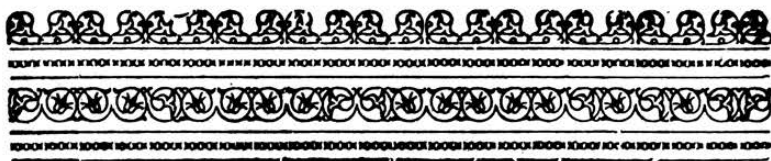


**Modernas aplicaciones
e investigaciones sobre los Rayos X.**

Por el Dr. JOSÉ DUCCI



MODERNAS APLICACIONES E INVESTIGACIONES SOBRE LOS RAYOS X

Las recientes investigaciones llevadas a cabo a propósito de los rayos X me han llevado a dictar esta conferencia, esperando que de ella saquen algún provecho los que no tienen conocimiento de estos nuevos estudios.

Todos saben por lo demás, que los Rayos X fueron descubiertos por el profesor Röntgen, repitiendo las experiencias de Crookes sobre las descargas eléctricas hechas en el vacío. Este profesor que había trabajado sobre las descargas durante varios años, había tenido en sus manos el manejo de los Rayos X sin darse cuenta de ello. Repitiendo Röntgen las experiencias, comprobó que del tubo salían radiaciones invisibles por lo cual lo envolvió en un papel negro, sorprendiéndose por la aparición de cierta fluorescencia. Naturalmente, para un profano era luminosidad habría pasado desapercibida, pero para un investiga-

dor fué el punto de partida de nuevos estudios que lo llevaron al convencimiento que la luz provenía del tubo en el punto en que era tocado por radiaciones, ya conocidas, los rayos catódicos. Crookes había demostrado que cuando el vacío en el interior de un tubo llegaba a un límite alto al paso de una corriente de gran potencial entre ambos polos, se enjendraba en el polo negativo ciertas radiaciones que él llamó catódicas i Röntgen pudo comprobar que estos rayos catódicos en el punto en que chocaban con el tubo enjendran los Rayos X.

Desde este momento numerosos investigadores repitieron las esperiencias i es interesante anotar que habiendo sido descubiertos los rayos X el año 1895, ya el año 1896 en la Universidad de Chile se tomaron algunas radiografías por los profesores Salazar i Zegers, que yo conservo en la Escuela.

Desde los primitivos tiempos el tubo se ha perfeccionado considerablemente. Desde luego, el primer paso fué hacer el polo negativo esférico, porque Crookes había notado que los rayos catódicos partían perpendicularmente a la superficie del cátodo; de esta manera los rayos concurren a un mismo punto, fundiéndose en un mismo haz. Estos tubos se llaman "focus".

Según que el impacto de los electrones catódicos en la superficie del anti-cátodo, sea más o menos puntiforme, la emisión de rayos X es también más o menos precisa i se han denominado tubos de foco fino, medio i ancho, según aquel tamaño del impacto.

El perfeccionamiento posterior de los tubos se debe al ingeniero Coolidge. Cuando se pretende hacer pasar una corriente a través del aire, se requiere que el po-

tencial sea hasta cierto punto proporcional a la distancia que se quiere atravesar; esto, naturalmente, prueba que la resistencia del aire es bastante grande a la presión atmosférica; haciendo el vacío en un tubo se disminuye la acción de la presión atmosférica, i se puede hacer pasar la corriente a una distancia considerable con un potencial relativamente menor.

Observando una experiencia adecuada se puede apreciar que a medida que el vacío aumenta se llega a producir la tensión precisa para la propagación de los rayos catódicos, que dan una fluorescencia jeneralmente verde; como digo en todos los tubos antiguos se recurrió a una atmósfera enrarecida. Coolidge aprovechando el hecho que el espacio podía hacerse conductor por la vecindad de un cuerpo metálico incandescente, ideó el tubo que lleva su nombre. En este caso el vacío se lleva al máximum posible i el polo negativo lleva un filamento incandescente análogo al de una ampolleta eléctrica. En esta forma el espacio se hace conductor aún con un vacío mui grande.

Los tubos con aire enrarecido tenían el defecto que con el uso variaba este factor i el tubo dejaba de funcionar; el tubo Coolidge no tiene variaciones i el flujo depende simplemente de la temperatura del cátodo, que puede regularse desde fuera por medio de una pequeña resistencia. La fabricación de estos tubos ha hecho desarrollarse la metalurjía del **tungsteno** o **wolframio**, que sólo se conocía al estado pulverulento i que actualmente se ha transformado en un metal compacto i duro de un punto de fusión más elevado que el platino i de un costo menor. Los tubos Coolidge se han perfeccionado, llegando a construirse

hoi día, desde el tubo dental, de reducidísimas dimensiones, hasta el de radioterapia profunda que mide un metro i medio de largo i tolera 30 miliamperes con un voltaje de 200,000 volts.

