

Estrategias técnicas y gerenciales. Expertos e ingenieros en la minería y metalurgia de Guanajuato, México, siglo xix

Moisés Gámez
El Colegio de San Luis
Amor Mildred Escalante
El Colegio de México

Introducción

Guanajuato se caracterizó como uno de los centros productores de minerales de más importancia desde el periodo colonial. Durante el siglo xix mantuvo su estructura económica fundamentada en la explotación de los metales, aunque habría que decir que la agricultura y la ganadería jugaron un papel importante debido a los encadenamientos productivos por la demanda de insumos y servicios generada por la minería. Para analizar las prácticas técnicas y empresariales de los expertos e ingenieros mineros, es necesario estudiar aspectos de la tecnología, de la minería y de los agentes involucrados en su desarrollo durante la institucionalización de la profesión, pues en buena medida, durante parte del siglo xix, los mineros expertos e ingenieros desempeñaron funciones de dirección técnica tanto en el interior de las minas como en las haciendas de beneficio, teniendo un prestigio social por sus conocimientos en el ámbito local, estatal y nacional.

En el siglo xix surgieron las carreras de ingeniería en diversos estados del país. En este sentido, la relevancia de la actividad minera y metalúrgica concibe entonces diversos proyectos para la formación, educación e institucionalización de profesionales de la ingeniería minera, que se incorporaron a las prácticas técnicas innovando en procesos, como en la creación de tiros de minas, la

extracción de los minerales y especialmente en los procesos de beneficio de los metales.

Ahora bien, para efectos de este trabajo consideramos el conocimiento explícito que puede ser estructurado, almacenado y distribuido, y el conocimiento tácito que forma parte de las experiencias de aprendizaje personales de los expertos ingenieros. Planteamos una combinación, es decir, un proceso de creación de conocimiento tácito, que puede ser categorizado, confrontado y clasificado para producir conocimiento explícito generado en las escuelas.

La educación técnica especializada e institucionalizada

Como primer punto hay que señalar que desde hace años se ha generado un interés por estudiar diversas aristas de los ingenieros en México. Encontramos estudios sobre la formación en escuelas técnicas y profesionales –ingenierías– en general,¹ que al mismo tiempo refieren a los estudios sobre la educación en México. Sin generalizar, podemos decir que los estudios abordan la relación de las instituciones de formación profesional especializada y la creación de nuevos cuadros de ingenieros, y se han centrado en la relación con el Estado en la definición de políticas de explotación y defensa de recursos naturales. Se subrayan los intentos de un grupo de especialistas por participar en la conducción política y económica.

Para el sector minero mexicano tenemos los trabajos de Parra, Flores y Escalante,² por mencionar algunos, de los cuales se des-

¹ Eli de Gortari, *La ciencia en la historia de México*, México, Grijalbo, 1980; Milada Bazant, “La enseñanza y la práctica de la ingeniería durante el Porfiriato”, *Historia Mexicana*, XXIII (3), 1984, pp. 254-297; María de la Paz Ramos y Rigoberto Benítez (coords.), *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007; Federico Lazarín, *Memoria del primer Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología*, Disco Compacto, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, 2007.

² Alma Parra, “Experiencia, destreza e innovaciones en la minería de Guanajuato en el siglo XIX”, *Historias*, vol. 72, 1982, pp. 69-81; Eduardo Flores Clair, “La edu-

prenden análisis y sugerentes preguntas en torno al papel jugado por estos agentes de trascendencia en las actividades de exploración e investigación, extracción y metalurgia.

Desde el periodo virreinal se mostró un interés en crear instituciones dedicadas a la educación científica, en especial la asociada al desarrollo de las actividades mineras y metalúrgicas. El Colegio de Minería de la ciudad de México, creado en 1792, fue la casa que formó a ingenieros mineros que posteriormente se emplazaron en los centros de importancia; éste, junto con el Colegio Militar, fundado en 1822, se erigieron en los basamentos para las carreras ligadas a la ingeniería, como las de agrimensor, topógrafo, geógrafo, militar, civil y por supuesto minero, hasta la creación de la Escuela Nacional de Ingenieros en 1867.

