

# Richard Chenevix, un gran químico desconocido. Parte 1.

## Resumen de su vida e investigación en níquel, paladio, arsénico y antimonio

Jaime Wisniak

**Resumen:** Richard Chenevix (1774-1830), un químico analítico y hombre de letras, analizó numerosos minerales, propuso un gran número de modificaciones a la nueva nomenclatura propuesta por los químicos franceses, y generó una ácida y equivocada discusión respecto a la naturaleza del paladio. Fue también un activo crítico del sistema alemán llamado filosofía natural, de las teorías cristalográficas de Christian Samuel Weiss, y del sistema de clasificación química de Abraham Gottlob Werner. Estos temas son discutidos en éste y el artículo que lo acompaña.

**Palabras clave:** Antimonio, arseniatos, magnetismo, níquel, paladio.

**Abstract:** Richard Chenevix (1774-1830), an analytical chemist and man of letters, carried on the analysis of many minerals, proposed a large number of changes to the new nomenclature promoted by the French chemists, and originated an acrid and wrong discussion regarding the nature of palladium. He was also an active critic of the German system called natural philosophy, as well as the crystallographic theories of Christian Samuel Weiss, and the chemical classification of Abraham Gottlob Werner. These topics are discussed on this and the following article.

**Keywords:** Antimonium, arseniates, magnetism, nickel, palladium.

### Vida y carrera

Existe muy poca información acerca de la época juvenil de Richard Chenevix (1774-1830) (Figura 1). Richard nació en Ballycommon, cerca de Dublín, hijo de Daniel Chenevix, teniente coronel de la *Royal Irish Artillery*, y Elizabeth Arabin. Sus ancestros, que eran de afiliación hugonote, emigraron de Francia a Irlanda después que el rey Luis XIV revocó el edicto de Nantes y declaró ilegal al Protestantismo.\*

\* Durante la mayor parte de la segunda mitad del siglo XVI, Francia sufrió sangrientos conflictos entre hugonotes y católicos. Después de su ascensión al trono, el rey Henry IV (1553-1610) puso fin a la lucha emitiendo el llamado Edicto de Nantes (1598) en el cual el catolicismo era declarado la religión oficial de Francia, pero dando a los hugonotes libertad de practicar su religión, el derecho a trabajar en cualquier área o para el estado, y de presentar directamente al rey sus quejas. Alrededor de 1680, el rey Louis XIV, bajo la influencia de la jerarquía católica, comenzó poco a poco a restringir las libertades profesionales de los protestantes y a purgarlos de su corte, hasta que finalmente rescindió el Edicto de Nantes y declaró ilegal al protestantismo. Esta acción tuvo resultados desastrosos, por ejemplo, causó la migración de un gran número de protestantes a Inglaterra, Alemania y Holanda.



J. Wisniak

Department of Chemical Engineering,  
Ben-Gurion University of the Negev,  
Beer-Sheva, Israel 84105  
C-e: [wisniak@exchange.bgu.ac.il](mailto:wisniak@exchange.bgu.ac.il)

Recibido: 05/01/2014. Aceptado: 08/02/2014.



Figura 1. Richard Chenevix (1774-1830).

Al término de sus estudios en la Universidad de Dublín, Chenevix viajó a Francia durante la Época del Terror. Allí, por motivos no muy claros, fue encarcelado donde compartió una celda con químicos franceses, de los que adquirió el gusto por la química, que después guiaría sus actividades por muchos años y lo haría famoso en el área de química analítica. Una vez liberado, desarrolló su afición a la química asistiendo a cursos en varias instituciones francesas. Durante su estadía en Francia, Chenevix contrajo matrimonio con la viuda del conde Charles of Ronault (1812). Chenevix falleció en París el 5 de Abril de 1830, después de sufrir una corta enfermedad, y fue enterrado en el cementerio Père Lachaise.<sup>1-4</sup>

Chenevix fue elegido miembro de la *Royal Society* de Edimburgo (1801), de la *Royal Academy* de Irlanda, y miembro asociado extranjero de la *Académie des Sciences* de Francia. En 1803, la *Royal Society* de Londres le otorgó

la medalla Copley por sus numerosas publicaciones en los *Proceedings* de la Sociedad.