Respecto a la producción del alto potencial, desde los primitivos tiempos de los trabajos de Crookes i de Röntgen, en que se producían las descargas a través de los gases enrarecidos por medio de las bobinas de Ruhmkorff, hasta los momentos actuales los aparatos productores de la alta tensión, necesaria para la jeneración de las radiaciones catódicas han experimentado una considerable evolución. Los aparatos de tipo intermedio de bobina perfeccionada e interruptores de gas o electrolítico han cedido su paso hoi día totalmente a los trasformadores estáticos con primario accionado por corriente alterna. En este sentido la Jeneral Electric Co. ha llegado al más alto grado de perfeccionamiento al fabricar trasformadores que funcionan sumerjidos en aceite desde pequeñas potencias (45 kilovolts) 15 milliamperes, hasta los de tipo máximo usados en radioterapia profunda (280 mil volts, 50 milliamperes).

Se ha podido dar a estos aparatos gracias a prolijas investigaciones, un volumen mui reducido, incomparablemente menor que el de los aparatos antiguos.

Naturalmente, la corriente de alta tensión producida en estos trasformadores, es también de tipo alterno i cuando se usan tubos que no son auto-rectificadores se requiere enderezar la corriente secundaria por medio de un dispositivo especial que consiste en dos o más paletas que jiran en sincronismo con la corriente primaria i por medio de varillas colectoras dia-

metralmente colocadas enderezan la onda negativa de la corriente.

Este mecanismo ideado por Snook lo emplean hoy día casi todos los fabricantes i es conocido en Francia con el nombre de Contact-Tournant. En los grandes aparatos, todos los terminales del dispositivo son esféricos para evitar la pérdida de efluvios.

El voltaje jenerado en estos trasformadores ha sido universalmente regulado por medio de resistencias; pero hoy día se prefiere con considerables ventajas la regulación por auto-trasformador. Es éste un circuito de alta self-inducción sobre el cual actúa todo el potencial de la línea i desde la cual se pueden sacar sucesivamente por medio de contactos repartidos en las diferentes espiras potenciales escalonados desde un mínimum hasta el máximium i en la gradación que se desee, para aplicar así este potencial seleccionado al primario del trasformador de alta tensión.

La importancia del auto-trasformador es en primer lugar, la de no reducir la potencia del aparato i en seguida de no tener pérdida de enerjía en la transformación térmica de las resistencias. Así sucede que la corriente obtenida en el secundario no disminuye por una reducción de potencial con auto-trasformador i baja naturalmente al contrario cuando se emplean resistencias para la técnica de precisión, necesaria especialmente en radiografía. El auto-trasformador de regulación es una parte fundamental del aparato.

Es también interesante consignar el progreso que se ha hecho en la estabilización de la corriente del tubo para diferentes voltajes i fluctuaciones de la línea por medio de aparatos de funcionamiento automático que conectados con el circuito de calentamiento del tubo

i con el circuito de alta tensión mantienen una intensidad absolutamente fija en el tubo gracias a ingeniosos vibradores i electro-imanés (estabilizador Keersley).

Las propiedades de los rayos X son mui conocidas. Voi sólo a referirme a algunas aplicaciones modernas que tienen interés científico especialmente. Entre éstos uno de los puntos que nos interesa es que los rayos X al atravesar una atmósfera gaseosa producen una ionización; esto significa que el aire que es mal conductor, bajo su influjo se hace buen conductor; de manera que si se establece una diferencia de potencial eléctrico entre dos láminas metálicas, en condiciones ordinarias, no hai paso de corriente, pero si en este espacio se deja caer una radiación de rayos X se hace buen conductor. Esto tiene mucho interés para la medición de los rayos, ya que permite avaluar su intensidad por medio de la corriente que pasa entre dos láminas a un potencial fijo. Estos aparatos se llaman: “intensímetros” o “intocuantímetros” i son el método que usan los radiólogos alemanes.

El profesor yanqui, Wilson, ha demostrado esta ionización en esperiencias hechas haciendo actuar los rayos X sobre una atmósfera sobresaturada de vapor de agua; este vapor se condensa en partículas ionizadas de tal manera que se hacen visibles en forma de rocío i se han fotografiado por procedimientos complicados.

Las demás propiedades no las detallaremos, pero viene un capítulo mui interesante para los tiempos actuales.

Cristales

Desde el descubrimiento de los Rayos X se pensó en asimilar su naturaleza a la de los rayos luminosos i se buscó la manera de producir con ellos los diferentes fenómenos obtenidos con la luz; especialmente la reflexión i la refracción.

La imposibilidad de obtener desviaciones de esta naturaleza, llevó naturalmente a la hipótesis de que si los Rayos X eran vibratorios, deberían ser de una cortísima longitud de onda. Esta consideración nacía de que entre una superficie reflejante i la onda que sobre ella cae, hai una relación de magnitud cuando el fenómeno tiene lugar: en el sentido de que si la onda es grande, la superficie puede tener asperezas considerables (reflexión del sonido, eco). Al contrario, si la onda es pequeña como la luz, la superficie debe ser pulimentada, i, por último, si la onda es aún más pequeña como los Rayos X, aún los espejos presentan para ellos rugosidades que destruyen la onda e imposibilitan la reflexión.

