

La experimentación en el laboratorio de Andrés Manuel del Río en la Ciudad de México: develando al vanadio

Mariana Ortiz Reynoso^{1*}, Gabriel Eduardo Cuevas Gonzalez-Bravo²

Introducción

Andrés Manuel del Río y Fernández nació en Madrid en 1764. Estudió en la prestigiosa universidad de Alcalá de Henares, y por haber sobresalido en química, se le patrocinó su educación en la Academia de Minería de Almadén, y el gobierno también cubrió los gastos de su educación en Francia, Inglaterra y Alemania.

En París, estudió química con Jean d'Arcet (1724-1801) y en Alemania se inscribió a la Real Escuela de Minería de Freiberg donde hizo amistad con el barón Alexander von Humboldt. En la Real Escuela de Minería de Forestry, en Schemnitz (entonces Hungría), aprendió geometría, química analítica y metalurgia. Es posible que en una segunda estancia en París, trabajara con Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), a pesar de los agitados tiempos políticos propios de la Revolución Francesa, pero no hay consenso al respecto. (Villa Román, E. 2019, Puche-Riart, O. 2017)

En 1793, tras la expedición de un Real Decreto para la enseñanza en la Escuela de Minería de México, es invitado como catedrático por Fausto de Elhuyar a la Nueva España, y ahí, en la actual calle de Guatemala número 90 de la Ciudad de México, Del Río descubrió un nuevo elemento químico: el eritronio (hoy vanadio).¹

I. El descubrimiento

Los 118 elementos de la tabla periódica pueden agruparse, *grosso modo* en dos grupos; los que presentan el fenómeno de la radiactividad y los que no. (Romo de Vivar, 1987). Dos de los elementos no radioactivos se descubrieron en el continente americano.^{2,3} El primero de ellos, el platino, lo encontró el español Antonio de Ulloa y de la Torre-Guiral (1716-1795) en una mina de oro del río Pinto del entonces territorio de Nueva Granada (hoy Colombia) en la expedición a Quito iniciada en 1735. Dado su parentesco con la plata, se le llamó platina. El platino fue estudiado por muchos personajes europeos, y fue ahí en donde se le caracterizó como un nuevo material, incluidos Joseph Louis Proust, en el Laboratorio Real de Madrid y el de Segovia, España, y el también célebre sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) en Estocolmo, quien corrigió su peso atómico. (Izquierdo, 1958). El segundo, el vanadio, fue caracterizado en 1801 como un nuevo metal por el profesor de Oricognosia del Real Seminario de Minería de México, Andrés Manuel del Río y Fernández (1764-

1849), al que entonces denominó eritronio, y lo obtuvo a partir del mineral plomo pardo de Zimapán, obtenido en la mina la Purísima del Cardenal, en Zimapán, Hidalgo. (Romo de Vivar, 1987).

El Real Seminario de Minería (RSM) fue el primer lugar en donde se integró la enseñanza del conocimiento científico en el continente americano con planes de estudio modernos y clases estructuradas. (Castillo Martos, 2005). Para dirigir el RSM se eligió a Don Fausto de Elhuyar de Zubice (1755-1833), un español de origen vasco educado en París y en la Escuela de Minas de Frieberg, Alemania. De Elhuyar había reemplazado la vacante de Proust en España donde adquirió experiencia en la técnica para *maleabilizar* el platino proveniente de Sudamérica. Los hermanos Fausto y Juan José De Elhuyar fueron los descubridores del tercer elemento de la tabla periódica realizado por el imperio español: el wolframio (más conocido como tungsteno), en el laboratorio de Química de la Real Sociedad Bascongada de amigos del País Vasco. (Castillo Martos, 2005; Weeks, 1935).

