eléctrica fue espontánea, ya que en un instante empezaron las contorsiones y a continuación la blanca toga, junto con los monjes, se elevó para que poco después todos cayeran desparramados. Como era de esperar, después de la terrible sorpresa y del estupor inicial de los monjes, a Nollet le llovieron toda clase de señas insolentes e improperios de la época.¹⁰ A pesar de la insistencia del rey, los monjes se negaron a repetir el experimento. Este mismo experimento lo realizó con 180 guardias reales, con resultados semejantes.

Este exitoso experimento, de que la señal eléctrica puede viajar y ser conducida fácil y rápidamente, fue aplicado años más tarde en el telégrafo, por tal razón a Nollet se le considera precursor de éste.

De la experiencia obtenida, Nollet concluyó que los fenómenos eléctricos y luminosos son básicamente iguales y que la descarga eléctrica se realiza en forma cónica desde un punto. Fue el primero en reconocer la importancia de los extremos afilados de los conductores en las descargas eléctricas, lo que más tarde fue aplicado, desde un punto de vista práctico, en la varilla de los pararrayos.

El estudio de las descargas eléctricas lo llevó a formular en 1749 una de las primeras teorías de la electricidad, se le conoce como la "Teoría de los dos fluidos de la materia eléctrica". En ella menciona la presencia de dos corrientes en diferente dirección pero con iguales características. Señalaba que las atracciones y repulsiones eléctricas resultaban del movimiento de la materia eléctrica. Sin embargo, todo lo interpretaba en forma vaga y confusa, en términos de afluentes y efluentes lo que no permitía hacer muchas especulaciones. A pesar de esto, la teoría tuvo gran aceptación porque brindó una explicación mecánica de

los fenómenos eléctricos, lo que contribuyó a facilitar la comprensión de éstos.¹¹⁻¹³

Ese mismo año Nollet inventó el primer electrómetro, un aparato que sirvió para demostrar la presencia de cargas eléctricas, basado en la atracción y repulsión electrostática. Esto representó un parteaguas en el mundo de la ciencia, ya que se pudo demostrar fielmente la presencia de las cargas eléctricas.¹⁴

Por esa época empezó a estudiar las descargas eléctricas en ampollas de vidrio provistas de un electrodo, en cuyo interior el aire se encontraba a presión reducida. A este dispositivo, diseñado por Nollet, lo llamaban “huevo eléctrico”. Producía suficiente luminosidad para leer letras grandes en la oscuridad, así como también luz de variados colores que llamaban mucho la atención, pero cuyo significado nadie comprendió.

En 1748, realizó las primeras observaciones sobre el fenómeno de la ósmosis y estableció sus principios.

En 1751, cuando conoció el trabajo de Benjamín Franklin *Experiments and observations on electricity*, en el que postulaba la existencia de dos tipos opuestos de electricidad, Nollet expresó su incredulidad, negándose a aceptar esta teoría que, en esencia, era diferente de la suya. Poco a poco se impusieron los postulados de Franklin sobre la “Teoría de los dos fluidos eléctricos” de Nollet.^{14,15}

Llegó a diseñar y construir una “linterna mágica”, un amplificador de imágenes que corresponde a un rudimentario proyector de cine.

También utilizó la electricidad para experimentar con animales y plantas.

La obra escrita de Nollet es extensa, en ella consigna sus descubrimientos así como la forma de construir instrumentos y equipo utilizados tanto para la ciencia como para realizar labores cotidianas. Escribió aproximadamente 38 artículos, la mayoría de ellos fueron publicados dentro de las *Memorias de la Academia de Ciencias de París*, pero también se publicaron artículos originales en la Real Sociedad de Londres y otras.