Chenevix publicó alrededor de 30 artículos en el área de la química. En ellos discutió el análisis de rocas magnesianas,<sup>5</sup> de un mineral de plomo,<sup>6</sup> de los arseniatos de cobre y hierro,<sup>7</sup> el zafiro, el rubí, y el corindón,<sup>8</sup> los distintos estados del ácido clorhídrico,<sup>9,10</sup> la composición de los sulfatos y el ácido sulfúrico,<sup>11</sup> la composición del café,<sup>12</sup> y desarrolló un método para preparar el *esprit pyro-acétique* (acetona) por destilación de acetatos.<sup>13</sup> Otros artículos importantes están relacionados con críticas a la nueva nomenclatura química, promovida por Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), y sus colegas,<sup>14</sup> al apoyo de Hans Christian Ørsted (1777-1851) a la filosofía natural (*Naturphilosophie*) de los científicos alemanes,<sup>15</sup> a la teoría cristalográfica de Christian Samuel Weiss (1780-1856),<sup>16</sup> y al sistema de clasificación química propuesto por Abraham Gottlob Werner (1749-1817).<sup>17</sup>

En 1804, William Hyde Wollaston (1776-1828) (Figura 2) consiguió separar de minerales de platino un nuevo elemento que bautizó con el nombre paladio, y ofreció en forma anónima la venta de muestras, a través de una tienda de minerales ubicada en Soho, Londres.<sup>18</sup> Este procedimiento inusual arrastró a Chenevix a una controversia desafortunada relativa a la verdadera naturaleza del metal, discutiendo si el paladio era un elemento nuevo o un compuesto. Después de efectuar un extenso estudio experimental, Chenevix concluyó que el paladio era en realidad una aleación de platino y mercurio.<sup>19-21</sup> Al final, Wollaston reveló que él era el descubridor del paladio y ofreció pruebas indiscutibles de que se trataba de un elemento nuevo. Este fiasco dañó seriamente la reputación de Chenevix y lo llevó a trasladarse de forma definitiva a Francia, hasta el día de su muerte en 1830.



Figura 2. William Hyde Wollaston (1776-1828).

Aparte de su interés en la química, Chenevix también fue atraído por el mesmerismo y los fenómenos frenológicos,<sup>22</sup> y se transformó en un escritor y poeta. Entre sus publicaciones en estas actividades incluyen los poemas dramáticos “*Leonora, una tragedia*”, y “*Etha y Aidallo*”,<sup>23</sup> obras como “*Los Rivales de Mantua, una Comedia*”, y “*Enrique VII, una tragedia histórica*”.<sup>24</sup> Su última obra importante fue “*An essay upon national character; being an enquiry into some of*

*the principal causes which contribute to form or modify the character of nations in the state of civilization*”,<sup>25</sup> publicada después de su muerte. En ella Chenevix analizó temas como el carácter nacional, orgullo y vanidad de las naciones, mejora social, religión, moralidad, gobierno, intelecto, la industria, el arte militar, hábitos sociales, patriotismo, y la mutabilidad del carácter nacional.

## Investigación sobre el magnetismo del níquel

Por un largo tiempo, se había creído que el hierro era el único metal que podía ser magnetizado y polarizado, hasta que los experimentos de Torbern Olof Bergman (1735-1784) y Johannes Afzelius Arvidsson (1753-1837) sugirieron que el níquel (Figura 3) y el cobalto también poseían esas propiedades. De acuerdo con Chenevix,<sup>26</sup> en los últimos años, los italianos habían comenzado la fabricación de compases marinos a base de níquel y cobalto, en preferencia a los de hierro, ya que resistían mejor la acción del aire. Los franceses también creían que era posible fabricar agujas magnéticas de uno de estos dos elementos puros, y que eran tan eficientes como las de hierro. En el verano de 1798, Chenevix fue testigo de los experimentos realizados por Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829) en la *Escuela de Minas* de París, que demostraban que trozos de níquel y cobalto, libres de hierro, eran magnéticos. Estas experiencias llevaron a Chenevix a realizar sus propias pruebas. Para estos propósitos, trató una disolución de níquel impuro con amoníaco, separó el precipitado azulado por filtración, y dejó el filtrado en reposo por varios días en una botella cerrada herméticamente. Durante este período se formó una cantidad adicional del mismo precipitado, sin cambiar el color de la solución. Chenevix volvió a filtrar la solución, secó el filtrado, lo lavó con agua destilada, lo secó nuevamente, lo mezcló con un fundente y, finalmente, lo calentó en un crisol de Hess.<sup>†</sup> El níquel reducido resultó ser no magnético, muy duro, más maleable que el zinc, y presentando una fractura irregular. Disuelto en ácido no reaccionó con prusiato de potasio, ni con una disolución de agallas vegetales, indicando la ausencia de hierro. Esta muestra de níquel tenía una densidad de 7,3806, mucho menor que la que habían determinado Bergman (9,0000) o Guyton de Morveau, (7,8070), lo que indicaba que la presencia de hierro causaba un aumento de la densidad. Estos resultados llevaron a Chenevix a concluir que los resultados de Vauquelin eran incorrectos, posiblemente por la presencia de una cantidad ínfima (menores tal vez, de un millonésimo) de hierro adherida a la superficie del níquel, no detectable por el análisis químico. Chenevix recomendó que dado que todos los óxidos de hierro, excepto el rojo, eran más o menos solubles en amoníaco, el metal debiera ser oxidado completamente con ácido nítrico antes de ser precipitado y redisolto. Además, el amoníaco usado debía ser totalmente cáustico porque el carbonato de amonio disolvía al óxido rojo. Por este motivo era preferible dejar que el precipitado de níquel se formara en el fondo del recipiente, antes de retirar el licor amoniacal para ser evaporado. Todas estas precauciones aseguraban la eliminación del óxido de hierro.<sup>26</sup>