En México, Fausto de Elhuyar invitó a Andrés Manuel del Río, quien entonces se encontraba en París, a impartir la cátedra de Química en el RSM de México, pero la que aceptó fue la de Mineralogía u Oricognosia, para la cual preparó el texto *Elementos de Oricognosia*, que es la primera obra sobre mineralogía escrita en el continente americano. (Weeks, 1935). En esta institución se enseñó química moderna con ayuda del texto *Tratado Elemental de Química* de Lavoisier. (Aceves, 1990).⁴

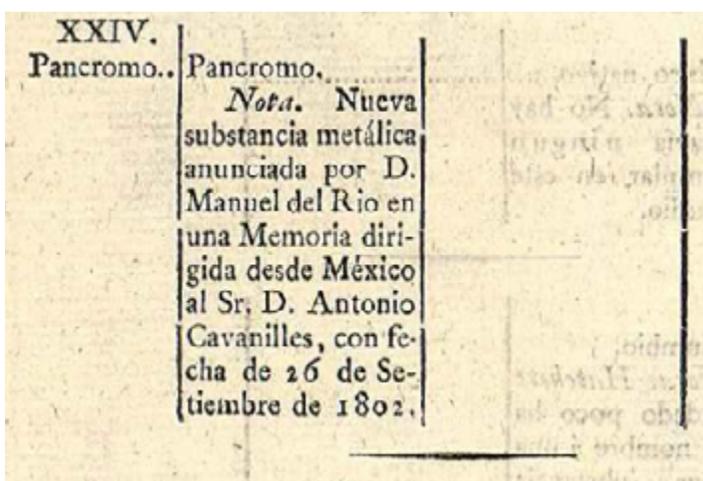


Figura 1. Texto en el que Andrés Manuel del Río da a conocer el vanadio en Europa. (Bargalló, 1962, p. 832).

¹ En 1813 concluye la construcción del inmueble diseñado por el arquitecto valenciano Manuel Tolsá, estrenando una nueva sede del Real Seminario de Minería de la Nueva España, que es el que se encuentra en la calle de Tacuba y que conocemos hoy en día como el Palacio de Minería. Se recomienda visitar la página: Ramos L., María de la Paz. (17 de enero de 2023). Guía del Patrimonio Científico y Tecnológico de la CDMX. El Colegio de México, disponible en: <https://patrimonio-cyt-cdmx.colmex.mx/real-seminario-de-mineria/>

¹ Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México

² Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

* mortizr@uaemex; gecgb@gmail.com

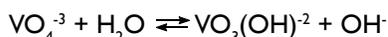
Andrés Manuel de Río notificó el descubrimiento de una nueva sustancia química en una memoria dirigida a Antonio Cavanilles, recuperada en la página 46 de la Introducción a las *Tablas comparativas de las sustancias metálicas* de Ramón Gil de la Cuadra (1775-1860), la cual se muestra en la figura 1. (de la Cuadra, 1803).

II. La experimentación

La traducción de Andrés Manuel del Río de las *Tablas mineralógicas* de Dietrich Ludwig Gustav Karsten (1768 - 1810) incluye una nota al pie en las páginas 61 y 62 en la que describe el aislamiento del eritronio, siendo tal vez el único registro preservado de la técnica experimental empleada. (Karsten, 1804) Cabe destacar que este trabajo no fue realizado por él en solitario, sino que fue asistido por Manuel Cotero (1775-1830) y Manuel Ruiz de Tejada (1779-1863) (Izquierdo, 1958), quienes no han recibido el crédito que merecen.⁵ Esta colaboración permitió el descubrimiento una nueva sustancia en la Ciudad de México, capital de la Nueva España, que presentaba un intenso olor a ajo y sus sales un color rojo intenso como propiedades distintivas. La descripción del proceso experimental es la que sigue: (Karsten, 1804).

