

**DE LA RADIOGRAFÍA
Y SUS APLICACIONES MÉDICO-QUIRÚRGICAS**

TESIS

PRESENTADA Y SOSTENIDA ANTE LA
JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE MEDICINA Y FARMACIA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO Y CIRUJANO

POR

ALBERTO ENRÍQUEZ TORO

Licenciado en Farmacia, ex-primer practicante externo en los servicios 2º de Cirugía y 1º de Medicina (Clínicas de la Facultad) y ex-interno del Hospital General en el servicio de la Consulta Gratuita, Práctica de Autopsias y Reconocimientos Médico-legales

 1901

GUATEMALA:
TIPOGRAFÍA DE ARTURO SÍGUERE Y CIA.
6º Avenida Sur Número 1

LA RADIOGRAFÍA

Y SUS

APLICACIONES MÉDICO-QUIRÚRGICAS

INTRODUCCIÓN

Inspirado por mis distinguidos maestros los ilustrados doctores Ortega para el desarrollo de un punto tan difícil como complicado, cual es *La Radiografía y sus aplicaciones Médico-Quirúrgicas*, é inspirado también por la importancia de su estudio entre nosotros, para cuyo efecto sería necesaria la creación de un aparato en el Hospital, que desempeñaría el doble papel de servir para su estudio y para el estudio de todos aquellos casos en que la ciencia lo reclama; por eso me atrevo sin pretensiones de ninguna naturaleza, á presentar un trabajo que no es ni con mucho, original, pero que sí encierra mejor voluntad, lucha y esfuerzos.

Antes de entrar de lleno al estudio de la Radiografía y de sus aplicaciones, me permitiré tratar, aunque á grandes rasgos y en ligero bosquejo de los Rayos X y de exponer las mejores teorías y las experiencias más famosas que indujeron al sabio doctor Roentgen para su descubrimiento.

El mundo civilizado, alerta siempre para el estudio de lo nuevo, de lo maravilloso y de esos descubrimientos que asombran á la inteligencia humana, tuvo en enero del año 1896 la noticia de la ruidosa aparición de los Rayos X, que como dice M. Breton,

preocupó á todo el mundo, desde los sabios más célebres hasta las personas más iletradas, provocando torrentes de palabras y siendo causa de investigaciones notables é interesantes, como también de suposiciones absurdas y grotescas.

Se ha escrito mucho, ha habido juego de palabras, crónicas y hasta revistas teatrales; pero hoy es sólo á los sabios á quienes corresponde continuar las investigaciones de cuestión que nos reserva grandes y nuevas sorpresas.

Ver y fotografiar á través de los cuerpos hasta aquí reputados como opacos á los rayos luminosos y químicos; hacer visible á través de las carnes por la placa sensible y en seguida por el ojo humano, el esqueleto de un animal ó de una persona, es indudablemente asombroso, sorprendente é interesante, tanto más, que ninguna hipótesis satisface y ninguna teoría explica ni precisa tan maravilloso fenómeno.

Dejemos pues al tiempo, sin perder de vista un solo instante á las investigaciones y experiencias diarias que tienen el cuidado de resolver y aclarar cuántos resultados aún oscuros.

LOS RAYOS CATÓDICOS Y LOS RAYOS X.

HISTORIA.

Es á M. Fadaray á quien se debe primero el estudio y las investigaciones de los fenómenos que resultan del paso de una corriente eléctrica de alta tensión á través de un gas rarificado.

Después le sucedieron M. M. Snow Harris, Mason, Gordon, Knochenhauer, W. Thomson, y otros, que se congregaron para determinar las leyes existentes entre la presión y las variaciones de longitud de la chispa dada por una misma corriente.

Llevando más lejos el vacío, M. M. Geissler, Abria; Spottisivoode, Fernet, Hittorf, Gassiot, etc., estudiaron principalmente las descargas estratificadas y el modo de formación de las estrías en los tubos al vacío de Geissler.

En fin, acentuando más la rarefacción, M. M. Hittorf, Crookes, Goldstein, Seguy, Fitz-Gerald, Lenard, y Wiédemam, dirigieron sus investigaciones sobre los fenómenos extremadamente curiosos, obtenidas por el empleo de tubos á gran vacío, llamados ordinariamente tubos de Crookes.

Para completar esta historia diré algo respecto á los fenómenos producidos en los tubos de Geissler y de Crookes por corrientes eléctricas hasta el descubrimiento de los rayos X.

Cuando una corriente eléctrica de muy alta tensión producida por una bobina de inducción, una máquina estática ó un transformador cualquiera, es llevada á los electrodos de un tubo colocado en una máquina pneumática que permite hacerle el vacío más ó menos completo, se demuestra que para una presión dada, la descarga toma un aspecto particular que varía con esta presión.

Cuando se comienza hacer el vacío, se observa á medida de la disminución de presión, que la longitud y la frecuencia de las chispas que se pueden

obtener por una corriente del mismo valor, aumentan mientras su luz decrece.

Haciendo un vacío cada vez más completo, se ve bien pronto el desaparecimiento de las chispas para dar lugar á ráfagas que parecen ininterrumpidas; después, cuando el vacío es llevado á cierto valor, estas ráfagas desaparecen, siendo reemplazadas por dos zonas luminosas que se localizan en los electrodos, presentando generalmente intensidades y tintes diferentes, siendo el catodo (electrodo negativo) más iluminado.

Este tubo, al que se le puede dar diferentes formas, pudiendo contener gases de diferente naturaleza, materias fosforescentes, y partes en vidrio de urano, lo que bajo la influencia de la corriente eléctrica toma aspectos tan variados, constituye así un tubo de Geissler.