† Un crisol cerámico, capaz de resistir altas temperaturas, cambios rápidos de la misma, y la acción de reactivos fuertes.



Figura 3. Trozo de níquel.

Sin embargo, en una carta agregada a este artículo, Chenevix escribió que se había apresurado demasiado en negar las propiedades magnéticas del níquel y del cobalto. El resultado de nuevos experimentos le habían permitido identificar la verdadera causa porque varios de los trozos de níquel que había preparado aparecían como no magnetizables. Notó que calentando algunos de esos trozos con el mechero oxhídrico se desprendían vapores arsenicales, por lo que los disolvió en ácido e hirvió la solución hasta que todo el níquel se convirtió en arseniato. En seguida agregó nitrato de plomo en cantidad suficiente y luego evaporó la solución a fuego lento, casi hasta sequedad. La adición de alcohol precipitó todas las sales que se habían generado, excepto el nitrato de níquel formado por la doble descomposición del níquel y el nitrato de plomo [el mismo proceso que había utilizado cuando analizó los minerales de cobre de Cornwall (ver más abajo)].<sup>7</sup> Después de evaporar la solución alcohólica de nitrato de níquel, disolvió el residuo en agua y descompuso el nitrato con hidróxido de potasio. El óxido resultante fue lavado con agua, secado totalmente, mezclado con negro de humo como fundente, y luego reducido en un crisol de Hess. Chenevix notó ahora que el níquel resultante era altamente magnetizable, que perdía esta propiedad cuando se calentaba con arsénico, pero no al agregarle una pequeña porción de hierro. El mismo fenómeno ocurría con el cobalto. De estos resultados, Chenevix concluyó que el arsénico poseía la propiedad de ocultar la propiedad magnética de estos metales.<sup>26</sup>

### Investigaciones sobre el paladio

En 1800 Wollaston formó una sociedad con Smithson Tennant (1761-1815) para fabricar, entre otras cosas, platino maleable. La investigación con platino llevó a Tennant a descubrir el osmio y el iridio<sup>27</sup> y a Wollaston a descubrir el paladio y el rodio.<sup>28,29</sup> Tennant trató el polvo negro que quedaba después de disolver el platino, secuencialmente, con hidróxido de sodio y ácido clorhídrico; mientras que Wollaston siguió el mismo procedimiento para estudiar la disolución del platino en agua regia, pero dirigiendo su atención a la fase líquida que quedaba después de agregar cloruro de amonio. En primer lugar neutralizó la solución con carbonato de sodio y después le introdujo barras de hierro para recuperar el platino y cualquier otro metal que estuviera disuelto. Para su sorpresa, obtuvo un precipitado pulverulento fino y muy negro. Esto lo llevó a la conclusión que había descubierto

un nuevo metal, al que le dio el nombre de paladio en honor del asteroide Pallas, recientemente descubierto por Heinrich Wilhelm Olbers (1758-1840).<sup>28</sup>

