

## HISTORIA DE LA RADIATIVIDAD

### 1.- INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de la radiactividad, hace poco más de un siglo, fue el origen de un desarrollo científico extraordinario en el campo de la física y la química, y en particular en el conocimiento del átomo y la materia. Anteriormente a este descubrimiento y durante mucho tiempo, se dio escasa o ninguna importancia al conocimiento de la materia, a la forma en que está constituida y a sus componentes.

**Demócrito**, quien nació aproximadamente en el año 470 a.C., fue el primer hombre que pensó en el átomo. Conjeturó que la materia de la naturaleza debía estar formada por partículas muy pequeñas, indivisibles e invisibles, a las que llamó "átomos" y que consideró indestructibles. Supuso que los átomos de cada elemento eran diferentes en tamaño y forma y que eran esas diferencias las que hacían que cada elemento tuviera diferentes propiedades. Esta manera de pensar, que ahora parece de gran actualidad, no trascendió en su época.

Los filósofos griegos no comprobaban experimentalmente sus teorías, sino que llegaban a sus conclusiones por razonamientos sistemáticos; y en parte fue debido a esto que los escritos de Demócrito desaparecieron y sólo quedaron fragmentos de ellos. Pero hubo otra razón por la que fue olvidado, y esa razón fue la teoría de **Aristóteles** sobre la materia. Aristóteles creía que la materia estaba formada por sustancias básicas llamadas "elementos": fuego, aire, tierra y agua, que, a diferencia de los átomos, sí se podían ver y se podían sentir por el tacto. Las ideas de Aristóteles tuvieron más peso que las de Demócrito y gobernaron el conocimiento sobre la materia por casi 2000 años.

A mediados del siglo XVII un francés, **Pierre Gassendi**, pensó nuevamente en los átomos. Las ideas de Aristóteles estaban tan afianzadas en la mente de los escolásticos de esa época, que las obras de Gassendi no fueron publicadas hasta después de su muerte, cuando ya no podían causarle daño. Posteriormente, los grandes científicos europeos empezaron a creer cada vez más que toda la materia estaba formada por átomos tan pequeños que resultaban invisibles.

### **Roentgen**

En la última década del siglo XIX ya se conocía el electrón, y el alemán Roentgen hacía experimentos con la luz fluorescente producida por los electrones. Construyó la pantalla fluorescente, una pieza de cartón pintada con cierto compuesto químico de bario, de alta fluorescencia. Un día Roentgen descubrió que la pantalla brillaba aun cuando los electrones en ese momento no podían llegar hasta ella. Se dio cuenta de que la fuente que tenía era el origen de otra nueva clase de rayos que penetraban el cartón; luego colgó una hoja de metal entre el tubo y la pantalla y siguió observando fluorescencia, aunque menos intensa. Después metió su mano entre el tubo y la pantalla. Lo que vio debió de asustarlo sobremanera: en la pantalla se veía el esqueleto de una mano. Al mover su mano el esqueleto se movía. Roentgen estaba viendo el esqueleto de su mano en vida. Fue enorme el impacto que causó el descubrimiento de estos rayos, que él llamó X por desconocer su naturaleza. No debe,

pues, sorprendernos que en esa época mucha gente se dedicara a estudiarlos. A Roentgen le concedieron el primer premio Nobel de la historia en 1901. Cabe destacar que Roentgen cedió el dinero del mismo a una Universidad de Alemania.

## **2.- LOS DESCUBRIDORES**

### ***Antoine Henri Becquerel***

Becquerel perteneció a una familia cuyos miembros se distinguieron en la investigación científica en los campos de la química y la física. Antoine Henri, hijo y nieto de dos científicos notables, nació en París en 1852; estudió en la Escuela Politécnica, donde después fue profesor.

En París, en 1896, Becquerel descubrió accidentalmente, mientras estudiaba materiales fluorescentes, la existencia de unos rayos desconocidos que provenían de una sal de uranio. Notó que al poner en contacto el compuesto de uranio con una placa fotográfica envuelta en papel negro, se producía el mismo efecto que si la placa estuviera en presencia de los rayos X. Le pareció sorprendente que de las sales de uranio emanaran radiaciones que afectaban las placas fotográficas cuando éstas se encontraban protegidas de la luz.