Estas consideraciones llevaron al profesor Laue de Múnich a imaginar que tal vez las superficies naturales interiores de los cristales pudieran tener con su alineamiento molecular el suficiente bruñido (tersura) necesario para la reflexión o para cualquier fenómeno de desviación, refracción i difracción, en los cuales se observa también este paralelismo necesario entre la magnitud de la onda i la fina estructura del obstáculo.

Laue había pensado especialmente en los planos de clibaje de los cristales que aparecen cuando éstos se

parten, dando lugar a cristales homólogos más pequeños.

Friedrich i Knipping trataron de comprobar experimentalmente las ideas teóricas de Laue i pronto obtuvieron, haciendo caer un haz de Rayos X sobre un cristal, una serie de imágenes simétricas de reflexión i difracción. Colocando placas fotográficas paralelas aparecieron en estas en disposiciones diverjentes, que pudieron ser fotografiadas. Pronto pudo demostrarse que los cristales están constituídos por conjuntos reticulares en cuyos nodos se encuentran los núcleos materiales, en donde la desviación se opera, demostrando así de una manera experimental las ideas de Laue por una parte i la hipótesis sobre la estructura de los cristales emitida en 1850 por el físico francés Bravais.

Numerosos investigadores se dedicaron a estudiar la estructura interior de los cristales, sobresaliendo entre ellos el profesor Bragg, de Cambridge. Se ha llegado así a demostrar por numerosos investigadores, que los cristales presentan ante la acción de los Rayos X, imágenes características de su estructura interior.

Según Bragg, los cristales pueden considerarse como una serie de capas moleculares sobrepuestas paralelas a las caras exteriores del cristal, lo que tiene importancia en la teoría de la medición de las ondas.

El estudio de las reflexiones en las diferentes capas i núcleos, hecho especialmente en cristales compuestos solamente de dos elementos químicos, como los cristales de cloruro de potasio, cloruro de sodio, etc., llegó a demostrar que las reflexiones sucesivas eran de valor alternado, lo que significaba que los núcleos reflejantes eran desiguales entre sí alternativamente

i este hecho experimental no pudo conciliarse sino con la hipótesis de que no eran las moléculas, necesariamente todas iguales, sino los átomos alternativamente desiguales los que hacían diferentes los centros de reflexión. En esta hipótesis de dos especies de centros reflejantes, la distribución cúbica más sencilla i más regular, es aquella en que se suceden a intervalos constantes i siguiendo los diferentes planos, un átomo de una especie seguido del átomo de la otra, necesario para formar la molécula i, así, sucesivamente.

Confirmando esta idea, se vió que en los cristales de cloruro de potasio, la diferencia entre las reflexiones alternas era apenas apreciable i en estos cristales precisamente, los átomos sucesivos de potasio i de cloro tienen casi el mismo peso atómico (39 i $35\frac{1}{2}$); por consiguiente, su eficacia para la reflexión debe ser mui semejante; en cambio, en la sal, con el sodio, de peso atómico 23 i el cloro de peso atómico 35, las reflexiones sucesivamente alternas son mucho más diferenciadas.

El estudio de numerosos cristales, llevó a la conclusión de que los haces de reflexión se debían al número de átomos contenidos en cada molécula, a su peso atómico i a su posición en la misma. Es interesante consignar algunos resultados: en el diamante por ejemplo, cada átomo de carbono ocupa el centro de un tetraedro regular en cuyos cuatro vértices se hallan los cuatro átomos más próximos. En las sales halojenadas, los átomos se hallan en los ocho vértices de un cubo unidad i en los centros de las seis caras. En la piritita de fierro, los átomos de fierro están distribuídos como los átomos laterales del diamante i los