A vuelo de pájaro, podemos hacer un sintético resumen de los antecedentes de la educación institucionalizada en Guanajuato con el Hospicio de la Santísima Trinidad, fundado en 1732 por un grupo de 14 personas encabezadas por Josefa Teresa de Busto y Moya, atendido por cinco jesuitas que impartían enseñanza religiosa y de primeras letras. En 1744 el Hospicio se convirtió en el Colegio de la Santísima Trinidad, ampliándose con la cátedra de gramática. Después de 1767, debido a la expulsión de los jesuitas permaneció cerrado, y reabrió en 1785 con el nombre de Real Colegio de la Purísima, que en 1798 quedó a cargo de los filipenses, con las cátedras de matemáticas, física, química y francés, además de las carreras de abogacía e ingenierías.³

Del siglo XIX, se tiene noticia que desde 1825 se promocionaba la financiación de una cátedra de Mineralogía, en donde los jóvenes pudiesen aprender lo que “profesores hábiles científicos” les ense-

cación minera en México, 1792-1867”, Carlos Contreras Cruz (comp.), *Espacios y perfiles. Historia regional del siglo XIX*, Puebla, Universidad Autónoma de Puebla/ Consejo Mexicano de Ciencias Sociales, 1989, pp. 199-212; Amor Mildred Escalante, “Entre redes y telarañas. Empresarios y vínculos familiares en la ciudad de Guanajuato, 1850-1911”, tesis de maestría, San Luis Potosí, El Colegio de San Luis, 2009.

³ Fulgencio Vargas, *Efemérides notables del Colegio del Estado, ahora convertido en Universidad de Guanajuato*, Guanajuato, s. e., 1949, pp. 6-7; Humberto Musacchio, *Diccionario enciclopédico de Guanajuato*, México, Hoja Casa Editorial, 2003, p. 112.

ñaran, misma que era financiada por los mineros.⁴ En 1827, se estableció el Colegio como institución pública, al encargarse el Estado de la educación superior, con el gobierno del Lic. Carlos Montes de Oca Méndez, quien modificó el nombre en 1828 a Colegio de la Purísima Concepción.⁵ Ese año representa la institucionalización de la enseñanza secundaria y profesional con la reforma de los planes de estudio de Minería, Derecho, Pintura, Escultura y Arquitectura. Así, la Escuela de Ingeniería de Minas, Metalurgia y Geodesia se inicia el 24 de febrero de 1828, con las cátedras de Mineralogía, Delineación, Matemáticas, Aritmética, Trigonometría rectilínea, Geología, Dibujo, Teología, Ética e idiomas como Francés e Inglés, entre otras materias humanísticas y de artes. Para solidificar el proyecto en su primera etapa, Montes de Oca pidió al barón Alexander de Humboldt una colección de fósiles para formar el gabinete de mineralogía, así como libros especializados en minería y ciencias afines;⁶ se asignó una partida para abrir el gabinete de física experimental, un laboratorio de química, la colección de mineralogía y una biblioteca pública que se inauguró en 1831.

En ese tiempo, los alumnos debían presentar su examen ante la Diputación de Minería, que nombraba tres peritos para examinar al sustentante y extender el título respectivo.⁷ Lo anterior significa la existencia de prácticas institucionalizadas dirigidas a regular el ejercicio de actividades ingenieriles, sobre todo en minas, debido a la tradición ancestral de Guanajuato en ese rubro. Más tarde también se hizo lo correspondiente con la carrera de ensayador, que se estableció en 1835. En este momento, los examinadores o diputados eran expertos mineros que aprendieron el oficio en la práctica. Conforme se fueron graduando los ingenieros, éstos se integraron

⁴ *Memoria que presenta el gobernador de Guanajuato al congreso constituyente del estado y los negocios públicos que han estado a su cuidado, desde 10 de mayo de 1824 hasta el 31 de diciembre de 1825, Leída por el secretario de gobierno el 10 de febrero de 1826*, México, Imprenta del Supremo Gobierno en el Palacio, 1826.

⁵ Agustín Lanuza, *Historia del Colegio del Estado de Guanajuato*, México, Imprenta de Manuel León Sánchez, 1924, p. 76; Musacchio, 2003, p. 112.

⁶ Ricardo Almanza Carrillo, "Los primeros espacios que ocupó la Escuela de minas", *El Pasado de la Universidad*, 5, 1993, pp. 55-57.