Becquerel pronto se dio cuenta de que las radiaciones provenientes del compuesto de uranio no eran originadas por una reacción química, y que al aumentar la concentración del uranio en el compuesto químico se velaba más rápidamente la placa fotográfica que cuando la sal tenía menos uranio. Además, observó que el efecto producido no dependía de los otros elementos presentes en las sales de uranio. Todo esto lo hizo concluir que las emanaciones uránicas, como las llamó, eran independientes de la forma química en que se encontrara este elemento.

Era difícil para los científicos creer que emanaran radiaciones del uranio. Por esta razón la radiactividad se añadió a los rayos catódicos y a los rayos X en la lista de “problemas sin resolver”. Resultados tan importantes como inesperados, no podían ser entendidos porque al final del siglo XIX no se tenían los conocimientos básicos para comprenderlos. Estos conocimientos se fueron adquiriendo y desarrollando a lo largo del siglo XX, sobre todo en las primeras décadas muy ricas en descubrimientos.

Cuando Becquerel publicó los resultados de sus investigaciones sobre los rayos provenientes del uranio, los esposos Pierre y Marie Curie, sus amigos, se interesaron mucho en este fenómeno tan misterioso. Madame Curie pensó que ese tema le sería útil para desarrollar su tesis doctoral, con que culminaría sus estudios en la Universidad.

### ***Pierre y Marie Curie***

Pierre Curie nació en París, Francia, en 1859. Fue hijo de un médico, Eugène Curie. El ambiente familiar en el que se crió le permitió desarrollar sus aptitudes de observación y de reflexión sobre los fenómenos naturales. La educación que recibió produjo sus frutos: fue bachiller a los 16 años, licenciado en física a los 18 y a los 19 ayudante de laboratorio del profesor Desains en la Universidad de la Sorbona en París.

Con la ayuda económica que le proporcionaba su modesto sueldo, pudo dedicarse a la investigación científica, que tanto le interesaba. Su hermano Jacques, quien también era físico, pronto anunció el descubrimiento, que ambos hicieron, del fenómeno de la "piezoelectricidad", que permitía medir con precisión pequeñas cantidades de electricidad. Este fenómeno sería de gran utilidad en sus trabajos posteriores sobre la radiactividad. Posteriormente, dejó la Sorbona para trabajar como jefe de laboratorio en la Escuela de Física y Química de la ciudad de París. Allí continuó sus investigaciones, de gran importancia; entre otras cosas, descubrió lo que ahora se conoce como la ley de Curie sobre el magnetismo.

Pierre Curie conoció en París a Marie Sklodowska, quien en ese entonces estudiaba en la Sorbona, y poco tiempo después sería conocida en todo el mundo como Madame Marie Curie. (Fig. 1.)



Figura 1. Pierre y Marie Curie acompañados por su hija Irène y por el padre de Pierre, el Dr. Eugène Curie.

Marie Sklodowska nació en un antiguo barrio de Varsovia, Polonia, en 1867. Su madre había sido directora de una escuela para señoritas, y su padre profesor de física y matemática. Marie fue una niña muy precoz, en la escuela siempre fue la más pequeña de su grupo y además la que obtenía siempre el primer lugar. La opresión zarista la condujo, como a muchos de sus compatriotas, a participar en una organización revolucionaria de estudiantes. Después de muchas vicisitudes y cambios en su vida, decidió seguir su vocación científica; así, se trasladó a París para ingresar en la Facultad de Ciencias de la Universidad de la Sorbona. Con muchas privaciones obtuvo su licenciatura en ciencias físicas y un año después en ciencias matemáticas. Fue en ese tiempo cuando Pierre Curie y ella se conocieron, y en el verano de 1895 contrajeron matrimonio.

Mientras Pierre Curie continuaba con sus proyectos de investigación, Marie Curie empezaba a estudiar la radiactividad natural en diversos compuestos. Le interesaba investigar la posible existencia de otro elemento radiactivo en la naturaleza,

y lo encontró: el torio. Las propiedades de este elemento fueron descubiertas simultáneamente por el alemán Gerhard Schmidt.

Marie presentó un informe en el que hacía constar que todos los compuestos de uranio y torio que había examinado emitían radiaciones. Los esposos Curie se dieron cuenta pronto de la importancia de estos experimentos y decidieron unir sus esfuerzos para investigar el fenómeno que producía las emanaciones de radiaciones de elementos como el uranio y el torio.