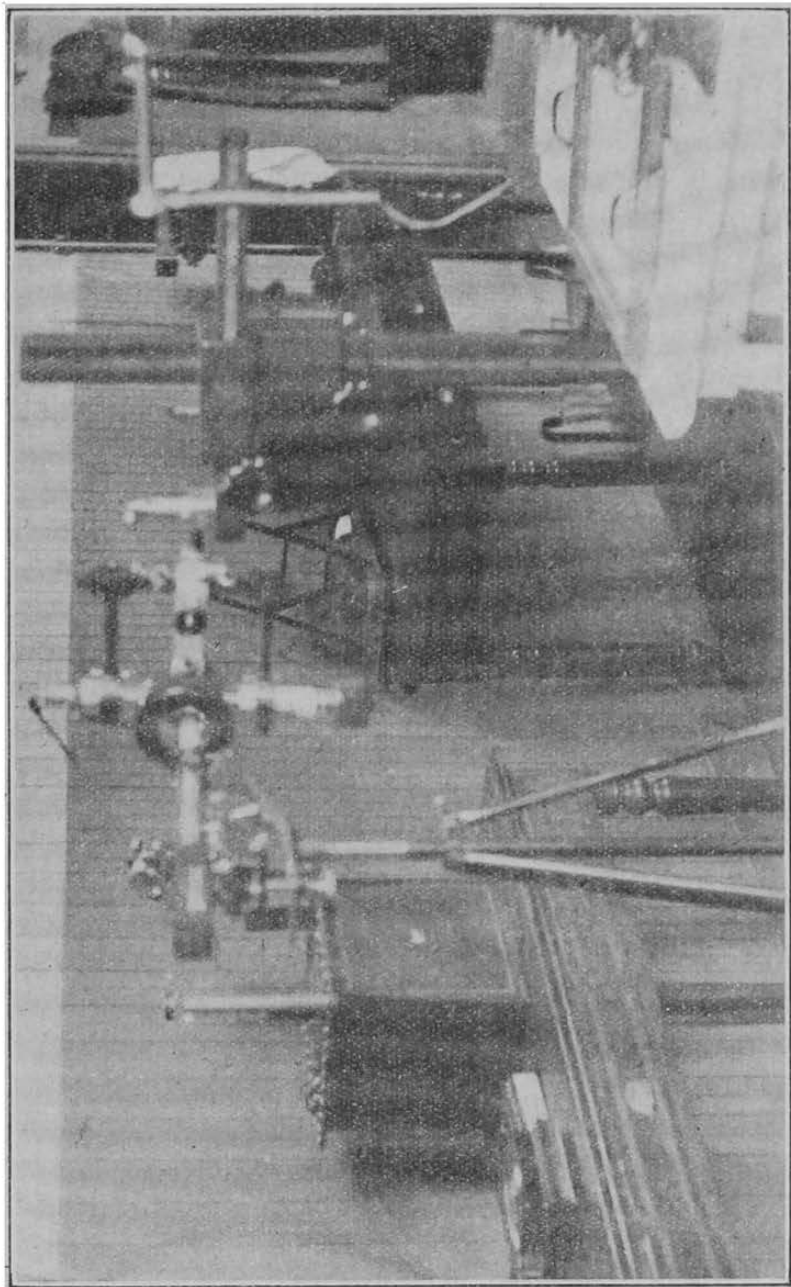
de azufre en la diagonal del cubo elemental, no en la parte media, sino corridos hacia el lado del fierro, etc.

En resúmen, en las sustancias cristalinas, son centros de reflexión, cada uno de los átomos aunque se trate de materias compuestas; los átomos están distanciados, como asimismo las moléculas i por consiguiente en la reflexión de los Rayos X intervienen muchos planos sucesivos. Por último, la reflexión que produce cada átomo, varía con sus dimensiones i precisamente crece en el peso atómico del mismo. Los Rayos X han permitido, así, ver en el fondo de la estructura de la materia.

ESPECTROGRAFÍA

Aparte del estudio de la estructura de los cristales, la reflexión de los Rayos X ha permitido la medida de su longitud de onda. Esta determinación se ha basado en los mismos principios que habían servido para medir la longitud de onda de la luz i a su turno, se deduce de un fenómeno de interferencia provocado en condiciones especiales. Se sabe en efecto, que cuando dos vibraciones iguales se encuentran, resulta del choque un fenómeno particular denominado interferencia que puede dar lugar a su anulación si son de sentido contrario o su refuerzo si son del mismo sentido.

Ahora bien, conociendo el trayecto de ambas ondulaciones i observando el resultado de la interferencia, se sabe que ésta produce un refuerzo cuando las diferencias de trayecto son ondas enteras i una anulación cuando las diferencias de trayecto son de medias ondas.



Medida de la longitud de onda por medio del espectrógrafo.

Estudiando el resultado de la interferencia i midiendo la longitud de las trayectorias de dos haces vibratorios que partidos de un mismo punto se encuentran de nuevo por medio de una desviación provocada por una reflexión por ejemplo, se deduce la longitud de onda del movimiento.

Para conocer la diferente trayectoria de dos haces de Rayos X, reflejados en los planos de un cristal, fué necesario admitir la hipótesis ya enunciada de Bragg, de los planos moleculares paralelos i; por otra parte, conocer la distancia entre dos de estos planos reflectores inmediatos, lo que equivale a conocer la distancia molecular. He aquí cómo puede determinarse esta distancia.

Conocemos el peso molecular, por ejemplo de la sal común, $58\frac{1}{2}$. Esto representa las veces que esta molécula es más pesada que el átomo de hidrógeno. El peso del átomo de hidrógeno es 1,64 multiplicado por diez elevado a menos 24. Por consiguiente, $58\frac{1}{2}$ multiplicado por 1,64 por 10 elevado a menos 24, es el peso en gramos de la molécula de cloruro de sodio.

Siendo D , la densidad de la sustancia, el peso de la molécula ya averiguado dividido por la densidad dará el volumen de la molécula, que podemos considerar como el espacio cúbico perteneciente a ella. La arista o espesor de este espacio cúbico será como en todo volumen cúbico, la raíz cúbica del mismo.

Ya conocida esta distancia, es fácil medir según el ángulo de incidencia, las diferentes trayectorias de los haces que interfieren i deducir, por consiguiente, de esta medida la longitud de onda respectiva.