Una de las principales particularidades de estos tubos, es la estratificación de la descarga luminosa; pues la zona luminosa que se observa en los electrodos no es uniforme, presenta discos más brillantes separados por pequeños espacios oscuros; estas estrías aun mal conocidas, han sido causa de numerosas investigaciones y experiencias.

Cuando el vacío es más perfecto, es decir, llevado á unas millonésimas de atmósfera, la descarga eléctrica cambia totalmente de aspecto y se producen fenómenos tan particulares, que Crookes creyó encontrar un cuarto estado de la materia, que llamó, según la expresión empleada por M. Faraday *el estado radiante*.

Crookes en sus experiencias ha podido obtener vacíos á un veinte-millonésimas de atmósfera que correspondería á un cuarto de milímetro de una columna barométrica de más de 4,800 metros de altura; y ha observado que á muy débiles presiones la resistencia del tubo depende principalmente de la superficie del catodo y que la descarga que en un vacío menos perfecto reune los dos electrodos, parte directamente del catodo bajo forma de rayas rectilíneas cuya dirección es normal á su superficie é independiente de la posición del anodo.

Cuando la corriente eléctrica atraviesa un tubo de Geissler se observa siempre que el anodo y el catodo están unidos por un haz luminoso, cualquiera que sea el electrodo con el polo positivo; en un tubo de Crookes al contrario, una zona fluorescente se presenta en el punto opuesto al catodo. En apariencia general, este fenómeno nos prueba que los rayos que parten del catodo ó sean los *rayos catódicos*, se vuelven luminosos al contacto del anodo ó de la parte fluorescente del vidrio y que se propagan en línea recta. Ahora esa zona fluorescente que se produce al contacto de los rayos catódicos, varía según la naturaleza del vidrio empleado: así el vidrio urano se colora de un verde intenso; el vidrio inglés da una fluorescencia azul y el vidrio de Alemania produce un color verde manzana; hay más, la fluorescencia del vidrio varía con la presión del tubo.

Los rayos catódicos tienen muchas propiedades que nos son desconocidas, por más que interesantes

experiencias nos muestren que son normalmente emitidos por la superficie del catodo; que siguen líneas rectas; que son atendidos por los obstáculos que se interceptan en su camino (anticatodos); que disminuyen el poder fluorescente de los cuerpos sometidos á su acción después de corto tiempo; que son desviados, atraídos ó repelidos por un imán; que se les ha considerado como cuerpos cargados de electricidad del mismo nombre porque se repelen; que son productores de calor, al grado de fundir las paredes del vidrio y que son, en fin, productores de movimiento.

Todas estas propiedades de los rayos catódicos estudiadas experimentalmente por el sabio autor de *La Física molecular en el vacío* W. Crookes, le indujeron á formar su famosa *teoría del bombardeo molecular*, en la que considera al residuo gaseoso que queda en los tubos de vacío, casi perfecto, como un cuarto estado de la materia, al que llama *estado radiante*, y dice que es tanto más admisible como que las diferencias que existen entre el tercero y el cuarto estado, parecen al menos tan grandes como las que existen entre el segundo y el tercero, siendo aun más grandes que las que se observan entre las dos primeras. Agrega que "La diferencia que existe entre un cuerpo en el estado gaseoso y el mismo cuerpo en el estado radiante, consiste en que en el estado gaseoso las numerosas moléculas de este cuerpo, están más ó menos, según la presión, comprimidas las unas contra las otras y no pueden moverse sin entrar inmediatamente en colisión; su

desplazamiento rectilíneo es por consiguiente imposible; si al contrario, por un vacío más ó menos perfecto, se retira una gran parte de estas moléculas, quedando el mismo espacio, estas moléculas encontrándose aisladas, pueden recorrer espacios relativamente considerables sin encontrarse; cada molécula puede considerarse entonces separadamente, comparando sus movimientos á la descarga de una metralladora, es decir, de proyectiles separados."

Ahora bien, cuando á esa materia en estado radiante se le hace pasar una descarga eléctrica, las moléculas de esta materia son por decir así, el soporte de la corriente; estas moléculas son atraídas por el electrodo negativo, cargándose por consiguiente á su contacto de electricidad del mismo nombre, repeliéndose en seguida normalmente á su superficie en virtud de las leyes que tratan de la repulsión de cuerpos cargados de electricidad del mismo nombre; y como estas moléculas se encuentran naturalmente en un espacio suficientemente amplio para no poder entrar en colisión, pueden así ser proyectadas á una gran distancia del catodo. Estas moléculas en movimientos tan enérgicos, ó sea el bombardeo molecular, vienen á chocar contra la pared del tubo ó de cualquier obstáculo que se intercepte, produciendo *luminiscencia*, es decir, según Wiedemann, fluorescencia y fosforescencia simultánea ó á la vez.

Esta teoría tan sencilla en su concepción y que tan maravillosamente explica la acción de los rayos catódicos, fué debatida y desechada por M. W. Golds-

tein, Wiedemam, Hestz, Lenard, etc., habiendo sido con mayor furor después del descubrimiento de los rayos X; pues M. Goldstein atribuye á los rayos catódicos un carácter puramente óptico representando una nueva forma de energía; M. Wiedemam los considera compuestos por radiaciones de muy débil longitud de onda; M. Jhonson se pronuncia por la hipótesis de la disociación del gas, explicándose hoy por hoy una vibración longitudinal del éter; pues si se llegara á determinar la velocidad de los rayos catódicos, tal vez se aproximaría á la verdad; en efecto, si llegara á determinar de una manera exacta la velocidad de los rayos catódicos, y que ésta fuera igual á la de la luz, sería evidente la naturaleza óptica del fenómeno; pero hasta aquí todas las tentativas para determinar esa velocidad y demás resultados problemáticos, han quedado infructuosas, explicándose esta dificultad por disponer de espacios tan restringidos como el de los tubos.

