
ESTUDIOS / STUDIES

HISTORIA DEL VANADIO, 1801-1831. DISPUTA POR LA AUTORIA DEL DESCUBRIMIENTO¹

José Alfredo Uribe Salas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Morelia, Michoacán, México

Email: jausalas@gmail.com

ORCID Id: <https://orcid.org/0000-0002-5241-4075>

Recibido: 31 mayo 2020; Aceptado: 2 julio 2020

Cómo citar este artículo/Citation: Uribe Salas, José Alfredo (2020) "Historia del Vanadio, 1801-1831. Disputa por la autoría del descubrimiento", *Asclepio*, 72(2): p322. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2020.23>

RESUMEN: Existen temas y problemas de investigación cuya naturaleza, estructura y dinámica provee la ruta analítica y la perspectiva metodológica para desentrañar su dimensión global. Este es el caso del eritronio, un elemento químico que fue descubierto en 1801 por el mineralogista español Andrés Manuel del Río Fernández (1764-1849) en el laboratorio del Real Seminario de Minería de la Ciudad de México, Nueva España. El descubrimiento dio la vuelta al mundo occidental inmerso en una polémica sobre su autenticidad, hasta que la comunidad científica europea determinó cerrar el caso otorgando la paternidad al químico sueco Nils Gabriel Sefström (1787-1845), quien 30 años después la había redescubierto, oficializando su nombre como vanadio en 1831. Los 30 años que pasaron dejaron ver también la disputa entre Francia, Alemania y Estados Unidos por la apropiación de la naturaleza y el desplazamiento paulatino que experimentaron en su hegemonía sobre la ciencia química, como una herramienta científica de poder y control global.

PALABRAS CLAVE: Eritronio; vanadio; Andrés Manuel del Río Fernández; Nils Gabriel Sefström; 1801-1831.

HISTORY OF VANADIUM, 1801-1831. DISPUTE BY THE AUTHORITY OF THE DISCOVERY

ABSTRACT: There are research topics and problems whose nature, structure and dynamics provide the analytical route and the methodological perspective to unravel its global dimension. This is the case of erythronium, a chemical element that was discovered in 1801 by the Spanish mineralogist Andrés Manuel del Río Fernández (1764-1849) in the laboratory of the Real Seminario de Minería in Mexico City, New Spain. The discovery went around the western world immersed in a controversy over its authenticity, until the European scientific community decided to close the case by granting paternity to the Swedish chemist Nils Gabriel Sefström (1787-1845), who 30 years later had rediscovered it, making its name official as vanadium in 1831. The 30 years that passed also revealed the dispute between France, Germany and the United States for the appropriation of nature and the gradual displacement that they experienced in their hegemony over chemical science, as a scientific tool of power and global control.

KEY WORDS: Erythronium; Vanadium; Andrés Manuel del Río Fernández; Nils Gabriel Sefström; 1801-1831.

INTRODUCCIÓN

El descubrimiento del eritronio/vanadio, elemento 23 de la Tabla Periódica, fue obra del mineralogista Andrés del Río, (Madrid, 10 de noviembre de 1764, Ciudad de México, 23 de marzo de 1849). Del Río fue parte de una comunidad profesional que cultivó las ciencias naturales entre los siglos XVIII y XIX, como sus profesores, colegas y condiscípulos Heinrich Christophe Störr, Jean D'Arcet, Abraham Gottlob Werner, Antón von Rupprecht, Christian Leopold von Buch; Antoine Laurent Lavoisier; René Just Haüy, Josef Ricarte, Enrique Schnellenbühne, Dieudonné Sylvain Guy Tancred de Gratet de Dolomieu, Alexander von Humboldt, Horace Benedict Saussure, Luis Lindner, Hippolyte Victor Collet-Descotils, Nils Gabriel Sefström, Jöns Jacob Berzelius, Friedrich Woehler; George William Featherstonhaugh, Richard Taylor, James Finlay Weir Johnston y Henry Enfield Roscoe, entre muchos más. Con ellos estableció redes intelectuales, en tanto que dio seguimiento a sus aportaciones a las ciencias en algunos casos, y en otros hubo colaboración en su etapa formativa y en su vida profesional, en ambos lados del Atlántico.

Como muchos otros científicos de la época, Andrés del Río se formó en las mejores instituciones de educación de Europa, entre las que cabe mencionar a la *Universidad de Alcalá de Henares*, *Real Academia de Minas de Almadén*, España; *l'Ecole Royale des Mines*, Francia; *Collège de France*, Francia; *Bergakademie de Freiberg*, Alemania; *Real Academia de Minas y Bosques*, Hungría; o el *Laboratorio del Arsenal*, Francia. En ese sentido, él formaba parte de una comunidad mayor, interesada en la Historia Natural y en el desarrollo de las ciencias, en cuyo seno aprendió los paradigmas de la revolución científica de los siglos XVI y XVII que trajo consigo nuevas ideas, conocimientos y prácticas experimentales en física, astronomía, geología, botánica, zoología, medicina y química.

Del Río llegó a Nueva España en diciembre de 1794, con 28 años, contratado por el gobierno de su país, para formar funcionarios mineros calificados en las artes de los metales; impulsar la investigación sobre los recursos minerales; y promover en los reales de minas del virreinato innovaciones tecnológicas que asegurasen la buena marcha de las explotaciones mineras y las finanzas del reino (Uribe y Cortés, 2006). En Nueva España realizó su labor de investigación y docencia en el Real Seminario de Minería de la Ciudad de México, institución que se transformó en Colegio

de Minería tras el proceso de independencia de 1810-1821 (Uribe, 2006, pp. 231-260). Su práctica científica en Nueva España (1795-1849) estuvo sedimentada en la lectura y en el diálogo con científicos europeos y estadounidenses, que estuvieron involucrados de alguna manera en el descubrimiento y validación posterior del vanadio (1801-1831).

Su obra contiene unos 75 trabajos científicos, entre libros, traducciones, artículos, folletos y notas, que publicó en cuatro idiomas: español, francés, alemán e inglés. En ellos dio a conocer especies minerales existentes en el territorio de Nueva España, y a través de ella sostuvo un diálogo permanente con sus colegas en dos dimensiones: la primera tiene que ver con el afán de mantenerse informado de las novedades que se registraban fuera de su entorno, aunque las más de las veces llegaron a sus manos con un retraso de años que lo colocó en desventaja frente a aquellos; la segunda, a través de la publicación de sus propios hallazgos en periódicos y revistas, primero solo en lengua castellana, después en francés, inglés y alemán cuando se percató de que los expertos de otros países no leían en español los adelantos de las ciencias que se producían en el «Nuevo Mundo» (Río, pp. 176-179). Es a través de esa red intelectual que Andrés del Río estableció los criterios experimentales del descubrimiento del «eritronio», y sustentó la defensa de su autoría a través de la prensa y revistas científicas de la época (1801-1832), en las que también otros científicos debatieron sobre el hecho.

El artículo aborda en primer lugar el entorno del descubrimiento del «eritronio», en un escenario internacional marcado por los intereses imperiales sobre el conocimiento y la explotación de los recursos naturales. En segundo lugar, se analiza el hecho científico y los procesos de validación en los que se vieron involucradas instituciones y hombres de ciencia.

EL DESCUBRIMIENTO DEL ERITRONIO

Con la creación del Real Seminario de Minería de la Ciudad de México en 1792, primera institución laica para la enseñanza de las ciencias en el continente americano (Ramírez, 1982; Izquierdo, 1958; Flores, 2000), se estimuló la constitución de un campo científico fuera del ámbito metropolitano que devino en una compleja trama de relaciones culturales, sociales y económicas que entrelazó lo local con lo global, en una carrera desenfrenada por la explotación de los

recursos naturales y la paternidad de los descubrimientos científicos que tenían lugar en Europa, como símbolo de civilización y progreso, pero también de dominio y control político y económico (Barnes, 1988; Rouse, 1987).