Para la comodidad de las lecturas i evitarse cálculos

más o menos engorrosos, se han ideado dispositivos en que un cristal móvil alrededor de un eje, produce interferencias de refuerzo en diferentes puntos de una placa fotográfica colocada siempre en la misma posición según sea la longitud de onda de los rayos que interfieren. Basta entonces, leer estas placas impresionadas por las interferencias, con respecto a una gradación de referencia ya calibrada en longitud de onda para el mismo cristal.

Tal es el principio de los espectrógrafos actuales utilizados en radiología.

Como ya se sospechaba, los rayos más duros son los de longitud de onda menor i corresponden al potencial aplicado en el tubo, de manera que el aumento de éstos determina la aparición de rayos de ondas más i más cortas. El material del anticátodo del tubo por su parte, emite con un potencial adecuado, radiaciones características como veremos más adelante, i por consiguiente, de una longitud de onda constante para cada elemento.

Si se sobrepasa el voltaje del minimum necesario para que el anti-catodo emita su radiación típica, aparecen rayas espectrales de onda más corta, que por su ubicación i longitud de onda permiten medir de una manera precisa el voltaje productor de los rayos. Estas ondas cortas son las menos desviadas por reflexión i se acercan más i más a la trayectoria rectilínea de los Rayos X no reflejados. Su límite preciso en la placa fotográfica del espectrógrafo es la medida más exacta que existe hoy día del voltaje jenerado por un aparato productor de corriente para rayos X.

La longitud de onda de los Rayos X ha sido así determinada en unidades Angström 10^{-8} cm. =

$\frac{1}{100,000,000}$ de cm. i son del orden de 1,24 a 0.04 para voltajes comprendidos entre 10 i 300 mil volts en el tubo.

Número atómico i mutaciones

Moseley, con dispositivos especiales i en un tubo en que el anodo podía sustituirse fué colocando toda una serie de cuerpos conocidos; se encontró que los rayos emanados de estas sustancias daban irradiaciones en proporción con el peso atómico, es decir, que a medida que el peso atómico iba subiendo, las irradiaciones emitidas iban siendo cada vez más rápidas en forma escalonada. Ahora bien, al orden en que los elementos emitían sus irradiaciones cada vez más cortas le dió Moseley el nombre de “**número atómico**” relacionado con el peso atómico de los elementos. El orden de los cuerpos conocidos, determinado por el número atómico, en relación con la longitud de onda que enjendran colocados como anodos en un tubo de Rayos X, corresponde al sistema periódico de Medelehielf, pero existen 3 vacíos en la lista que los físicos están seguros de encontrar para formar la lista completa de los elementos. Entre el molibdeno, que tiene el número 42 i el ruteno que tiene el número 44, hai un cuerpo, que se investiga que debe tener el número 43. Igual cosa sucede entre el neodinio, que tiene el número 60; i el samario que tiene el 62; i finalmente entre el tungsteno con el 74 i el osmio con el 76.

En el resto de la tabla el sistema está completo, desde el hidrójeno que tiene el número 1 hasta el uranio que tiene el 92; se ve, pues, que de un esperi-

mento se han deducido una serie de conclusiones de importancia fisicoquímica. Todavía más, estudiando la carga eléctrica de estos elementos se pudo establecer que el número atómico de una sustancia variaba en relación con el núcleo de carga positiva que contenía. Partiendo de esta idea se pensó que era posible transformar la materia prima, la materia elemental; i a estos trabajos, nacidos a consecuencia de estos experimentos, se dedicó Ramsay.

Los trabajos han continuado i puede decirse hoy día, que el número atómico de los elementos corresponde al número de núcleos positivos que contienen. Esto lleva, por una parte, a establecer cuál es la constitución de la materia, i por otra, al monismo de ella. Todos los cuerpos estarían constituídos por un solo elemento i van variando como varían en su número estos elementos llamados alfa. Si fuera posible extraer partículas alfa de un átomo para introducir las en otro sería posible la transformación de un elemento en otro elemento. Desgraciadamente la estructura de estos átomos es muy rígida i sólo aparecen disgregados en los metales radio-activos. Sin embargo, Ramsay trata estos átomos en condiciones especiales por medio de irradiaciones catódicas intensas i además por las irradiaciones de cuerpos radio-activos; i así, ha conseguido hacer la trasmutación de algunos cuerpos simples i digo de algunos, porque estas mutaciones son indudablemente muy pocas.