El notable físico alemán M. Lenard, profundizando sus estudios sobre los rayos catódicos, descubrió otra clase de rayos; de los que determinó sus principales propiedades, pero no supo diferenciarlos suficientemente, al contrario de M. Wiedemam que determinó bien la diferencia pero no supo profundizar suficientemente el estado sobre sus notables caracteres.

M. Lenard, aprovechando los resultados de las experiencias de M. Wiedeman que consisten en haber descubierto que las hojas de metal de poco

espesor se dejan atravesar muy fácilmente por los rayos catódicos, imaginó un aparato para estudiar las propiedades de estos rayos en medios diferentes á su producción. El aparato consiste en un tubo de vidrio al vacío, pero una de sus extremidades está cerrada por un obturador metálico, llevando en su centro una pequeña abertura obturada por una hoja delgada de aluminio que está protegida contra las acciones electroestáticas por una cápsula interior, perforada de una abertura que corresponde á la hoja de aluminio; el catodo está formado por un disco y el anodo por un cilindro, estando todo encerrado en una caja metálica y comunicando eléctricamente con el obturador metálico y la tierra. Por medio de este aparato pudo M. Lenard comprobar que los rayos catódicos que atravesaban la hoja metálica, se esparcían en la atmósfera á muchos centímetros de su origen, demostrando su presencia por la acción luminiscente que tienen sobre ciertos cuerpos, tal como una pantalla de papel de seda cubierta de un barniz de pentadecyl paratolycetona; pudo igualmente descubrir su acción sobre los líquidos, tal como el petróleo que da una fluorescencia azul, y la influencia que tiene sobre las preparaciones sensibles, así como el poder que ejerce, descargando los cuerpos electrizados sometidos á su acción. Estudió también la influencia que tienen los imanes sobre los rayos salidos del tubo al través de la hoja de aluminio y observó que una parte de esos rayos era desviada y la otra quedaba indiferente á esta acción, sirviéndose para

dicha experiencia del aparato descrito anteriormente y un tubo donde recogía los rayos catódicos que atravesaba la hoja de aluminio; este tubo lleva en su interior dos diafragmas sucesivos y una pantalla donde llegaba á formarse una mancha fluorescente que permitía darse cuenta de su menor desviación. Esta mancha fluorescente rodeada de una penumbra más o menos extendida, penumbra que se desviaba bajo la acción de un imán, indujo á M. Lenard á pensar en dos especies de rayos: los rayos influenciados por el imán y los rayos indiferentes, que más tarde fueron los famosos rayos X.

Esta experiencia acercó á M. Lenard á la gloria que hoy lleva el Doctor Roentgen y estuvo aun más cerca con experiencias que hizo con una placa sensible y dos hojas, una de aluminio y otra de cuarzo, dispuestas de tal modo que observó la diferencia de permeabilidad de dichas sustancias para los rayos catódicos.

M. E. Wiedemann, en experiencias descritas el año 1895, se aproximó, lo mismo que M. Lenard, al descubrimiento de M. Roentgen, cuya extraordinaria perspicacia y talento lo elevaron á la gloria de los sabios.

LOS RAYOS X.

Un notable escritor dice: "Como casi siempre una casualidad fué la causa del descubrimiento de los rayos X por M. Roentgen, lo que no influye en nada para hacerle perder su mérito, pues si la casualidad de las experiencias lo puso en el camino

de un importante descubrimiento, no se habría podido realizar, si no hubiera podido sacar las deducciones y consecuencias que de ellas descollaban y qué el ignorante habría dejado pasar."

M. Roentgen observó que las placas de platino-cianuro de bario llegaban á ser fluorescentes en la vecindad de un tubo de Crookes completamente encerrado en un cartón negro, absolutamente opaco á los rayos luminosos y ultra-violetas; determinó la existencia de radiaciones especiales capaces de atravesar cuerpos opacos y buscó los cuerpos que son transparentes para estos nuevos rayos, á los que él llamó *rayos X* por su inexplicación teórica, atribuyéndolos únicamente á vibraciones longitudinales sin establecer una hipótesis sólida.

Comprobó que el platino-cianuro de bario se volvía fluorescente bajo la acción de los rayos X á través de un volumen de mil páginas; de una hoja de aluminio de centímetro y medio; de una lámina de platino de dos milímetros; de hojas de plomo, de plata, de cobre, etc., etc., lo que le hacía ver que se encontraba ante un agente desconocido.

Comprobó también que la mayor parte de los cuerpos que se dejan atravesar por estos nuevos rayos, aunque opacos á los rayos luminosos y químicos, que su transparencia parecía encontrar un factor importante, aunque no absoluto, en su densidad, por lo que hace un cuadro donde muestra los espesores relativos que es necesario dar á ciertos metales para obtener una misma absorción de rayos.

Los rayos X no son visibles por el ojo humano, ya sea por la insensibilidad de la retina ó por la opacidad del cristalino; no se ha podido producir tampoco una acción calorífica que demuestre su existencia, pero es sin duda alguna demasiado débil para ser descubierto.

Estos rayos se propagan rigurosamente en línea recta y no parecen sufrir desviación alguna en su paso á través de un prisma de cualquier materia; su reflexión en la superficie de los cuerpos, si existe es extremadamente débil. Estas dos propiedades pueden ser fácilmente demostradas, haciendo atravesar á los rayos una capa de un cuerpo pulverizado; se sabe que cada grano de la materia pulverizada constituye á la vez un prisma y un espejo que dispersarían en todos sentidos á los rayos susceptibles de ser refractados y reflejados.

