

Historia de la química y la tecnología

A cien años del descubrimiento de los rayos X

*Herbert Hommer**



Figura 1. Wilhelm Conrad Röntgen.

Abstract

A brief history of the life of Wilhelm Conrad Röntgen and of the discovery of X rays is presented.

El 5 de enero de 1896, el periódico de Viena (Austria) *Die Presse* informó en su primera página una noticia sensacional: "El 8 de diciembre 1895 un profesor de nombre Röntgen descubrió un nuevo tipo de rayos, que penetran materiales y permiten observar dentro del organismo humano". Unas semanas después esta noticia se había difundido con rapidez en todo el mundo.

*Depto. de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Av. IPN N° 2508, Col. Zacatenco, Apdo. Postal 14-740, 07000 México D.F.
Recibido: Diciembre 14, 1995; Aceptado: Febrero 3, 1996.

Historia

Con el desarrollo de la electricidad, sobre todo el fenómeno de la iluminación eléctrica, los físicos del siglo XIX se vieron motivados hacia el estudio de las diferentes radiaciones que eran obtenidas al hacer pasar una corriente eléctrica a través de gases nobles encerrados en los denominados tubos de descarga. En el año de 1859 Julius Plücker descubrió que en los tubos de descarga al vacío aparecía una luminiscencia en la pared de vidrio que estaba enfrente del cátodo y, debido a que el ánodo estaba colocado en el otro lado del tubo, él concluyó que esa aparición no era el resultado de la transmisión eléctrica del cátodo al ánodo, sino que la luminiscencia era causada por otro tipo de rayos a los cuales llamó "rayos de luz negativa".

Diez años después, Johann Wilhelm Hittorf, alumno de Plücker, encontró que los campos magnéticos eran capaces de desviar esos rayos y, posteriormente, Eugen Goldstein demostró que había desviación de los rayos en un campo eléctrico y les dio el nombre "rayos catódicos".

Philipp Lenard, asistente de Heinrich Hertz, continuó los experimentos con los nuevos rayos. Así, en el año de 1893, Lenard reemplazó parte del tubo de vidrio donde llegaban los rayos catódicos con un pedazo de papel de aluminio muy fino ("ventana de Lenard") y encontró que los rayos catódicos eran capaces de salir del tubo.

Wilhelm Conrad Röntgen (figura 1), un físico muy hábil que se destacó en la comunidad científica por sus contribuciones al entendimiento del magnetismo y de las relaciones eléctricas y magnéticas, aceptó con gran honor la cátedra del profesor Kohlrausch en la Universidad de Würzburg en octubre del año de 1888. Röntgen, fascinado por los experimentos de Lenard, empezó a trabajar con los rayos catódicos en el verano de 1894. Sin embargo, debido a que fue nombrado jefe del Departamento de Física de la citada universidad no pudo continuar con sus experimentos hasta finales del año de 1895. Con el objeto de observar mejor los rayos catódicos, Röntgen solía trabajar en la oscuridad, cubriendo el tubo de descarga con un cartón negro. El 8 de noviembre

1895 fue un día especial para él ya que observó que un papel que estaba impregnado con un reactivo químico, $\text{Ba}[\text{Pt}(\text{CN})_4]$, brillaba con los rayos que emanaban del tubo de descarga. Este fenómeno, que parecía no tener importancia, le dio a Röntgen la pauta para descubrir a los misteriosos rayos X. Cada vez que interrumpía el circuito del tubo, Röntgen observaba que el papel dejaba de brillar en forma instantánea y cuando volvía a cerrarlo el brillo retornaba inmediatamente. De aquí concluyó que este efecto no podía ser causado por los rayos catódicos, porque al salir de la ventana de Lenard los rayos catódicos sólo son capaces de desplazarse unos centímetros en el aire y desaparecen, por lo que no podían alcanzar al papel que se encontraba lejos del tubo. Así que consideró que debían ser otro tipo de rayos, hasta ese tiempo desconocidos, los que provocaban tal fenómeno.

Intrigado por su descubrimiento, Röntgen no dudó en hacer del laboratorio su morada, descubriendo así las propiedades más importantes que caracterizan a este tipo de radiaciones.

El 28 de diciembre de 1895 finalmente entregó un manuscrito de diez páginas con el título "Sobre un nuevo tipo de rayos" junto con una fotografía, la cual mostraba el esqueleto de la mano de su esposa (figura 2), a la consideración del Secretario de la Sociedad Médico-Física de Würzburg, con la recomendación de publicarlo de inmediato en sus anales. Por otro lado, Röntgen mandó su publicación a algunos de sus colegas, entre ellos al profesor Franz Exner en Viena, quien con entusiasmo la enseñó a sus amigos. El profesor Lechner le pidió a Exner la fotografía para mostrársela a su padre quien era redactor del periódico *Die Presse* y así la noticia de los rayos nuevos llegó al periódico y se esparció al resto del mundo en las siguientes semanas.