Al principio, Wollaston no publicó este resultado para proteger su industria del platino; en cambio, puso en venta en forma anónima, muestras del metal al precio de cinco chelines, media guinea, y una guinea, a través de la tienda de minerales de Jacob Forster en Soho. También distribuyó una comunicación breve describiendo el descubrimiento y propiedades de un nuevo metal noble, llamado *Palladium* o *New Silver* (paladio o nueva plata). El aviso no daba detalles acerca de la identidad del descubridor ni de la manera de preparar el metal. William Nicholson (1753-1815), el editor la revista *Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*; recibió una copia de la comunicación y la publicó en su revista.<sup>30</sup> Chenevix leyó el artículo el 23 de abril de 1803 y comentó “*que el medio para anunciar un descubrimiento tan importante, sin dar el nombre de una persona confiable, excepto el del vendedor, me pareció poco usual en ciencia y no destinado a producir confianza. Con el fin de detectar lo que me parecía ser un impostura, compré una muestra (poco después compró toda la existencia) y llevé a cabo una serie de experimentos para conocer las propiedades y naturaleza del material*”.<sup>19</sup> Después de 13 días de arduo trabajo, durante los cuales sometió el material a toda clase de pruebas físicas y químicas, Chenevix leyó en la *Royal Society* de Londres un informe de 31 páginas en el que informaba “*deberemos cesar de maravillarnos acerca de lo que ha sido... descrito por químicos (acerca del paladio), cuando aprendemos que el paladio no es, como ha sido vergonzosamente anunciado, un simple metal pero una aleación de platino, y que la substancia que oculta la más importante propiedad de este metal (su alta densidad), al mismo tiempo que pierde muchas de las suyas, no es otra cosa que el mercurio*”.<sup>19</sup> En una carta posterior a Vauquelin,<sup>31</sup> Chenevix escribió que el pretendido nuevo metal estaba compuesto de 61% platino y 39% mercurio, y que su peso específico era sólo 11,5; en vez de 19.

Después de fallar muchas veces en su intento de sintetizar el nuevo metal a partir del platino y del mercurio, Chenevix escribió: “*Es ciertamente uno de los hechos más extraordinarios respecto a aleaciones, que dos metales al unirse, pierdan sus propiedades individuales más características, lo que impide reconocerlos por los métodos ordinarios... Sólo una afinidad poderosísima puede producir tales efectos... Los repetidos fracasos que he experimentado en estas operaciones me hacen pensar que el autor del paladio posee un procedimiento de formar (la aleación) menos sujeto a los errores que he mencionado. Sólo la perseverancia nos puede poner en conocimiento de su secreto*”.<sup>19,32,33</sup>

Chenevix concluyó su conferencia diciendo que “*la substancia que ha sido el objeto de esta memoria, debe convencernos de lo peligroso que es proponer una teoría antes de que tengamos un número suficiente de hechos, o en substituir las leyes generales de la naturaleza por los resultados de una pocas observaciones... Pero las teorías que no admiten una demostración matemática, y que son la interpretación de una serie de hechos, son criaturas de la opinión y son gobernadas por las diversas impresiones que producen en cada individuo. La naturaleza se burla de nuestras especulaciones, y aun cuando de vez en cuando recibimos las advertencias que*

*nos hacen despertar debido a un sentido de conocimiento limitado, nos ofrecen una amplia compensación al extender nuestro campo de vista y acercarnos un poco más a la verdad inmutable*".<sup>19</sup>

En un siguiente artículo acerca de la acción mutua entre el platino y el mercurio, Chenevix describió primero los numerosos experimentos que otros químicos en Inglaterra, Francia y Alemania habían ejecutado con el fin de determinar la naturaleza de la substancia. Luego detalló los resultados de nuevos experimentos que él había hecho. Su opinión era que independientemente de la cantidad de paladio que pudiera ser encontrado en su estado natural, era imposible de concluir si se trataba de algo simple o de un compuesto. "*Nada es más probable que la naturaleza haya formado esta aleación, y que lo haya hecho mucho mejor que nosotros podemos hacerlo. Todos los procesos de amalgamación que han sido efectuados antes que el platino llegue a Europa son suficientes para justificar la presencia de una pequeña cantidad de paladio*".<sup>20,21</sup>

De acuerdo a Usselman,<sup>32,33</sup> Chenevix le escribió a Joseph Banks, el Presidente de la *Royal Society*, informándole de que el informe acerca del descubrimiento del paladio provenía de "una persona sin educación, y que su lenguaje químico y frases sonaban como alquimia", y que Fidler, el fabricante de instrumentos, le había contado que uno de sus amigos, un peluquero en Islington, le había confiado un gran secreto... acerca del platino" (!).

Wollaston reaccionó al artículo de Chenevix con una nota anónima publicada en la revista de Nicholson<sup>34</sup> en la que ofrecía un premio de £20 (que había depositado en las manos de la señora Forster) al que fuera capaz de fabricar sólo 20 granos (1,3 g) de paladio auténtico, en la presencia de tres caballeros químicos (*gentlemen chymists*), uno de ellos el editor Nicholson. La señora Forster estaría a cargo del dinero del premio hasta mediados del verano y lo entregaría sólo en el caso que lo jueces le aseguraran que el verdadero metal había sido fabricado. Nicholson pidió a Charles Hatchett (1765-1847) y a Edward Charles Howard (1774-1816) ser jueces en la competición de modo que la comisión le permitiera dar cuenta al público de los resultados de la misma.