En cuanto á su producción M. Roentgen piensa que tiene lugar donde los rayos catódicos chocan contra la pared del tubo al vacío y que son de naturaleza muy distinta, encontrando una diferencia muy neta en su insensibilidad á la acción del imán.

En fin, el estudio que más ha llenado de gloria á M. Roentgen en su grandioso descubrimiento, es el de la acción de estas nuevas radiaciones sobre las preparaciones sensibles, cuyos felices resultados han repercutido en el mundo civilizado.

La propiedad que tienen los rayos X de atravesar la madera y el cartón con asombrosa facilidad, los hacen para las operaciones fotográficas sumamente útiles y cómodas, pues no es nece-

sario abrir el châssis que contiene la placa sensible, lo que permite operar en plena luz, teniendo cuidado de no dejar cajas que contengan placas, en la vecindad de los tubos de Crookes que estén funcionando, porque los destruiría de una manera irremediable.

Respecto á la manera de acción de los rayos X sobre las preparaciones, Roentgen no ha precisado aún si es directa ó si es debida á una fluorescencia de la materia sensible ó de su soporte; no ha determinado tampoco la naturaleza de estas radiaciones, razón por la cual los llamó rayos X, emitiendo una hipótesis no menos que interesante que presentó á la Sociedad Físico-Médica de Würtzbourg y es como sigue:

“¿Qué son estos rayos? Puesto que no son los rayos catódicos, se podría suponer, según su facultad de producir la fluorescencia y la acción química, que son debidos á la luz ultra-violeta. Un conjunto imponente de pruebas está en contradicción con esta hipótesis. Esta luz nueva posee en efecto las propiedades siguientes:

“a.—No se refracta pasando del aire á el agua, en el sulfuro de carbono, el aluminio, la sal gema, el vidrio, el zinc.

“b.—No puede reflejarse naturalmente en la superficie de los mismos cuerpos.

“c.—No es polarizada por ninguno de los medios polarizantes ordinarios.

“d.—Es absorbida por los diferentes cuerpos, sobre todo en razón de su densidad.

“Lo que quiere decir que los nuevos rayos deben comportarse como los rayos visibles ó infra-rojos y los rayos ultra-violetas ya conocidos.

“Eso pareció muy inverosímil para que haya tratado de hacer otra hipótesis.

“Parece haber ahí una especie de relación entre los rayos nuevos y los rayos luminosos; ó al menos la producción de sombra, de fluorescencia y de acciones químicas, parece indicarlo. Se sabe desde hace largo tiempo, que son las vibraciones las que dan cuenta de los fenómenos luminosos, y es posible que vibraciones longitudinales se produzcan en el éter; ciertos físicos piensan lo mismo, que las vibraciones deben existir. Es necesario convenir que su existencia no ha sido nunca puesta en evidencia y que sus propiedades no han sido establecidas por la experiencia. ¿No deberían ser estos rayos atribuídos á las vibraciones longitudinales del éter?

“Yo debo manifestar que á medida que proseguía estas investigaciones, me acostumbraba más y más á esta idea y me permito anunciar, sin disimulo, que la hipótesis pide ser establecida más sólidamente.”

M. Tesla desarrolla otra teoría del todo diferente á la de M. Roentgen y parece fundarse en la teoría del *bombardeo molecular de Crookes*, teoría aplicada únicamente á los rayos catódicos y que está muy lejos para aplicarse á los rayos X.

M. Guillaume emite una tercer teoría en la que considera á los rayos X como radiaciones análogas en todo á la luz ordinaria y formada por rayos

hiper-ultra-violetas de mayor frecuencia y de muy corta longitud de onda; uno de los partidarios M. Ch. Henry, considera estos rayos como ultra-ultra-violetas, complicados de conversión de materia.

Siendo estas teorías tan obscuras y sin una base fundamental que las sostenga, *la experimentación*, no pensemos más en ellas hasta que la ciencia nos diga su última palabra.

* * *

Volviendo á las propiedades de los rayos X, es á M. Seguy á quien se deben las primeras experiencias, efectuadas en el Laboratorio de M. Le Roux y en la Escuela de Farmacia.

Numerosas investigaciones se sucedieron después de las experiencias de Roentgen, llegando todas á las mismas conclusiones: Que los rayos catódicos son de dos naturalezas; que unos son detenidos por la pared del tubo y que los otros se filtran al través constituyendo los rayos X; que el imán desvía á unos en el interior del tubo y á los otros en el exterior, hecho que parece demostrar que los rayos X tienen su origen, no en el catodo, sino en la pared del vidrio á donde son proyectados los rayos catódicos; que la intensidad de los efectos de los rayos X disminuye en razón del cuadrado de la distancia, no á partir del catodo, sino de la pared interior del tubo, lo que es una prueba que este es su punto de emisión; que su propagación es rectilínea, no sufriendo en consecuencia, acción sensible alguna de reflexión, ni de refracción al atravesar ó encontrar un cuerpo.

cualquiera; que no presentan de ~~una~~ manera apreciable fenómenos de interferencia ni de polarización, y en fin, que tienen la propiedad de descargar los cuerpos electrizados sobre los cuales caen, como lo han demostrado M. M. Benoist, Dufour, J. J. Thomson y otros, siendo la más característica, la de atravesar la mayor parte de los cuerpos, reputados antes de su descubrimiento como absolutamente opacos á todas las radiaciones luminosas y químicas, descollando de esta propiedad, casi todas sus aplicaciones actuales.