⁷ AGE, Secretaría de Gobierno, Decreto 22, 1º de abril de 1833.

a diversas instituciones como la Diputación de Minería, la Casa de Moneda o la Tesorería General del Estado, así como en las clases del mismo Colegio del Estado. Por algunas décadas estuvieron conviviendo expertos prácticos y profesionales ingenieriles en las innovaciones, dirección de compañías y puestos públicos de importancia minera.

La profesionalización fue parte de un proceso general de modernización e institucionalización de la minería, como se estaba haciendo fuera de México, pues en un “un país como la Francia donde la industria mineral, tal como aquí la conocemos, se puede estimar de un orden secundario, se protege y alienta de un modo tan eficaz y decisivo por medio de disposiciones legislativas”.⁸ En el discurso de 1849 del gobernador, estaba presente la demanda de personal especializado para el desarrollo de trabajos técnicos y directivos durante las prácticas de los alumnos en las minas, por lo que proponía configurar una academia como un “cuerpo facultativo compuesto de hombres científicos, que fuese el que con los conocimientos suficientes trazase las obras e inspeccionase los trabajos de las minas”.⁹ En esos años se mejoraron los gabinetes de física y química con máquinas, instrumentos y aparatos encargados a París.

La enseñanza secundaria y superior fue asignada formalmente al Colegio en 1861, mediante las disposiciones de la Constitución, con excepción de la enseñanza Normal. Entonces tenía las carreras de abogado, escribano, ingeniero de minas, geógrafo, topógrafo y agrimensor, beneficiador y metalurgista, ensayador y farmacéutico. En 1867 se le denomina Colegio Nacional de Guanajuato, lo que implicó transformaciones en su estructura.¹⁰

⁸ *Memoria que el Gobernador del Estado de Guanajuato formó para dar cumplimiento a la parte 8a del artículo 161 de la Constitución Federal ampliándola en otros Ramos para conocimiento del Congreso del mismo Estado todo por lo respectivo al año de 1826*, México, Imprenta y librería a cargo de Martín Rivera, 1827.

⁹ *Memoria que el Gobernador del Estado leyó el 24 de mayo de 1849 en el salón del Honorable Congreso, para dar cumplimiento al artículo 82 de la constitución particular, y para que tuviese conocimiento de los diversos ramos de la administración pública*, Guanajuato, Tipografía de J. E. Oñate, 1849; Lanuza, 1924, p. 170.

¹⁰ Musacchio, 2003, p. 112.

En 1868 se nombró rector al ingeniero de minas, Ignacio Alcocer, quien impartía la cátedra de Astronomía. Éste impulsó la ingeniería exigiendo mayores prácticas en Topografía, Geodesia, Hidromensura, Ensaye y Beneficio de minerales, subvencionadas por el estado para mejorar el nivel de los estudiantes. Un par de años después, Alcocer vendió su colección de piedras minerales para mejorar el muestrario del Colegio, además de respaldar la profesión ingenieril encargando otros minerales en Europa y aparatos en Francia, destinados a mejorar los laboratorios científicos del Colegio, así como libros para ampliar la base documental de la biblioteca.¹¹ La adquisición de libros, diccionarios, tratados, manuales, informes, revistas y maquinaria, constituyeron un elemento relevante en la transmisión de los conocimientos más modernos.

En la Escuela Nacional de Ingenieros, perteneciente a El Colegio de Minería de la ciudad de México, se ofrecían hacia 1869 las clases de Geometría analítica, Álgebra superior, Cálculo infinitesimal, Geometría descriptiva, Topografía, Dibujo topográfico, Mecánica analítica e industrial, Estereotomía, Geodesia, Hidrografía, Física, Dibujo geográfico, Mecánica aplicada a las comunicaciones, Química aplicada y análisis químico, Dibujo de máquinas, Mineralogía, Geología, Paleontología, Caminos comunes y de hierro, Conocimiento de materiales de construcción, Puentes, Canales y obras en los puertos, entre otras.¹² Un elemento a resaltar es que el plan de estudios en Guanajuato contemplaba el aprendizaje de idiomas, mientras que en la ciudad de México no se le otorgaba gran importancia. Además en Guanajuato se contaba con minas cercanas para las prácticas, a diferencia del Colegio de Minería que debía mandar a sus estudiantes a Fresnillo o Pachuca.¹³

¹¹ Lanuza, 1924, pp. 253, 262, 279-283.