El 23 de enero de 1896 Roentgen hizo una demostración dramática en la Sociedad Médico-Física al tomar una radiografía de la mano del profesor von Kölliker quien, profundamente emocionado, propuso llamar a los rayos X "rayos Röntgen", y el público lo aceptó con grandes aplausos. Desde ese día en Alemania todavía se habla de "rayos Röntgen" aunque en otros países siguen siendo rayos X.

En sus tres publicaciones (diciembre de 1895, marzo de 1896 y marzo de 1897) Röntgen se dedicó a informar sobre las propiedades de los recién descubiertos rayos X, demostrando que pueden penetrar metales u otros materiales duros, pueden com-

pensar cargas eléctricas y que su absorción depende de los materiales que penetran. Además encontró que su intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia y que los cátodos de platino son apropiados para generarlos.

Lo que no pudo deducir de sus estudios era la naturaleza física de los rayos X. En una entrevista se le preguntó: ¿Son los rayos X un tipo de luz? y contestó: "No, porque no es posible reflejarlos ni

Por casualidad encontré que los rayos pueden penetrar papel negro, madera y cuadernos, pero me quedé bajo la impresión de ser víctima de un engaño. Después tomé una placa fotográfica y con su ayuda comprobé que mis deducciones eran las correctas...

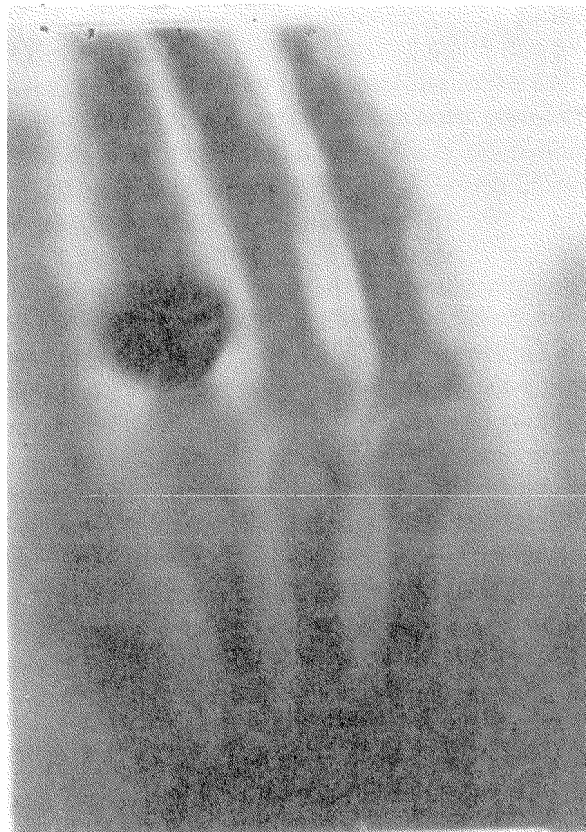


Figura 2. Radiografía de la mano de Bertha Röntgen, esposa de Wilhelm Conrad.

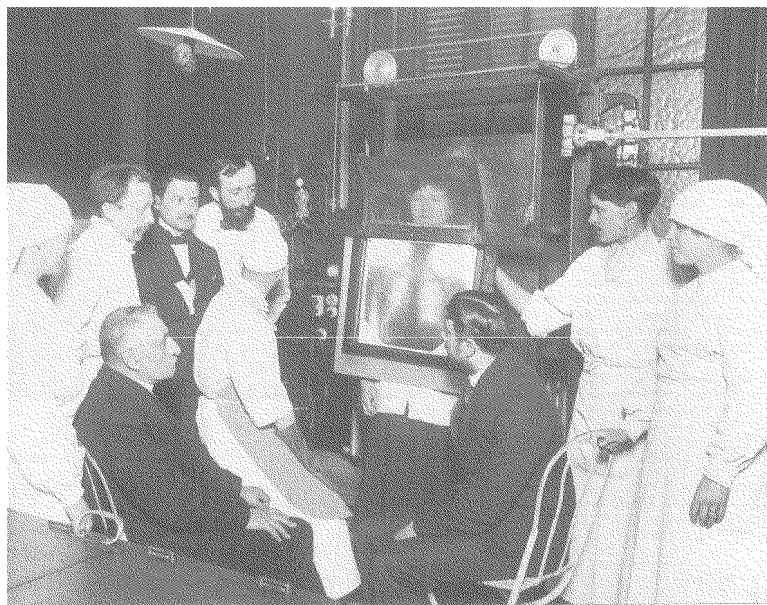


Figura 3. Una radiografía realizada en 1910.

difractarlos.” “¿Son electricidad?” “No, no en su forma conocida.” “Entonces, ¿qué son?” “Yo no sé.”

