

La plata en el mineral de Tlalpujahua a través de los estudios geológico-mineros de Joseph Burkart y Teodoro Flores Reyes, 1869-1920

*José Alfredo Uribe Salas
Facultad de Historia
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

RESUMEN: Las minas de plata de Tlalpujahua fueron descubiertas en 1558. El trabajo que se realizó a lo largo del periodo colonial, estuvo condicionado por el empirismo y la carencia de conocimientos para determinar la naturaleza y estructura de los yacimientos minerales. El siglo XIX combinó el espíritu ilustrado, el empujón que trajo consigo la revolución científica en sus teorías y procedimientos y la demanda creciente de insumos impuesta por el mercado y la economía capitalista. Los estudio realizados por los ingenieros Joseph Burkart y Teodoro Flores, deja ver la transición del empirismo al trabajo científico en la búsqueda, exploración y explotación de la plata mexicana.

Palabras claves: Mineral de Tlalpujahua, Joseph Burkart y Teodoro Flores, conocimientos científicos, siglo XIX, México.

ABSTRACT: The silver mines were discovered in Tlalpujahua 1558. The work performed during the colonial period was conditioned by empiricism and lack of knowledge to determine the nature and structure of the mineral deposits. The nineteenth century combined the spirit of enlightenment, the push that brought revolution in scientific theories and procedures and the increasing demand for supplies imposed by the market and the capitalist economy. The study conducted by engineers Joseph Burkart and Teodoro Flores, shows the transition from empiricism to scientific work in the search, exploration and exploitation of Mexican silver.

Keywords: Mineral of Tlalpujahua, Joseph Burkart and Teodoro Flores, science, nineteenth-century Mexico.

INTRODUCCIÓN

Es visible que entre los siglos XVIII y XIX los naturalistas buscaban explicar las regularidades en el funcionamiento de la naturaleza, con la idea de determinar bajo qué condiciones físicas y naturales se habían formado los yacimientos de metales preciosos, y las sustancias minerales y químicas de las que se tenía conocimiento hasta entonces. De la observación se pasaría a la recolección, y de ésta a la sistematización y clasificación de las mismas.

En tierras de Nueva España correspondería al naturalista y mineralogista Andrés del Río iniciar esa tarea titánica en el Real Seminario de Minería, a partir del establecimiento de la primera cátedra

de Orictognosia y Geognosia, y de la publicación de sus apuntes en 1795 con el título *Elementos de Orictognosia o del conocimiento de los fósiles, dispuestos según los principios de A. G. Werner, para el uso del real Seminario de Minería de México*.¹ Junto con un grupo de extranjeros contratados por la Corona, emprendería la exploración y el estudio del territorio, la geografía de sus recursos naturales, la forma de obtener algún beneficio de los mismos y su potencialidad para establecer o mejorar los sistemas de explotación y comercialización. El barón Alejandro de Humboldt, en su estancia en Nueva España, también hizo observaciones críticas en su obra *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*,² destacando la carencia de estudios sobre las minas que orientaran su explotación y aprovechamiento de manera más racional y económica. Andrés del Río y Alejandro de Humboldt, condiscípulos en la Academia de Minas de Freiberg en sus años de estudio, abrieron el sendero a la exploración, a los estudios y a la explotación científica de los recursos del subsuelo.³

Seguramente ambos conocieron el Mapa del Real de Minas de Tlalpujahua elaborado en 1737; en él, de forma todavía rudimentaria, se indicaban los puntos cardinales apoyados en las cuatro esquinas del plano, con señalamientos sin precisión sobre la topografía del territorio, la trayectoria simbólica de Oriente a Poniente del Río de Tlalpujahua, la ubicación de los distintos pueblos vinculados a las actividades de las minas, los caminos de contacto, una imagen en perspectiva de su topografía accidentada y, en un perfil de la sierra, el señalamiento de las minas en explotación indicadas con color rojo. No obstante, representa uno de los primeros registros gráficos del mineral de Tlalpujahua del siglo XVIII.⁴

El siglo XIX mexicano, después del proceso de independencia, combinó el espíritu ilustrado, el *empujón* que trajo consigo la revolución científica en sus teorías y procedimientos y la demanda creciente de insumos impuesta por el mercado y la economía capitalista. A lo largo de esa temporalidad, los estudios mineralógicos y geológicos recibieron la mayor atención del gobierno y de las empresas mineras en la explotación de los recursos naturales y en la constitución geológica del territorio. Expresión de lo anterior son los estudios realizados por el ingeniero alemán Joseph Burkart, “Descripción del Distrito Minero de Tlalpujahua y de su constitución geológica” (1869),⁵ y por el ingeniero mexicano Teodoro Flores Reyes, “Geología minera de la región Noreste del Estado de Michoacán. Ex Distrito de Maravatío y Zitácuaro” (1920).⁶ El análisis comparado de ambos estudios deja ver la transición del empirismo al trabajo científico en la búsqueda, exploración y explotación de la plata mexicana.

1 A. DEL RÍO. (1795). *Elementos de Orictognosia o del conocimiento de los fósiles, dispuestos según los principios de A. G. Werner, para el uso del real Seminario de Minería de México*. México: Impreso por M. J. de Zúñiga y Ontiveros.

2 En la transición del siglo XVIII al XIX, el barón Alejandro de Humboldt desempeñaría una función mediática en los círculos académicos de la ciudad de México y en las capitales del viejo continente. Su paso por Nueva España el año de 1803, como parte de su expedición por las colonias españolas entre 1799 y 1804, y la publicación de su *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España* (1808-1811), y otras notas y escritos también de gran relevancia para la Historia Natural de México independiente, lo convertirían en un punto obligado de referencia en la geografía del conocimiento y de su profusa circulación en los ámbitos oficiales y académicos. J. A. URIBE SALAS. (2008). “Alejandro de Humboldt y su estancia en el Real Seminario de Minería de la ciudad de México”. En M. CUESTA DOMINGO y S. REBOK (coordinadores). *Alejandro von Humboldt. Estancia en España y viaje americano*. Madrid: Real Sociedad Geográfica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp. 107-122.

3 J. E. COVARRUBIAS y M. SOUTO MANTECÓN. (2012). (coordinadores), *Economía, ciencia y política. Estudios sobre Alexander von Humboldt a 200 años del Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*. México: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, Universidad Nacional Autónoma de México, 291 pp.

4 Archivo General de la Nación. Mapa del Real de Minas de Tlalpujahua, elaborado en 1737.

5 J. BURKART. (1869). “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica”. En *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, segunda época, México: tomo I, pp. 82-111.

6 T. FLORES REYES. (1920). “Estudio geológico-minero de los distritos de El Oro y Tlalpujahua”. En *Boletín del Instituto Geológico de México*, núm. 37, México, Secretaría de Gobernación, Dirección de Talleres Gráficos, pp. 5-85.

Fig. 1. Mapa del Real de Minas de Tlalpujahua, elaborado en 1737



Fuente: AGN. Mapa del Real de Minas de Tlalpujahua, 1737.