Entre estas mutaciones tengo anotadas las siguientes: hai un cuerpo, el Neón, que se obtiene de la acción del Helio i el Oxígeno; el Argo, de la acción del Helio sobre el Azufre o del H. sobre el S. Por otra parte, se ha podido producir Mercurio del Selenio bajo la

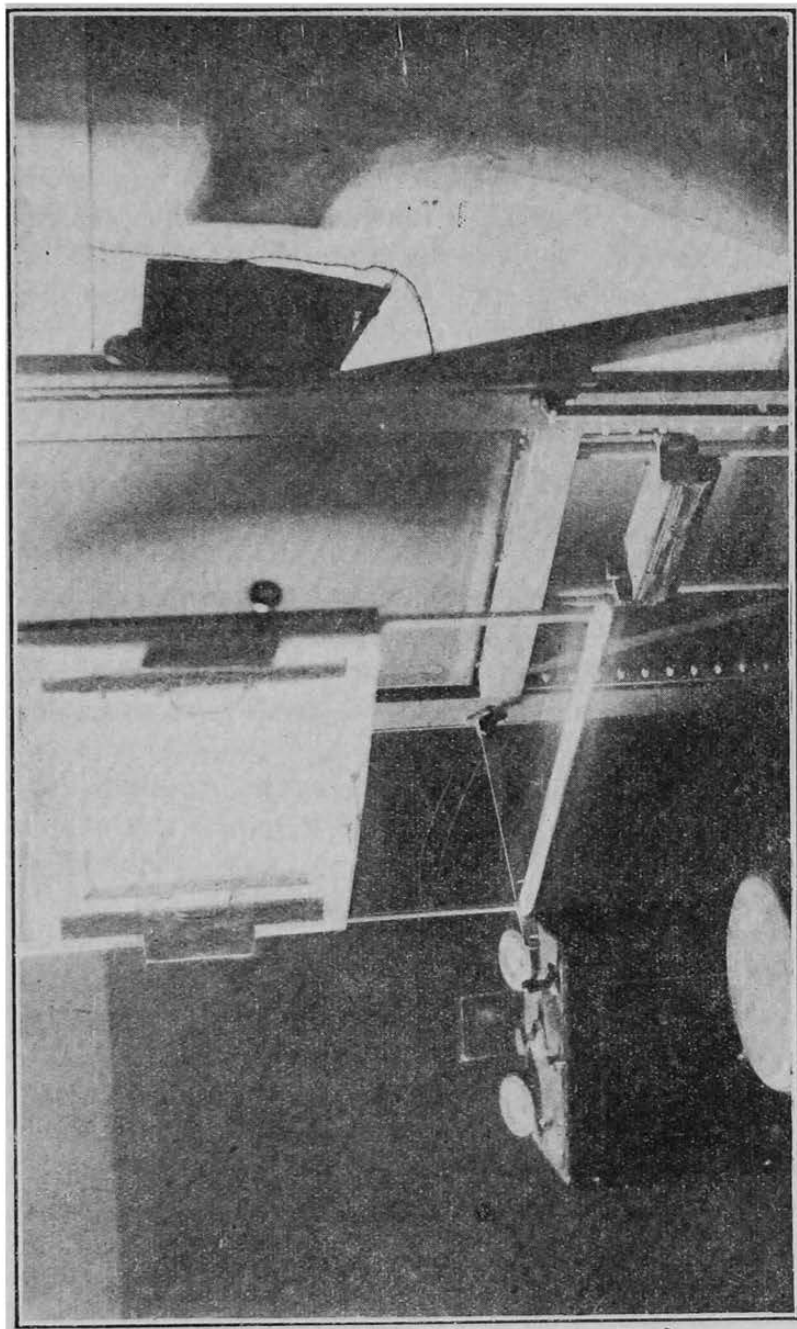
acción del Nitón, lo que prueba que el Mercurio no es un cuerpo simple; i todavía se ha podido estraer CO_2 del Nitón i del Silicio que no contiene oxígeno.

Se ve, pues, que esta serie de esperimentos han permitido entrar en capítulos de la fisio-química, todos de una enorme trascendencia científica i práctica

Entre las aplicaciones de los Rayos X figuran en primera línea, las referentes a su utilidad en medicina, como diagnóstico i como tratamiento, las que trataré mui someramente.

RADIOSCOPIA

Como todo el mundo lo sabe, hoi día son dos los métodos de diagnóstico usados en radiología: el examen directo en una pantalla fluorescente i la impresión fotográfica en una placa sensible. Para tener una idea exacta de lo que significan las imágenes obtenidas en estos dos procedimientos denominados respectivamente, radioscopia i radiografía, es preciso recordar que los rayos X como energía que irradia desde un punto se propagan en dirección divergente i que, por otra parte, son detenidos o absorbidos por los cuerpos que encuentran en su camino más o menos en proporción a la densidad de éstos; de manera que lo que se observa en la pantalla o se obtiene en la placa no es sino una proyección cónica de sombras de lo que se ha interpuesto en el trayecto de los rayos. En la pantalla fluoroscópica por consiguiente, en que su luz es excitada en intensidad proporcional a los rayos que recibe, las partes delgadas o transparentes o poco densas diríamos del organismo, aparecen blancas i luminosas i las



Instalación radioscópica moderna.

partes gruesas i densas, que podríamos llamar opacas, aparecen oscuras. En la placa fotográfica sucede lo contrario, las partes transparentes dejan pasar los rayos, que reducen la sal de plata i dan una impresión negra sobre aquélla, en tanto que las partes densas opacas, dejan la placa sin impresionar i, entonces, la porción correspondiente aparece transparente después del desarrollo (corazón, columna, huesos, etc.)