Los cuerpos más transparentes para los rayos X son: el lino, la madera, el papel y el cartón, las carnes, el carbón, el aluminio, la gelatina, el celuloide, el cuero y en general todos los cuerpos de débil densidad y de origen orgánico; siendo al contrario los más opacos, los cuerpos de origen mineral, como el platino, el vidrio, la porcelana, el grafito, el plomo, el latón, el zinc, etc.

Basándose M. Roentgen en esta diversidad de transparencia, emite su ley: *que la transparencia de los diferentes cuerpos á los rayos X está en razón inversa de su densidad y recíprocamente.* Algunas excepciones á esta regla, se pueden explicar según Henry, por fenómenos de luminiscencia.

M. M. Bleunard y Labesse han reconocido que la opacidad de las soluciones salinas para los rayos X, parece crecer con el peso atómico del metal ó del metaloide.

Para M. Henry, la ley de absorción de los rayos X por los cuerpos que atraviesan, es del todo diferente de la de los rayos luminosos ordi-

rios, pues estos siguen una ley muy rápida de extinción, así por ejemplo: la mitad de la luz incidente pasaría un metro de espesor, la cuarta parte pasaría dos metros, la octava tres metros, etc., al contrario de los rayos X que no son absorvidos sino sencillamente en razón directa del espesor: para un metro pasaría la mitad, para dos metros la cuarta parte, para tres metros la sexta parte, etc.

Ahora estos rayos no son todos idénticos entre sí; así como los rayos luminosos varían ligeramente en sus propiedades, según la naturaleza y las condiciones de su producción, por la forma de los tubos, la intensidad de la corriente, el grado de vacío, etc. Estas variaciones de naturaleza en los rayos X, producen diferencias bien marcadas en la transparencia y opacidad de los cuerpos que le son sometidos; así, cuando el vacío no es suficiente, los rayos emitidos son absorvidos casi tanto por la carne como por los huesos; y con un vacío más perfecto, las carnes y hasta los huesos se dejan atravesar muy fácilmente. Hé aquí la importancia que posee la fuente de los rayos para obtener buenos resultados radiográficos y para llegar á establecer el diagnóstico de ciertas enfermedades óseas.

LA RADIOGRAFÍA

Habiendo dado ya una idea general de los rayos X, de sus distintas propiedades y de la diversidad de teorías respecto á su naturaleza y á su origen,

pasemos ahora á la principal aplicación, de donde emanan casi todas, *á la producción de imágenes fotográficas á través de cuerpos absolutamente opacos á las diferentes radiaciones luminosas.*

La palabra fotografía, que significa *trazado por la luz*, no convenía en manera alguna á una operación donde totalmente, ninguna radiación lumínosa entraba en juego y donde las disposiciones fotográficas ordinarias eran del todo diferentes, reemplazándola por la palabra más justa y mejor adaptada de *Radiografía*.

Como dejo apuntado en uno de los párrafos anteriores, estos rayos tienen la propiedad de atravesar la mayor parte de los cuerpos opacos, pudiendo llegar á impresionar una placa sensible á través de estos cuerpos. Se dijo también que diferentes cuerpos no se dejan atravesar con la misma facilidad y que presentan una transparencia ó una opacidad más ó menos considerable según su densidad y su constitución, ó en regla general, que los cuerpos ligeros y de naturaleza orgánica son relativamente muy transparentes, mientras que los cuerpos pesados y de origen mineral son mucho más opacos, siendo evidente que para un mismo cuerpo, la transparencia será tanto más grande, bajo un débil espesor é inversamente.

Respecto á los resultados fotográficos y radiográficos, se observarán sombras más ó menos espesas, las que se explican muy fácilmente por la diferencia de transparencia para los rayos según la naturaleza y el espesor de las diferentes partes, que darán en la placa, al desarrollo de la imagen, estas sombras.



Figura Número 1.

Radiografía de la mano izquierda de un niño de 10 años en la que se practicó la amputación de la 2^a falange del pulgar y la 2^a y 3^a del índice y del medio, á consecuencia de la explosión de un fulminante de dinamita. Distancia de la ampolla á la mano, 20 centímetros. Tiempo de exposición, 4 minutos. Los puntos negros corresponden á fragmentos de la cápsula.—Colección radiográfica de la Policlínica de los Doctores Ortega.

Tomando por ejemplo una radiografía de la mano (vease la fig. núm. 1), las carnes que son muy transparentes para los rayos X, llevarán apenas, una ligera sombra en la placa sensible, mientras que los huesos, mucho más opacos, se fijarán mejor en el resto de la imagen.

Antes dije que la radiografía difiere totalmente de la fotografía, ya por sus radiaciones utilizadas como por la disposición de la operación y los resultados obtenidos.

La fotografía necesita rayos luminosos visibles para el ojo, reflejados por los cuerpos que se quieran reproducir y recogidos por un objetivo, obteniendo como resultado, el exterior de los objetos.

La radiografía por el contrario, utiliza radiaciones de naturaleza desconocida, emitidas por una ampolla de gran vacío bajo la influencia de una corriente de alta tensión; radiaciones invisibles, que no sufren ninguna reflexión ni refracción sensibles, dando las sombras de los objetos que encuentran, siendo estas sombras más ó menos acentuadas, según el espesor y la transparencia de las diferentes partes de los cuerpos radiografiados y recogidas directamente sobre una placa sensible, dando siluetas enteramente independientes del relieve exterior.

El material necesario puede dividirse en tres partes: el aparato productor de la corriente de alta tensión, la ampolla productora de los rayos X y el châssis que contiene la placa y sobre el cual se coloca el objeto que se trata de radiografiar.