LAS MINAS DE TLALPUJAHUA

Las minas de plata de Tlalpujahua fueron descubiertas en 1558; junto con las de Taxco, Zumpango del Río, Zacualpan, Sultepec, Temascaltepec y Espíritu Santo integraron lo que se denominó la Provincia de la Plata o el primer distrito minero novohispano. Este abarcaba el noroeste y sureste del actual estado de Guerrero, el sur del Estado de México y el noroeste de Michoacán. El trabajo que se realizó a lo largo del periodo colonial para extraer del subsuelo el metal blanco estuvo condicionado por el empirismo, por la carencia de conocimientos para determinar la naturaleza y estructura de los yacimientos minerales, y por la imperfección de los procedimientos técnicos y tecnológicos para el tratamiento metalúrgico de las menas.⁷

Esta región geológica localizada en la división fisiográfica del Eje Neo-Volcánico de México, se caracterizaría, no obstante, por ser una unidad económica y social de gran significado histórico-cultural en la evolución primero del virreinato de la Nueva España y después de la sociedad y el Estado mexicano. A lo largo de cinco siglos, grandes, medianas y aun pequeñas empresas lograron

7 J. A. URIBE SALAS. (1994). "La minería en Michoacán: quinientos años de su historia". En J. A. URIBE SALAS (coordinador). *Recuento histórico y bibliográfico de la minería en la región central de México*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, pp. 64-153.

crear una cultura ligada a los trabajos de extracción y de beneficio de los minerales de plata y oro. Los pueblos mineros de Tlalpujahua (siglo XVI) y El Oro (siglo XVIII), distantes ocho kilómetros entre sí, crecieron en población y se desarrollaron económicamente con cada bonanza, pero conocieron la miseria y la desolación cada vez que se agotaban los yacimientos o se dislocaba, por diferentes factores, el mercado de metales preciosos. En todo ese tiempo, sin embargo, la organización del trabajo y de los procesos de producción minero-metalúrgicos impactaron las relaciones sociales de producción más allá de los límites físicos de la planta minera, hasta articular un espacio económico-social de gran aliento pero sujeto siempre a la disponibilidad de nuevos yacimientos y de condiciones históricamente establecidas, para explotarlos racionalmente bajo un criterio empresarial.⁸

En el siglo XIX la explotación de los minerales siguió la dirección de los antiguos laboreos españoles, orientados de Noroeste a Suroeste sobre el perfil de las vetas conocidas. Y aunque nunca dejaron de trabajarse, la historia del siglo decimonónico registra dos periodos de gran actividad: el primero en los años veinte, después de la revolución de independencia, cuando los ingleses comprometieron capital y tecnología en la rehabilitación de las minas; el segundo, setenta años después, durante el régimen porfirista (1876-1911), cuando se descubrieron los filones de oro más ricos hasta entonces conocidos en el país. En la recuperación de ese pasado histórico, los trabajos de Joseph Burkart y Teodoro Flores proporcionaron los primeros escenarios de su desarrollo y transformación.

En la temporalidad que va de las Reformas Borbónicas a la Revolución Mexicana, se realizaron en la región minera de Tlalpujahua diversas exploraciones de su territorio con la finalidad de reconocer su riqueza minera y la estructura geológica de sus yacimientos minerales. De ellos se han podido registrar alrededor de 29 trabajos con una clara perspectiva geográfica, geológico-minera, histórica y etnográfica sobre su territorio. Esos trabajos los podemos agrupar en dos categorías: *a)* los estudios generales, que abarcan el territorio del Estado de Michoacán y sus diversos aspectos topográficos, hidrográficos, clima, recursos, población, comunicaciones, actividades productivas, como la minería y el comercio;⁹ y *b)* los referidos a los minerales de plata y oro del Distrito minero de Tlalpujahua y El Oro, con información sobre el espacio y su paisaje, historia de las minas, estadísticas de producción, mejoras materiales, innovaciones organizativas y tecnológicas en los procedimientos de desagüe, ventilación, extracción y metalúrgica de los frutos mineros, así como información cada vez más calificada que transitaba de los enfoques propios de la *orictognosia* y la *geonosia* de finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, a una geología con sustento en subdisciplinas como la *geología litológica*, *geología fisiográfica*, *geología histórica* y *geología dinámica*;¹⁰ para concluir en la segunda década del siglo XX con una interpretación geológica moderna del distrito minero, de la autoría del ingeniero Teodoro Flores.¹¹

8 J. A. URIBE SALAS. (1998). "Innovaciones técnicas en los minerales del centro de México: los distritos de El Oro y Tlalpujahua en el siglo XIX". En J. L. GARCÍA HOURCADE, J. M. MORENO YUSTE y G. RUIZ HERNÁNDEZ (coordinadores). *Estudios de Historia de las Técnicas, la Arqueología Industrial y las Ciencias*. España: Junta de Castilla León, Conserjería de Educación y Cultura, Vol. II, pp. 243-244.

9 J. A. URIBE SALAS. (1994). (Coordinador). *Recuento histórico bibliográfico de la minería en la región central de México...*, pp. 64-153.

10 Véanse por ejemplo los trabajos de M. BÁRCENA. (1880). *Aplicación de la Geología. Introducción al estudio de la Litología que se practica en la Escuela Nacional de Agricultura bajo la dirección del profesor*. Revista Científica Mexicana. México: Tipografía Literaria de Filomeno Mata, I (5), pp. 16-18; y de S. RAMÍREZ. (1886). *Litología. Introducción al estudio de las rocas, por el Ingeniero de Minas*. México: Casa Editorial de Filomeno Mata, 685 pp.

11 J. A. URIBE SALAS. (2002-2005). *Historia de la minería en Michoacán*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Sociedad Mexicana de Mineralogía, Museo Tecnológico del Siglo XIX "Las Dos Estrellas, vol. I y vol. II; P. CORONA CHÁVEZ, J. A. URIBE SALAS, N. RAZO PÉREZ, M. MARTÍNEZ MEDINA & Y. R. RAMOS ARROYO. (2010). "The impact of mining in the District of El Oro and Tlalpujahua, Mexico". En *De Re Metallica*, 15, Instituto Geológico y Minero de España / Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, pp. 21-34.