Habiendo destilado tres o quatro veces media onza en polvo con ácido sulfúrico diluido y lavado el residuo á cada vez, tuve una disolución verde, que saturada con exceso de amonia, me dio a pocos días costras compuestas de agujas en la superficie del líquido, ó estrellitas compuestas de pirámides muy agudas en las paredes de la copilla. Estos cristalinicos que eran blancos, lavados en muy poca agua, porque se disuelven en frío, y secados al ayre libre, tomaron el mas bello roxo de escarlata inmediatamente que tocaron una sola gota de ácido algo concentrado; quando estaba mas diluido, se ponían primero amarillos y luego rojos. Estos ácidos los disolvían sin descomponerlos. Lo mismo sucedía con la potasa, la sosa, la cal &c. excepto que los rombitos que dio la potasa solo se volvieron amarillos. (Karsten, 1804, p. 61.)

Hoy se sabe que en la reacción alcalina se forma pentóxido de vanadio (V_2O_5) y que a pH superior a 13 se forma la especie VO_4^{3-} . El equilibrio se desplaza en función de la acidez, de acuerdo con la Ecuación 1 a pH entre 2 y 6 la especie más abundante es el ion decavanadato de color anaranjado que coexiste en diversas formas protonadas. (Castillo-Martos, 2005).



Ecuación 1. Reacción alcalina de formación del ion vanadato (+5) (pH>13).

La descripción de Del Río continúa así: (Karsten, 1804)

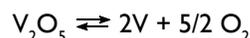
Saturando el exceso de amonia con ácido nítrico, y concentrando un poco por la evaporación, obtuve después prismitas de sabor algo punzante y metálico, y de un bello roxo de aurora, que

parecían quadrangulares rectángulos apuntados con quatro caras puestas sobre las aristas.

Haciendo lo mismo con la sosa, me dio cristalinicos rojos de aurora, que parecían tablas quadrangulares oblicuángulas, y con la potasa, tabliticas quadrangulares rectangularas amarillas.

Poniendo 17.75 granos de las agujas formadas por la amonia baxo la mufia en un tiesto de porcelana, tomaron el mas bello roxo, sin perder la figura, y luego se fundieron en una masa opaca de color entre pardo de hígado y gris de plomo, con muy finas estrillitas en la superficie de lustre semimetálico, que pesó 11.75 grano. (Karsten, 1804, p. 62)

Lo que Andrés Manuel del Río describió, fue la obtención del vanadio y, en términos químicos de hoy, se explica a través de la reacción descrita en la Ecuación 2:



Ecuación 2. Reacción para la obtención del vanadio.

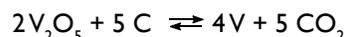
Del Río continúa la descripción, indicando algunas de las propiedades químicas del metal: (Karsten, 1804).

No sufrió alteración alguna al fuego de la fragua en hora y media que se tuvo en un crisolito con carbon y con 1.25 granos de aumento. Se metió en una retorta con ácido nítrico: hubo vapores rojos al fin, y la sustancia se puso roxa; se repitió dos veces lo mismo; se aumentó al fin el fuego para desprender todo el ácido, y echando agua fría se volvió emulsiva.

Aclarada la emulsión con el tiempo, no enrojecía la tintura de rábano, aunque daba precipitados amarillos con las disoluciones nítricas de plata, mercurio y plomo, no con la muriática de último; precipitaba verde esmeralda el prusiato de calizo, y ponía verde obscura la tintura de agallas. El sedimento verde aceituna que se había formado se puso roxo instantáneamente con un poco de ácido nítrico, y la disolución amarillenta precipitaba un óxido verde con el zinc y el hierro. Al soplete con bórax tomaba también el vidrio un color verde hierba.

Al soplete sobre carbón se funde grácilmente con efervescencia, dando olor de ajo, y se reduce á globulitos de lustre metálico; pero no se cuaja en vidrio poliedro como el verde. (Karsten, 1804, p. 62)

Una segunda manera de obtener el vanadio puro, sucede de acuerdo con la reacción descrita en la Ecuación 3.



Ecuación 3. Reacción alternativa para la obtención del vanadio, que es la que se obtendría al soplete, con el carbón.