Todos los estudios que realizó Madame Curie sobre estas radiaciones le permitieron obtener su doctorado en ciencias físicas en la Universidad de la Sorbona.

### **El polonio y el radio**

Los esposos Curie buscaron radiaciones ya no en los elementos puros, sino en los minerales de uranio en que este elemento está mezclado con otros metales y minerales. Por algún tiempo midieron la intensidad de las radiaciones emitidas por los minerales de uranio. Algunas muestras emitían radiaciones con una mayor intensidad que los compuestos de uranio puros. Sabían que el uranio era sólo parte del mineral que estaban estudiando y que el material estaba formado también por otros elementos. Así pues, Madame Curie empezó a separar por procesos químicos todos los elementos. En cada paso del proceso de eliminación su muestra se volvía más pequeña, pero se daba cuenta que la intensidad de la radiación emanada era mayor, quedando un producto cuyas radiaciones eran cientos de veces más intensas que las que emitía el uranio; se dio cuenta, además, de que las radiaciones emitidas eran capaces de atravesar el papel, la madera y hasta placas de metal.

Este producto contenía un elemento químico desconocido hasta entonces, que los Curie identificaron a mediados de 1898 y llamaron polonio, en honor de la patria de Marie.

Una vez separado el polonio de los residuos del mineral, éstos seguían emitiendo radiaciones, por lo cual los esposos Curie concluyeron que debían de contener aún otro elemento diferente al polonio y al uranio, pero con la misma propiedad de emitir radiaciones. Siguieron separando de estos residuos las fracciones de material que no despedían radiaciones de aquellas que sí lo hacían. Finalmente llegaron a encontrar, en el mismo año, el elemento desconocido que era la fuente de las radiaciones misteriosas, y lo denominaron radio. Lograron extraer un compuesto de radio de una tonelada de residuos de pechblenda. El proceso fue tan laborioso que se tardaron años en obtener una cantidad suficiente del elemento para determinar su peso atómico y determinar otras propiedades.

A la propiedad que poseen el radio y otros elementos inestables de emitir radiaciones espontáneamente al desintegrarse Marie Curie le dio el nombre de **radiactividad**.

Como consecuencia de estos descubrimientos en 1903, Pierre y Marie compartieron el premio Nobel de Física con su amigo Henri Becquerel.

En 1906, murió Pierre Curie en un accidente, y la humanidad perdió así a uno de sus más grandes científicos. Madame Curie, con el tesón que la caracterizaba, continuó sus investigaciones y tomó el lugar que había dejado su esposo. Desde el mismo año en que murió su esposo enseñó las materias que él daba, mereciendo con ello el honor de ser la primera mujer que impartía cátedra en la Sorbona. Recopiló todos los trabajos realizados hasta entonces, y en 1910 publicó su famosa obra: *Tratado de la Radiactividad*. Logró aislar el radio en su estado más puro; fue un trabajo que requirió mucho esfuerzo y habilidad, en virtud de las dificultades inherentes en el proceso. Por este trabajo, Marie Curie recibió su segundo premio Nobel, en esta ocasión el de Química.

### **El Instituto del Radio**

Madame Curie luchó con ahínco para tener un laboratorio que respondiera a las necesidades de sus investigaciones: en 1914 se terminó la construcción del Instituto del Radio, pero en ese mismo año estalló la primera Guerra Mundial, y su inauguración tuvo que esperar hasta el final de ésta. En este laboratorio se hicieron trabajos de gran prestigio.

Marie siguió trabajando hasta el final de su vida con tesón y entusiasmo, a pesar de que sus problemas de salud eran cada vez más graves; ya durante la primavera de 1934 no le fue posible asistir al laboratorio, y murió a mediados de ese mismo año. Sus parientes, amigos y compañeros de trabajo la acompañaron hasta su última morada, junto a la tumba de Pierre, en el cementerio de Sceaux.

El descubrimiento de la radiactividad y de los elementos radiactivos naturales en los últimos años del siglo XIX marcó el inicio de una serie de descubrimientos importantes que cambiaron completamente la idea que se tenía sobre la estructura de la materia. Se tuvo que abandonar la noción que se tenía del átomo como un objeto simple, compacto e indivisible en favor del concepto de una estructura más compleja.