Entre 1734 y 1770 se publicaron 10 tratados, uno de ellos formado por seis volúmenes y tres más con tres volúmenes cada uno. Hay que enfatizar que casi todas sus obras se tradujeron a varios idiomas: italiano, inglés, alemán, español, etc.¹⁶

El “huevo eléctrico”. Un rudimentario ancestro del tubo de Rayos X

En 1749 Nollet publicó *Recherches sur les causes particulières des phénomènes électriques*. En este libro describe un tubo al vacío que, por su forma, fue conocido por sus contemporáneos como “tubo de Nollet” o “huevo eléctrico”, con él se podía reproducir el fenómeno de Hauksbee y generar electroluminiscencia, esto es, luminosidad de origen eléctrico suficiente para permitir la lectura de letras grandes, en

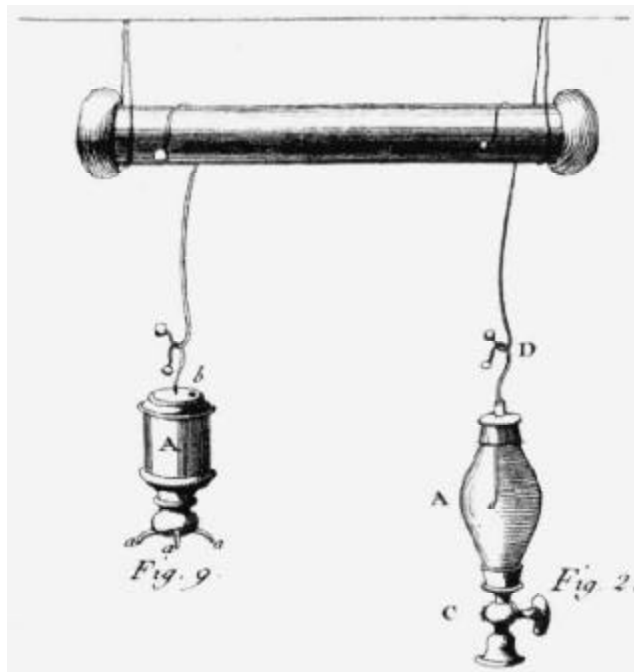


Figura 2. El “huevo eléctrico” y sus componentes básicos: (A) Vaso de vidrio sellado en sus extremos. (B) Base con una llave de paso que permitía su conexión a una bomba de vacío. (C) Alambre metálico, con el extremo libre en forma de gancho que se conectaba con un conductor de electricidad (Tomado de: De la Fond S. *Description et usage d'un cabinet de Physique Expérimentale*).

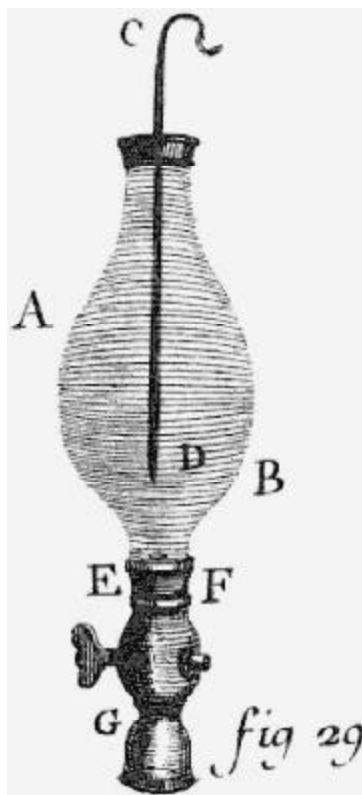


Figura 3. El “huevo eléctrico” (Tomado de: De la Fond S. *Traité de l'électricité*. Tabla XII).

una habitación a oscuras. En sus orígenes fue utilizado para producir experimentalmente descargas eléctricas en atmósferas rarificadas; destinado al estudio del fuego eléctrico.

Estaba formado por un vaso de vidrio de forma oval, sellado en sus dos extremos. La longitud aproximada del tubo era de unos 70.0 cm y medía unos 14.5 cm en su parte más ancha.^{12,13,17-27} El polo inferior de la vasija tenía una doble función, servía de base, pero también se podía conectar a una bomba de vacío por medio de la cual se extraía la mayor cantidad de aire posible, en otras palabras, se rarificaba el interior del tubo. La base también representaba una tierra virtual, que se hacía real cuando alguien tocaba las paredes del vaso.