A los 35 años de edad, en plena capacidad de sus facultades, Andrés del Río dedicará su tiempo y energía en aplicar sus conocimientos a la realidad americana y a difundir sus pesquisas en libros, artículos y notas periodísticas. El descubrimiento más sonado, que al mismo tiempo inauguraba el siglo XIX como una premonición del desarrollo vertiginoso que alcanzarían los saberes científicos en el mundo, fue obra suya. Entre 1800 y 1801, Del Río analizó en el laboratorio del Real Seminario de Minería de México una sustancia metálica procedente de la mina de la «Purísima del Cardonal», distrito minero con gran abundancia de minas de plata, limítrofe entre los actuales estados de Hidalgo y Querétaro, entre Zimapán y Maconí. En ese trabajo Del Río invirtió tiempo y recursos, que junto con la observación y la experimentación fueron detonantes de situaciones novedosas u originales acerca de algún aspecto de la realidad natural no conocida hasta entonces (Uribe, 2008, pp. 149-160).

El ejercicio de separar metales lo había aprendido en la Academia de Schemnitz, pero ahora se enfrentaba a algo totalmente desconocido en la literatura de la época. Su análisis químico (Castillo, 2005, pp. 224-229 y 265-270) arrojó la existencia de un extraño elemento que puede encontrarse mezclado con algunos minerales, el cual pudo reducir a un polvo gris blanco y metálico. Al concluir el examen analítico de las muestras de plomo, el madrileño comprobó que contenían un metal nuevo, parecido al cromo y al uranio, a partir del cual se obtenían compuestos de diferentes colores. En primer lugar analizó el mineral, que bautizó como «zimapanio» o «plomo pardo de Zimapán». Del zimapanio extrajo una sustancia a la que llamó *pancromo*, por la variedad de colores que presentaban sus compuestos químicos y que después renombró como *eritronio*, por el color rojo que adquirirían sus sales al exponerlas al fuego (Río, 1811, pp. 294-295).

En el análisis y caracterización de los *restos fósiles*, del Río no contaba en la Nueva España con más interlocutor que los libros que había traído consigo de Europa, circunstancia que seguramente limitaba sus consideraciones analíticas y lo hacían dudar de sus alcances. Como él, la mayoría de los profesionales de

la ciencia trabajaba en solitario, al abrigo de las primeras instituciones oficiales que promovían la actividad científica. Esta era una tarea individual mientras realizaban sus experimentos, y solo después de ordenar y sistematizar los pasos seguidos en el laboratorio se sentaban a describir los cambios que experimentaba la materia y a exponer diferentes teorías sobre los fenómenos de la naturaleza, sin más pretensión que la de compartir con sus colegas la experiencia personal. Es bien sabido que, en el tránsito del siglo XVIII al XIX, la circulación del conocimiento era lenta, primero por lo que implicaba la publicación de notas o memorias en forma de artículos y por la escasez de periódicos y revistas dedicadas a reunir los conocimientos que se creían novedosos; en segundo lugar, por las capacidades para distribuir los impresos en una geografía carente o limitada en medios de transporte terrestre o marítimo; y por último, por la incertidumbre de que estos llegaran a manos de las personas interesadas y capaces de descifrar y validar las novedades de los conocimientos producidos. Andrés del Río, al pasar del ambiente científico de Europa a América, experimentó en carne propia no solo lo descrito líneas arriba, sino el incipiente proceso de institucionalización de la práctica científica local, la débil y frágil integración de una comunidad de interés y, por si esto fuera poco, el «distanciamiento» espacio-tiempo con las dinámicas de las instituciones, las comunidades y las publicaciones que en Europa encabezaban el desenvolvimiento de las ciencias.

La idea de haber encontrado una sustancia fuera de los registros oficiales, la hizo pública intramuros del Real Seminario de Minería al concluir el curso académico en 1802. En el ceremonial de fin de curso, en el que los estudiantes disertaban sobre lo aprendido o los profesores daba a conocer los adelantos que se registraban en sus materias y los resultados experimentales de su trabajo en el gabinete, del Río expuso por primera vez el entorno geognóstico y mineralógico del plomo pardo de Zimapán en el «Discurso de las vetas», frente a estudiantes, profesores, autoridades civiles y eclesiásticas interesados en los avances del conocimiento.

Antes que su «Discurso» se publicara en Nueva España (Río, 1802, pp. 179-183; Río, 1802, pp. 186-188), se sabe que del Río lo envió a Madrid con atención al abate Antonio José Cavanilles y Palop (1745-1804), fundador de la prestigiada revista científica en lengua castellana: los *Anales de Ciencias Naturales* (Fernán-

dez, 1993, pp. 15-130), en donde se publicó solo la primera parte del mismo, en junio de 1802 (Río, 1802, pp. 25-38). Casi en seguida, el 26 de septiembre de ese mismo años, también le remitió al científico Cavanilles la «Memoria» escrita en donde daba a conocer su descubrimiento. Se desconoce qué hizo el abate Cavanilles y Palop con la Memoria, pero el mineralogista Ramón de la Quadra (1774-1860) tuvo acceso al escrito, o a una parte de él, ya que integró el *pancromo* (eritronio) de del Río en la «Introducción a las Tablas Comparativas de las Substancias Metálicas» que publicó en el número 16, tomo sexto de los *Anales*, en mayo de 1803, con una escueta nota que atenuaba su trascendencia:

«Género Pancromo. Nota: Nueva sustancia metálica anunciada por don Manuel del Río en una memoria dirigida desde México al señor don Antonio Cavanilles con fecha de 26 de septiembre de 1802 (Quadra, 1803, pp. 1-46).»

Andrés del Río tenía claro que la revista *Anales* era el principal referente metropolitano, en lengua castellana, del movimiento de las ciencias naturales, y el espacio social para exponer de manera pública el cumplimiento de sus tareas en la Nueva España. Se aprecia que del Río no solo daba a conocer sus trabajos en periódicos y revistas que se publicaban en la capital del virreinato; buscó siempre que estos llegaran a manos de la comunidad peninsular de la cual formaba parte, consciente de que era en ella donde se podían dirimir sus alcances y novedades. Hasta aquí el horizonte intelectual de Andrés del Río se inscribía, en términos de sus publicaciones, a la comunidad de habla castellana, con epicentro en las ciudades de Madrid y México, aunque hasta ahora no se cuenta con algún registro documental que nos permita saber qué tipo de repercusión tuvo en el ambiente científico de esos años. Pero era evidente que las redes intelectuales que otorgaban sustento a su práctica científica provenían de la lectura y el diálogo con sus pares que, como él, habían estudiado en prestigias instituciones de Francia, Alemania, Hungría o Inglaterra.

EL HECHO CIENTÍFICO Y EL DEBATE GLOBAL

En su etapa formativa, Andrés del Río conoció el espíritu innovador y la práctica científica de profesores y colegas que se encontraban a la vanguardia de los nuevos conocimientos que estaban cambiando las fronteras de las ciencias naturales. Sabía por propia

experiencia que el punto culminante de un posible «descubrimiento» radicaba en que éste fuese conocido, discutido y aceptado por la comunidad especializada. También era consciente de que los miembros más avezados de esa comunidad radicaban en Francia, país que desde su época de estudiante mantenía la supremacía en los saberes de la química moderna. Por lo mismo, no dudó en hacer partícipes a los afromados químicos franceses del hallazgo de una nueva sustancia química en su trabajo de laboratorio, de la cual, creía, no existía registro alguno en los tratados correspondientes.