## **3.- LA MATERIA**

Los científicos no comprendían el origen de las radiaciones emitidas por el uranio y los otros elementos radiactivos. Se dieron cuenta de que la energía se originaba en el átomo y que éste no tenía una estructura sencilla como se pensaba.

### **Modelos del átomo**

Fue **Joseph John Thomson** quien, en 1907, propuso un modelo del átomo, al que visualizó como una esfera con carga positiva, distribuida en el volumen del átomo de aproximadamente 0,00000001 cm de diámetro. Supuso que partículas con cargas negativas, electrones, estaban dispersos en alguna forma ordenada en esta esfera. Éste fue el primer modelo del átomo que trató de explicar su constitución. Pero este modelo no fue capaz de explicar los experimentos que realizaba Ernest Rutherford que veremos más adelante.

J.J. Thomson nació en 1856 en Manchester, donde su padre era editor y tenía una librería de libros antiguos. Murió en Agosto de 1940 y está enterrado en la Abadía de Westminster, cerca de Newton y Darwin. En 1897, dirigió uno de los más bellos experimentos de física de todos los tiempos: descubrió el “electrón”, la primera partícula elemental y vio que tenía carga eléctrica y masa determinando la relación carga/masa.

### **Ernest Rutherford**

A Ernest Rutherford se debe un gran número de descubrimientos que cambiaron el rumbo de la ciencia; la humanidad está endeudada con él por su brillante imaginación y habilidad experimental demostradas en su interpretación de la radiactividad. Rutherford nació en 1871 en Nueva Zelanda. Estudió allí matemática y ciencia. Después ganó una beca para estudiar en Cambridge, Inglaterra. Tenía apenas 24 años cuando ya realizaba trabajos de posgrado en ondas electromagnéticas bajo la dirección del profesor Thomson. Después de trabajar en universidades de varios países, finalmente regresó a Cambridge, donde tomó el lugar de su maestro Thomson como profesor de física.

### **Las radiaciones emitidas por los elementos radiactivos**

En 1899, Ernest Rutherford comenzó a investigar la naturaleza de los rayos emitidos por el uranio. Pronto descubrió que el uranio al emitir esos rayos se transformaba en otro elemento. Junto a su colaborador químico Frederick Soddy propusieron una teoría que describía el fenómeno de la radiactividad. A este proceso se le conoce ahora como decaimiento radiactivo. En 1902, explicaron la naturaleza de la radiactividad y encontraron que el átomo ya no podía considerarse como una partícula indivisible; estudiaron los productos del decaimiento de un material radiactivo separado químicamente del resto de los elementos de donde provenía, y descubrieron que los materiales radiactivos, al emitir radiación, se transforman en otros materiales, ya sea del mismo elemento o de otro.

La radiación emitida por el uranio y otros elementos radiactivos resultó ser bastante compleja; estaba constituida principalmente por tres componentes, a los cuales Rutherford les dio los nombres de alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) y gamma ( $\gamma$ ), respectivamente, tomados de las tres primeras letras del alfabeto griego.

Cuando se hacía pasar un haz de la radiación a través de un campo magnético, los científicos encontraron que una parte, los rayos alfa, se desviaban ligeramente en un sentido; otra parte, los rayos beta, se desviaban fuertemente en el sentido contrario, y, finalmente, una tercera parte, los rayos gamma, no se desviaban.

Rutherford fue el primero en detectar los rayos alfa, y descubrió que, en presencia de campos magnéticos, se desvían en forma opuesta a la de los electrones. De aquí se concluyó que los rayos alfa tenían que estar cargados positivamente. Como además resultaban desviados sólo muy ligeramente, calcularon que debían de tener una masa muy grande; en efecto, resultó que tenían cuatro veces la masa del hidrógeno. Rutherford los identificó más tarde como átomos de helio cargados positivamente.

Becquerel demostró que los rayos beta consisten en electrones cargados negativamente, ya que se desvían en el mismo sentido y en la misma proporción que éstos.

Finalmente, Rutherford y Audiade, otro colaborador suyo, descubrieron que los penetrantes rayos gamma son en realidad radiaciones electromagnéticas parecidas a los rayos X y a la luz visible, pero de diferente energía.