Animados con el descubrimiento de los rayos cátodicos y los rayos X, muchos físicos empezaron a experimentar con ellos. Así, mientras unos estudiaban sus propiedades, otros buscaban nuevos tipos de radiaciones, dando lugar a otros descubrimientos importantes como por ejemplo el de la radioactividad, hecho en el año 1896 en París por Henri Becquerel. La aplicación de los rayos X en la medicina fue de un gran impacto, ya que gracias a ellos nació la radiografía como una herramienta de diagnóstico

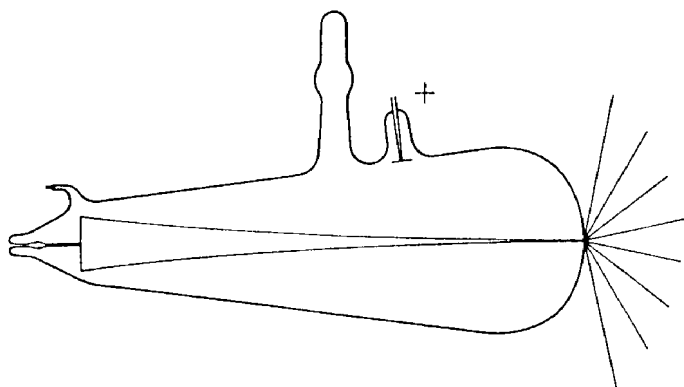


Figura 4. Esquema de un tubo de rayos X de los años de 1895-1896.

clínico (figura 3). Fue así como desde 1896 fueron fundados algunos institutos dedicados a esta rama de la Medicina –la radiología. Sin embargo, los científicos también encontraron muy rápido los efectos laterales negativos que provocaba el empleo prolongado de los rayos X; por ejemplo, informaron que “...al igual que los rayos del sol, los rayos X tienen la propiedad de quemar la piel” y poco a poco aprendieron distinguir entre la aplicación útil y los riesgos que conlleva su uso.

Algunas consecuencias importantes en el desarrollo de los rayos X

Con sus experimentos de interferencia de rayos X en cristales, Max von Laue (1912) pudo determinar la longitud de onda de los mismos y demostrar que se trata de ondas electromagnéticas transversales. En 1913 William Henry Bragg y su hijo William Lawrence formularon la relación existente entre la longitud de onda, la distancia de los planos de los átomos en una red cristalina, y el ángulo de entrada del rayo, la cual es conocida como la Ley de Bragg. En el año de 1915 Peter Debye y Paul Scherrer obtuvieron un patrón de rayos X en polvos. Arthur H. Compton difractó los rayos X con electrones y mostró su propiedad cuántica en 1923.

¿Y hoy? Hoy tenemos tubos cátodicos en la televisión y en las computadoras, usamos rayos X en la medicina, los utilizamos para verificar materiales, conocemos la espectroscopía de rayos X en la astronomía (por ejemplo el satélite ROSAT), usamos la técnica de litografía con rayos X en la fabricación de los circuitos integrados para las computadoras, tenemos láser que trabajan con rayos X y mucho más.

Por su importante descubrimiento, Röntgen recibió homenajes en varios países como por ejemplo en Alemania, Inglaterra, Francia, Austria, EUA, Italia, México, Suiza, Holanda, Turquía, Rusia, Suecia, Noruega y Portugal entre otros, ¡en total 89 homenajes! Pero quizá el más grande fue haber recibido el primer Premio Nobel en Física en el año de 1901 junto con los también laureados Emil von Behring, quien descubrió el suero de la difteria, y Jacobus van't Hoff, quien contribuyó notablemente al entendimiento de la cinética química.