CUADRO. 1. Estudios geológico-mineros sobre Michoacán y Tlalpujahua

Estudios generales sobre Michoacán	Estudios particulares sobre Tlalpujahua
1822 Juan José Martínez de Lejarza, <i>Análisis estadístico de la provincia de Michoacán en 1822</i> .	1826 Joseph Burkart, <i>Report, Containing the Result of the Preliminary Examination of Minas in the Possetion of the Real the Tlalpujahua Mining Association, and Sketh of the Mining Operations of the Company, During the first four months, from the Commence mient of their Proceodings up November 2, 1825</i> .
1850 Ignacio Piquero, "Apuntes para la corografía y la estadística del Estado de Michoacán".	1869 Joseph Burkart, "Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica".
1860 José Guadalupe Romero, "Noticia para formar la estadística del Obispado de Michoacán".	1873 Lauro González, "Tlalpujahua de Rayón".
1872 Antonio Linares, "Cuadro sinóptico del Estdo de Michoacán en el año de 1872, formado en vista de los datos más recientes y autorizados".	1873 Anónimo, "Minas de Salinas en Tlalpujahua. Datos sobre su veta".
1872 José María Pérez Hernández, <i>Compendio de la geografía del Estado de Michoacán de Ocampo</i> .	1880 Carlos Mairesse, <i>Informe sobre las minas de Tlalpujahua en el Estado de Michoacán, Distrito de Maravatío. Report on the mines of Tlalpujahua in the State of Michoacan, District of Maravatío</i> .
1873 Antonio Linares, <i>Cuadro sinóptico del Estado de Michoacán en el año de 1872</i> .	1883 Manuel Rivera Cambas, "Tlalpujahua".
1880 Emiliano Bustos, <i>Estadística de la República Mexicana. Estado que guardan la Agricultura. Industria. Minería y Comercio</i> .	1886 A. E. Foote, "El distrito minero de El Oro y Tlalpujahua".
1890 Juan Medal, "Cuadro Sinóptico del Estado de Michoacán de Ocampo. Conteniendo varios datos históricos, geográficos, estadísticos y administrativos".	1898 Lumbier Muñoz Baltasar, <i>Informe sobre la Negociación Minera "Las Dos Estrellas situada en el Mineral de El Oro y de Tlalpujahua, Estados de México y Michoacán</i> .
1892 Rafael Aguilar y Santillán, "Bibliografía meteorológica mexicana, correspondiente al año de 1891".	1906 Anónimo, "Compañía Minera Las Dos Estrellas, en El Oro y Tlalpujahua, México".
1895 Alfonso Luis Velasco, <i>Geografía y estadística del Estado de Michoacán</i> .	1906 Anónimo, "Compañía Minera Las Dos Estrellas S. A."
1898 Miguel Bustamante, "Estudio sobre algunos criaderos metalíferos del Estado de Michoacán". 1899 Figueroa Doménech, <i>Guía general descriptiva de la República Mexicana. Historia, geografía y estadística. Estados y territorios federales</i> .	1907 German Franch, "Informe de las minas de Tlalpujahua".
1905 John R. Southworth, "Estado de Michoacán", <i>Las minas de México</i> .	1911 P. González, Jr., "Estudios de las minas El Cedro y Dos Estrellas en Tlalpujahua".
1910 John R. Southworth, "Estado de Michoacán".	1912 Ferdinand McCann, "Cyenidation Practiced in the Mills of the Dos Estrellas Company, Tlalpujahua, Michoacan".
1912 Alberto Grothe y Luis Salazar, <i>La industria minera en México. Estado de Michoacán</i> .	1920 Teodoro Flores Reyes, "Estudio Geológico-Minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahua".

Fuente: Anexo 1 Estudios geológico-mineros sobre Michoacán y Tlalpujahua.

El conjunto de los escritos presentan una configuración socio-histórica y epistemológica de la región minera, y dejan ver ya cómo el conocimiento adquiriría cada vez más un papel relevante y de primer orden en la gestión del territorio y la explotación de sus recursos. Los trabajos de Burkart y Flores no sólo contribuirían al conocimiento geológico de los recursos minerales, también a datar la antigüedad de los restos fósiles encontrados, profundizar en la estratificación de la corteza terrestre y en la edad de la Tierra.

LOS ESTUDIOS GEOLÓGICO-MINEROS DE TLALPUJAHUA DE BURKART Y FLORES

Fueron los naturalistas de los siglos XVIII y XIX quienes emprendieron el reconocimiento “sistemático” de los territorios de la Nueva España y de México independiente, y los que formularon por primera vez descripciones acotadas de los espacios geográficos y etnográficos, las particularidades de flora y fauna de determinados nichos ecológicos y la naturaleza y estructura de sus recursos minerales. Su práctica científica desde la llamada Historia Natural o Filosofía de la Naturaleza, contribuiría a formular los cimientos de diversos sistemas de conocimiento de la realidad natural y social, y procesos de socialización del saber, cada vez más amplios, a través del establecimiento de instituciones de educación, asociaciones, museos, bibliotecas, periódicos y revistas.¹²

En la historia de Nueva España, la explotación de los minerales mejor conocidos como plata, oro, cobre y hierro había mostrado su importancia en el desarrollo de la economía colonial. La visión global que por primera vez ofreciera el viajero naturalista Alejandro de Humboldt sobre su riqueza minera, estimuló con mayor fuerza el interés de los gobiernos y las instituciones de educación por la estadística y el estudio científico de las sustancias minerales, su origen geológico y su valor para los procesos industriales en boga. Los pasos iniciales se habían dado por el naturalista y mineralogista Andrés del Río en el Real Seminario de Minería, a cuya tarea se sumarían en los años siguientes a la independencia de México, sus alumnos y los viajeros naturalistas extranjeros, unas veces contratados por las empresas mineras extranjeras y otras por el interés académico que representaba la naturaleza y la estructura del territorio mexicano para el conocimiento disciplinar de la geología. Desde luego, es difícil demarcar el interés puramente científico del interés por conocer la ubicación y abundancia de los recursos minerales y su aplicación industrial. Pero en la medida en que el gobierno mexicano derogaba las leyes coloniales que prohibían la participación de empresas extranjeras en la explotación minera, y éstas obtuvieron las respectivas concesiones para extraer y procesar las menas, el conocimiento mineralógico de las rocas y la estructura geológica de las mismas haría posible incrementar significativamente el saber geológico de las regiones y centros productores de plata.

Entre los trabajos realizados sobre el mineral de Tlalpujahua destacan los escritos de Joseph Burkart (1798-1870) y Teodoro Flores (1873-1955), que marcarían un antes y un después en los procedimientos cognoscitivos para describir y reconocer los procesos geológicos a que debían su origen la presencia de metales preciosos. El paso de ambos ingenieros especialistas en mineralogía y geología por el mineral de Tlalpujahua obedeció, sin lugar a dudas, a la crisis por la que pasaba dicha actividad. El estudio de Burkart, aunque se publicó como tal en 1869, fue resultado de su estancia en Tlalpujahua entre 1825 y 1827; en el caso de Flores, realizó su estudio entre 1912 y 1918, y se publicó dos años después. Ambos tienen elementos en común: el lugar, el interés geológico y, por supuesto, el económico. Pero destaca uno en particular: ambos ingenieros fueron contratados y/o invitados por empresas mineras extranjeras para realizar los estudios “científicos” sobre el distrito y las minas con el claro propósito de encontrar soluciones para la explotación de plata y oro, en términos del binomio económico costo-beneficio.

En tiempos de Burkart, se trataba de la rehabilitación y el desagüe de las minas conocidas, de introducir motores de vapor y perfeccionar el sistema de beneficio de las menas, después de los años difíciles de la guerra de Independencia.¹³ En cambio, en la época de Flores, el problema era distinto:

12 C. DÍAZ DE OVANDO. (1998). *Los veneros de la Ciencia Mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*- México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, México, vols. I, II, III; L. MORELOS RODRÍGUEZ. (2012). *La Geología mexicana en el siglo XIX. Una revisión histórica de la obra de Antonio del Castillo, Santiago Ramírez y Mariano Bárcena*. México: Secretaría de Cultura de Michoacán, Plaza y Valdés.