El aparato productor ó fuente de la corriente á alta tensión, es ordinariamente una bobina de

inducción dando al mínimo una chispa de cinco centímetros de longitud y alimentada por una batería de pilas, acumuladores ó por la corriente distribuída por oficinas centrales.

La ampolla está constituida por un recipiente de vidrio de forma y dimensiones ordinariamente variadas, herméticamente cerrada y cuyas paredes son atravesadas por dos electrodos de platino (anodo y catodo); constituye la porción esencial del aparato para la producción de los rayos X.

Respecto al châssis, se podría usar solo, perfectamente, si se operara en la obscuridad y que el objeto al colocarlo sobre la placa sensible no la deteriorara; pero como es mucho más cómodo operar á la luz del día, se prefiere envolver la placa sensible en hojas de papel negro ó colocarla en un châssis análogo á los fotográficos, pues la cubierta, ya sea de madera ó de cartón, es atravesada por los rayos X.

El tiempo necesario para la obtención de radiografías ha sido una de las principales preocupaciones de los que se dedican á las aplicaciones de los rayos X. Es enteramente variable, según la ampolla, la fuente de electricidad de que se dispone, el espesor y la capacidad del objeto que se va á radiografiar y la distancia de la ampolla á la placa sensible; esta puesta puede así variar de algunas horas á algunos segundos ó fracción de segundo.

M. Lannelongue propuso para abbreviar el tiempo de puesta en radiografía y aumentar la acción de los rayos X sobre las placas sensibles, colocar directamente sobre la envoltura de la placa una



Figura Número 2.

Radiografía de la mano izquierda de un joven de 16 años que sufre desde hace tres meses de la afección conocida con el nombre de Espina Ventosa (Ostiomielitis tuberculosa de las falanges). Colección radiográfica de la Policlínica de los Drs. Ortega.

hoja de papel barnizada de una sustancia luminiscente, como el platino-cianuro de bario ó el bisulfato de quinina.

En cuanto á las placas sensibles, pueden usarse las empleadas en fotografía; pero los que más servicios prestan á la radiografía son las placas de *gelatino-bromuro de plata*, cuya extrema sensibilidad necesita precauciones particulares contra la acción de la luz más débil.

Para ser más completo, trataré á grandes rasgos algo de la fluoroscopía, que gran número atribuye á M. Edison su descubrimiento, pero en justicia es á M. Roentgen, puesto que á su aplicación debe el descubrimiento de los rayos X, aunque M. Lenard se había servido antes de pantallas impregnadas de pentadecylparatolycetona para sus experiencias sobre los rayos catódicos.

La fluoroscopía consiste simplemente en recibir los rayos X después de su paso al través del objeto que se trata de examinar, no en una placa fotográfica, sino sobre una pantalla recubierta de un cuerpo que tenga la propiedad de llegar á ser luminiscente bajo su acción. Se concibe fácilmente que la luminiscencia se producirá según la mayor ó menor intensidad de los rayos, y las sombras dadas por los objetos aparecerán sobre la pantalla, visibles para el ojo humano.

Las pantallas fluorescentes que sirven para la visión directa de las sombras radiográficas son de fabricación muy simple. Basta tamizar sobre una hoja de cartón barnizada de cola, el polvo fino de un cuerpo fluorescente que quede adherente después

de la desecación de la cola; la hoja de cartón se puede reemplazar por una hoja delgada de aluminio, de celuloide, de mica ó de vidrio, teniendo cuidado que en esta última, la capa luminiscente esté del lado de la ampolla, por ser el vidrio muy opaco para los rayos X. M. Hospitalier recomienda el colodión como superior á la gelatina y á la cola, como adherentes para los cuerpos fluorescentes.

Los tungstatos alcalinos y en particular el de cal cristalizado, presentan efectos fluorescentes muy intensos, por lo que los proponía M. Edison. Los sulfuros de calcio, estroncio y zinc, los platino-cianuros, sobre todo el de potasio que da una fluorescencia de un tinte azulado, y según M. Jackson da también el espectro del potasio. (1)

Habiendo hecho, aunque á grandes rasgos, la descripción de los rayos catódicos y de los rayos X, de sus teorías y de la fluoroscopía, paso en seguida á sus aplicaciones que tanto en la Medicina como en la Cirujía son cada vez más numerosas y cuyos conocimientos son de alta importancia para el médico, pues si se me permite, son la piedra de toque á la que puede recurrir multitud de veces para la aclaración de cuantos diagnósticos donde la clínica es impotente y donde el cirujano más hábil puede escollar.

Las aplicaciones de los rayos X son en extremo numerosas y cada día se descubren nuevas, derivando todas de la radiografía y de la fluoroscopía, que ya conocemos.

(1) En el tratado de M. J. L. Bretón, se encuentra una serie de procedimientos para la preparación de las placas luminiscentes, disputándose, unas por su intensidad y otras por ser de poco costo.



Figura Número 3.

Radiografía de la mitad derecha del torax de un joven de 18 años, que demuestra la presencia de un proyectil que penetró en el 2º espacio intercostal derecho á 8 centímetros del borde del mismo lado del externón. Distancia de la ampolla, 40 centímetros. Tiempo de exposición, 20 minutos.—Colección radiográfica de la Policlínica de los Doctores Ortega.

Averiguar el contenido de una caja cerrada; determinar el estado de pureza de ciertos cuerpos ó su naturaleza exacta por el grado de transparencia á los rayos X, para descubrir un fraude ó una falsificación; reconocer entre las piedras preciosas las falsas de las verdaderas, etc., etc., todas son aplicaciones de los rayos X que menciono nada más, por no ser de mucho interés para nuestro estudio y que se encuentran descritas en multitud de revistas científicas, entrando en seguida á las importantísimas aplicaciones que encuentran en las ciencias médicas un terreno basto como fecundo, pues no sólo se limitan al estudio anatómico y al establecimiento de diagnósticos, sino también como un agente terapéutico por su acción directa sobre el organismo.