La circunstancia más propicia para sacar del ámbito hispano su pretensión científica llegó cuando el viajero Alexander von Humboldt (1769-1859) visitó Nueva España en 1803, procedente de Quito. Andrés del Río, que había coincidido en dos ocasiones con él en Centroeuropa durante sus tiempos de estudiantes, aprovechó la estadía de su condiscípulo para mostrarle sus investigaciones, hallazgos y descubrimientos más recientes. El más importante y sonado fue el eritronio (Izquierdo, 1958, pp. 145-147; Díaz y de Ovando, 1998, p. 60). Sentados uno frente al otro en su modesto gabinete de mineralogía, del Río le expuso la descripción detallada de su descubrimiento, a quien solicitó su fundada opinión, a sabiendas de que sus conocimientos en la materia eran menores (Caswell y Wa, 2003, p. 37).

Lyman R. Caswell y Seattle Wa sostienen que en cuanto del Río informó a Humboldt de su experimento con el «plomo pardo», éste se mostró escéptico de que el «eritronio» fuese en realidad una nueva sustancia química. Aunque Humboldt afirmó que el eritronio era «muy diferente del cromo y del uranio», se inclinó por la posibilidad de que lo que había encontrado del Río era más parecido al cromo, sustancia que del Río desconocía en ese momento (Caswell y Wa, 2003, p. 37). Patricia Aceves aduce, por su parte, que Humboldt ya conocía la obra del químico francés Nicolas-Louis Vauquelin (1763-1829), quien 4 años antes, en 1797, había descubierto el cromo que también formaba sales rojas y amarillas. Que seguramente le habló de él y del cromo, y ejerció una influencia sobre la opinión de del Río «relacionado con el descubrimiento de un nuevo elemento químico» (Aceves, s/f). Efectivamente, del Río no conocía la obra de Vauquelin ni la composición química del cromo. Tampoco conocía la obra culminante del abate Haüy (1743-1822), en cinco tomos, sobre la importancia de la cristalización y de las reacciones químicas de sus

componentes sometidas a diferentes pruebas (Brock, 1910), más allá de la manifestación de colores, que le hubiesen servido para asegurarse que lo que había encontrado era en efecto una nueva sustancia en la costra terrestre. El precio que pago con ello fue creerle a Humboldt.

En los meses que siguieron, tuvieron lugar dos hechos o circunstancias que vale la pena aclararlos, porque en ellos se condensa en buena medida los encuentros y desencuentros entre del Río y Humboldt y en la modelación de aciertos y errores en el proceso de verificación del «hecho científico».

A pesar de las dudas que Humboldt sembró en el ánimo de del Río, éste tuvo en consideración el prestigio y reconocimiento que el barón Humboldt mantenía en la comunidad internacional para aprovechar su conducto y presentar su hallazgo a los franceses. Por esa razón le entregó, antes de que abandonara Nueva España y se dirigiera a la isla de Cuba y después a Filadelfia (Bargalló, 1965, p. 9; Bargalló, 1966), una relación pormenorizada de la metodología utilizada y una muestra de dicho mineral, con el propósito de que a través de él los sabios europeos que trabajaban en el Instituto Nacional de Francia, particularmente el químico Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), pudieran reconstruir el procedimiento en sus laboratorios mejor equipados y validar, si fuese el caso, la existencia de una nueva sustancia química en la naturaleza (Río, 1811, pp. 294-295).

En el mes de julio de 1803, Alexander von Humbolt y Aimé Bonpland escribieron dos cartas: la primera fue dirigida al químico francés Jean-Antoine Chaptal, ministro del Interior de Francia hasta antes de la administración de Napoleón Bonaparte; la segunda, a los químicos del Instituto Nacional de Francia, entre los que se encontraban Nicolas-Louis Vauquelin (1763-1829), Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Antoine François, conde de Fourcroy (1755-1809) y Claude Louis, conde Berthollet (1748-1822), quienes junto con Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) habían ya establecido un sistema de nomenclatura química para la denominación de los compuestos químicos (de Morveau, de Lavoisier, de Fourcroy, 1787). Ambas cartas fueron acompañadas por la Memoria en la que del Río describía su análisis y una muestra del mineral.

De las dos cartas, solo se conoce el contenido de la segunda, fechada el 21 de julio de 1803, con lo que se comprueba que el barón Humboldt cumplió

de manera expedita con su palabra. En los *Annales du Muséum National D'Histoire Naturelle*, año XII, volumen tercero de 1804, se publicó un fragmento de la carta que Humboldt y Bonpland enviaron al Instituto Nacional de Francia, en la que explicaban:

«En la ciudad de México, el 2 messidor, año IX (21 de julio de 1803). Alejandro de Humboldt y el ciudadano Bonpland, al Instituto Nacional de Francia. Ciudadanos: no podemos ofrecer esta vez más que lo poco que encierra el arca adjunta. Los núms. del arca son: Núm. 14 mineral de plomo de Zimapán, semejante al de Zschopan en Sajonia, al de Hoffen en Hungría y al de Polawen en Bretaña. En este mineral de plomo de Zimapán, es donde M. del Río, profesor de Mineralogía de México, ha descubierto una sustancia metálica muy diferente al cromo y al uranio, y de la cual ya hemos hablado en una carta al ciudadano Chaptal. M. del Río la cree nueva y la llama eritronio porque las sales eritronatos tienen la propiedad de tomar un bello color al fuego con los ácidos. El mineral contiene 80.72 de óxido amarillo de plomo, 14.86 de eritronio, un poco de arsénico y de óxido de hierro»².

Cuando Humboldt parte de la Nueva España en marzo de 1803, Andrés del Río retoma nuevamente su experimento y es posible que ya tuviese en mano la obra del químico Antoine François, Conde de Fourcroy, titulada *A General System of Chemical Knowledge*. En esa obra de 11 volúmenes, que se publicó en francés entre 1801 y 1802, su autor da cuenta del desarrollo vertiginoso que había tenido la ciencia química en Europa, especialmente en Francia (Fourcroy, 1801-1802). En esa obra del Río verifica que el cromo era un mineral de color rojo procedente de Siberia, que además daba el color verde a la esmeralda. Estupefacto por lo que decía Fourcroy, recompone y actualiza su «Discurso de las vetas», y lo vuelve a enviar a los *Anales de Ciencias Naturales*, donde vio la luz en febrero de 1804, ampliando de esa manera su difusión en la tierra donde había nacido, para consumo de los mineralogistas europeos. En una nota a pie de página, que no se encuentra en las publicaciones anteriores, refiere:

«De ese plomo pardo saqué 14.80 por 100 de un metal que pareciéndome nuevo llamé *pancromo*, por la universalidad de colores de sus ácidos, disoluciones y precipitados; y luego *eritronio*, porque daba álcalis y las tierras sales que se ponían rojas al fuego y con los ácidos; pero habiendo visto en Fourcroy que el ácido crómico da también por evaporación sales rojas y amarillas, creo que el plomo pardo es un cromato de plomo con exceso de base en estado de óxido amarillo. Klaproth analizó algún plomo verde de los que pardean. Esto y su cristalización me indujo también a error en la primer análisis

que hice antes de conocer los caracteres de Werner» (Río, 1804, pp. 30-48).