13 J. A. URIBE SALAS. (1998). “Innovaciones técnicas en la minería regional mexicana en el siglo XIX...”. pp. 243-254.

en primer lugar, se trataba de explicar desde el punto de vista geológico-minero el paulatino empobrecimiento de las zonas mineralizadas que se conocían y se habían explotado hasta entonces; en segundo lugar, se trataban de ubicar en la corteza terrestre nuevas vetas, conocer su longitud y espesor para sustituir a las ya agotadas; y, por último, diseñar los escenarios para extraer los minerales pobres que se habían dejado de lado en la época de bonanza.¹⁴

El alemán Joseph Burkart había hecho sus estudios como ingeniero de minas en la afamada Academia de Freiberg, Alemania, en la que también habían estudiado Andrés del Río y Alejandro de Humboldt. Llegó a México contratado por los ingleses de *The Real of Tlalpujahua Mining Association* (Asociación Minera del Real de Tlalpujahua), y sus intereses científicos lo vincularían con la *Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* como socio corresponsal desde 1833, en cuyo boletín publicó su estudio “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica” en 1869.

En cambio, el mexicano Teodoro Flores Reyes perteneció a la *Sociedad Científica “Antonio Alzate”*, a la *Sociedad de Geología Mexicana* y a las instituciones de educación como la Escuela de Ingenieros de México —donde estudió—, y al Instituto Geológico Nacional, al cual se incorporó en 1903 al lado de José Guadalupe Aguilera, su director. Flores Reyes publicó su “Estudio geológico minero de los distritos de El Oro y Tlalpujahua” en el número 37 del *Boletín del Instituto de Geología de México* en 1920.

Las empresas mineras que encargaron y/o apoyaron a Joseph Burkart y a Teodoro Flores para estudiar las minas y los yacimientos geológicos de Tlalpujahua fueron: *The Real of Tlalpujahua Mining Association* (1823-1827) y la *Compañía Minera “Las Dos Estrellas”*, en *El Oro y Tlalpujahua* (1898-1937); la temporalidad de cada estudio corresponde justamente a los dos periodos de mayor actividad que tuvo Tlalpujahua en el largo siglo XIX que se cierra con la Revolución mexicana.

La presencia y estancia de Joseph Burkart en México entre 1825 y 1834 ha sido considerada por Maldonado¹⁵ como la “La Edad de Oro de los viajeros” extranjeros en territorio mexicano. Los viajeros de esta camada profesaban una variedad de ocupaciones y disciplinas, y mientras algunos habían estudiado leyes y diplomacia, o historia natural y medicina, otros como Burkart habían recibido adiestramiento en minas y geología.

Contratado por la empresa inglesa *The Real of Tlalpujahua Mining Association*, y por su interés propio, llegó a escribir importantes trabajos sobre las minas mexicanas y la constitución geológica de las regiones a las que geográficamente pertenecían, como Real del Monte, Atotonilco el Chico, Zimapán, Guanajuato, Zacatecas, Tlalpujahua y otros lugares. Su obra más importante, que publicó en 1836, fue: *Estancia y viajes en México en los años de 1825 hasta 1834, observaciones sobre el país, sus productos, la vida y costumbres de sus habitantes, así como observaciones en las ramas de Mineralogía, Geognosia, Ciencias de Minas, Meteorología, Geografía (Aufenthalt und Reisen in Mexico in den Jahren 1825 bis 1834)*.¹⁶

Burkart tenía un conocimiento pormenorizado de geografía, mineralogía, metalurgia, meteorología y geología, de acuerdo con los adelantos de la época, y si bien parte de la propuesta metodológica y del conocimiento difundido por su paisano Humboldt en Europa, da un paso adelante en la descripción de lugares y fenómenos no estudiados por su predecesor, ampliando con ello el horizonte del conocimiento. De sus escritos, sobresalen el que dedicó ampliamente a las minas de Real del Monte y Pachuca y el relativo al Distrito de Minas de Tlalpujahua. A través de esos escritos se aprecia

14 Años después, por causas parecidas, T. FLORES publicaría en 1946 *geología minera de la región ne del estado de michoacán (ex distrito de maravatío y zitácuaro)*. En *boletín*, núm. 52, México: instituto de geología, unam, 1946, 108 pp. + 10 láminas.

15 M. MALDONADO KOEDEL. (1952). “Naturalistas extranjeros en México”. En *Historia Mexicana*, II, 1, pp. 98-109, p. 98.

16 B. VON METZ. (1982). *México en el siglo XIX visto por los alemanes*. México: UNAM.

un conocimiento sistemático de la naturaleza, un sistema riguroso en la clasificación de los minerales y un detallado análisis de la constitución geológica de los centros mineros.

A él se debe el primer plano geológico del distrito minero de Tlalpujahua y El Oro, que reunió un conjunto de datos geográficos, geomorfológicos y litológicos, que incluían altitud y latitud. Para ello, trazó curvas de nivel para identificar puntos de igual altura, como picos elevados, abismos, planicies o redes hidrológicas, que utilizó como referencias geográficas que le permitieron situar los puntos en el mapa y agregar la escala, la orientación y la equidistancia; también indicó en la leyenda, con distintos colores y símbolos, los cambios litológicos registrados en la superficie. En todo caso, Burkart acentuó su interés por los yacimientos minerales en los que, sobre una base topográfica y de afloramientos, situó las rocas y vetas minerales de interés económico, y en algunos casos señaló su edad relativa.

Fig. 2. Plano geológico del Distrito Mineral de Tlalpujahua, 1828



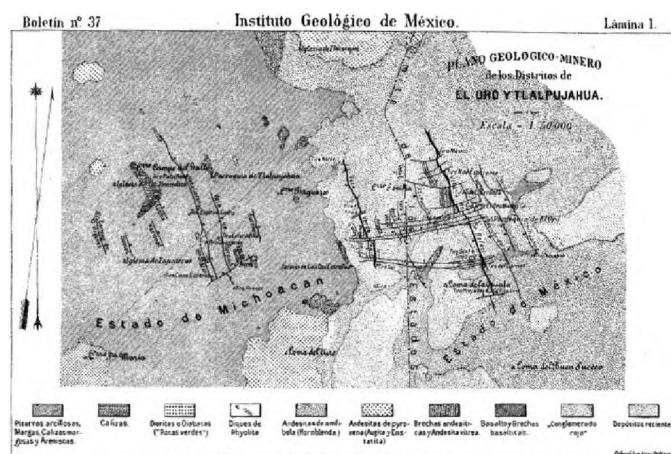
Fuente: P. CORONA CHÁVEZ y J. A. URIBE SALAS. (2009). *Atlas Cartográfico del Distrito El Oro-Tlalpujahua*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT), Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 131 pp.

Teodoro Flores Reyes nació el 8 de abril de 1873 en la ciudad de México, y murió en 1955. Hijo de ingeniero, estudió en la Escuela Nacional de Ingenieros, en donde obtuvo los títulos de Ensayador de Metales, Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo e Ingeniero de Minas y Metalurgista. Entre sus maestros estaban los ingenieros de minas y geólogos José Guadalupe Aguilera, Ezequiel Ordóñez y Juan de Villarello, con quienes trabajaría a partir de 1903 en el Instituto Geológico de México y en la Dirección de Minas y Petróleo de la Secretaría de Fomento, Industria y Comercio del Gobierno Federal. Primero como Auxiliar de geólogo, después como Jefe de Sección de Exploración, Jefe de la Sección de Geología General, Jefe de Geólogos Investigadores y Director del Instituto entre 1915 y 1916.¹⁷

En esta etapa de su vida, realizó su trabajo profesional en los distritos mineros de Pachuca, Real del Monte, Guanajuato, Zacatecas, El Oro y Tlalpujahua. Pero compartió el trabajo de campo y su interés particular por el distrito de El Oro y Tlalpujahua con sus colegas José Guadalupe Aguilera, Ezequiel Ordóñez, Joaquín M. Ramos y Juan de Villarello, por la relevancia del distrito y de las minas de “Las Dos Estrellas”, considerados para entonces “el primer campo aurífero de la República”.¹⁸ Su trabajo titulado “Estudio geológico-minero de los distritos de el Oro y Tlalpujahua”, fue el resultado de una minuciosa investigación que realizó en distintos momentos entre 1912 y 1918, motivado por el interés científico y económico de explicar el empobrecimiento de las vetas mineralizadas, en la medida en que se profundizaba en su extracción y explotación.