Desarrollo de los tubos de rayos X

La figura 4 muestra uno de los primeros tubos de rayos X. Los rayos cátodicos salen del cátodo y llegan a la pared del vidrio del tubo, allí se frenan y generan los rayos X. En la región donde inciden los

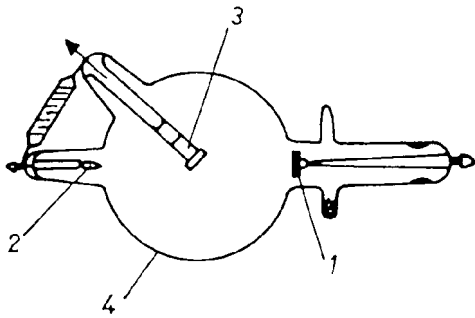


Figura 5. Tubo de rayos X más elaborado. (1) cátodo, (2) ánodo, (3) anticátodo, (4) tubo.

rayos catódicos, una gran parte de energía eléctrica se transforma en calor y muy frecuentemente el vidrio se funde. En la figura 5 se puede observar un tubo más elaborado. Este tubo contiene, aparte del ánodo, un tercer electrodo. Éste se encuentra conectado al ánodo, y por situarse frente al cátodo, recibió el nombre de “anticátodo”. La Figura 6 muestra un tubo de rayos X moderno. Éste trabaja con un voltaje de 30-60 kV, con un metal muy puro como anticátodo (normalmente Mo, Cu, y a veces con Ag, Fe, Cr, etcétera) enfriado con agua. Un voltaje de 10 kV es suficiente, pero no eficiente para generar rayos X, ya que los rayos catódicos llegan al anticátodo con un quinto de la velocidad de la luz (alrededor de 60,000 km/s) y solamente el 1% se transforma en rayos X, mientras que el 99% se transforma en calor.

NOTA: Le agradezco especialmente a la doctora Bárbara Gordillo por su ayuda en la realización de este artículo.

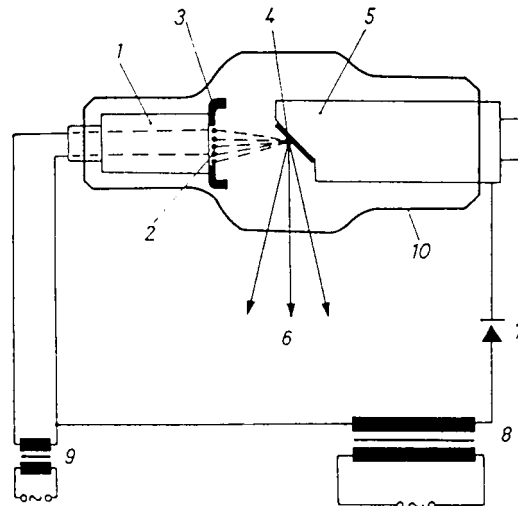


Figura 6. Tubo de rayos X moderno. (1) cátodo, (2) fibra de calentamiento del cátodo, (3) cilindro para enfocar los rayos electrónicos, (4) anticátodo, (5) ánodo, (6) rayos X, (7) diodo, (8) generador de alto voltaje, (9) transformador para calentar la fibra del cátodo, y (10) tubo evacuado.

Referencias

Beier Walter, *Wilhelm Conrad Roentgen*, Teubner-Verlag, 1995.
Spektrum der Wissenschaft, 1995, 9, 88-95 (edición alemana de *Scientific American*).
La Recherche, 1995, Nov. 86-89.
Información Científica y Tecnológica, 1995, 17, 11-14.
 Internet:
http://fh-wuerzburg.de/roentgen/index_e.html

Cronograma

- 1845 Wilhelm Conrad Röntgen nació el 27 de marzo en Lennep, cerca de Düsseldorf (Alemania)
- 1848 se mudó con su familia a Appeldoorn (Holanda)
- 1864 terminó la escuela técnica de Utrecht sin bachillerato
- 1865 enero, se matriculó en la Universidad Utrecht; al finalizar el año empezó a estudiar la construcción de máquinas en el politécnico (ETH) en Zürich, Suiza; en la que obtuvo su diploma en 1868
- 1869 recibió el título de Doctor en Filosofía (Ph.D.) de la Universidad Zürich
- 1870 en Würzburg (Alemania) trabajó como asistente del Prof. August Adolf Kundt
- 1872 se trasladó a Estrasburgo (Francia) con Kundt, Habilitación
- 1875 fue profesor de matemáticas y física en Hohenheim (Alemania)
- 1876 fue profesor de física teórica en la Universidad de Estrasburgo (Francia)
- 1879 se trasladó a la Universidad de Giessen (Alemania)
- 1888 octubre 1, sucedió al profesor Kohlrausch en la Universidad de Würzburg
- 1895 noviembre 8: descubrió los rayos X
- 1900 se trasladó a la Universidad de Munich
- 1923 febrero 10: murió en Munich.