¿Cómo podría explicarse la existencia de los elementos radiactivos si continuamente se están desintegrando? Era de esperarse que se hubieran acabado. Fueron Rutherford y Soddy quienes contestaron esta pregunta: observaron que para cada material radiactivo se podía asignar un tiempo en el que decaían la mitad de los átomos de la actividad original; este tiempo recibió el nombre de **período de semidesintegración ( $T$ )**. Después de haber transcurrido un  $T$ , sólo podían encontrar aproximadamente la mitad de la actividad que tenían originalmente; después de dos  $T$ , sólo la cuarta parte, y así sucesivamente, hasta que el material radiactivo se perdía en su mayor parte. Graficando la actividad de las radiaciones, encontraron que disminuía en el curso del tiempo y tenía una forma que los matemáticos llaman exponencial decreciente. Esta curva y su relación matemática expresa la rapidez con la que se transforma el material radiactivo en otro material, el proceso se llama **decaimiento o desintegración radiactiva**.

### **El modelo nuclear del átomo**

Uno de los experimentos de más trascendencia de Rutherford y sus colegas, y el que tal vez ayudó más a los científicos a comprender la estructura atómica, consistió en utilizar partículas alfa emanadas de una fuente radiactiva para bombardear una lámina delgada de material. Las partículas alfa incidían en una placa fotográfica después de haber atravesado la placa de metal. Casi todas ellas traspasaban la hoja de metal sin cambiar su dirección, y pocas partículas rebotaban en diversas direcciones; esto último lo dedujo Rutherford por los bordes de las manchas en la placa, que no se veían nítidos, sino todo lo contrario: se observaba una zona difusa.

Concluyó de sus experimentos que la mayoría de las partículas alfa pasaban a través de la hoja de metal sin afectarse ni desviarse, como si pasaran a través de un agujero, mientras que otras pocas se desviaban intensamente, causando esa difusión observada en la placa fotográfica. Si el modelo del átomo de Thomson fuera correcto, las cargas positivas y negativas estarían bien difundidas en todo el material y todas las partículas alfa pasarían desviándose muy poco. El hecho de que sólo algunas partículas alfa se desviarán enormemente significaba para Rutherford que en alguna parte del átomo debía de existir un núcleo muy denso y cargado positivamente, capaz de rechazar las partículas alfa, también cargadas positivamente.

Como consecuencia de sus experimentos y cálculos, Rutherford encontró algo que le debió de parecer sumamente extraño: la masa del átomo estaba encerrada casi toda en un núcleo; el átomo era como una esfera prácticamente hueca, y el tamaño del átomo debía de ser inmensamente mayor que el de ese núcleo.

Su modelo del átomo que propuso en 1911, tenía un núcleo muy pequeño y muy denso cargado positivamente, rodeado de electrones cargados negativamente en movimiento alrededor del núcleo.

En la época en que Rutherford proponía su modelo nuclear del átomo, las únicas partículas conocidas que podían constituir la materia eran los protones, partículas de carga positiva, y los electrones, partículas de carga negativa. Rutherford pensó originalmente que el núcleo podría estar formado por protones; sin embargo, no pudo explicar su modelo del núcleo con la presencia de sólo estas partículas, ya que supuso que podría ser muy inestable, en virtud de la carga positiva tan condensada que tendría. Así fue como predijo, en 1920, la existencia de una partícula nuclear neutra, que, según supuso, era necesaria para la estabilidad del núcleo. Fue necesario esperar la llegada de los años treinta para que el "neutrón", como lo llamaron más tarde, fuera descubierto.

### **El neutrón**

En 1930, dos físicos alemanes, Bothe y Becker, observaron una radiación emitida por núcleos de boro, berilio y litio cuando eran bombardeados por la radiación alfa. Las partículas desconocidas que se emitían posteriormente a la irradiación eran muy penetrantes y capaces de atravesar capas gruesas de elementos pesados sin ser absorbidas en forma notoria. Poco después, en el Instituto del Radio en París, dos científicos franceses, Frédéric Joliot y su esposa Irène Curie (hija de Marie y Pierre), estudiaron la absorción de los rayos que habían encontrado Bothe y Becker. Observaron la propiedad que tienen estas partículas de ser absorbidas rápidamente por sustancias con un contenido alto de hidrógeno, como la parafina y el agua, y también de proyectar los átomos de hidrógeno de estas sustancias a una gran velocidad. Los resultados de los trabajos publicados por los Joliot-Curie provocaron la sorpresa de los físicos del laboratorio Cavendish de Cambridge. **James Chadwick**, científico de este laboratorio, estudió la radiación observada por ellos y su propiedad de proyectar los átomos de hidrógeno fuera de la parafina.