En la nueva versión del «Discurso de las vetas», influenciado ahora por Fourcroy, del Río creyó que su eritronio era «un cromato de plomo con exceso de base en estado de óxido amarillo». Pero aún así dejaba en pie las proporciones que había arrojado su experimento inicial, entre ellas el 14.80 por 100 de un metal «nuevo». Como ya se indicó, el escrito llegó a Madrid y se publicó sin dilación en los *Anales*. Lo que nunca llegó a su destino fue la «Memoria científica», las cartas escritas por Humboldt y Bompland ni las muestras de plomo pardo que del Río entregó a Humboldt para los químicos franceses. En esa época las noticias entre Europa y América viajaban en barco, y en ocasiones, según el itinerario del navío, tardaban en llegar a su destino de dos a cuatro meses, para continuar su recorrido por tierra hasta llegar a su punto final. Mucho tiempo después se supo que ni la Memoria ni las muestras de plomo pardo de Zimapán llegaron a su destino, porque el barco que los llevaba naufragó cerca de Pernambuco, Brasil (Bargalló, 1965, p. 9, Bargalló, 1966), en su recorrido de Veracruz a Cádiz, España. El naufragio del barco que llevaba las noticias a Europa de un nuevo descubrimiento científico realizado por primera vez en el «Nuevo Mundo», fue un factor extracientíficos, fortuito, que dilató 30 años para que la comunidad internacional pudiese comprobar la existencia de una nueva sustancia química y otorgar a quien lo descubrió el mérito universal. Sobre este hecho circunstanciado, del que ni Humboldt ni del Río tuvieron responsabilidad alguna, se han elaborado diversas teorías y explicaciones sobre los encuentros y desencuentros entre el descubrimiento de un nuevo elemento químico y su proceso de certificación por la comunidad internacional (Trífonov y Trífonov, 1984, pp. 122-124; Rubinovich, 1992, pp. 25-29).

Pero la historia del eritronio no terminó con el naufragio del barco, del que la historiografía no tiene registro alguno. Se sabe que Alexander von Humboldt regresó definitivamente a Europa entre el 10 y el 27 de agosto de 1804, y se establece en París, después de una breve estadía en Estados Unidos. Es posible suponer que estando ya en París, entró en contacto con los destinatarios de sus cartas: los químicos Chaptal, Vauquelin, Guyton de Morveau, Fourcroy y Berthollet. Pero se desconocen las circunstancias del encuentro o los encuentros y las opiniones de unos y otros respecto de la información remitida desde la

Nueva España, o del posible naufragio del barco que la transportaba³.

Ahora bien, mientras eso ocurría en París, y Andrés del Río esperaba noticias del Instituto Nacional de Francia, como destinatario final de su encargo, transcribió su proceder en la traducción anotada al español de las *Tablas mineralógicas dispuestas según los descubrimientos más recientes e ilustradas con notas por D. L. G. Karsten*, que publicó en la Ciudad de México en 1804 (Río, 1804, pp. 60-64). A diferencia de las escuetas notas que aparecieron en la *Gazeta de México* (1802) y en los *Anales de Ciencias Naturales* de Madrid (1802, 1803 y 1804), una en la *Introducción a las Tablas Comparativas de las Substancias Metálicas* y la otra en el *Discurso de las vetas*, con nuevas anotaciones, aquí del Río expone con entera claridad lo que quizás sea su alegato mejor fundamentado sobre su práctica científica relacionada con su descubrimiento. Se puede sugerir que su contenido, referido al eritronio, era parte de la Memoria Científica que entregó a Humboldt y que se perdió en la profundidad del Océano Atlántico, porque nunca nadie más habló de ella, ni el propio Humboldt. Ahora bien, ni la introducción a las *Tablas mineralógicas de Karsten*, ni la obra en sí, resarcieron el proceso anterior ya que tuvo escasa o nula circulación en la comunidad europea, porque tampoco repararon en ella. De haber sido conocida, más de alguno químico galo hubiera aclarado el asunto diferenciando el cromo del eritronio.

Por otro lado, como ya se indicó, Humboldt se mantuvo escéptico desde un inicio a considerar al eritronio una sustancia desconocida hasta el momento (Caswell y Wa, 2003, p. 38), y es posible que esa duda la haya transmitido primero al químico Chaptal en la carta que no llegó a su destino. En la segunda que dirigió a los ciudadanos del Instituto, que es la que se conoce, también deja ver su escepticismo al afirmar que «M. del Río *la cree nueva* y la llama eritronio»⁴.

Aquí cabe la hipótesis de que los químicos galos prestaran poca atención al «eritronio» sin contar con la Memoria de su descubrimiento, o también, un rechazo velado a la posibilidad de que en tierras lejanas y sin tradición científica se pudiera realizar descubrimiento alguno. También entran, desde luego, dos componentes esenciales de las sociedades imperiales que luchaban por la hegemonía científica y la apropiación de la naturaleza con fines económicos: la jerarquía respecto de las colonias y la asimetría, es

decir, la ausencia de capacidad de éstas para la innovación.

Se conoce, sin embargo, que Alexander von Humboldt, a su arribo a París en 1804, entregó a Hippolyte Victor Collet-Descotils (1773-1815) —ingeniero de minas, afamado químico francés predecesor del descubrimiento del elemento químico iridio y director del Laboratorio de la Escuela de Minas de París—, alguna muestra de plomo pardo para su análisis, que llevaba consigo. Una autoridad, desde luego, en analizar componentes químicos en minerales de distinta naturaleza. La pregunta es ¿por qué Humboldt no hizo lo mismo con los químicos Chaptal, Vauquelin, Guyton de Morveau, Fourcroy y Berthollet, con los que tenía el compromiso original? No obstante lo anterior, es claro que sin la Memoria científica, el «eritronio» regresaba a su estado primigenio como «plomo pardo» de Zimapán, es decir, sin evidencia de haber sido sometido a escrutinio previamente.

A decir de Lyman R. Caswell y Seattle Wa, «Collet-Descotils pudo haber sido también influenciado por la expectativa de Humboldt de que el eritronio era en realidad cromo» (Caswell y Wa, 2003, pp. 37-38). Se sabe que Collet-Descotils analizó las muestras del mineral que recibió de manos de Humboldt en el laboratorio de la *l'École Royale des Mines* antes de que finalizara el año de 1804. El análisis lo realizó sin conocer la Memoria escrita por Andrés del Río, y sin que ningún otro afamado químico francés, aquí mencionados, participaran en el estudio y sus resultados. El análisis completo reportó 69% de plomo metálico, 5.2% de «oxígeno presunto», 3.5% de óxido de hierro insoluble en ácido nítrico, 1.5% de «ácido muriático seco», 16% ácido crómico, y una pérdida del 4.8%. En la conclusión de su informe, Collet-Descotils escribió: «Los experimentos que he informado me parecen suficiente para probar que este mineral no contiene nada de metal nuevo», sino cromo (Collet-Descotils, 1805, pp. 268-271). El cromo había sido descubierto en 1797 por el naturalista, farmacéutico y químico Vauquelin, a quien seguramente del Río conoció en París en su época de estudiante, y uno de los destinatarios para replicar su experimento (Kyle y Shampo, 1989, p. 643). La opinión autorizada de Collet-Descotils le dio la razón a Humboldt quien terminó por olvidar la pretensión de del Río sobre un nuevo elemento (Garritz, 2007, pp. 77-97). Para Humboldt como para otros científicos de la época, el proceso de verificación y validación del eritronio quedó cerrado en 1805 cuando Collet-Descotils pu-

blicó su informe en la prestigiada revista francesa *Annales de Chimie* (Collet-Descotils, 1805, pp. 268-271; Castillo, 2005, pp. 231-241).

No se tiene un registro fehaciente del momento en que Andrés del Río se enteró del contenido del informe de Collet-Descotils, en donde se notificaba la falsa pretensión del descubrimiento, y que pasaron varios años antes que tuviese acceso a la publicación debido al bloqueo británico impuesto a la Francia napoleónica (Esdaile, 2006, pp. 111-156; Esdaile, 2007, pp. 59-77). Tampoco del Río conoció en su momento el *Traité élémentaire de Mineralogie* que publicó Alexandre Théodore Brogniart (1739-1813) en 1808, en el que se alude al *espato de plomo cromado* que Humboldt había traído de la Nueva España, sin hacer mención o referencia a su persona o a su pretensión científica (Brogniart, 1808, pp. 204-205).