Toda esta controversia tuvo lugar durante el período en que la *Royal Society* estaba seleccionando al galardonado con la medalla Copley (Figura 4) de 1803. La investigación de Chenevix acerca de la composición del paladio y sus numerosas publicaciones en *Proceedings of the Royal Society*,



Figura 4. Medalla Copley.

fueron el argumento decisivo para que ganara el premio. Poco después, Wollaston comunicó a la *Royal Society* que él era el descubridor del paladio y también envió una carta a Nicholson con la misma información.<sup>29,32,33,35</sup>

### Investigación en compuestos de antimonio<sup>36,37</sup>

En 1746 el médico inglés Robert James (1703-1776) patentó una medicina que con el tiempo fue conocido con el nombre de *polvo del Dr. James* (Figura 5). La patente indicaba que este polvo se preparaba calcinando antimonio en un vaso plano de arcilla no vidriada, agregando de vez en cuando una cantidad suficiente de cualquier aceite o grasa animal, y luego hirviendo la mezcla en nitro ( $\text{KNO}_3$ ) fundido por un largo tiempo. En seguida se lavaba la masa resultante con agua para eliminar el exceso de nitrato, se evaporaba el agua, y el residuo se secaba y pulverizaba. El polvo del Dr. James fue usado ampliamente por muchos años como un remedio general (como la aspirina hoy en día), particularmente contra la fiebre. Entre sus usuarios incondicionales estaban el Rey Jorge III (1738-1820), el poeta Oliver Goldsmith (1730-1774), y el historiador y escritor Horace Walpole (1717-1797). Este último juraba que el polvo era capaz de curar cualquier enfermedad que no fuera crónica o fatal. Sin embargo, el remedio producía náuseas, vómitos, o diarrea en muchos de la pacientes.



Figura 5. Anuncio sobre el polvo de James.

Aun cuando el polvo estaba patentado, era de conocimiento común que no podía ser preparado de acuerdo a las instrucciones que aparecían en la patente. Por esta razón, el químico inglés George Pearson (1751-1828) decidió tratar de determinar su composición exacta y el procedimiento para fabricarlo.<sup>36</sup> Después de calentar el polvo, disolverlo

en varios disolventes (tales como agua, ácido acético, ácido nítrico, y ácido clorhídrico), y tratar la disolución y el residuo no disuelto con muchos reactivos; Pearson concluyó que el polvo estaba compuesto de ácido fosfórico, carbonato de calcio, y *calx* de antimonio (el residuo que queda tras calcinar el antimonio), mezclados con una cantidad pequeña de óxido de hierro (probablemente una impureza accidental), y que los tres ingredientes básicos, estaban unidos formando un compuesto triple, o que el fosfato de calcio estaba combinado con el carbonato de antimonio en forma de un compuesto doble, en la razón 57 partes de carbonato y 43 partes de fosfato. Esta *calx* de antimonio difería de todas las formas conocidas de *calx* de antimonio en que tres cuartos de él se disolvían en ácido clorhídrico formando *polvo de algaroth* (oxicloruro de antimonio).

Pearson creía que el polvo de James podía ser preparado calcinando una mezcla 50:50 de cenizas de hueso (fosfato de calcio) y antimonio crudo (óxido de antimonio), y luego calentando el producto a un calor blanco (con el tiempo, esta fue la composición adoptada por la primera farmacopea inglesa en 1864).<sup>36</sup>

En un artículo publicado en 1801, Chenevix declaró que el estado actual de la química permitía usar un procedimiento más eficiente que el descrito por Pearson.<sup>37</sup> Dado que los óxidos de antimonio se volatilizaban a alta temperatura, era difícil creer que la proporción requerida de cenizas de hueso y antimonio crudo se mantenía durante el proceso de calefacción. Aparte de esto, el óxido de antimonio restante pasaba a ser insoluble en todos los ácidos. Se conocía perfectamente el efecto del ácido gástrico sobre tal sustancia, por lo que era difícil aceptar que el polvo de James utilizado como medicina, tenía siempre la misma composición. Chenevix era de la opinión de que la cantidad de ácido fosfórico presente en los huesos era insuficiente para ser saturada con el carbonato de calcio y generar así la sal triple o el compuesto doble sugeridos por Pearson.