¹² Archivo del Palacio de Minería (en adelante APM), Libros de la Escuela Nacional de Ingenieros, Documentos Oficiales, ML95A, 1869.

¹³ En ocasiones el Colegio sufrió problemas económicos que impidieron que la escuela de Fresnillo cumpliera los objetivos de su establecimiento, incluso se pensó establecer una escuela de prácticas en Guanajuato, pero no se instaló y los estudiantes de México muchas veces sólo contaron con estudios teóricos. Flores Clair, 1989, p. 208.

El Colegio se transformó en El Colegio del Estado a partir de 1870, año en el cual el plan de estudios comprendía 32 cátedras,¹⁴ y se ofrecían las carreras de ingeniero de minas, topógrafo, beneficiador y ensayador de metales. Ese colegio funcionó y tuvo la misma racionalidad que los institutos científicos y literarios establecidos en México en esa época. El plan de estudios comprendía Primeras matemáticas (Aritmética, Álgebra, Geometría y Trigonometría rectilínea); Segundas matemáticas (Trigonometría plana y esférica, Geometría de dos y tres dimensiones y Series); Terceras matemáticas (Ecuaciones de grado superior, Cálculo infinitesimal y geométrico); Dibujo lineal, topográfico y de máquinas; Mecánica racional y aplicada; Topografía y geodesia; Química mineral y elementos de orgánica; Física, mineralogía, Análisis químicos y docimasia; Explotación de minas, Metalurgia, Geología, Paleontología, Inglés, Alemán, y dos años de prácticas en las minas.¹⁵

Entonces, la financiación del Colegio era por parte del gobierno estatal, pagando sueldos de catedráticos y otros empleados, gastos de prácticas de minas, colegiaturas (36 becas de \$150 cada una), así como aparatos y útiles para las clases.¹⁶ A mediados de la década de 1870 se apoyaba a algunos estudiantes para continuar los estudios en la ciudad de México, particularmente de los pocos inscritos en la cátedra de Laboreo de minas y geología, aunque para 1874, el Colegio de Minería estuvo a punto de cerrar por el poco número de alumnos inscritos.¹⁷

¹⁴ Florencio Antillón, *Memoria leída por el C. Gobernador del Estado Libre y Soberano de Guanajuato, general Florencio Antillón, en la solemne instalación del quinto Congreso Constitucional, verificada el 15 de septiembre de 1873*, México, Imprenta de Ignacio Escalante, 1875.

¹⁵ La docimasia se encarga de hacer pruebas a los minerales para determinar los metales que contienen. Carmelo Alvarado Hernández, *Tesis profesional, Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas y Metalurgista en la Escuela de Ingeniería de Minas de la Universidad de Guanajuato*, Guanajuato, Universidad de Guanajuato, 1973, pp. 9-10.

¹⁶ Antillón, 1875.

¹⁷ Bazant, 1984, p. 254.

Así que se pueden encontrar alumnos que pertenecían a familias con una posición económica importante, que generalmente tenían intereses en el sector, ya fuese con la pertenencia de acciones en alguna empresa minera de diversa envergadura o por medio de la copropiedad de alguna hacienda de beneficio, que podía estar articulada horizontalmente con el proceso extractivo. Uno de los elementos de importancia para la formación era el financiamiento para los estudiantes que no gozaban de recursos; a estos alumnos considerados merecedores, es decir, “distinguidos” en sus calificaciones, se les otorgaba una beca de inscripción, así como estancias gratuitas en el internado.¹⁸

En 1880 se realizaron reformas significativas en el Colegio y se ampliaron las perspectivas de diversas áreas que apoyaban una formación más especializada y la vinculación con otras instituciones. Se amplió la biblioteca y se incrementó el acervo con 730 volúmenes, la mayoría adquiridos de bibliotecas particulares como la del Lic. Octaviano Muñoz Ledo, del Dr. Jorge Cheyene y del Lic. Félix Villalobos. Por otra parte se construyó el Observatorio Meteorológico que transmitía diariamente a la central del Ministerio de Fomento, manteniendo relaciones con los observatorios del Instituto Smithsonian en Washington, Montsouris en París, Goettingen y Hamburgo en Alemania, otros en Londres, Roma y Nápoles.¹⁹