También hay que decir que el descubrimiento del eritronio por Andrés del Río en 1801 no tuvo ninguna repercusión en la comunidad académica del Real Seminario de Minería de México, quizá porque su autor prefirió guardar silencio hasta estar seguro de su descubrimiento, como era común entre los profesionales de las ciencias de esos años. Lo cierto es que en la esfera local pocos se enteraron de que Andrés del Río creía haber descubierto un nuevo elemento químico en su modesto laboratorio del Real Seminario de Minería, y menos que había puesto en manos de Alexander von Humboldt en 1803 unas muestras del plomo pardo de Zimapán y la Memoria en la que describía su procedimiento para ser entregada al Instituto Nacional de Francia para su verificación. Los años subsecuentes no fueron los más apropiados para que del Río pudiera dar seguimiento a la validación de su descubrimiento por expertos franceses, que al momento mantenían la hegemonía en el conocimiento de la ciencia química. El turbulento periodo de 1804 a 1811 marcó el conflicto bélico entre España e Inglaterra (1804-1805); la invasión napoleónica a la península española (1808); y el inicio de la Insurgencia en la Nueva España (1810). Esos acontecimientos interrumpieron las comunicaciones y el comercio entre la metrópoli y sus colonias en el Nuevo Mundo, y obligaron a suspender las actividades académicas en el Real Seminario de Minería entre 1810 y 1811 (Flores, 2000).

En el ámbito peninsular la noticia del eritronio se diluyó primero con los conflictos que enfrentó España con Inglaterra y Francia, y perdió interés en el discurso científico ilustrado español a raíz de que el virrei-

nato de la Nueva España entró en una confrontación político-militar interna en 1810, que se prolongó con la guerra de Independencia hasta 1821. El respaldo de la comunidad científica metropolitana, como fuente legitimadora de los conocimientos producidos en sus posiciones de ultramar, siguió la lógica de la guerra y se distanció definitivamente del hecho científico cuando Nueva España se declaró independiente y del Río optó por quedarse en México.

Algunas de esas circunstancias ayudan a explicar el silencio que guardó Andrés del Río hasta 1811, año en que seguramente conoció el dictamen de Collet-Descotils. Para entonces ya había transcurrido una década y poco margen de acción le quedaba ante el prestigio del químico francés y de la propia revista en la que se habían publicado los resultados. Esa situación debió contrariar aún más el espíritu de del Río, y presto, escribió y publicó en ese año su artículo «Sobre el primer descubridor del cromo, en el plomo pardo de Zimapán», en el *Diario de México* (Río, 1811, pp. 294-295), en donde realizó de manera equivocada la primera defensa pública de su descubrimiento y, molesto por el tiempo trascurrido, hizo una recriminación a los científicos europeos que no leían en español lo que de ciencia se publicaba en el continente americano (Cintas, 2004). En este caso, aludía a la traducción y publicación en 1804 de las *Tablas mineralógicas* de Karsten, en donde había expuesto su proceder para persuadir a la comunidad internacional de la existencia de un nuevo elemento química en la Tierra. Incluso el mismo Humboldt, al concluir y publicar en París su *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle-Espagne* en 1811, hizo caso omiso del hecho científico y solo consignó en sus páginas que «Andrés Manuel del Río con sus conocimientos transformó el sistema de explotación de las minas mexicanas, desterrando el empirismo que hasta entonces había imperado» (Humboldt, 1941, p. 152).

El alegato que realizó Andrés del Río en 1811 no prosperó, y seguramente tampoco tuvo en ese momento resonancia entre las elites cultas del virreinato y de Europa. Nueva España había entrado en un proceso de confrontación interna, como se ha dicho, y los acontecimientos político-militares que tuvieron lugar con la Insurgencia primero y la Independencia después dificultaron aún más la circulación de libros o revistas entre ambos lados del Atlántico. En los años que siguieron nadie más se ocupó del caso y el eritronio pasó al olvido en la comunidad francesa. Ni la muerte de Collet-Descotils en 1815 revivió el debate,

antes bien terminó por sepultar los pormenores de su fallido diagnóstico. Lo cierto es que en cuanto del Río tuvo en sus manos y leyó años después el *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*, y se enteró del silencio guardado por Humboldt, no dudó en reafirmar la defensa de su hallazgo. El 14 de octubre de 1817, del Río envió una carta a Alexander von Humboldt firmada en la Ciudad de México, en donde realizó una defensa de su descubrimiento, al tiempo que sometió a una dura crítica los sistemas de valores, las estructuras y las prácticas imperantes entre la comunidad científica europea para validar los descubrimientos acaecidos fuera de su ámbito y dados a conocer en revistas fuera del círculo privilegiado de la ciencia y en un idioma —el castellano— que no representaba el idioma oficial del movimiento científico (Río, 2003, pp. 176-179).

Ante el silencio que guardó Von Humboldt, del Río envió la carta al *Mercurio de España*, que la publicó dos años después, en 1819. Tampoco en esta ocasión su reclamo obtuvo respuesta. El movimiento independentista inhibió temporalmente el dinamismo de las instituciones y distrajo la vocación de los profesionales de la ciencia, al grado de que Andrés del Río se desentendió del plomo pardo de Zimapán, al cumplir funciones políticas como diputado en las Cortes de España (Lee Benson, 2014, p. 47). En ese contexto, y fiel a sus principios, expresó en vísperas de la declaración de independencia de Nueva España, su firme decisión de retornar al país de adopción: «...en tiempos de servidumbre estaba nuestra ilustración atrasada respecto a la Europa; mas ahora por fortuna pronto nos pondremos de nivel» (Río, 1821, pp. 173-182; Río, 1829, pp. 246-257). Se distanciaba así de la comunidad metropolitana. A partir de entonces no había ya nada que reclamar para la ciencia española, y la comunidad científica de ese país se desentendió del eritronio como parte de su propia historia⁵. Pero la euforia que mostró del Río sobre los nuevos tiempos que impulsarían la ilustración científica en el México republicano, topó con una comunidad profesional desarticulada, una institución que tuvo muchos cambios y un país en ciernes que buscaba establecer sus propias instituciones de gobierno (Uribe, 2010, pp. 44-58).

En solitario, inmerso en circunstancias desfavorables, volvió a retomar el asunto del eritronio, pero ahora con una estrategia renovada, es decir, ampliar la discusión fuera de México. A partir de 1822, del Río sacó el asunto del ámbito doméstico para colo-

carlo en un plano global. Y la primera acción fue publicar un artículo en la revista alemana *Annalen der Physik* (Río, 1822, pp. 7-12), con el propósito de atraer la atención de sus pares germanos sobre el tema. En 1829 se traslada a Estados Unidos y se vincula con la comunidad científica internacional que representaban los naturalistas, químicos y geólogos de Filadelfia, Boston, Washington y New York, y al año siguiente fue elegido miembro de la *American Philosophical Society*, fundada por Benjamin Franklin en las postrimerías del siglo xviii. Esta corporación era considerada una de las más antiguas, selectas y respetadas entre las sociedades científicas del hemisferio occidental. El reinicio del debate sobre el hecho científico del eritronio encontró a Andrés del Río en Filadelfia, donde permaneció hasta 1835⁶.