Teodoro Flores elaboró varios mapas apoyado en los nuevos conocimientos disciplinarios de la geografía y la geología, cuyo desarrollo desde la época de Burkart había hecho aportaciones significativas a la cartografía científica. A diferencia de su predecesor, elaboró distintos mapas en los que ubicó la distribución de las rocas y materiales superficiales no consolidados, y las estructuras que los afectan –fallas y pliegues–. Fue más preciso en indicar la composición de los diferentes tipos de rocas y recursos minerales, deducir la distribución y orientación de los mismos a escalas de mayor profundidad a partir de la información superficial y, junto con la distribución espacial de sus estructuras tectónicas, su edad relativa y evolución de la Tierra. *Plano Geológico-Minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahua* que se integra aquí, está en escala: 1 50 000.

Fig. 3. Plano Geológico-Minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahua



Fuente: T. FLORES REYES. (1920). “Estudio Geológico-Minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahua”, p. Lámina 1.

17 M. ÁLVAREZ. (1955). “Teodoro Flores Reyes 1873-1955”. En *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, México: Sociedad Geológica Mexicana, tomo XVIII, núm. 2, pp. 87-91.

18 T. FLORES REYES. (1920). “Estudio Geológico-Minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahua”, p. 4.

Sin embargo, sus obras y mapas geológicos sobre el distrito minero de Tlalpujahua y El Oro manifiestan, en una perspectiva comparada, puntos de coincidencia en la manera de desarrollar el estudio geológico de las estructuras mineralizadas, aunque con diferente alcance en profundidad cognoscitiva y dimensión espacial, como parece lógico dado el tiempo transcurrido entre uno y otro, la especialización de la geología y la aparición de subdisciplinas específicas de las que Flores pudo echar mano.

Lo más visible en la estructura de ambas obras, es el ordenamiento de los tópicos abordados y el lenguaje técnico-científico-conceptual utilizado por ambos.

CUADRO. 2. *Estudio de geología-minera comparado*

Joseph Burkart, “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica”, en 1869	Teodoro Flores Reyes, “Estudio geológico-minero de los distritos de el Oro y Tlalpujahua”, en 1920
<ol style="list-style-type: none"> 1. Descripción geográfica del Distrito de Tlalpujahua: cerros, valles, ríos, distancias, 2. Descripción del pueblo de Tlalpujahua, casas, calles, jardines, iglesias 3. Su población y fuerza de trabajo ubicados en los pueblos circundantes 4. Descripción de los bosques y su madera para las minas, los campos de cultivo para el suministro de productos a la población 5. Clima, temperatura, vientos suaves, lluvia 6. Descripción geológica: desde el punto de vista de la Litología y la Estratigrafía de Montañas, minas, socavones y rocas (p. 96). 7. Vetas que arman en las rocas 8. Los metales de las vetas: oro nativo, plata nativa, etc. (p. 101) 9. Historia de las minas (p.102) 10. Actividades de la empresa inglesa (p. 105) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Situación geográfica 2. Vías de comunicación 3. Historia y producción 4. Fisiografía 5. Geología 6. Estructura y tectónica 7. Historia geológica 8. Criaderos minerales 9. Génesis de los criaderos 10. Edad de los criaderos 11. Clasificación de los criaderos 12. Explotación de los criaderos 13. Metalurgia

Fuente: J. BURKART. (1869). “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica”;¹⁹ T. FLORES REYES. (1920). “Estudio Geológico-Minero de los distritos de el Oro y Tlalpujahua”.²⁰

En los trabajos de Burkart y Flores Reyes se aplicarían dos modelos de análisis geológico-minero que variaban en su estructura metodológica. Ello se explica por el año de su publicación, el estado del conocimiento que se tenía en cada periodo y, desde luego, por la práctica científica y el desarrollo de los dispositivos tecnológicos utilizados en cada momento. El primer modelo, que aplicó Burkart, abarcaba: *a)* la descripción de sus principales yacimientos conocidos y su historia; *b)* el estudio de cada una de las sustancias útiles contenidas en la costra terrestre, clasificadas conforme a una base metódica y racional; *c)* el examen teórico y científico de su modo de formación; *d)* un resumen de las cuestiones industriales que se presentan en la serie de trabajos que constituían su explotación.

El segundo modelo, que utilizó Flores Reyes para el análisis geológico-minero de Tlalpujahua, presentaba los siguientes componentes metodológicos: *a)* ubicación y datos históricos de las minas; *b)* Topografía y Geología de la región mineral; *c)* Orígenes de los minerales y génesis de los criaderos; *d)* Clasificación de los criaderos; *e)* Estudio mineralógico de los metales y sustancias minerales; *f)* Ley de

19 A. DEL CASTILLO se ofreció para traducir y hacer las correcciones de estilo del artículo de Burkart. J. Burkart. (1869). “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica”, p. 83.

20 T. FLORES REYES. (1920). “Estudio Geológico-Minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahua”, pp. 5-85.

los minerales; g) Edad de las vetas; g) Explotación; h) Metalurgia; i) Economía industrial. Este modelo científico y explicativo se consolidaría durante el Porfiriato, hasta convertirse entrado el siglo XX en una especie de rutina cognoscitiva tanto en la enseñanza de la Mineralogía como de la Geología minera y su práctica científica de exploración del territorio y explotación de sus recursos minerales.²¹

En ambos modelos se concluía con la valoración de los métodos de explotación, beneficio y transporte vigentes, se generaban propuestas fundadas de mejoras organizacionales y tecnológicas, así como con los datos del valor económico aproximado, las estadísticas de producción y la comercialización de los mismos en los mercados nacional e internacional.