Chenevix demostró su teoría con los experimentos que se describen a continuación. Primero calentó una mezcla de antimonio blanco con ácido fosfórico por un tiempo prolongado y después separó el líquido del polvo residual. Un análisis químico le indicó que el líquido no contenía antimonio y que el residuo sólido no contenía ácido fosfórico. En un segundo experimento, Chenevix dividió una solución acuosa de cloruro de antimonio en dos partes iguales y trató una parte con agua destilada y la otra con fosfato de sodio. En ambos casos se formó un precipitado abundante. Ambos precipitados, lavados y secados, tenían el mismo peso; por lo tanto, si parte del ácido fosfórico se había combinado con el óxido, el precipitado de la segunda porción debiera haber sido más pesado que el de la primera. En otras palabras, el polvo de James no contenía una combinación que pudiera llamarse fosfato de antimonio.<sup>37</sup>

En otra tanda de experimentos, Chenevix disolvió cantidades iguales de óxido de antimonio y fosfato de calcio en la cantidad mínima de ácido clorhídrico, y luego la mezcló gradualmente con una disolución acuosa de amoníaco. El precipitado blanco resultante, después de ser lavado con agua y secado, demostró ser un excelente sustituto del polvo de James. El polvo de Chenevix era soluble en todos los ácidos y disolvía separadamente al fosfato de calcio y al óxido de anti-

monio. Un medicamento más poderoso se obtenía mezclando óxido de antimonio y fosfato de calcio en proporción 2:1 en vez de 1:1. Chenevix proporcionó muestras de su polvo a tres amigos que tenían una amplia experiencia y conocimiento médico. Sus resultados indicaron que el polvo de Chenevix era más suave que el de James y, por lo tanto, podía ser administrado en mayores dosis (hasta 0,65 g), sin producir náusea o vómito.<sup>37</sup>

## Investigación en arseniatos de cobre y hierro

En 1801, Jacques-Louis Count of Bournon (1751-1825), un expatriado de la revolución francesa, publicó una descripción detallada de los arseniatos de cobre encontrados en la nueva mina de cobre llamada Huel Orland, ubicada en el condado de Cornwall, Inglaterra.<sup>38</sup> Durante largo tiempo se habían recogido muestras pequeñas de estos arseniatos de Cornwall; el comienzo de la explotación de la mina permitió obtener mayores cantidades. De acuerdo a Bournon, “*la matriz del mineral es silícica, algunas veces cristalina, y otras amorfa. Aquí y allá se encuentra mezclada en forma más o menos profusa, con todos los óxidos de cobre conocidos, muchos de los óxidos de hierro arcilloso, y también con un mineral vítreo gris de cobre. La apariencia de este último difiere de la corriente en una forma no descrita anteriormente, constituyendo... una variedad diferente... con el nombre mineral de cobre hemático amarillo*”.<sup>38</sup>

Bournon describió los diversos colores, la dureza y forma de estos arseniatos, y los dividió en cuatro especies:

1. Arseniato de cobre, con forma de un octaedro muy obtuso, formado por dos pirámides triangulares unidas por la base; ésta parecía ser la forma original del mineral. Los cristales, de peso específico 2,881; eran muy duros y tenían un color azul hermoso (como el azul de Prusia) o color verde de césped fino. El análisis químico indicaba que la variación en el color era función de la cantidad de agua de cristalización.
2. Arseniato de cobre en forma de láminas hexagonales, con caras inclinadas, generalmente de un color verde esmeralda profundo, más blandos que la especie anterior, con peso específico 2,548; y que crepitaban fuertemente cuando eran expuestos al fuego.
3. Arseniato de cobre, en forma de un octaedro agudo, muy transparente, de color marrón o verde botella, y peso específico 4,280. Bournon subdividió esta especie en cinco variedades diferentes (principalmente en base a las diferencias de forma y aspecto): a) capilar, con forma determinada; b) capilar, con forma indeterminada; c) cristales totalmente regulares en parte de su longitud, y fibrosos en sus extremos; d) cristales en forma de amianto, formados de fibras flexibles muy delicadas, como las del amianto; y e) cristales en forma de hematita, en capas de estructura fibrosa, como las que presentaba el mineral de estaño conocido como casiterita.
4. Arseniato de cobre, con forma de prisma triedro, con base triangular equilátera y peso específico 4,280. Bournon acompañó su descripción con una gráfica ilustrando todas las formas que había encontrado.<sup>38</sup>