El otro lado del vaso, que también se encontraba cerrado tan herméticamente como era posible, era atravesado por una varilla de latón. El extremo de la varilla que se localizaba en el interior del tubo terminaba en punta o en una esfera metálica (aleación de cobre y zinc o de algún otro metal). La terminal del alambre que se localizaba en el exterior se curvaba y adoptaba la forma de gancho. Por medio del gancho exterior, el "huevo eléctrico" se colgaba de un alambre o una barra metálica que estaba conectada a una máquina electrostática que proporcionaba la electricidad (*Figuras 2 y 3*).

Al accionar la máquina electrostática se provocaban descargas eléctricas entre la esfera terminal y las paredes del vaso. Cuando no se había realizado un vacío suficiente y la presión del aire dentro del vaso era casi la misma que la presión atmosférica, a lo largo de la varilla que se encontraba en el interior del tubo, aparecía una línea luminosa a partir de la cual surgían nuevos trazos luminosos y brillantes que se ramificaban, como los relámpagos. Cuando disminuía la presión dentro del "huevo", las descargas se hacían menos sinuosas y llegaban a adoptar forma de un elipsoide luminoso de color violeta. Este elipsoide era conocido habitualmente como "huevo eléctrico" o "huevo filosófico".

De acuerdo con lo descrito, y al diagrama aparecido en *Recherches...*, las descargas eléctricas que se podían obtener eran espectaculares en su configuración (*Figura 4*), sobre todo si se agregaban nuevos instrumentos al dispositivo inicial.

Conclusión

Se ha dicho que, con el "huevo eléctrico", Nollet había ensamblado los componentes precisos necesarios para la producción de Rayos X: Un tubo al vacío conectado a una fuente eléctrica. El efecto final era parecido al que se obtuvo mucho tiempo después, con los tubos de rayos catódicos. Este aparato representó una

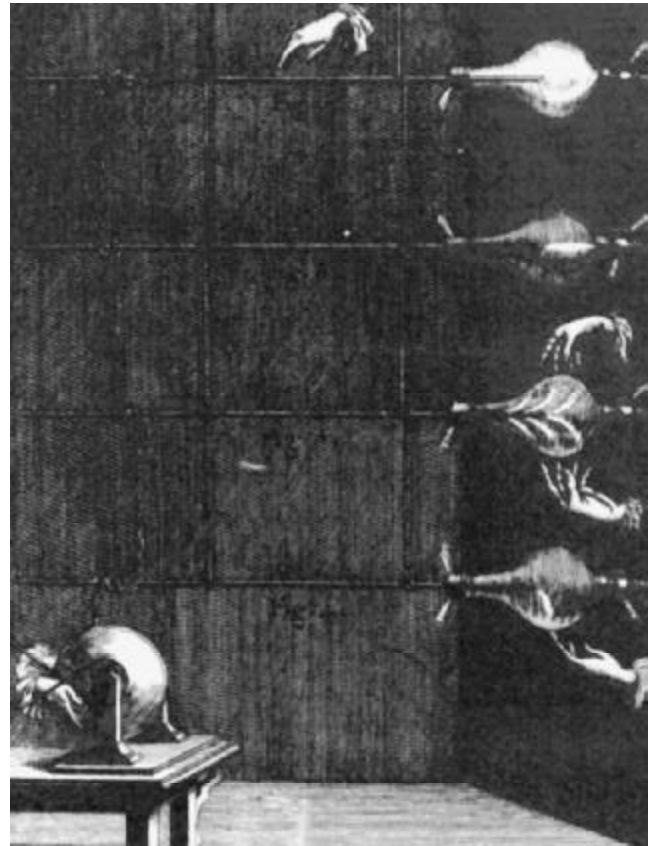


Figura 4. Figura que muestra el comportamiento de las descargas observadas en el "huevo eléctrico", al accionar una máquina electrostática. (Tomado de: Abbé Nollet. *Recherches sur les causes particulières des phénomènes électriques*).

aportación impensada para lo que 150 años más tarde se conocerían como Rayos X.