Debieron pasar 30 años para que los análisis del químico sueco Nils Gabriel Sefström (1787-1845), director de la Escuela de Minas de Falun, confirmaran la existencia en 1831 de un nuevo metal «que fue encontrado con brozas de hierro» en Taberg, Sinaland, Suecia, al que denominó vanadio en honor de Vanadis, diosa escandinava de la juventud y la belleza (Gomis, 2002). Sefström publicó los elementos y resultados de su investigación en la revista alemana *Annalen der Physik and Chemie* con el título «Ueber das Vanadin, ein Neues Metall, gefunden im Stangeneisen von Eckershalm, ainer Eisenhutte, die ihr Erz von Taberg in Sinaland bezieth» (Sefström, 1831, pp. 43-49; Sefström, 1831, pp. 105-111). Su publicación y posterior difusión en los círculos del conocimiento reabrió el debate.

Para entonces los alemanes ya habían desplazado a los franceses en el predominio de la ciencia química. No es casual, entonces, que el primero en analizar nuevamente el mineral en cuestión fuese el químico alemán Friedrich Woehler (1800-1882), alumno de Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), y profesor de química en la Escuela Politécnica de Berlín entre 1826 y 1831. Woehler disertó ante la Academia de Ciencias sueca en el año de 1831, y en su discurso demostró que el vanadio de Sefström no era otro que el eritronio descubierto por Andrés del Río 30 años antes. En seguida, el propio químico Jacob Berzelius —a quien se debe la identificación de otros elementos químicos como el selenio, torio y cerio, y el primero en aislar el silicio, el circonio y el titanio—, hizo una descripción del vanadio que publicó el físico alemán Johann Christian Poggendorff en 1831, en la revista *Annalen der Physik und Chemie*, en la siguiente forma:

«Este metal, últimamente descubierto por el profesor Sefström en un hierro de minerales de Taberg en el Smaland, ya se había encontrado también en un mineral de Zimapán, en México, poco después de la primera publicación en el *Boletín de la Real Academia* de Suecia. Este mineral ya lo había analizado el señor Del Río en el año de 1801, y fue quien primero pretendió haber descubierto un nuevo metal, llamado por él *erythronio*; más tarde analizó el mismo mineral el químico M. Collet-Descotils, quien afirmó que el supuesto metal nuevo no era más que cromo.»

En virtud de la competencia de M. Collet-Descotils, el señor Del Río quedó convencido de que había creído en algo que era un error, y el que verdaderamente era un nuevo metal cayó en el olvido, hasta que Sefstroem tuvo la suerte de descubrirlo otra vez de una manera sorprendente. El reconocimiento de que el mineral de Zimapán es un vanadato y no un cromato, lo hizo el profesor Dr. Fr. Woehler, en Berlín» (Berzelius, 1831, pp. 1-67).

Al enterarse Alexander von Humboldt del trabajo de Sefström y de las réplicas realizadas por Woehler y Berzelius a su descubrimiento, no dudó en presentarse en la Academia de Ciencias de Francia en la que comunicó que el dicho metal había sido descubierto por del Río, en la Nueva España, en un mineral de plomo pardo de Zimapán, llamándole erythronium (Heliodoro, 1954, pp. 115-123; Puche, 2017, p. 38). De su comparecencia en la Academia se desconocen las ideas y los argumentos a favor de del Río. La disertación de Humboldt se recogió en una breve nota titulada «Vanadium», que fue publicada en *Revue bibliographique pour servir de complément aux Annales des Sciences Naturelles*, en 1831 (Humboldt, 1831, pp. 42-43). Por los escritos posteriores que dio a conocer Del Río en su defensa, queda claro que tampoco tuvo conocimiento del posicionamiento de Humboldt en torno al hecho científico.

El debate no tardó en llegar al ámbito académico estadounidense y algunos de los miembros de la *American Philosophical Society* se sumaron a la discusión en defensa del mérito original de Andrés del Río. En 1832, George William Featherstonhaugh, el geólogo inglés-norteamericano considerado el padre de esa disciplina en Estados Unidos, invitó a Andrés del Río a publicar su descubrimiento de 1801 (Río, 1832, pp. 438-444) en el *Monthly American Journal of Geology and Natural Sciences*, una de las primeras revistas científicas de Estados Unidos. En su contribución del Río incluyó una traducción al inglés de las notas publicadas en su traducción de las *Tablas* de

Karsten, así como su malestar por la manera en que Humboldt y otros eruditos europeos habían menospreciado su trabajo. Varios químicos estadounidenses, miembros de la *American Philosophical Society*, salieron en defensa de del Río y reprocharon a Humboldt no haber entregado al Instituto Nacional de Francia el encargo hecho por su discípulo. Fue Featherstonhaugh uno de los más fervientes defensores de atribuir el descubrimiento a del Río, incluso llegó a proponer, sin éxito, que el elemento fuera llamado *ronio* en honor a su primer descubridor (Featherstonhaugh, 1831, pp. 67-69).

El debate se cerró con un artículo de Andrés del Río que publicó en la revista *Monthly American Journal of Geology and Natural Science*, con el título de «The brown lead ore of Zimapán», en el que concluye:

«Confieso, sin embargo, que no pude reprimir mi asombro, que nadie se fijó en lo que yo creía que era un óxido azul, ni en el hermoso fenómeno de la coloración de las sales rojas, con ácido nítrico o con el calor. Sin embargo, estoy contento de haber sostenido siempre que el mineral de plomo pardo no era un fosfato, creyéndolo idéntico al plomo pardo de Schemnitz, en Hungría, y al de Huelgoat, en Bretaña» (Río, 1832, pp. 438-444).

Andrés Manuel del Río Fernández falleció el 23 de marzo de 1849 en la ciudad de México. En la ceremonia fúnebre que la comunidad de profesores, alumnos y autoridades del Colegio de Minería realizaron en honor y despedida del sabio mineralogista español-mexicano el 31 de mayo de ese mismo año, tocó al profesor de Geología y Zoología Joaquín Velázquez de León, alumno de Andrés del Río en la década de 1830, y nieto del criollo ilustrado Joaquín Velázquez de León y Cárdenas, fundador del Real Seminario de Minería en 1792 (Uribe, 2018, pp. 10-29), reconocer por primera vez en tierra mexicana y al abrigo de la institución en donde se descubrió por primera vez el eritronio/vanadio, su mérito universal:

«El plomo pardo de Zimapán (plomb phosphaté) de todos los mineralogistas, fue descrito y publicado su análisis por el señor del Río en la página 61 de las Tablas Mineralógicas de Karsten, que, como se ha indicado, dio al público en esta ciudad desde el año de 1804, y allí y en la relación en francés que puso en propia mano del Sr. Humboldt á su salida de aquí, manifestó encontrarse una sustancia nueva, que llamó entonces pancronio y eritrono, y que después de treinta años han reconocido los mineralogistas europeos y bautizado con el nombre de vanadio. No queda duda de que este descubrimiento

pertenece á nuestro perspicaz é inteligente maestro desde aquella época» (Vázquez de León, 1849, p. 6).

La historia del vanadio tiene su punto culminante en 1869, cuando sir Henry Roscoe dio lectura en la *Royal Society* de Londres a un documento en que se anunciaba el aislamiento del vanadio metálico, después de largos años de polémica e investigaciones en las que se habían descubierto y descrito un buen número de los compuestos de este metal (Alessio, 1927, pp. 4-30).

