

## LOS NUEVOS EKA Y DVI: Protactinio y Renio

El **EKA TANTALIUM**, será el primer metal de los especulados por Mendeléev encontrados en el siglo XX, nada menos que cuarenta y cinco años después de su predicción. Va a ocurrir en el transcurso de las investigaciones sobre los componentes de las series radiactivas, en este caso la del **ACTINIUM**. En 1913, se habían asignado lugares y grupos en la tabla periódica a los elementos radiactivos: al **RADIUM** el grupo II, al **ACTINIUM** el III, al **THORIUM**, el IV, y al **URANIUM** el VI. ¿Cómo estaba la tabla de Mendeléev, a comienzos del siglo XX? Dividida en ocho grupos o columnas, y distribuida en cinco periodos con diez series (filas), presentaba varios huecos que se rellenaban con los consabidos ekas.

GRUPOS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Elementos típicos	Li	Be	B	C	N	O	F	
PERÍODO ser.1	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Fe,Co,Ni
1 ser.2	K	Ca	<b>Sc</b>	Ti	V	Cr	Mn	
PERÍODO ser 3	Cu	Ln	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	As	Se	Br	
2 ser 4	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	<b>EKA Mn</b>	Ru,Rh,Pd
PERÍODO ser 5	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	
3 ser 6	Cs	Ba		Ce				
PERÍODO ser 7					Ta	W	<b>DVI Mn</b>	Os,Ir,Pt
4 ser 8								
PERÍODO ser 9	Au	Hg	Tl	Th	Pb	Bi	<b>Po</b>	<b>EKA I</b>
5 ser 10	<b>EKA Cs</b>	<b>Ra</b>	<b>Ac</b>		<b>EKA Ta</b>	U	<b>?</b>	
ÓXIDOS	R <sub>2</sub> O	R <sub>2</sub> O <sub>2</sub> RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>4</sub> RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>6</sub> RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>8</sub> RO <sub>4</sub>

Uno de los huecos correspondería a un metal pentavalente que se supone debería ser el precursor del **ACTINIUM**, pero para poder convertirse en éste, tendría que ser un emisor  $\alpha$ , si se aplican las leyes de desintegración que recientemente habían descubierto Soddy y Fajans.

La paternidad del descubrimiento la disputan los dos equipos que estudiaban dicha desintegración. Por una parte, el alemán Hahn y la austríaca Lise Meitner en Berlín, y por otro los americanos Soddy y Cranston.

Entre marzo y octubre de 1913, Fajans y Göhring del equipo de Soddy, descubren el uranio X2, producto de la emisión  $\beta$  del uranio X1, y consideran que el UX2 es un isótopo del elemento buscado del grupo V. Lo llaman **BREVIUM** porque su semivida era de apenas 1,17 minutos, aunque aclaran que puede no ser la sustancia madre del **ACTINIUM**. Las propiedades deberían corresponder al tan buscado eka tántalo; esto es lo que pronostica Soddy

El francés Picard, en 1917 supuso un mecanismo para conseguir a través de la desintegración radiactiva el buscado eka tántalo. Había aislado lo que llamó el actinio uranio (AcU), alfa emisor; el intermedio sería el **URANIO Y**.

Los procesos serían:  $\text{AcU} - \alpha = \text{UY}$                        $\text{UY} - \beta = \text{EkTa}$                        $\text{EkTa} - \alpha = \text{Ac}$ .

En diciembre de ese mismo año, el equipo de Soddy y Cranston de la universidad de Glasgow, envían a publicación el descubrimiento del eka tantalio o eka tántalo, por desintegración beta del Uranio Y, pero no aportaron suficientes datos, con lo cual se les adelantó el equipo de Hahn.

Hahn y Meitner parten de la pechblenda e intentan un diferente método de separación, buscando la fracción que contenga el **TANTALIUM**; es evidente que si se trata de un EKA, su comportamiento químico será semejante y deberá aparecer allí. Sobre esa base trabaja Meitner, ya que Hahn tuvo que enrolarse en la sección que estudiaba los gases de guerra, dirigida por Haber<sup>1</sup>, una vez comenzada la primera guerra mundial. Después de cuatro años de trabajo con enormes dificultades, porque el suministro de pechblenda era muy complejo, el 16 de marzo de 1918 publican en el *Physikalische Zeitschrift*, un trabajo con el título "La sustancia madre del **ACTINIUM**, un nuevo elemento de larga vida media". En él se puede leer:

*"La suposición de que la pechblenda era una buena sustancia de partida estaba plenamente justificada. De ello se deriva el éxito en el descubrimiento de un nuevo elemento radiactivo, demostrando que se trata de la sustancia madre del actinium. Por ello proponemos para él el nombre de **PROTACTINIUM**"*

El **PROTACTINIUM**, con símbolo Pa, por ser el primer elemento (proto<sup>2</sup>) de la descomposición radiactiva de aquél, no va a ser admitido fácilmente; ni siquiera su símbolo.