² En realidad, al menos para el platino, el término correcto es re-descubrimiento, ya que los habitantes originarios de América conocían este metal y elaboraban joyas con él. Bersée valoró el conocimiento de metalurgia de polvos de estos pueblos como asombroso. Véase: McDonald, Donald & Hunt, Leslie B.A. History of Platinum and its Allied Metals. Johnson Marray Plc. 1982.

³ Para ver la tabla periódica con los países en donde se descubrieron los elementos, véase: Schultz, C. (18 de enero de 2023). The periodic table of elemental discoveries. Smithsonian Magazine, disponible en: <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/the-periodic-table-of-elemental-discoveries-1773011/>

⁴ Cabe mencionar que gracias a los hallazgos de la Dra. Patricia Aceves Pastrana, sabemos que la primera traducción al castellano del libro de Lavoisier fue realizada por uno de los miembros de la Real Expedición Botánica a la Nueva España, el farmacéutico Vicente Cervantes Mendo (1758 - 1829). Véase: Pastrana, Patricia Aceves. "Tradición y modernidad en la Nueva España: Estudios sobre aguas minerales (s. XVII-XVIII)." Lluç: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas 19, no. 37 (1996): 325-346.

Finalmente, Del Río habla sobre la concentración del nuevo metal en el mineral plomo pardo y expone su propuesta para nombrarla.

La proporción de las partes por quintal de plomo pardo es de 80.72 de óxido amarillo de plomo, y 14.80 de esta nueva substancia, siendo lo demás un poco de arsénico, óxido de hierro y ácido muriático.

Su combinación con la amonia no se amalgamó con el mercurio.

Pareciéndome nueva esta sustancia, la llamé pancromio por la universalidad de colores de sus oxidos, disoluciones, sales y precipitados, y después eritronio por formar con los alkalis y las tierras sales que se ponían roxas al fuego y con los ácidos. ((Karsten, 1804, p. 62)

III. El escenario de la experimentación

Esta impresionante experimentación se condujo en el *elaboratorio* (que no laboratorio, como decimos ahora) del que disponía Andrés Manuel del Río en la primera sede del RSM. El profesor Modesto Bargalló describe así el lugar en donde se realizaron los experimentos, ... *en una antigua cochera, en funciones de laboratorio, del caserón del Real Seminario de Minería de la actual calle de Guatemala nº 90 de la capital de México, descubre un nuevo elemento químico al analizar una mena de plomo pardo procedente de la mina "La Purísima" del Cardonal (Zimapán, estado de Hidalgo, México).* (Bargalló, p. 325).

De acuerdo con el médico e historiador José Joaquín Izquierdo (1893-1974), en 1909 se encomendó al arquitecto e ingeniero Manuel Francisco Álvarez (1842-1926) hacer el levantamiento de los planos de los predios localizados entre los números 88 y 92 de la calle de Guatemala. Izquierdo encontró que los planos coincidían perfectamente con tres planos que había realizado el teniente coronel del Regimiento de Dragones Diego García Conde (1760-1825) en 1793, los cuales fueron grabados en 1807 para su protección, por disposiciones de la ciudad. (Izquierdo, 1958)

En el plano de la planta baja original de la figura 2, el pasillo s llevaba a la iglesia; los *elaboratorios* se indican con las letras *c* y *d*. Las escaleras se marcan con una *x* y las puertas que comunican las diferentes habitaciones se marcan con la grafía *g*. La letra *m* indica la escalera principal. El portal que lleva de la entrada hasta el patio central se indica con la *q*. A la fuente central se le asignó la letra *n* y una *p* indica cada uno de los pilares de los corredores. Se llegaba al hospicio a través del pasillo marcado con uno de los símbolos de la afinidad, lo que es curioso, dado que se emplearon diferentes símbolos químicos en el plano para hacer indicaciones. (Izquierdo, 1958).