EPÍLOGO

Andrés Manuel del Río fue un hombre de ciencia de los siglos XVIII y XIX, heredero de la revolución científica de los siglos anteriores. Realizó sus estudios profesionales en las principales instituciones europeas que se encontraban a la vanguardia de los descubrimientos científicos de la época, y a través de ellas entró en contacto con los hombres de ciencia más conspicuos que estaban revolucionando el conocimiento en distintos campos del saber. Entre ellos destacan Heinrich Christophe Störr, Jean D'Arcet, Abraham Gottlob Werner, Antón von Rupprecht, Christian Leopold von Buch, René Just Haüy, Dieudonné Sylvain Guy Tancrède de Gratet de Dolomieu, Alexander von Humboldt, Horace Benedict Saussure, entre otros, con quienes perfeccionó los conocimientos y la práctica científica que desarrollaría en Nueva España/México entre 1795 y 1849. Como sus colegas, europeos y estadounidenses, formó parte de una red global que entabló un diálogo sobre los adelantos de las ciencias a través de los escritos que circulaban en el mundo Atlántico; convergió con ellos en sus planteamientos y hallazgos, o debatió procedimientos e ideas contrarios a su propia cognición y práctica científica. Esa red, con epicentro sucesivo en Francia, Alemania y Estados Unidos, formó el tejido intelectual que lo llevó a descubrir el eritronio en 1801, en un mineral de plomo pardo procedente de Zimapán. Con excepción de Christian Leopold von Buch y Alexander von Humboldt, ninguno otro de sus profesores y compañeros de estudio sobrevivió para dejar testimonio del dilatado proceso de verificación y validación de su descubrimiento científico.

El otro nodo de la ciencia, aquí estudiado, lo articuló el descubrimiento del eritronio a principios del siglo XIX. En la validación del hallazgo participaron abiertamente el propio Andrés Manuel del Río Fer-

nández; Alexander von Humboldt; el químico francés Hippolyte Victor Collet-Descotils, quien falló en contra de la pretensión de Del Río en 1805; los químicos suecos Nils Gabriel Sefström, quien redescubrió el vanadio en 1831, y Jöns Jacob Berzelius; el químico alemán y catedrático de la Universidad de Berlín, Friedrich Woehler; el geólogo británico-estadounidense George William Featherstonhaugh; el naturalista inglés Richard Taylor; el químico y mineralogista escocés James Finlay Weir Johnston, y el químico británico Henry Enfield Roscoe. De este grupo, solo del Río, Humboldt y Collet-Descotils estuvieron en el origen del debate; el resto se incorporó al mismo cuando Sefström dio a conocer su redescubrimiento en 1831, en un contexto internacional en el que Alemania ya había desplazado a Francia en el predominio de los saberes químicos y se encontraba mejor articulada

para el desarrollo de las ciencias. El químico francés Collet-Descotils, actor clave del desatino científico al confundir erróneamente los atributos del eritronio con las propiedades químicas del cromo, había muerto en 1815. Le sobrevivieron, sin embargo, del Río y Humboldt, dos de los actores fundamentales del dilatado proceso que concluiría 30 años después. Hay que destacar también la incorporación de una nueva generación de expertos como el alemán Woehler o el inglés-estadounidense Featherstonhaugh. A estos dos científicos, que vivieron en países y circunstancias diferentes, les tocó replicar los estudios realizados por del Río y Sefström, en una escala analítica que comprometió lo local y lo global de las ciencias, y reconocer finalmente la veracidad y el valor científico del trabajo de Andrés del Río, aunque oficialmente nunca se repuso el proceso.

NOTAS

- 1 Esta investigación es parte de dos proyectos: "Historia de la Ciencia en México: La Historia Natural y la Ingeniería en México, siglos XVIII al XX", Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, Responsable Dr. José Alfredo Uribe Salas; "Coleccionismo Científico y las Representaciones Museográficas de la Naturaleza y de la Humanidad" (HAR2016-75331-P), Instituto de Historia, CSIC, Madrid, España. Responsable Dr. Miguel Ángel Puig Samper.
- 2 *Annales du Muséum National D'Histoire Naturelle* (1804). año XII, vol. III, p. 402.
- 3 Quizá esto nunca se sabrá, aunque es posible desentrañar algunos de sus componentes más íntimos a través del intercambio epistolar entre Humboldt y los químicos franceses, si es que lo hubo, referido a lo que aquí se discute.
- 4 *Annales du Muséum National D'Histoire Naturelle* (1804). año XII, vol. III, p. 402. Subrayado nuestro.
- 5 Fue a partir de la segunda mitad del siglo XIX cuando se inicia la recuperación de la vida y obra de Andrés del Río como parte de la historia moderna de España. Ver: *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos relativos al conocimiento y explotación de las riquezas mineras y a las ciencias auxiliares* (1871-1872). 2 vol. Madrid: J. M. Lapuente.
- 6 Para muchos de los estudiosos de la figura de Andrés Manuel del Río, su salida de México representa un autoexilio como respuesta a la Ley de expulsión de los españoles decretada por el gobierno mexicano en 1827. Sin embargo, lo que parece más convincente es que Del Río optó por vincularse con el trabajo científico de los norteamericanos como una estrategia para continuar, desde ese espacio de las ciencias, su alegato internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, Patricia (s/f), "Río y Fernández, Andrés Manuel del. Madrid, 10.XI.1764 – Ciudad de México (México), 23. III.1849. Mineralogista y químico descubridor del eritronio (vanadio) en México", Real Academia de la Historia, <http://dbe.rah.es/biografias/4339/andres-manuel-del-rio-y-fernandez>.
- Alessio Robles, Vito (1927), *El ilustre maestro Andrés Manuel del Río*, México: s/e.
- Annales du Muséum National D'Histoire Naturelle* (1804), año XII, vols. III.
- Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos relativos al conocimiento y explotación de las riquezas mineras y a las ciencias auxiliares* (1871-1872), 2 vols, Madrid, J. M. Lapuente.
- Bargalló, Modesto (1965), "Andrés Manuel del Río. Descubridor del vanadio", *Ciencia Internacional*, vol. VI/1, p. 9.
- Bargalló, Modesto (1966), "La obra científica de Andrés Manuel del Río y su significado en la historia de México y de América". En: Carlos Prieto, Manuel Sandoval Vallarta, Modesto Bargalló y Arturo Arnáiz y Freg, coords. *Andrés Manuel del*