En la propia Alemania, Mayer, pretende homenajear a la verdadera artífice del descubrimiento, Lise Meitner<sup>3</sup> y propone el nombre de **LISONIUM** o **LISOTTONIUM**, con símbolo Lo, que considera mucho más lógico que el Pa.

En junio de 1918, Soddy partiendo esta vez de la pechblenda, consigue una pequeña cantidad de **PROTACTINIUM**, estudiando sus características radiactivas, las curvas de desintegración y aceptando el nombre propuesto por Lise Meitner.

De todas formas, ninguno de los dos equipos aisló realmente el elemento, puesto que hay que partir de por lo menos 500kg de uranio puro para obtener tan sólo 60mg de actinio. Sólo diez años más tarde, en 1927, el equipo formado por los alemanes Grosse y Agruss, logró obtener los dos primeros miligramos de pentóxido de protactinio partiendo de gran cantidad de residuos de pechblenda de Joachimsthal. Primero, los trataron con clorhídrico y después fundieron con hidróxido sódico la

---

1 Pese a haberse dedicado a la producción de los gases de guerra alemanes, Haber obtuvo en 1918, el primer Nobel de Química concedido a un químico industrial, por sus trabajos en la síntesis del amoníaco, reacción fundamental para el desarrollo de la humanidad, dado que fue el punto de partida para la obtención de los nitratos, abonos agrícolas, por simple reacción química.

2 El PROTO, deriva del  $\pi\rho\acute{\alpha}\tau\omicron\varsigma$  griego (primero), que lo hace de la raíz indoeuropea \*pro, en el sentido de antes, delante, que dará las raíces \*pro latina; el \*fra gótica y el \*pra sánscrita. Por ello generará el primus latino, el fruma gótico (padre del first inglés), el primas lituano; el prevyj ruso y antes el prathama sánscrito.

3 Lise Meitner, tía de Otto Frisch, uno de los impulsores del proyecto Manhattan, que generó la primera bomba atómica, fue llamada por Einstein "La madame Curie alemana". Era la pequeña de 3 hermanas, y tuvo que cuidar a sus cinco hermanos menores que ella. Pese a ello se sintió vocacionada a la física, aunque su padre le obligó a sacar la diplomatura en francés, por si tuviera necesidad de mantenerse como institutriz. Sus hermanas mayores (una de ellas, la madre de O.Frisch), le solían tomar el pelo con frases como: "Lise, te van a suspender, acabas de pasearte por el cuarto sin estudiar". Sin embargo no suspendió el acceso a la Universidad (examen de "Matura"), sino que de 14, aprobaron con ella, sólo 4.

porción insoluble rica en sílice. Junto con el circonio, precipitado como ortofosfato, se encontró el protactinio, que separaron por cristalización fraccionada. Sólo en 1934, consiguió Grosse reducir el óxido<sup>4</sup> y obtener el protactinio puro, resultando ser un isótopo del **URANIUM Z** y del **URANIUM X2**. De esta manera se fue completando la familia radiactiva del actinio, que comenzaba en el actinio uranio de Picard.

Sin embargo todos los equipos de investigación se equivocaron en la identificación del **PROTACTINIUM** con el **EKA TANTALIUM** de Mendeléev, error muy corriente en la primera mitad del siglo XX, debido a la dificultad en encuadrar a los elementos posteriores al **ACTINIUM**, hasta los trabajos de Seaborg. Por lo tanto el **PROTACTINIUM** será realmente un **EKA LANTANIUM** y nunca lo predicho por Mendeléev.

Posteriormente se rellenarán los huecos destinados al **EKA MANGANESIUM** y al **DVI MANGANESIUM**. Los pesos atómicos previstos para estos elementos serán de 100 y 190 respectivamente, según los pronósticos de Mendeléev. Pues bien, ya desde 1846, se realizaron indirectamente y sin saberlo, los "descubrimientos" de estos elementos, y por lo tanto antes de que se generara la tabla mencionada. La búsqueda de ambos se realiza en las menas del platino, y en los minerales que contienen niobio y tantalio.