En forma parecida, Bournon identificó dos especies de arseniatos de hierro:

1. Una forma simple (arseniato de hierro), cristalizando en cubos perfecto, de baja dureza y con caras suaves y brillantes, de color verde oscuro y peso específico 3,000.
2. Arseniato férrico cuproso, cristalizando como prisma rómbico tetraédrico con dos aristas muy obtusas y dos aristas agudas, brillantes y completamente transparentes, de peso específico 3,400, y color azul cielo pálido.<sup>38</sup>

Una vez terminado su trabajo de clasificación de estos minerales, Bournon proporcionó a Chenevix muestras de cada especie (numeradas al azar para evitar prejuicios) y le pidió que confirmara sus conclusiones. Chenevix no sólo corroboró los resultados de Bournon, sino también realizó una serie de análisis para confirmar sus resultados.<sup>7</sup> El procedimiento seguido fue el siguiente: el arseniato de cobre pulverizado fue calentado en un crisol de platino para eliminar el agua de cristalización. Una vez alcanzado el peso constante, el residuo fue primero disuelto en ácido acético o ácido nítrico diluido, y luego mezclado con nitrato de plomo para formar arseniato de plomo y nitrato de cobre. La disolución fue concentrada por evaporación, diluida con alcohol, y concentrada nuevamente, lo que causó la precipitación del arseniato de plomo y dejó el nitrato de cobre en solución. La fase líquida fue filtrada y evaporada. La cantidad de cobre presente en el mineral fue determinada por ebullición con hidróxido de potasio o con hidróxido de sodio.<sup>7</sup>

Después de describir en detalle el análisis de cada espécimen, Chenevix concluyó como sigue: 1) el arseniato de cobre natural existía en tres estados de combinación, con contenidos en ácido del 14%, 21%, y 29% peso, respectivamente; 2) cada uno de estos estados contenía agua en proporciones diferentes, ya sea como hidrato o agua de cristalización; 3) durante la pérdida de agua, el color del arseniato cambiaba de azul a verde pálido, y finalmente a marrón; 4) el último estado era el único arseniato de cobre, los otros eran arseniatos del hidrato de cobre. De acuerdo a Chenevix, la sal azul, comúnmente conocida como sulfato, nitrato, o cloruro de cobre (cúprico), debiera realmente llamarse sulfato, nitrato, o cloruro de hidrato de cobre, porque no era un compuesto del óxido con el ácido, sino del hidrato con el ácido (Chenevix se refiere al hidrato del sulfato de cobre).<sup>7</sup>

La siguiente sección del informe describía el análisis de los arseniatos de hierro: 100 partes de del arseniato cuproso de hierro contenían 3 partes de sílice, 33,5 de ácido arsénico, 27,5 de óxido de hierro, 22,5 de óxido de cobre, y 12 de agua (por un total de 95,5 partes). Ninguno de los experimentos permitió determinar con certeza si este mineral era una sal triple o una mezcla de dos arseniatos. El arseniato de hierro simple contenía 4 partes de sílice, 31 de ácido arsénico, 45,5 de óxido de hierro, 9 de óxido de cobre, y 10,5 de agua (por un total de 100 partes). Este mineral parecía ser un arseniato puro mezclado accidentalmente con un poco de cobre.<sup>7</sup>

El análisis de mineral de cobre ortogonal rojo, antes desconocido en forma natural, fue particularmente interesante. Resultó contener mucho menos oxígeno que el contenido

en todos los óxidos de cobre conocidos (20%), combinado en una proporción aproximada del 11,5%. Al principio, Chenevix supuso que este mineral era una mezcla de óxido de cobre con el metal puro, pero tratándolo con HCl mostró que no contenía cobre metálico. Experimentos adicionales mostraron que una parte del mineral pulverizado se disolvía en ácido fosfórico diluido, que la disolución azul resultante contenía fosfato de cobre ordinario disuelto en un exceso de ácido, y que el residuo sólido no era atacado por ácido clorhídrico concentrado. Chenevix estaba familiarizado con el hecho de que los óxidos metálicos cedían parte de su oxígeno, unos a otros, cuando estaban en presencia de determinados solventes. Este motivo le llevó a concluir que la porción disuelta del mineral había tomado el oxígeno de la parte no disuelta, de modo que la primera se oxidaba en forma usual, en proporción del 20%, mientras que la última se reducía completamente al estado metálico. Este mineral debiera ser considerado, por lo tanto, un sub-óxido de cobre.<sup>7</sup>