En la plata alta que ilustra la figura 3, se indica con la letra *m* la ubicación de la biblioteca y con la letra *n* el salón que ocupaba el tribunal que contaba con dos antecelas. Éste es el lugar donde se

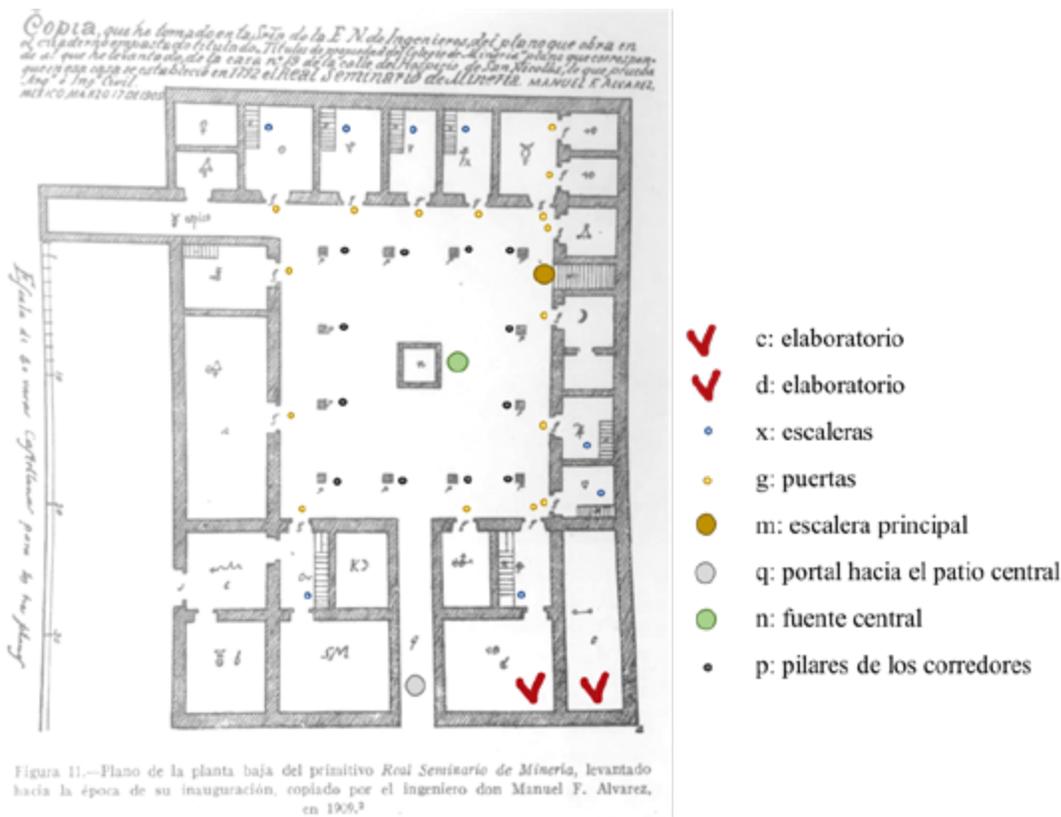


Figura 2. Plano de la primera planta del original del Real Seminario de Minería. Modificado de: Izquierdo, 1958, p. 42.

⁵ La falta de reconocimiento a Cotero y Ruiz de Tejada es deuda del sistema científico mundial para reconocer el extraordinario mérito de los técnicos o asistentes de laboratorio, quienes ponen su esfuerzo en el logro del proyecto planteado y a menudo hacen más que tan sólo seguir un procedimiento al pie de la letra.