Propiedades que Mendeléev, suponía para el DVI MANGANESO:

PROPIEDADES FÍSICAS	Masa atómica, 187-190 Densidad, 21 g/cc Punto de fusión, 3300K
PROPIEDADES QUÍMICAS	Óxido de valencia superior, $Dm_2O_7$ Punto de fusión del óxido 400/500°C

Para el EKA MANGANESO

PROPIEDADES FÍSICAS	Masa atómica 100 densidad
PROPIEDADES QUÍMICAS	Óxido de valencia superior, $Em_2O_7$ Ligeramente volátil. P.fusión 400°C

---

4 Empleó dos procedimientos diferentes: uno, la clásica reducción con cobre, mientras que el otro, implicaba una transformación del óxido en yoduro de protactinio que se descomponía a alto vacío sobre filamento de volframio caliente, en protactinio y yodo. Así aparece indicado en la publicación de octubre de 1935, en J.Am.Chem.Soc, con el título "Metallic element 91".

Veamos como se desarrolla la investigación, búsqueda y nominaciones de ambos elementos.

Hermann, en 1846 descubre el **ILMENIUM**<sup>5</sup> que acompañaba al niobio y al tantalio, consigue separarlo por cristalización fraccionada, y treinta años después aísla en los residuos del ilmenio, separado a partir de los fluoruros dobles, un nuevo metal, que denomina **NEPTUNIUM** (regresando a la costumbre planetaria, en las nominaciones) que considera como el **DVI MANGANESIUM**. Marignac, en el 1872, asegura que el tal **ILMENIUM** es una mezcla de niobio, tantalio y titanio, y Rose, que se trata de niobio impuro. El mismo científico, años atrás había identificado el **PELOPIUM**, posible eka manganeso, del cual decía Hermann se trataba también de niobio impuro.

Las investigaciones con las menas del platino continúan y en ellas el investigador ruso Kern descubre el 28 de junio de 1877, el elemento que llama **DAVYUM**, en honor al científico inglés, con símbolo Da, que incluso aparece en las primeras tablas periódicas<sup>6</sup> hasta el 1895, en el hueco del elemento 75, el **DVI MANGANESIUM**, aunque no consigue identificar correctamente su espectro, Kern le atribuye las siguientes propiedades:

PROPIEDADES	Masa atómica aproximada 154.
	Densidad 9,38g/cc a 25°C
	El Da <sub>4</sub> Cl, reacciona con KOH, con formación de precipitado amarillo, soluble en ácidos.
	No precipita con KNO <sub>2</sub>
	Reacciona como el Fe <sup>3+</sup> con KSCN

Como se puede apreciar, no coinciden excesivamente. Más tarde Mallet demostró en 1898 que era una mezcla de iridio, rodio y hierro, por eso producía el precipitado rojo con tiocianato.

En el intermedio, siempre que se producía una pérdida de masa en los análisis de minerales de platino de los yacimientos más dispersos, se achacaba a la presencia del Davio. Incluso en 1950, Druce, ya atestiguado, comprobado y bautizado el elemento 75, defendió la existencia del Davio, en los minerales de platino de Borneo.

Seguía sin aparecer el elemento previsto, hasta que Barriere, al año siguiente, afirma haberlo encontrado en una monacita, y inmediatamente lo bautiza como **LUCIUM** (Lc), que llama así por emplearlo en la iluminación con gases incandescentes. Su masa atómica era de 104. Sin embargo el espectro ultravioleta demostró que el **LUCIUM** y el **YTRIUM** eran idénticos<sup>7</sup>.

En 1897, Boucher y Ruddoc, en residuos de fundición de hierro, aíslan un metal puro, con características específicas, pero que se "parecía demasiado al molibdeno", por lo cual nunca llegó a ser nominado. También en minerales de molibdeno, Ogawa cree aislar en 1909, el tan buscado 43, que llama **NIPPONIUM**<sup>8</sup> (el primer metal japonés con símbolo Np, que había sido empleado antes para el

5 El ILMENIO, recibe su nombre del mineral ILMENITA, analizado y bautizado por Mosänder, por haberse encontrado en las orillas del lago ruso Ilmen, nombre derivado del dios eslavo Ilmarenen, provocador de vientos y tempestades (por eso muchos montes eslavos llevan esa raíz). El dióxido de Ilmenio, IIO<sub>2</sub>, era marrón y producía un precipitado rojo, con ferrocianuro potásico.