Pero en ambos casos debe tenerse presente que la proyección cónica da este conjunto de impresiones que ordinariamente llamamos imájen, es de tamaño algo mayor que el objeto mismo, salvo que esta se encuentre en inmediato contacto con la pantalla o con la placa.

Para obviar el inconveniente de la deformación por agrandamiento de los órganos que forzosamente quedan distantes, como el corazón, estómago, etc., se recurre cuando es necesario a un artificio que consiste en alejar suficientemente el tubo de la pantalla o de la placa, de manera que por la menor diverjencia de los rayos utilizados, la deformación se reduce a un mínimo despreciable. Esta distancia es para un individuo de corpulencia media de unos dos metros, i al procedimiento respectivo se le denomina tele-radioscopia o tele-radiografía.

También se ha utilizado el recurso de tomar del tubo un pequeño haz central limitado por un diafragma i recorrer con este haz los contornos del órgano cuyas dimensiones se estudia (orto-diagrafia).

Hai, además, otro factor que hace que la perfección de las imágenes de los cuerpos gruesos deje algo que desear, esto es, la producción en dichos cuerpos de radiaciones excitadas por los rayos emanados del tubo

i que con el nombre de Rayos X secundarios nacen en los puntos del cuerpo tocado por aquéllos, dirigidos en todas direcciones. Estos rayos secundarios actúan también sobre la pantalla o la placa i orijinan fluorecencias e impresiones que no corresponden a la verdadera proyección de sombras del objeto. Para suprimirlos ideó Bucky un dispositivo consistente en una especie de pantalla de laminillas de plomo orientadas en la misma dirección de los rayos emanados del tubo, de manera que como angostas rendijas, permiten el paso de los rayos primarios, pero nó la de los secundarios de mucho mayor oblicuidad. Naturalmente, esta rejilla aparece en la pantalla como una serie de líneas oscuras paralelas, pero ellas no son un inconveniente para la correcta apreciación de la imagen.

En la aplicación radiográfica, Potter ha logrado suprimir este inconveniente haciendo que el diafragma se mueva transversalmente durante el tiempo que el tubo funciona impresionando la placa. En esta forma actúa como el diafragma de cortina de una máquina fotográfica. El dispositivo llamado Potter Bucky no deja ninguna huella de sus laminillas i su acción se traduce por una mucho mayor perfección de las imágenes, sin otro inconveniente que una mayor exposición.

La radioscopía en jeneral, permite el diagnóstico de casi todas las afecciones torácicas i de alguna porción de las abdominales, especialmente las referentes al aparato digestivo. En las lesiones óseas, apreciación de órganos profundos, riñón, bazo, etc. es, sin embargo, mui inferior a la radiografía; pero tiene sobre ésta la ventaja de poder presenciar ante los ojos del médico que examina las diferentes fases de los

órganos que poseen movimiento (corazón, diafragma, estómago, etc.)

RADIOGRAFÍA

Respecto a la radiografía, este método de exploración posee la enorme ventaja de un documento que no admite la apreciación subjetiva del observador i que puede ser contemplada por muchos i en diversas ocasiones.

La radiografía de precisión está basada en múltiples factores. Cada rejión requiere en el tubo un voltaje adecuado del cual depende la calidad de los rayos emanados.

Una corriente perfectamente determinada de la que depende la intensidad de la radiación i un tiempo de exposición justo en correlación con los otros dos factores.

Este tiempo de exposición se ha reducido considerablemente con la introducción en la técnica de las pantallas reforzadoras nacidas de la observación de que los rayos absorbidos i aprovechados por la placa sensible eran sólo una pequeña parte de los que sobre ella caían; colocando una pantalla fluorescente en los tiempos de las placas de vidrio i hoy día dos con las modernas películas sensibles por ambos lados, no sólo se aprovecha la radiación recibida directamente por la película sino, también, aquellas transformadas en luz por la fluorescencia de las pantallas.

La doble pantalla Patterson actual, reduce el tiempo de exposición ocho veces.