⁶ Sobre estos profesores del RSM, también puede consultarse un fragmento del archivo original en la biblioteca general de la Universidad Autónoma de Nuevo León, disponible en: http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080019695/1080019695_09.pdf

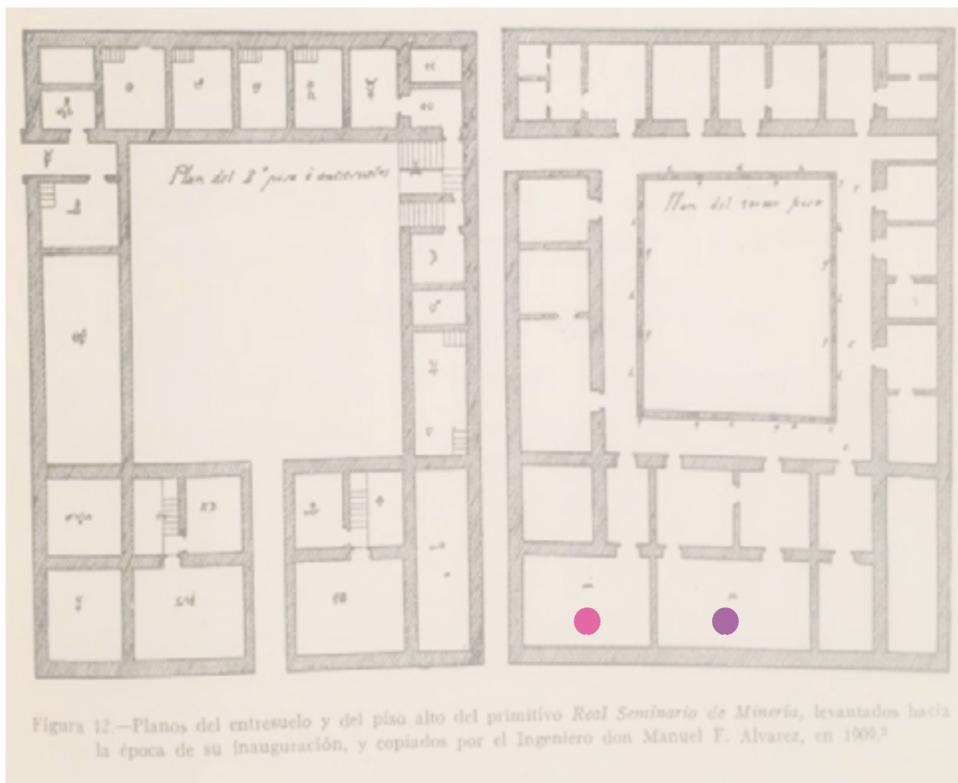


Figura 3. Planos de las plantas altas del RSM en su situación original. Modificado de Izquierdo, 1958, p. 43.

realizó la inauguración solemne de la institución el 1 de enero de 1792. Allí tomaron posesión de sus cargos el rector, el vicerrector y los profesores requeridos para el primer año: Andrés José Rodríguez (1778-?), Mariano Chanin, Estevan González (¿-1818) y Bernardo Gil, para impartir matemáticas, francés, dibujo técnico y dibujo figurativo, respectivamente. (Izquierdo, 1958).⁶ Gracias a los planos aún disponibles, conocemos la ubicación exacta del laboratorio en el que Andrés Manuel del Río trabajó y en donde descubrió y purificó el vanadio. En la figura 4 se muestra el levantamiento de la planta baja y el entresuelo (indicados con las letras c y d, en el plano intervenido, con la marca **V**).

La química experimental en México inició en estas dos piezas, pero también en el patio central del inmueble, donde se construyeron los hornillos para el ensayo de minerales.

IV. El equipamiento del laboratorio

En las técnicas experimentales descritas arriba se describe el uso de una balanza precisa para pesos pequeños, crisoles de porcelana de diversos tamaños, equipo de destilación, mufla y fragua, copillas de diferente tamaño y capacidades, retortas, sopletes de diversos tamaños. Se tiene registro de que el profesor del RSM Luis Fernando Lindner Lindertal (1763-1805)⁷ recibió una serie de instrumentos y equipo provenientes de Londres para instalar el laboratorio del RSM; entre ellos, una balanza para pesos grandes, una balanza de ensayo, dos eudiómetros, un eudiómetro eléctrico de Volta, dos equipos químico-neumáticos de Watt, un aparato para componer agua con aires, una lente ustoria, un balón de Priestley para convertir el aire en ácido, alambiques, crisoles, morteros, evaporatorios, balones, jarros, botellas, etc., con un costo de 544 libras, quince chelines y siete peniques. (Izquierdo, 1958, p. 116).