Los estudios geológico-mineros que realizaron Joseph Burkart y Teodoro Flores en el mineral de Tlalpujahua proporcionan una valiosa información cuantitativa y exponen un análisis científico que separa los criaderos que están incorporados a las rocas eruptivas o dispuestas en vetas, de aquellos otros que constituyen las capas sedimentarias; establecieron en la primera categoría grupos particulares, según la naturaleza de las rocas en que arma el criadero, la dirección o el modo con que el fenómeno de llenamiento se ha realizado y, en las vetas, su edad relativa cuando era posible. En la segunda categoría –esto es, en los minerales sedimentarios–, el orden conforme a la edad geológica, que era en ese entonces lo más natural.²² Para Teodoro Flores, entrado el siglo XX, los depósitos sedimentarios, compuestos de pizarras arcillosas principalmente, y de margas y areniscas –que eran los depósitos más antiguos de la región y los más importantes bajo el punto de vista minero, ya que en ellos arman las vetas y filones que existen en ella y que constituyen gran parte de su sub-estructura–, se habían formado muy probablemente en “mares precretácicos”.²³

HISTORIA Y BENEFICIO DE LA PLATA EN TLALPUJAHUA, SEGÚN BURKART Y FLORES

Se le puede atribuir a Joseph Burkart ser el primero en recuperar la historia del mineral de Tlalpujahua como parte del trabajo de campo que realizó en la región de estudio, contratado por los ingleses para reactivar sus minas. Reconoce que dichas minas se encontraban entre las más antiguas de Nueva España, sin saberse su origen ni la duración de su primer laborío. En la búsqueda de documentos coloniales, comprobó que una gran parte de las noticias que se resguardaban en el archivo de la Diputación de Minería con asiento en Tlalpujahua habían sido devoradas por un incendio que dejó en cenizas una parte del pueblo; otros se habían perdido durante la guerra de Independencia, “no encontrándose nada impreso sobre la materia”.²⁴

Con algunos datos impresos recuperados de antiguos dueños de minas, y haciendo un trabajo etnográfico entre propietarios y trabajadores de la época, pudo definir la existencia de dos épocas de bonanza: la primera, según sus fuentes, ocurrió después de la conquista hasta finales del siglo XVII, cuando “las minas de Tlalpujahua se abandonaron por falta de los conocimientos indispensables en el ramo de la minería, de los sujetos que las trabajaban, y por falta también de un desagüe general de las minas”;²⁵ la segunda época de bonanza corre desde “mediados del siglo XVIII, y [ha] durado algo más de 50 años”.²⁶ En esa época, anterior a la llegada de Burkart al mineral de Tlalpujahua, el incre-

21 J. BURKART. (1869). “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica”; T. Flores Reyes. (1920). “Estudio Geológico-Minero de los distritos de el Oro y Tlalpujahua”.

22 Ver: J. A. URIBE SALAS. (2003-2005). *Historia de la minería en Michoacán*, 2 vols.

23 T. FLORES REYES. (1920). “Estudio geológico-minero de los distritos de El Oro y Tlalpujahua”, p. 38.

24 J. BURKART. (1869). “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica”, p. 102.

25 *Ibidem*, p. 103.

26 *Ibidem*, pp. 102-103.

mento de las actividades fue encabezado por José de la Borda, quien descubrió la veta que lleva su nombre en 1743; Sebastian Clavería rehabilitó la veta Corona en la década de 1750; otro propietario de apellido Tafolla encontró alguna veta de plata y se dice que cuando recibió “la noticia de haber descubierto buenos minerales, destrozó los pocos muebles que tenía en su casa para comprar otros de plata, y que gastó mucho dinero para que el Rey de España le hiciese noble y capitán”; Juan de la Peña y Menocal se hizo rico de la veta Corona y compró la hacienda de Tepoxtepec; Juan Domingo Cosío también se hizo rico con los frutos de la mina Guadalupe en 1783; y Santiago Farfás obtuvo su riqueza de las minas Cinco Señores en la última década del siglo XVIII.²⁷

Burkart no sólo reconoció las vetas Corona y Borda, las más importantes, a decir de él, en la época colonial, sino que estudió el sistema de vetas al sur y norte del cerro de Somera, en donde estaban enclavados los centros mineros de Tlalpujahua y El Oro. Sobre ellas, indicó:

... todas las vetas del distrito de Tlalpujahua se hallan en la ladera occidental de la cañada, y sólo las vetas de la Borda y de Corona con sus ramales o contravetas, arriba o al Sur del pueblo, atraviesan el río para pasar a la ladera opuesta, en donde se hallan también las vetas del Capulín y de Manduermes; de modo que todas las vetas del distrito quedan lejos del pórfido que forma las montañas más elevadas al E y S. E. del pueblo. Sólo las vetas principales de la Borda y de Corona se acercan en el S. E. al pórfido de la mesas de Tlalpujahuilla, sin que se hayan descubierto en las inmediaciones de esta roca, aunque se han buscado por esa parte con labores de investigación.²⁸

También alude a las minas abiertas, tiros existentes, haciendas de beneficio y los pueblos de San Lorenzo y San Francisco, así como las cuadrillas o pueblitos de Remedios, Santa María, Tlacotepec y Tlalpujahuilla, que a decir de él, eran el testimonio de la gran actividad minera que se había desplegado en la segunda mitad del siglo XVIII.

Frente a leyendas y datos sueltos, Burkart trató de encontrar una explicación razonable sobre la parálisis de las actividades mineras y su abandono, y encontró que ésta “no parece haber sido por la falta de minerales costeables”, o solamente por los efectos negativos que trajo consigo la lucha por la independencia, “más bien parece que la impotencia de los malacates, la imperfección del método de trabajar las minas, y principalmente la falta de cooperación de los varios dueños de minas para emprender un desagüe general, y la falta de economía en los gastos de minas y haciendas, fueron la causa de que las minas no se hayan disfrutado a mayor profundidad”.²⁹

Burkart refiere en primer lugar a la falta de buenos conocimientos sobre mineralogía y química para optimizar el aprovechamiento de las sustancias minerales que se extraían, en tanto que éstas, al encontrarse integradas a numerosas piedras de diferente origen y formación geológica no dejaban ver su clase, calidad y volumen; en segundo lugar, a las deficiencias en el diseño de tiros y túneles en las minas y a su mala orientación para acercarse a las vetas con buena ley de plata; en tercer lugar, alude a las técnicas poco adecuadas para tumbar el mineral, extraerlo junto con el agua y refinarlo. Es incisivo con su observación sobre la mala administración de los dueños de minas tanto en la economía de los gastos como en la falta de cooperación entre ellos para desaguar las minas de la región.

Cuando Burkart llegó a Tlalpujahua en 1825, y después de hacer los primeros reconocimientos y estudios, recomendó a la administración de la empresa inglesa concentrar sus recursos económicos, materiales y humanos en las minas que daban a las afamadas vetas Borda y Corona, pero sus administradores contrataron “en avío casi todas las otras minas del distrito... tanto para evitar, según decía, la competencia... cuanto con la esperanza de encontrar en ellas una bonanza...”. También recomendó

27 *Ibidem*, p. 104.

28 *Ibidem*, p. 100.