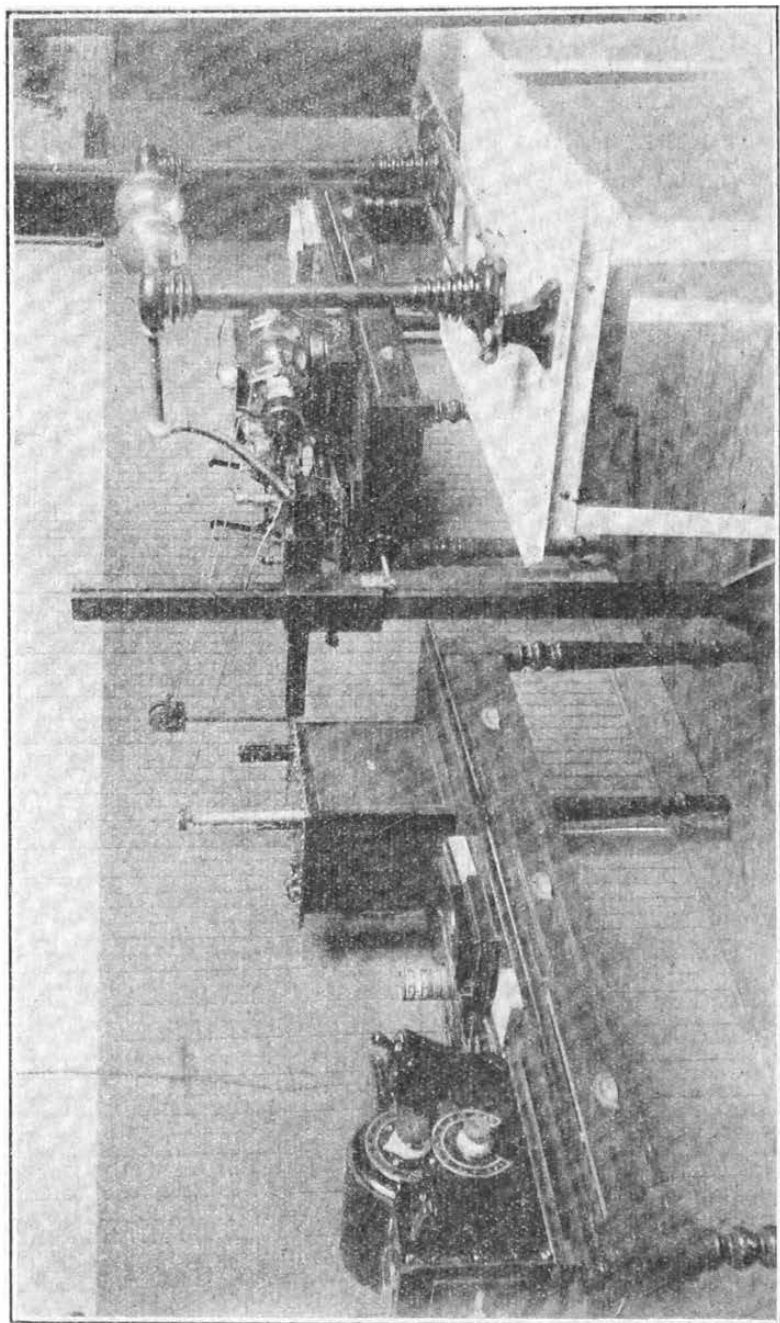
Debe consignarse aquí también, el hecho de que en

la perfección de una radiografía interviene fundamentalmente el correcto desarrollo de la película, la calidad i la temperatura de los baños i el tiempo que en ellos deben sumerjirse los negativos. Estos son datos hoy día "standarizados", los que no deben ser descuidados en absoluto. Como las exposiciones radiográficas son jeneralmente de algunos segundos, es indispensable en este tiempo, la correcta inmovilidad de la rejión que se explora, i en ocasiones, la compresión de órganos voluminosos, como el abdomen, para rechazar las vísceras, cuyas sombras no nos interesan; (bandas de compresión, esferas de goma, etc.).

La radiografía permite también, lo que no es fácil en radioscopía, la obtención de imágenes estereoscópicas. Para ello es necesario tomar dos fotografías sucesivas de la rejión completamente inmovilizada en dos posiciones del tubo separadas por la distancia pupilar i examinar, después, en el mismo orden en que han sido tomadas, las dos radiografías en un estereoscopio que junta las imágenes percibidas separadamente por cada uno de los ojos, gracias a un mecanismo de prismas o de espejos.

La imagen obtenida así con todos los caracteres del relieve, es de un inapreciable valor especialmente en el diagnóstico de las cavidades i de las articulaciones.

En radioterapia se ha conseguido un gran progreso, con la elevación del potencial i la filtración intensa, lo que origina ondas homogéneas de mui pequeña longitud i cuyo poder penetrante es considerable; así se llega a los órganos profundos sin producir lesiones de la piel. Es un capítulo considerable de la radiología, que sale del margen de esta conferencia. Sólo insistiré en que el método de medida americano, unificado



Medición de las dosis en radioterapia

en todos los Institutos, permite una apreciación rigurosa de las dosis por elementos de contralor seguros i estandarizados; i no se necesitan así, técnicos consumados o artistas para el manejo de los complicados e inciertos sistemas que emplea la escuela francesa o alemana.

Fuera de la medicina los rayos se han aplicado en la industria, especialmente durante la gran guerra, en el estudio de la estructura de los metales, aleaciones, aceros, soldaduras; en la investigación de las granadas i hasta en la exploración del interior de los paquetes de aduana. En Inglaterra se utilizaron los rayos en verificar las junturas de las armaduras de los aereoplanos, que a veces fallaban sin demostración de desperfecto exterior. Se ha estudiado por la radiografía la estructura de plantas, flores, insectos, etc.

La autenticidad de cuadros antiguos i la lejitimidad de piedras preciosas, han podido ser demostradas por estas vibraciones, antes misteriosas, que hoi día nos han revelado junto con el secreto de su mecanismo, el secreto de muchos horizontes antes inesplorados.

FIN