Después de estudiar su naturaleza y las características de su recorrido a través de la materia, Chadwick concluyó que esta partícula nueva tenía una masa muy semejante a la del protón, pero sin carga eléctrica alguna, y era precisamente la partícula que él suponía presente en la materia y que estaba buscando sin éxito desde hacía muchos años: el neutrón. La radiación encontrada por Bothe y Becker estaba constituida por neutrones, partículas predichas por Rutherford en el mismo laboratorio. Fueron necesarios más de 12 años de trabajo sobre el mismo tema por físicos alemanes, franceses e ingleses para establecer la existencia del neutrón. El descubrimiento del neutrón permitió resolver los problemas que existían para explicar la constitución del átomo. Chadwick reconoció que el neutrón formaba parte de todos los núcleos, con excepción del de hidrógeno.



Por ser precisamente la parte fundamental del núcleo, a los protones y neutrones se les llama nucleones.

Una vez que se estableció el modelo nuclear del átomo, se hizo evidente que las transformaciones radiactivas son procesos nucleares. El número de protones, que es también igual al número de electrones extranucleares en el átomo neutro, es su **número atómico**. Por otra parte, el número total de nucleones, es decir de protones y neutrones, se conoce como **masa atómica**.

#### **4.- RADIATIVIDAD ARTIFICIAL**

Uno de los eslabones de la cadena de descubrimientos del siglo XX, y que tuvo consecuencias muy importantes en el desarrollo de la ciencia, fue encontrar que la radiactividad, descubierta por Becquerel y los esposos Curie en la naturaleza, se podía producir en forma artificial.

##### **Los descubridores de la radiactividad artificial: Jean Frédéric e Irène Joliot-Curie**

Jean Frédéric Joliot fue el hijo menor de la familia Joliot; nació en París, Francia en 1900. En la universidad fue alumno de Paul Langevin, quien influyó mucho en él. Al salir de la universidad, trabajó en la industria; sin embargo, después de realizar su servicio militar, pudo dedicarse a su verdadera vocación: la ciencia. Langevin le ofreció una beca, la cual Frédéric aceptó de inmediato, y fue así como realizó uno de sus más grandes anhelos: trabajó de técnico de Marie Curie en el Instituto del Radio.

Irène Curie, primogénita de los científicos Pierre y Marie Curie, nació en París, Francia en 1897. Durante la primera Guerra Mundial, a los 17 años, ya ayudaba a su madre en los servicios radiológicos que proporcionaba ésta en los hospitales. Marie Curie pudo observar la capacidad de su hija mayor y, después de la guerra, le dio la oportunidad de trabajar en el Instituto del Radio con ella: así nació una colaboración muy estrecha entre madre e hija.

En 1926 se casaron Frédéric Joliot e Irène Curie. En 1931 Frédéric logró tener un puesto para realizar investigación, lo que le permitió continuar su trabajo, justo en el momento en que se le vencía su beca en el Instituto del Radio.

El primer trabajo en colaboración de Irène y Frédéric consistió en la obtención de una gran cantidad de polonio, uno de los elementos radiactivos descendientes del radio, acumulado en el transcurso de los años en el radio que el Instituto del Radio disponía gracias a Madame Curie. Utilizaron esta muestra en la preparación de una muestra de polonio de gran pureza y de actividad específica elevada.

La colaboración científica de Irène y Frédéric fue ampliamente conocida; sus nombres aparecieron en muchos artículos de la Academia de Ciencias, y fueron conocidos en todo el mundo científico como Frédéric e Irène Joliot-Curie.