29 *Idem*.

que con “empeño se emprendiera el desagüe de las minas del distrito por medio de un socavón general, pues la situación de las minas en la ladera de la parte superior de la cañada de Tlalpujahua ofrecía mucha facilidad y ventajas particulares para una obra semejante”.³⁰ El desenlace fue catastrófico para los accionistas ingleses. A finales de 1827 “fue removido el director de la compañía, quien hasta entonces había obrado con absoluto poder, dirigiendo la empresa sin los conocimientos necesarios en minería, a su arbitrio y sin seguir la opinión de los peritos...”.³¹ Paradójicamente, la mayor parte de los señalamientos hechos por Burkart para entender la parálisis de las actividades mineras coloniales, fueron casi los mismos que señaló más tarde, como minero mayor contratado por la empresa inglesa, sobre la mala planeación que llevó a cabo la administración local de la empresa entre 1824 y 1827.³²

Por su parte el ingeniero Teodoro Flores, un siglo después, también recurrió a los anales de la historia para explicar el camino recorrido en la explotación de los minerales del distrito minero, y retomó los datos proporcionados por Joseph Burkart para caracterizar su estado durante las dos épocas de bonanza en la época colonial, pero agrega que “los trabajos de explotación primitivos, se emprendieron a tajo abierto sobre la veta de ‘Coronas’, cuyo descubrimiento se debió a un vaquero de ese apellido, de la hacienda de Tepetongo, que está situada a cierta distancia al norte de Tlalpujahua, habiendo sido trabajada dicha veta por el mismo Coronas en compañía del dueño de la mencionada hacienda, y parece que extrajeron de ella frutos ricos y abundantes. Las minas pasaron después, por herencia, al conde Monarez, quien proporcionó el terreno necesario para las minas, haciendas de beneficio y las cuadrillas de Tlalpujahuilla, San Lorenzo, San Francisco, Los Remedios, Santa María y San Miguel Tlacotepec”.³³

En sus trabajos de exploración de las vetas “Corona” y “Borda”, por ser todavía para esos años de gran importancia, concluyó –como en su momento lo había hecho su predecesor–, que fueron abandonadas

... poco antes de la guerra de Independencia, época en la cual don Joaquín Velásquez de León tomó gran empeño en reponer los tiros sobre la veta Corona, con el auxilio del Banco de Avío, no habiéndose conseguido, sin embargo de esto, descubrir los planos de las minas, sino que los trabajos se limitaron a la explotación de los pilares y macizos de las vetas arriba del agua y se extrajeron entonces minerales que, aunque de poca ley, cubrían sus gastos de explotación.³⁴

El ingeniero Flores concluía “que por el estudio de su fisiografía..., la morfología del terreno está en estrecha relación con su constitución y estructura geológica, distinguiéndose en ella dos diferentes fisonomías fisiográficas”, que tenían que ver con la presencia de vetas y la naturaleza distinta de éstas desde el punto de vista geológico:

... que estas vetas presentan dos mineralizaciones distintas, una esencialmente aurífera, y otra esencialmente argentífera, siendo las vetas auríferas de considerable potencia, de forma lenticular o tabular y de una distribución de la mineralización útil en su masa, más bien profusa que concentrada, al contrario de lo que sucede en las vetas argentíferas, en las que existen concentraciones de forma irregular, las cuales algunas veces están atravesadas por fallas, quedando separadas estas concentraciones por tramos más o menos largos y estériles; que en cuanto a las variaciones que se observan en la naturaleza del relleno y su mineralización, provocadas por el cambio de roca en que arman estas vetas minerales, no son notables, observándose solamente, en las vetas auríferas, una tendencia muy marcada a volverse compacto este relleno y a disminuir y aun desaparecer la mineralización útil a la profundidad, hecho que se observa mucho menos marcado en las vetas argentíferas...³⁵

30 J. BURKART. (1869). “Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica”, pp. 105-106.

31 *Ibidem*, p. 111.

32 J. A. URIBE SALAS. (1998). “Innovaciones técnicas en la minería regional mexicana en el siglo XIX...”, pp. 243-254.

33 T. FLORES REYES. (1920). “Estudio geológico-minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahua”, p. 9.

34 *Ibidem*, p. 11.

35 *Ibidem*, p. 84.

Flores concluía entonces que la caída de ley en las vetas mineralizadas auríferas que los geólogos del Departamento de Geología de la Compañía “Las Dos Estrellas” habían detectado en el año de 1912, se debía fundamentalmente a ese fenómeno geológico, pero que dadas

... las condiciones de la explotación y metalurgia de estos criaderos –considerados vetas o filones del tipo ‘*trae fissure veins*’ y designados por el geólogo alemán Paul Wilhelm Ferdinand von Richthofen (1833-1905) como criaderos ‘*auroargentíferos jóvenes*’–, llevados con trabajos en gran escala, procedimientos modernos, etcétera hacen que la industria minera y metalúrgica de esta región pertenezcan ya a la gran industria, la que, por otra parte, cuenta en estos distritos con toda especie de facilidades, excelentes vías de comunicación, fuerza eléctrica, operarios en número suficiente, madera para el laboreo, explosivos, etc., y que por lo tanto, estos distritos mineros esperan solamente que pase la actual crisis mundial para entrar de lleno a un nuevo período de actividad y a una nueva época bonancible.³⁶

Esa fue la explicación científica que Teodoro Flores formuló después de un detallado estudio geomorfológico del distrito minero, cosa que parece haber resuelto la encrucijada económica en la que se encontraban los empresarios, aunque esta fuese solamente temporal. Como se indicó en su momento, la encomienda asignada a Teodoro Flores había sido para: 1) explicar desde el punto de vista geológico-minero el paulatino empobrecimiento de las zonas mineralizadas que se conocían y se habían explotado hasta entonces; 2) ubicar en la corteza terrestre nuevas vetas, conocer su longitud y espesor para sustituir las ya agotadas; y 3) diseñar los escenarios para extraer los minerales pobres que se habían dejado de lado en la época de bonanza. El estudio, sin embargo, no dice nada sobre este último punto, pero a partir de esos años la empresa “Las Dos Estrellas” emprendió la recuperación de las “lamas” o “jales” para volver a refinarlos con el sistema de cianuración y el modelo de experimentación por flotación que ya había establecido.

A partir de los resultados de su estudio, Flores pudo sugerir a los accionistas y administradores de la empresa una rectificación de sus políticas de explotación, y que en lugar de continuar invirtiendo mayores recursos económicos, técnicos y humanos en profundizar tiros y socavones para ampliar la masa de mineral aurífero –pues ésta disminuía y aún desaparecía a “la profundidad”–, se emprendiera una explotación en sentido inverso pero a “gran escala” –quizá pensaba ya en su explotación a cielo abierto, en la que se aprovecharan las vetas secundarias y aún los terreros con valores costeables todavía por los adelantos tecnológicos y los modernos servicios de beneficio de la época–.³⁷

CONCLUSIONES

En el reconocimiento geológico del Distrito Minero de Talpujahuá, a lo largo del periodo de estudio, se dio énfasis en primer lugar a la descripción de las principales minas conocidas de origen colonial, a los trabajos que se realizaron en ellas a lo largo del siglo XIX –junto con las nuevas vetas y filones mineralizados descubiertos y explotados con posterioridad–, en las estadísticas de sus rendimientos y, cada vez más, en los usos y la probabilidad de nuevas aplicaciones industriales. En segundo lugar, a la exploración y búsqueda de nuevas sustancias minerales con el análisis de sus propiedades físicas y químicas, junto con la explicación de su origen y entorno geológico regional. Pero queda claro en los estudios de Burkart y Flores el sentido utilitario del conocimiento, es decir, como

36 *Ibidem*, p. 85.

37 Véase: J. A. URIBE SALAS. (2010). *Historia económica y social de la Compañía y Cooperativa Minera “Las Dos Estrellas” en El Oro y Talpujahuá, 1898-1959*. México: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España / Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 560 pp.

conocimiento para generar valor y riqueza por medio de su transformación para tomar decisiones, o mejor, para definir formas, métodos y maneras de abordar y resolver problemas. El conocimiento técnico-científico tendría desde entonces una nueva connotación, como “economía del conocimiento”.