6 El DAVYUM, con símbolo Dv, aparece en la tabla periódica de Rang de 1895.

7 Barriere argumentó a Crookes, quien había realizado su estudio espectroscópico, que el lucium precipitaba con tiosulfato sódico, y en cambio el itrio no lo hacía. Aquél contra argumentó demostrando que el itrio también precipitaba; todo dependía de su concentración.

8 El NIPPONIUM, deriva de NIPPON, y éste de NIHON, que es Japón, con el significado de lugar por donde nace el sol (para los chinos). Por eso en el kanji representativo, surge el símbolo del sol, y del día, junto con el de origen (trazos que simulan una raíz). Marco Polo, lo trajo a occidente como JIH-PEN-KUO, con el mismo significado.

desaparecido neptunio). Este elemento también será encontrado por Evans. El peso atómico de 100, determinado para él, lo sitúa entre el molibdeno y el rutenio, pero el espectro de rayos X, no confirma dicha situación. Siguen sin aparecer los nuevos metales, y por lo tanto la búsqueda continúa.

En 1917, Gerber considera haberlos encontrado, en minerales de molibdeno y tungsteno, y propone a los elementos 43 y 75, como **NEOMOLIBDENUN** y **NEOTUNGSTENUN**, respectivamente. Siete años después Bosanquet y Keeley, también en minerales de manganeso y usando la espectroscopia de rayos X, creen haber encontrado el primero que llaman **MOSELEYUM**, en honor de Moseley que había muerto poco antes, a los 27 años, durante la primera guerra mundial, en el sitio de Gallípoli, en las puertas de los Dardanelos, cerca de Estambul. Sin embargo, el año anterior (1924) un equipo de investigación alemán formado por Noddack, Tacke y Berg, consiguen aislarlos del mineral columbita donde también se había encontrado el niobio y el tantalio. Los identifican a partir de unas rayas del espectro de rayos X. Los nombres se van a modificar, y el **EKA MANGANESIUM** será bautizado como **MASURIUM** con símbolo Ma, derivado de **MASURIA** provincia alemana de Prusia oriental<sup>9</sup> y al **DVI MANGANESIUM** como **RHENIUM**, con símbolo Re, en honor del río **RIN** antiguamente **RHENUS**, río sagrado en la mitología germánica<sup>10</sup>. El comunicado lo realiza Nernst, en la Academia prusiana de Ciencias, el 11 de junio de 1925.

Del **MASURIUM**, se identificarán los óxidos y caracterizarán sus propiedades, rayas espectroscópicas etc, pero aunque se lograron obtener grandes cantidades de rhenium, no era acompañado por una cantidad similar de masurium. Precisamente estas dudas sobre su existencia, motivaron que Noddack, no fuera invitado al congreso de Química de Königsberg (actualmente Kaliningrado), capital de la Masuria, donde quería exponer toda la química del nuevo elemento. Aún así su nombre durará más de veinte años como metal 43. Hasta este momento se emplearon procedimientos clásicos para encontrar al elemento; esto es, buscando entre las menas de metales semejantes, del mismo grupo de la tabla periódica o de los grupos próximos, e intentando descubrir algún indicio (rayas espectroscópicas), que permitiera distinguirlo.

---

9 El matrimonio Noddack, formado dos años después de iniciadas las investigaciones, por Walter Noddack e Ida Tacke, nacida en Westfalia, bautizó así al elemento 43, haciendo referencia a Masuria o Massovia, primitivo nombre de la región situada a orillas del Báltico, actualmente en Polonia, rememorando la fenomenal batalla de los lagos masurianos en la que años antes habían vencido los alemanes a los rusos, durante la 1ª guerra mundial. El nombre de dicha región deriva del de ciertas excrecencias vegetales que en aquella zona se producían. La raíz es la indoeuropea \*maes que en sánscrito produce el maça (judía), y que se reproduce en rumano en maz|re (guisante). El famoso baile de la mazurca, recuerda a la misma zona polaca. Para nominar al elemento 75 tomaría el nombre del río Rin, donde se bañaba de niña. Por ello, los dos nombres tienen un origen geográfico.

10 Parece que su origen remoto está en el término galo para designar el río por donde salía el sol, REN-AUS. Su origen estaría en la voz indoeuropea \*sreu, que daría también el avéstico rud, el griego Ῥῶ, el gótico rinnan, el viejo noruego renna, y claro está, el castellano río.