Atravesando los rayos X al cuerpo humano con facilidad asombrosa, es en realidad de verdad, natural que éstos produzcan alguna acción en el organismo ¿y esta acción podrá ser utilizada en medicina?

La acción de los rayos X sobre el organismo, aunque no se ha estudiado desde todos sus puntos de vista, parece ser muy potente. Muchas personas han observado la inflamación de la piel, caída de los pelos, de la epidermis y de las uñas; pero no sabemos si más tarde se podrá demostrar su eficacia en el tratamiento de cuantas enfermedades que hoy por hoy, no tienen un tratamiento racional.

M. M. R. Hahn y Albers Schombers demuestran que los rayos Roentgen tienen una acción sobre la piel y relatan un gran número de observa-

ciones de casos de *lupus* tratados por estos rayos, dando la mayor parte buenos resultados, y varios de eczema, modificándose favorablemente el eczema seco. Igualmente se puede decir para la depilación y en ciertos casos de úlceras varicosas de la pierna; en el acné vulgar, en el lupus eritematoso, en las hipertricosis, en el favus, psoriasis y elefantiasis, y concluyen como sigue:—1º La radiografía constituye un procedimiento terapéutico seguro y eficaz.—2º Este procedimiento es particularmente bueno y eficaz en el lupus, el eczema, en los edemas elefantiásicos.—3º Cuando se tratan superficies extendidas.—4º Las residivas no son de temer y—5º El tratamiento por los rayos X no tiene la pretensión de apartar otro procedimiento terapéutico, pudiendo combinarse y formar otro modo de tratamiento.

M. M. Lortet y Genoud proponen el uso de los rayos X para modificar el desarrollo agudo de la tuberculosis por su acción sobre los productos tuberculosos; experimentando en caballos, obtuvieron resultados satisfactorios. Inocularon á ocho de estos animales, habiendo sometido tres á la acción de los rayos X, los que al cabo de tres semanas ofrecían diferencias considerables con relación á los no tratados; estos últimos presentaban heridas ulcerosas en los puntos de inoculación, los ganglios inflamados, el estado general, malo por la pérdida de peso.

El Profesor Bouchard, experimentando sobre enfermos del Hospital de la Charité y estudiando el resultado de sus experiencias, publicó una serie

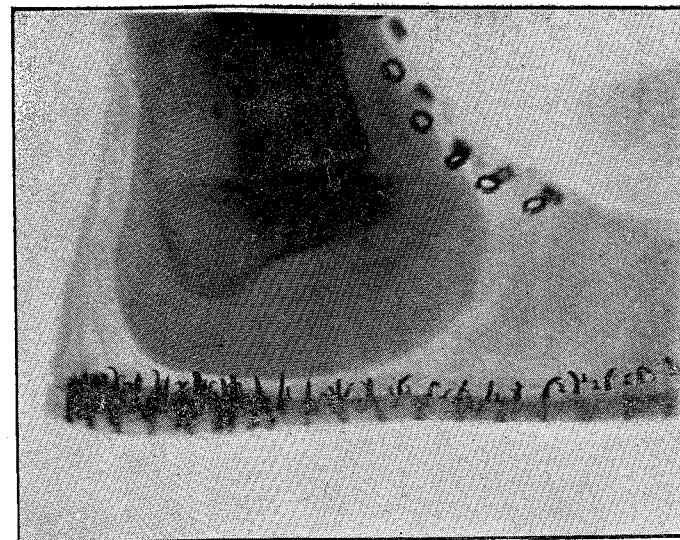


Figura Número 4.

Radiografía de la extremidad inferior de los huesos de la pierna derecha y mitad inferior del calcáneo á través del zapato, un año después de una operación osteo-plástica (Pasquier Le Fort) practicada por el Doctor don Salvador Ortega.

Colección radiográfica de la Policlínica de los Doctores Ortega.

de artículos titulados, el primero: *La pleuresía del hombre estudiada por medio de los rayos X*, en el que demuestra que el derrame pleurítico detiene en parte á los nuevos rayos, dando al examen radioscópico una sombra del lado enfermo que contrasta con la claridad del lado sano.

Poco después apareció una segunda publicación del mismo Profesor Bouchard sobre la misma cuestión: *Los rayos de Roentgen aplicados al diagnóstico de la tuberculosis pulmonar*.

Hé aquí una parte de esta segunda comunicación á la Academia de Ciencias: "En todos los tuberculosos que he examinado con la pantalla fluorescente, he comprobado la sombra de lesiones pulmonares; su sitio estaba en relación con las delimitaciones por los otros medios de exploración y su intensidad en relación con la profundidad de la lesión. En dos casos las sombras claras que aparecieron en el fondo de las sombras, han marcado la presencia de cavernas encontradas por la auscultación. Pero en otros casos donde la auscultación determinaba la presencia de excavaciones, éstas no han sido vistas al examen radioscópico. En un enfermo, los signos generales y la tos hacen sospechar un principio de tuberculización, pero el examen de la expectoración no demuestra la presencia de bacilos, y los signos físicos no permiten dar un diagnóstico cierto. La radioscopía ha mostrado que el vértice de uno de los pulmones era menos permeable y algunos días después la auscultación como el examen bacteriológico, no dejaban la menor duda."

Dos semanas después apareció "La nueva nota sobre la aplicación de la radioscopía al diagnóstico de las enfermedades del torax" donde M. Bouchard manifiesta que la radioscopía ha revelado lo que los otros medios de exploración han dejado desapercibidos.