Figura 4. Planos del laboratorio donde Andrés Manuel del Río realizó el aislamiento y la purificación del eritrorio (hoy vanadio).

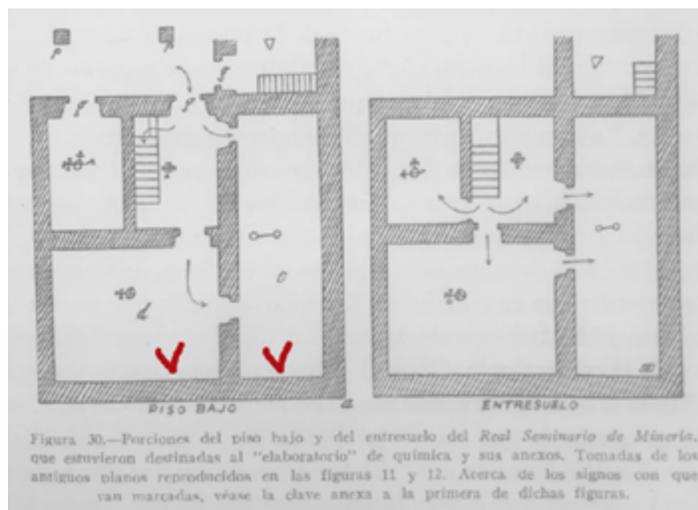


Figura 4. Planos del laboratorio donde Andrés Manuel del Río realizó el aislamiento y la purificación del eritrorio. Modificado de: Izquierdo, 1958, p. 117.

Alexander von Humboldt, en su *Ensayo político* elogiosamente se refiere a la infraestructura disponible en México para realizar trabajo en química (Humboldt, 2014, pp. 80-81). Izquierdo describe que las condiciones eran complicadas; por ejemplo, se sufrían inundaciones (Izquierdo p. 117) y ataques de plagas. (Izquierdo p. 118) Bajo este contexto, el trabajo realizado por Del Río fue extraordinario.

V. ¿Por qué se debe preservar este patrimonio?

Recientemente, el Ayuntamiento de Madrid aprobó unánimemente la propuesta para asignar el nombre de Andrés Manuel del Río Fernández a algún espacio público o edificio de carácter científico, por tratarse del descubridor del vanadio. (Ayuntamiento de Madrid, 2020). En México, la contribución de Del Río puede honrarse de una manera precisa, puesto que conocemos la ubicación exacta del lugar en donde se verificó el descubrimiento del vanadio a partir del plomo pardo de Zimapán. El predio está en la calle de Guatemala 90, en el Centro Histórico de la Ciudad de México. Tras haber sido adaptado para la vivienda y sufrir un desgaste profundo por sus antiguos moradores, al cobijo de la conocida "ley de la renta congelada" mexicana de los años cuarenta del siglo XX (DOF, 1942), (tan populista como destructiva), para fortuna del patrimonio científico de México, el inmueble histórico se encuentra recuperado y rescatado, y pasó a ser administrado por la Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería (SEFI) de la Universidad Nacional Autónoma de México, por medio de un convenio de comodato.

En los años noventa del siglo pasado, el edificio fue restaurado y se encuentra en óptimas condiciones, gracias a los fondos acopiados por la SEFI, y con financiamiento del gobierno de Alemania, otorgado gracias a la estancia de Humboldt en el RSM.