En los albores del siglo XX los sistemas científicos de conocimiento serían imprescindibles para rentabilizar la explotación de los depósitos mineralizados. La importancia del conocimiento, que ya desde entonces se había hecho más evidente para definir las actividades productivas, sólo era posible cuando éste había alcanzado un alto grado de codificación a través de modelos, reglas generales, etcétera, y puesto ese conocimiento codificado a disposición de empresarios mineros, planeadores, administradores y ejecutores, para beneficio de los primeros.

ANEXOS 1

ESTUDIOS GEOLÓGICO-MINEROS SOBRE MICHOACÁN Y TLALPUJAHUA

- 1822 MARTÍNEZ DE LEJARZA, JUAN JOSÉ, *Análisis estadístico de la provincia de Michoacán en 1822*, México, Imprenta Nacional del Supremo Gobierno de los Estados Unidos en Palacio, 1822.
- 1850 PIQUERO, IGNACIO, “Apuntes para la corografía y la estadística del Estado de Michoacán”, *Boletín del Instituto Nacional de Geografía y Estadística*, núm. 5, México, Tipografía de R. Rafael, 1850, 155 pp.
- 1860 ROMERO, JOSÉ GUADALUPE, “Noticia para formar la estadística del Obispado de Michoacán”, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. VIII, 1860, pp. 531-560, 609-640.
- 1872 LINARES, ANTONIO, “Cuadro sinóptico del Estado de Michoacán en el año de 1872, formado en vista de los datos más recientes y autorizados”, *Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística*, 2ª e. 4, 1872, pp. 636-664.
- 1872 PÉREZ HERNÁNDEZ, JOSÉ MARÍA, *Compendio de la geografía del Estado de Michoacán de Ocampo*, México, Imprenta del Comercio de Nabor Chávez, 1872.
- 1873 LINARES, ANTONIO, *Cuadro sinóptico del Estado de Michoacán en el año de 1872*, Morelia, Imprenta de Octaviano Ortiz, 1873.
- 1880 BUSTOS, EMILIANO, *Estadística de la República Mexicana. Estado que guardan la Agricultura, Industria, Minería y Comercio*, México, Imprenta de Ignacio Cumplido, tomo III, 1880.
- 1890 MEDAL, JUAN, “Cuadro Sinóptico del Estado de Michoacán de Ocampo. Conteniendo varios datos históricos, geográficos, estadísticos y administrativos”, *Memoria Sociedad Antonio Alzate*, vol. 4, 1890, pp. 110-113.
- 1892 AGUILAR y SANTILLÁN, RAFAEL, “Bibliografía Meteorológica Mexicana, correspondiente al año de 1891”, *Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Revista Científica y Bibliográfica*, tomo VI, 1892, pp. 97-107.
- 1895 VELASCO, ALFONSO LUIS, *Geografía y estadística del Estado de Michoacán*. México, Tipografía de T. González Sucesores, 1895.
- 1898 BUSTAMANTE, MIGUEL, “Estudio sobre algunos criaderos metalíferos del Estado de Michoacán”, *El Minero Mexicano*, tomo 33, núm. 6, 11 de agosto de 1898.
- 1899 DOMÉNECH, FIGUEROA, *Guía general descriptiva de la República Mexicana. Historia, geografía y estadística. Estados y territorios federales*, México-Barcelona, Ramón de S. N. Araluce Editor, 1899.

- 1905 SOUTHWORTH, JOHN R., "Estado de Michoacán", *Las minas de México*, México, Editorial Ilustrada Historia, 1905.
- 1910 SOUTHWORTH, JOHN R., "Estado de Michoacán", *Directorio de las minas y haciendas en México*, vol. XV, México, "Siempre Adelante", 1910.
- 1912 GROTHE, ALBERTO y LUIS SALAZAR, *La industria minera en México. Estado de Michoacán*, Cuaderno núm. 5, primera parte, México, Imprenta de la Secretaría de Fomento, 1912.
- 1826 BURKART, JOSEPH, *Report, Containing the Result of the Preliminary Examination of Mines in the Possession of the Real de Tlalpujahua Mining Association, and Sketh of the Mining Operations of the Company, During the First Four Months, from the Commence mient of their Proceedings up November 2, 1825*, London, Printed W. Mardeant, 1826.
- 1869 BURKART, JOSEPH, "Descripción del Distrito de Minas de Tlalpujahua y de su constitución geológica", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, segunda época, tomo I, 1869, pp. 82-111.
- 1873 GONZÁLEZ, LAURO, "Tlalpujahua de Rayón", *El Minero Mexicano*, 1, núm. 13, 1873.
- 1873 "Minas de Salinas en Tlalpujahua. Datos sobre su veta", *El Minero Mexicano*, núm. 21, México, 1873.
- 1880 MAIRESSE, CARLOS, *Informe sobre las minas de Tlalpujahua en el Estado de Michoacán, Distrito de Maravatío. Report on the mines of Tlalpujahua in the State of Michoacan, District of Maravatío*, México, Tipografía de F. Mata, 1880, 68 pp.
- 1883 RIVERA CAMBAS, MANUEL, "Tlalpujahua", *México pintoresco, artístico y monumental: vistas, descripción, anécdotas y episodios de los lugares más notables de la capital y de los estados. Las descripciones contienen datos científicos, históricos y estadísticos, Tomo tercero / arreglada y escrita por...*, México, Imp. de la Reforma, 1883, pp. 367-371.
- 1886 FOOTE, A. E., "El distrito minero de El Oro y Tlalpujahua" (Traducción del Eng & Min. J), *El Minero Mexicano*, 13, núm. 30, 21 de octubre de 1886.
- 1898 MUÑOZ LUMBIER, BALTASAR, *Informe sobre la negociación minera "Las Dos Estrellas" situada en el Mineral de El Oro y de Tlalpujahua, Estados de México y Michoacán*, México, D. C. Smith, 1898, 13 pp + un plano (1:20000).
- 1906 "Compañía Minera Las Dos Estrellas, en El Oro y Tlalpujahua, México", *The Pan-American World*, vol. V, núm. 12, México, septiembre de 1906.
- 1906 "Compañía Minera Las Dos Estrellas S. A.", *El florecimiento de México*, México, Tipografía de Boulingny and Schmidt Succ., 2 de abril de 1906.
- 1907 FRANCH, GERMAN, "Informe de las minas de Tlalpujahua", *Boletín de la Sociedad Michoacana de Geografía y Estadística*, tomo III, núm. 20, Morelia, Escuela de Industria Militar "Porfirio Díaz", 1907.
- 1911 GONZÁLEZ, P. Jr., "Estudios de las minas El Cedro y Dos Estrellas en Tlalpujahua", *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, tomo VII, México, 1910-1911.
- 1912 MCCANN, FERDINAND, "Cyanidation Practiced in the Mills of the Dos Estrellas Company, Tlalpujahua, Michoacan", *Cyanide Practice in Mexico, USA*, Published by the Mining and Scientific Press, San Francisco and the Mining Magazine, London, 1912.
- 1920 FLORES REYES, TEODORO "Estudio Geológico-Minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahua", en *Boletín del Instituto Geológico de México*, núm. 37, México, Secretaría de Gobernación, Dirección de Talleres Gráficos, 1920, pp. 5-85.