Existen también comunicaciones por el Doctor F. Williams al Congreso de Médicos Americanos: "Sobre los rayos Roentgen en las enfermedades torácicas" y la tesis inaugural del Doctor Mignon: "Estudio anatomo-clínico del aparato respiratorio y de sus anexos por los rayos de Roentgen."

Hay más todavía, M. M. Broussilovsky y L. Buchstab han hecho estudios sobre el valor de la radiografía en el diagnóstico diferencial de algunas artropatías.

Tomando observaciones de reumatismo deformante, reumatismo crónico y reumatismo gótico, han concluido con la deducción de los caracteres típicos que permiten hacer diagnóstico diferencial:

En el reumatismo gótico la radiografía demuestra un espacio claro entre las extremidades óseas y sobre todo manchas claras netamente limitadas ó difusas en las epífisis que forman las articulaciones.

En el reumatismo crónico el espacio articular es más sombrío y algunas veces ausente, las epífisis más sombrías y de contornos un poco netos.

En la artritis deformante, el espacio intra-articular es siempre sombrío, sobre todo si tiene deformaciones pronunciadas del esqueleto, deformaciones de las falanges, luxaciones ó sub-luxaciones.

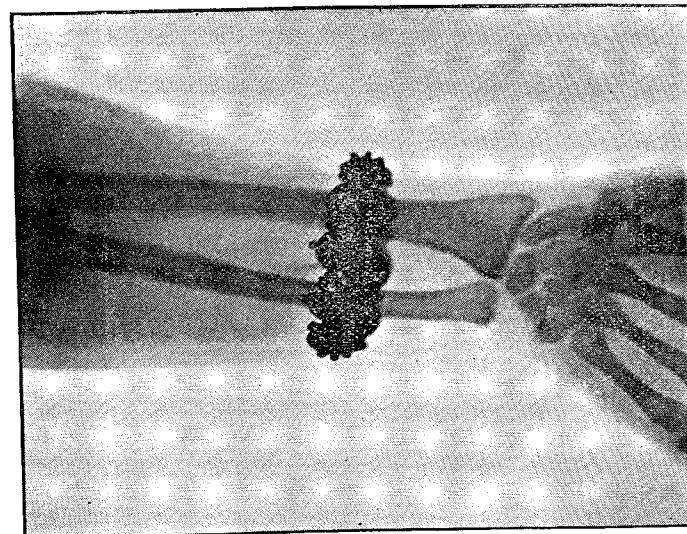


Figura Número 5.

Radiografía del ante-brazo derecho de la señorita X. X., que demuestra la presencia de un fragmento de aguja casi en el tercio medio y en el espacio interóseo. Distancia de la ampolla al objeto, 25 centímetros. Tiempo de exposición, 5 minutos.— Colección radiográfica de la Policlínica de los Doctores Ortega.

En los casos mixtos se encuentran los caracteres correspondientes á cada uno de los casos aislados.

En oftalmología, M. M. Rochas y Dariex han comprobado que los humores del ojo y notablemente el cristalino, son casi opacos á las radiaciones de Roentgen.

En la investigación de los cálculos en el hígado y en la vesícula biliar, que siendo por su composición química casi transparente para los rayos X, y en consecuencia muy difícil su determinación, M. Carl Beck, haciendo un estudio comparativo, demuestra la influencia de la duración y de la variedad de posición, por lo que aconseja colocar al sujeto en *decúbito lateral-abdominal derecho* y de hacer caer los rayos no perpendicularmente sino con una incidencia de 45°.

En cuanto al estudio de las enfermedades del tejido óseo, ya sea que se trate de lesiones inflamatorias y orgánicas ó de lesiones de nutrición y del desarrollo de los huesos ó de lesiones traumáticas, las aplicaciones de los rayos X son aquí del todo indicadas.

En la periostitis; en la osteomielitis de los adolescentes que ataca la totalidad de los huesos y tiene por causa los traumatismos, el frío y la fatiga; en la osteitis de origen traumático, sifilítico ó tuberculoso; en la necrosis por causas ocasionales, traumáticas ó inflamatorias; en los tumores: exostosis, fibromas, gomas de origen sifilítico, quistes, sarcasmas, etc., etc.

Todas estas afecciones óseas son descubiertas por la radiografía, determinando exactamente el lugar enfermo y las modificaciones patológicas consecutivas, e indicando al médico la extensión del mal y el tratamiento que convendrá aplicar, (véase la fig. núm. 2).

Para investigar la presencia de cuerpos extraños y determinar su posición en el organismo, (véase la fig. núm. 3).

M. Mignon comunica á la Sociedad de Cirujía de París, el 19 de enero de 1901, un caso de herida penetrante del cráneo por bala de revólver, para determinar una vez más la importancia de la radiografía. Se trata de un soldado que á consecuencia de un golpe de revólver en el temporal, había presentado vértigo. La radiografía anunció que el proyectil estaba situado á dos centímetros atrás de la apófisis orbitaria derecha, y la trepanación á este nivel, ha permitido encontrarla y extraerla.

En los casos diversos en que los niños ó personas tragan diferentes cuerpos (monedas), que penetran en el esófago ó en la tráquea; en los casos de difteria para determinar la altura de la producción de las falsas membranas y proceder á la traqueotomía; para ver el resultado operatorio, principalmente en las operaciones ~~co~~-plásticas, como la de Pasquier-Le Fort, (véase la fig. núm. 4).

En Medicina Legal para reconocer la presencia de burbujas de aire en pulmones que han respirado y para determinar el modo de penetración de los proyectiles y su presencia en el interior del organismo.