Hoy en día la SEFI tiene planes para convertir el inmueble en un museo de la ingeniería mexicana. La Sociedad Química de México participa en esta iniciativa y ha propuesto transformar una bodega que ocupa el otrora *elaboratorio* de los profesores Andrés Manuel del Río, Manuel Coteró y Manuel Ruiz de Tejada en un espacio museístico interactivo que muestre cómo era el laboratorio en donde se descubrió un elemento químico en territorio mexicano. Queremos hacer una aportación a la cultura material de México para mostrar al mundo cómo se hacía ciencia en el siglo XVIII novohispano. La finalidad es crear una galería que reproduzca el *elaboratorio* del RSM con elementos lúdicos para el aprendizaje. Así, podremos recuperar la memoria y la identidad científica, y honrar el trabajo de Del Río y colaboradores, y difundir el contexto en el que se descubrió el vanadio. Con este sitio, conmemoraremos la fundación y vida de la primera institución en el país dedicada a la docencia y a la investigación científica, que además ha dado luz a las y los ingenieros, químicos, farmacéuticos y otros científicos de esta nación.

Referencias

1. Aceves-Pastrana, P. La difusión de la química de Lavoisier en el Real Jardín Botánico de México y en el Real Seminario de Minería (1788-1810). *Quipu* 1990,7,5-35.
2. Bargalló M. *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial*. Fondo de Cultura Económica. 1955. México. P. 325.
3. Bargalló M. *Tratado de Química Inorgánica Fundamental y Sistémica*. Editorial Porrúa. México. 1962 p. 832.
4. Castillo-Martos, M. *Creadores de la Ciencia Moderna en España y América. Ulloa, los de Elhuyar y Del Río descubren el platino, el wolframio y vanadio*. Muñoz Moya. Editores Extremeños. Brenes, 2005.
5. De la Quadra, R. Tablas Comparativas de las sustancias metálicas. *An. Ciencias Nat.* 1803, 6, 1-46.
6. Diario Oficial de la Federación. 24 de julio de 1942, DECRETO por el cual se previene que no podrán ser aumentadas las rentas por ocupación de inmuebles, mientras rija la suspensión de garantías individuales. Disponible en: <http://dof.gob.mx/index.php?year=1942&month=07&day=24> (Fecha de Consulta 15 de agosto de 2022).
7. Humboldt, A. v. *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España*, Colección Sepan cuantos..., Editorial Porrúa, 7ª Edición, 2014. pp. LXXV.
8. Izquierdo J.J. *La primera casa de las ciencias en México. El Real Seminario de Minería (1792-1811)*. Ediciones Ciencia. México. D.F. 1958.
9. Karsten D. L. G. *Tablas Mineralógicas 1800*, 3er. Ed., Del Río, A.M. (traductor), Mariano J. de Zúñiga y Ontiveros. Ciudad de México. 1804, pg. 61-62.
10. Lavoisier, A.L., *Tratado elemental de Química*, traducción al Castellano para el Real Seminario de Minería de México, Mariano Zúñiga y Ontiveros, 1797. Aceves-Pastrana. P. (ed.), Edición facsimilar. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 1990.
11. McDonald, Donald & Hunt, Leslie B. *A History of Platinum and its Allied Metals*. Johnson Marrhey Plc. 1982.
12. Pinto Cañon, Gabriel. Iniciativas del Ayuntamiento de Madrid para resaltar la labor de Andrés Manuel del Río, el madrileño que descubrió el vanadio. *Anales de Química*, 116(1), 2020, 38-42.
13. Puche-Riart, O. Andrés Manuel del Río. Estudio Crítico. Biblioteca Virtual de Polígrafos. 2017. <http://dx.doi.org/10.18558/FIL142> Consultada 19 de enero de 2023.
14. Romo de Vivar, A. *Química, Universo Tierra y Vida. La Ciencia para todos*. No, 51. Fondo de Cultura Económica. México. 1987.
15. Villa Román, E. <https://www.eluniversal.com.mx/mochilazo-en-el-tiempo/el-elemento-quimico-descubierto-en-mexico> Consultada 19 de enero de 2023.
16. Weeks, M. E. The scientific contributions of Don Andres Manuel del Rio. *Journal of Chemical Education*, 12(4), 1935, 161.