- Río y su obra científica. Segundo centenario de su natalicio (1764-1964)*, México, Cía. Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey.
- Barnes, B. (1988), *The nature of power*, Cambridge, Polity Press.
- Berzelius, J. J. (1833), "Ueber das Vanadin und Seine Eigenschaften", *Annalen der Physik und Chemie*, vol. 97, pp. 1-67.
- Brock, H. (1910), "René-Just Haüy". In: *The Catholic Encyclopedia*, New York, Robert Appleton Company.
- Brogniart, Alexandre Théodore (1808), *Traité élémentaire de Mineralogie*, París, s/e.
- Castillo Martos, Manuel (2005), *Creadores de la ciencia moderna en España y América. Ulloa, los Delhuyar y del Río descubren el platino, el wolframio y el vanadio*, Badajoz, Muño Moya, Editores Exremeños.
- Cintas, Pedro (2004), "The Road to Chemical Names and Eponyms: Discovery, Priority, and Credit", *Angewandte Chemie International*, vol. 43.
- Collet-Descotils, H. V. (1805), "Analyse de la mine brune de plomb de Zimapan, dans le royaume du Mexique, envoyée par M. Humboldt, et dans laquelle M. Del Rio dit avoir découvert un nouveau metal". *Annales de Chimie*, 53, pp. 268-271.
- Caswell, Lyman R., Seattle Wa (2003), "Andrés del Río, Alexander von Humboldt, and The Twice-Discovered Element", *Bulletin for The History of Chemistry*, vol. 28/1, p. 37.
- Díaz y de Ovando, Clementina (1998), *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*, 3 vols. Vol. 1, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.
- Esdaille, Charles (2007), "La repercusión de la Guerra de 1808 en Gran Bretaña", *Cuadernos dieciochistas*, vol. 8, pp. 59-77.
- Esdaille, Charles (2006), *España contra Napoleón: guerrillas, bandoleros y el mito del pueblo en armas, 1808-1814*, Barcelona, Edhasa.
- Featherstonhaugh, G. W. (1831), "New metal provisionally called vanadium. Extract of a Letter of M. Berzelius to M. Dulong, read before the Academy of Natural Sciences of Paris, Feb. 7, 1831", *Monthly American Journal of Geology and Natural Sciences*, vol. 1/2, pp. 67-69.
- Flores Clair, Eduardo (2000), *Minería, educación y sociedad. El Colegio de Minería, 1774-1821*. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Fourcroy, Antoine François, Conde de (1801-1802), *A General System of Chemical Knowledge*, vols. 11, París, s/e.
- Garriz Ruiz, Andoni (2007), "Breve historia de la educación química en México", *Boletín Sociedad Química de México*. vol. 1/2, pp. 3-24.
- Gomis Blanco, Alberto (2002), <http://www.cienciadigital.net/marzo2002/historia.html> (Consultado el 12 de marzo de 2018).
- Heliodoro Valle, Rafael (1954), "Químicos mexicanos", *Historia Mexicana*, vol. 4/1, pp. 115-123.
- Humboldt, Alexander von (1831), "Vanadium", *Revue bibliographique pour servir de complément aux Anuales des Sciences Naturelles*, 2 Année, pp. 42-43.
- Humboldt, Alexander von (1941), *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*. vol. II, México, Editorial Pedro Robledo.
- Humboldt, Alexander von (1804), *Tablas geográficas políticas del Reyno de Nueva España*. México, Siglo Veintiuno Editores / Archivo General de la Nación, 2003
- Izquierdo, José Joaquín (1958), *La primera casa de las ciencias en México. El Real Seminario de Minería (1792-1811)*. México, Ediciones Ciencia.
- Kyle, R. A. y M. A. Shampo (1989), "Nicolas-Louis Vauquelin-discoverer of chromium", *Mayo Clinic Proceedings*, vol. 64/6, p. 643.
- Morveau, MM de, Lavoisier, Bertholet & de Fourcroy (1787), *Méthode de Nomenclature Chimique, proposée par... On y a joint Un nouveau Système de Caractères Chimiques, adaptés à cette Nomenclature par MM. Hassenfratz & Adet*, París: Chez Cuchet.
- Lee Benson, Nettie, coord. (2014), *México y las Cortes españolas (1810-1822): ocho ensayos*, México, Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación, H. Cámara de Diputados.
- Pérez Fernández, Joaquín (1993), *Anales de Historia Natural 1799-1804*. 3 vols, Madrid, Ediciones Doce Calles, Secretaría General del Plan Nacional de I+D, Comisión Internacional de Ciencia y Tecnología.
- Puche Riart, Octavio (2017), *Andrés Manuel del Río Fernández (1764-1849)*, Madrid, Fundación Ignacio Larramendi.
- Quadra, Ramón de la (1803), "Introducción a las Tablas Comparativas de las Substancias Metálicas", *Anales de Ciencias Naturales*, vol. VI, p. 16.
- Ramírez, Santiago (1982), *Datos para la historia del Colegio de Minería*. ed. Facsímil, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería.
- Río, Andrés Manuel del (1817), "Carta de Andrés del Río a Alejandro de Humboldt", Alexander von Humboldt, *Tablas Geográficas Políticas del Reyno de Nueva España*. México, Siglo Veintiuno Editores / (2003) Archivo General de la Nación.
- Río, Andrés Manuel del (1821), "Carta dirigida al Señor abate Haüy canónigo honorario de la santa iglesia de París, de la legión de honor y del Instituto, profesor de Mineralogía, &c., &c. por D. Manuel del Río", *Seminario Político y Literario de México*, n° 2, pp. 173-182.
- Río, Andrés Manuel del (1802), "Discurso de las vetas, leído en los actos del Real Seminario de Minería por...", *Gazeta de México*, n° 12 y 13.

- Río, Andrés Manuel del (1804), "Discurso de las vetas, leído en los actos del Real Seminario de Minería por...", *Anales de Ciencias Naturales*, vol. VII, p. 19.
- Río, Andrés Manuel del (1829), "Lettre adressée à l'abbé Haüy, chanoine honoraire de la Sainte Église de Paris, de la Légion d'honneur et de l'Institut, professeur de minéralogie, etc., etc. par D. Manuel del Río", *Annales des Mines.*, n° 2, pp. 173-182 y 246-257.
- Río, Andrés Manuel del (1822), "Ein Paar Anmerkungen zu dem Handbuche der Mineralogie von Hoffman, fortgesetzt von Breithaupt", *Annalen der Physik*, vol. 71/5, pp. 7-12.
- Río, Andrés Manuel del (1811), "Sobre el primer descubrimiento de cromo en el plomo pardo de Zimapán", *Gaceta de México*, 15, pp. 294-295.
- Río, Andrés Manuel del (1832), "The brown lead ore of Zimapán", *Monthly American Journal of Geology and Natural Science*, vol. 1/10, pp. 438-440.
- Río, Andrés Manuel del (1804), *Tablas mineralógicas dispuestas según los descubrimientos más recientes e ilustradas con notas por D. L. G. Karsten*, México, Impresa por don Mariano Joseph de Zúñiga y Ontiveros.
- Rouse, J. (1987), *Knowledge and power: toward a political philosophy of science*, Londres, Cornell University Press.
- Rubinovich Kogan, Raúl (1992), *Andrés Manuel del Río y sus Elementos de Oricognosia de 1895-1805*. México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sefström, N. G. (1831), "Sur le vanadium, métal nouveau trouvé dans du fer en barres de Eckersholm, forge qui tire sa mine de Taberg, dans le Smaland". *Annales de Chimie et Physique*, 46, pp. 105-111.
- Sefström, N. G. (1831), "Ueber das Vanadin, ein neues Metall, gefunden im Stangeneisen von Eckersholm, einer Eisenhütte, die ihr Erz von Taberg in Småland bezieht", *Annalen der Physik und Chemie*, vol. 97, pp. 43-49.
- Trífonov, D. N. y V. B. Trífonov (1984), *Cómo fueron descubiertos los elementos químicos*, Moscú, Editorial Mier.
- Uribe Salas, José Alfredo y María Teresa Cortés Zavala (2006), "Andrés del Río, Antonio del Castillo y José G. Aguilera en el desarrollo de la ciencia mexicana del siglo XIX", *Revista de Indias*, vol. 66/237, pp. 491-518. DOI: dx.doi.org/10.3989/revindias.2006.i237.347.
- Uribe Salas, José Alfredo (2006), "Labor de Andrés Manuel del Río en México: Profesor en el Real Seminario de Minería e innovador tecnológico en minas y ferrerías", *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, vol. 58/2, pp. 231-260, DOI: dx.doi.org/10.3989/asclepio.2006.v58.i2.15.
- Uribe Salas, José Alfredo (2010), "Ciencia e independencia. Las aportaciones de Andrés del Río a la construcción del nuevo Estado-nación". En: Rosaura Ruiz, Arturo Argueta, Graciela Zamudio, coords. *Otras armas para la Independencia y la Revolución, Ciencias y humanidades en México*, México, Fondo de Cultura Económica, pp. 43-58.
- Uribe Salas, José Alfredo (2008), "Práctica científica y descubrimiento del vanadio en la biografía de Andrés del Río". En: José Alfredo Uribe Salas, coord. *Estudios sobre Historia Regional Continental*, México, Coordinación General de Estudios de Posgrado, Facultad de Historia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, pp. 149-160.
- Uribe Salas, José Alfredo (2018), "Ciencia y Filosofía: dos facetas en la vida de Andrés Manuel del Río", *Saberes. Revista de Historia de las Ciencias y las Humanidades*, vol. 1/3, pp. 10-29.