## La radiactividad artificial

Uno de los experimentos que realizaron los esposos Joliot-Curie en esa época consistió en utilizar su fuente de polonio, elemento emisor de partículas alfa. Bombardearon con partículas alfa una lámina delgada de aluminio y, para determinar la interacción de estas partículas con el aluminio, midieron la forma en que variaba la intensidad de la radiación en el otro lado de la hoja de aluminio. Su sorpresa fue grande cuando encontraron que aún después de interrumpir el bombardeo la placa de aluminio seguía emitiendo radiación; se dieron cuenta, además, de que la intensidad de la radiación emitida por la placa de aluminio disminuía siguiendo la ley del decaimiento radiactivo encontrada por Rutherford y Soddy, y que el T de este material radiactivo era muy corto. ¿Qué era lo que estaban observando? Los Joliot-Curie habían descubierto que la radiactividad se puede producir artificialmente. En realidad, en este experimento habían encontrado una pieza más del rompecabezas del panorama nuclear.

Descubrieron que partiendo del aluminio, que tiene 13 protones y 14 neutrones, terminaron con fósforo-30 (15 protones y 15 neutrones).

Pero el fósforo presente en la naturaleza, está constituido por una sola variedad atómica, el fósforo-31, con 15 protones y 16 neutrones. Así pues, habían descubierto el fósforo-30, el cual es un isótopo artificial que no se presenta en la naturaleza. La razón por la que no lo encontraban era evidente: es radiactivo, con un período de semidesintegración de catorce días. La radiactividad del P-30 era la fuente de la continua radiación de partículas que los Joliot-Curie habían observado. Los Joliot-Curie habían producido el primer caso de radiactividad artificial.

Así fue como el fenómeno misterioso, que Pierre y Marie Curie habían observado sin poderlo modificar, fue producido artificialmente por su hija y su yerno por medio de una reacción nuclear en la que el núcleo de un átomo había interactuado con una partícula alfa. La Academia de Ciencias de Suecia dio el premio Nobel de Química a Frédéric e Irène Joliot-Curie por sus trabajos sobre la síntesis de elementos radiactivos, siendo éste el tercer premio Nobel concedido a la familia.

La producción artificial de la radiactividad provocó una serie de nuevos descubrimientos. Inmediatamente se hizo evidente que, además de las partículas utilizadas por los esposos Joliot-Curie, podría existir otro tipo de proyectiles para producir la radiactividad artificial con más ventajas que las partículas alfa, que tienen cargas positivas y que son fuertemente repelidas por el núcleo del átomo. Uno de los descubrimientos más importantes fue el de Enrico **Fermi**, quien consideró la posibilidad de bombardear los núcleos con neutrones, partículas descubiertas en esa época por Chadwick, hecho que no sólo enriqueció el trabajo iniciado por los esposos Joliot-Curie, sino que sentó las bases de un fenómeno que cambiaría completamente el concepto que se tenía sobre el núcleo del átomo. Este fenómeno se conoce como fisión nuclear, y se volverá a hablar de él posteriormente.

Los físicos italianos Perrier y Segre obtuvieron por primera vez, en forma artificial, trazas de un elemento que Mendeleiev llamó ekamanganeso. Por ser el primer elemento creado artificialmente se le dio el nombre de "tecnecio" originado en la palabra griega que significa artificio, creación.

## **RADIOQUIMICA- 2009**

### **Cuestionario para el tema “HISTORIA DE LA RADIATIVIDAD”**

**1.-** Completar la siguiente ficha para cada uno de los científicos abajo mencionados.

- a- Nombre completo:
- b- Año de nacimiento y fallecimiento:
- c- Nacionalidad:
- d- Lugar de trabajo- Nación:
- e- Área de investigación:
- f- Aporte científico realizado:

**Científicos:** Roentgen, Becquerel, Pierre Curie, Marie Curie, Thomson, Rutherford, Chadwick, Irène Curie-Joliot, Frédéric Joliot.

**2.-** Reconocer en el texto al menos cinco diferentes actividades propias de una persona científica. Especificar con ejemplos citados en el texto.

**3.-** Identificar tres países en los cuales se realizaron la mayoría de los estudios sobre radiactividad.

**4.-** Construir una línea de tiempo y sobre la misma indicar los eventos más importantes. Cuáles fueron los años más ricos en descubrimientos?

**5.-** Como quedó planteado el modelo nuclear al finalizar la primera década del siglo XX?

**6.-** Averiguar qué otras partículas (además de  $p^+$ ,  $n^0$  y  $e^-$ ) elementales fueron descubiertas hasta la actualidad.