Únicamente se requería la adición de otro alambre sellando en el extremo opuesto del tubo y el descubrimiento podía haber sido hecho. Sin embargo, las placas fotográficas y las pantallas fluoroscópicas, que eran capaces de trasladar la imagen invisible al espectro visible, no habían sido descubiertas. Tendrían que pasar 90 años para la invención de la fotografía y 125 años para que Roentgen conjuntara los hechos y descubriera los Rayos X.

Después de Nollet, otros investigadores como Joseph-Aignan Sigaud de la Fond (1775) y Di de la Rivie (1882), modificaron el "huevo eléctrico". En su evolución, llegó a tener las dos terminales que corresponden al cátodo y al ánodo.

Así fue que el "huevo de eléctrico" de Nollet evolucionó a tubo de Gleisser, y más tarde a tubo de Crookes, que fue el utilizado por Roentgen para descubrir los Rayos X.

Referencias

1. López P. Plinio el Viejo y los imanes. *El rincón de la ciencia* 2004; 25: 1.
2. García FJ. Historia de la ciencia. Barcelona: Ediciones Dabaé; 1973.
3. Mason SF. Historia de las ciencias. La revolución científica de los siglos XVI y XVII. Vol. 2. México: Alianza Editorial; 1988.
4. Asimov I. Introducción a la ciencia. I.-Ciencias físicas. Barcelona: Ediciones Orbis; 1973.
5. II. Electricidad. www.facmed.unam.mx
6. Malet A. Divulgación y popularización científica en el siglo XVIII: entre la apología cristiana y la preparación ilustrada. www.imim.es/quark/num26/
7. Nollet JA. <http://perso.club-internet.fr>
8. Nollet JA. www.chem.ch.huji.ac.il
9. Pyenson L, Gauvin JF. The art of teaching physics. The eighteenth-century demonstration apparatus of Jean Antoine Nollet. Québec: Les éditions du Septentrion; 2002.
10. L'época dei lumi. Jean Antoine Nollet. www.madamedepompadour.com/galleria.
11. Electricité. D'après L'abbé Nollet. www.Stewart-museum.org.
12. De la Fond S. Traité de L'électricité. Paris: Chez des ventes de la Doué, Libraire, Rue Saint Jacques, vis-à-vis le Collège de Louis Le grand; M.DCC.LXXI.
13. Abbé Nollet. L'Art des expériences. Paris: P.E.G. Durand, Neveu, Libraire, rue S. Jacques, à la Sageffe; M.DCC.LXX.
14. Franklin B. Autobiografía y otros escritos. México: Porrúa; 1983.
15. A foil for Franklin and the promoter of Leyden jar. 1753. L'abbé Jean Antoine Nollet 1700-1770. www.sprakmuseum.com
16. Calarco J. An historical overview of the discovery of the X-ray. Yale-New haven teachers Institute. www.yale.edu
17. Eisenberg RL. Radiology. An illustred history. Mosby Year Book; 1992.
18. Rosenbusch G, Oudkerk M. Radiology in medical diagnostics. Evolution of X-rays applications. 1895-1995. Oxford: Blackwell Science; 1995.
19. Crane AW. The research trail of the X-rays. In: Bruwer AJ (ed.). Classic descriptions in diagnostic roentgenology. Springfield Ill.: Charles C. Thomas Publishers; 1964.
20. Grigg ERN. The trail of the invisible light. Springfield Ill.: Charles C. Thomas Publishers; 1965.
21. Glasser O. Scientific forefathers of Röntgen. *AJR* 1945; 54: 545-6.
22. Abbé Nollet. Recherches sur les causes particulières des phénomènes électriques. Paris: Chez les Frères Guérin. Rue S. Jacques, A.S. Thomas d'Aquin; M.DCC.XLIX.
23. De la Fond S. Précis historique et expérimental des phénomènes électriques. Paris: Rue et Hôtel Serpent; M.DCC.LXXXV.
24. Inventaire mondial des instruments de physique fabriques à la manière de L'Abbé Nollet. www.stewart-museum.org.
25. Instruments of the Nollet Abbot. www.cybersciences.com
26. De la Fond JS. www.whonamedit.com
27. Sartiaux E, Aliamet M. Principales découvertes et publication concernant L'électricité de 1562 a 1900. Paris: J. Rueff; 1903.