## Bibliografía

1. E. F. Jomard, *J. d'Educ.* **1815**, 1, 205-207.
2. D. Reilly, *J. Chem. Educ.* **1855**, 32, 37-39.
3. T. Thomson, *History of Chemistry*, vol. 2, Colburn and Bentley, London, **1830**, pp 215-217.
4. M. C. Usselman, *Chenevix, Richard*, en *Oxford Dictionary of National Biography*, Oxford University Press, Oxford, **2004**.
5. R. Chenevix, *Ann. Chim.* **1798**, 28, 189-204.
6. R. Chenevix, *Nicholson J.* **1801**, 4, 219-223.
7. R. Chenevix, *Phil. Trans.* **1801**, 91, 193-240.
8. R. Chenevix, *Phil. Trans.* **1802**, 92, 327-347.
9. R. Chenevix, *Nicholson J.* **1802**, 1, 235-236.
10. R. Chenevix, *Phil. Trans.* **1802**, 92, 126-167.
11. R. Chenevix, *Irish Acad. Trans.* **1802**, 8, 233-244.
12. R. Chenevix, *Phil. Mag.* **1802**, 12, 350-352.
13. R. Chenevix, *Ann. Chim.* **1809**, 69, 5-58.
14. R. Chenevix, *Remarks Upon Chemical Nomenclature According to the Principles of the French Neologists*, J. Bell, London, **1802**.
15. R. Chenevix, *Ann. Chim.* **1804**, 50, 173-199.
16. R. Chenevix, *Ann. Chim.* **1804**, 52, 307-339.
17. R. Chenevix, *Ann. Chim.* **1808**, 65, 5-43, 113-160, 225-277.
18. W. H. Wollaston, *Phil. Trans.* **1804**, 94, 419-430.
19. R. Chenevix, *Phil. Trans.* **1803**, 93, 290-320.
20. R. Chenevix, *Proc. Roy. Sci.* **1805**, 95, 104-130.
21. R. Chenevix, *Ann. Chim.* **1808**, 66, 82-91.
22. R. Chenevix, *London Med. Phys. J.* **1829**, 61, 219; 62, 119; 62, 335.
23. R. Chenevix, *Leonora, a Tragedy and Etha and Aidallo, a Dramatic Poem*, W. Bulmer, **1801**.
24. R. Chenevix, *Two Plays: Mantuan Rebel, a Comedy in Five Acts; Henry the Seventh, an Historical Tragedy, in Five Acts*, J. Johnson, London, **1812**.
25. R. Chenevix. *An Essay Upon National Character: Being an Inquire into Some of the Principal Causes which Contribute to Form and Modify the Characters of a Nation in the State of Civilisation*, Duncan, Patternoster-Row, Cambridge, **1832**, en dos volúmenes.
26. R. Chenevix, *Nicholson J.* **1802**, 3, 286-287, 287-289.

27. S. Tennant, *Phil Trans.* **1804**, 94, 411-418.  
 28. W. H. Wollaston, *Phil. Trans.* **1805**, 95, 316-330.  
 29. W. H. Wollaston, *Nicholson's J. Nat. Phil. Chem. Arts* **1805**, 10, 34-42.  
 30. W. Nicholson, *Nicholson's J.* **1803**, 5, 136-139.  
 31. R. Chenevix, *Ann. Chim.* **1802**, 46, 333-337.  
 32. M. C. Usselman, *Ann. Sci.* **1978**, 35, 551-579B.  
 33. M. C. Usselman, *Ambix* **1979**, 26, 100-115.  
 34. W. Nicholson, *Nicholson's J.* **1804**, 7, 75.  
 35. J. Wisniak, *Educ. Quím.* **2006**, 17, 130-143.  
 36. G. Pearson, *Phil Trans.* **1791**, 81, 317-367.  
 37. R. Chenevix, *Phil. Trans.* **1801**, 91, 375-381.  
 38. J. L. Bournon, *Phil. Trans.* **1801**, 91, 169-192.



**ICIQ**  
Institut Català d'Investigació Química

10 YEARS

For further information and application, please visit: [www.iciq.es](http://www.iciq.es)  
Deadline for fellowships application May 18, 2014

ICIQ is a dynamic and innovative research institution located in Tarragona, 100km south of Barcelona.

The Institute has consolidated its position as one of the top level institutions for chemical research in Europe.

**Summer FELLOWSHIPS 2014**

**A three-month internship for undergraduate students in one of ICIQ's research groups**

Funded by:

**Obra Social Fundació "la Caixa"**

**JULY-SEPTEMBER TARRAGONA**