Las materias que se impartían en 1899 eran Latín, Francés, Inglés, Matemáticas, Física, Química mineral y orgánica, Análisis químico, Mineralogía, Geografía, Teneduría de libros, Geología y paleontología, Dibujo topográfico, Topografía e hidromensura, Dibujo de máquinas, Geometría descriptiva, Dibujo arquitectónico, Mecánica general y aplicada, Hidrología y construcción, Conocimiento de materiales de construcción, Construcción práctica, Explotación de minas, Metalurgia, Lógica, Geología litológica y delineación, ade-

¹⁸ El Colegio de Minería ofrecía becas a estudiantes provenientes de otros estados o eran apoyados por el gobierno del lugar de origen, también enviaba a los mejores alumnos a perfeccionarse al extranjero. Bazant, 1984, p. 254.

¹⁹ Francisco Z. Mena, *Memoria leída por el C. Gobernador del Estado Libre y Soberano de Guanajuato, general Francisco Z. Mena, en la solemne instalación del noveno Congreso Constitucional, verificada el 15 de septiembre de 1880*, Guanajuato, Imprenta del Estado, 1881.

más de las constantes prácticas.²⁰ La diferencia de formación en la Escuela de Ingenieros de México es que primero fue más teórica por la influencia francesa; en 1882 intentaron hacerla más práctica por influencia estadounidense, para aumentar las capacidades de los alumnos.²¹ En cambio en Guanajuato siempre fue importante la práctica por la cercanía de las minas donde aplicar los conocimientos, incluso alumnos de México hacían sus prácticas en las minas más importantes de Guanajuato. Esta conjunción de los conocimientos teóricos y prácticos demostraba “la aceptación que en toda la República han tenido y tienen los Ingenieros de Guanajuato”.²²

Un aspecto de importancia es que la formación en la ingeniería minera en Guanajuato es que fue pensada para contribuir en la inserción de los egresados en áreas de desempeño mucho más amplias, no sólo en la minería y metalurgia. Se habla inicialmente de su incorporación a los cuadros de docentes en la propia institución del Colegio del Estado, quienes más adelante contribuyeron a introducir nuevas ingenierías, como la civil y la eléctrica, así como al desarrollo de obras de infraestructura.

Por ejemplo, en diciembre de 1880 se instituyó la carrera de ingeniero civil,²³ pero con la característica de que la mayoría de las materias pertenecían al plan de estudios de la Ingeniería de minas. Una respuesta a ese hecho, es que durante mucho tiempo los ingenieros civiles desarrollaron prácticas propias de ingenieros de minas, como en la Escuela Práctica de Metalurgia y Labores de Minas de Pachuca, instalada desde 1877 por Ignacio Ramírez, entonces ministro de Justicia e Instrucción Pública.²⁴

Para la década de 1900 se abrió la carrera de ingeniero electricista y mecánico, respondiendo a las necesidades cambiantes y a

²⁰ Archivo General del Estado de Guanajuato (en adelante AGE), Secretaría de Gobierno, Gobierno, Primer Departamento, Títulos Profesionales 1.18.105, exp. 2, 23-12-1899.

²¹ Bazant, 1984, p. 256.

²² Luis P. Bustamante, *El Colegio del Estado. La supresión de los cursos profesionales*, Guanajuato, Imprenta de J. Palencia, 1904, p. 12.

²³ AGE, Secretaría de Gobierno, Decreto 19, 8 de diciembre de 1880.

²⁴ Esta escuela desapareció en 1909 porque la enseñanza no era satisfactoria. Bazant, 1984, p. 257.

la implementación de tecnología. El primer año comprendió Física matemática, Termodinámica, Electricidad y electrometría y Mecánica aplicada; el segundo año, Electricidad y aplicación de la electricidad, Dibujo de máquinas, además de las clases sobre obras materiales y minas.²⁵ La inserción de estudios sobre la electricidad estuvo ligada al desarrollo tecnológico en la minería en Guanajuato, impulsado por el uso de electricidad en labores de desprendimiento del mineral, de extracción del material por los tiros y en los sistemas de beneficio con la introducción del sistema de cianuración, de tal manera que la demanda de mayores conocimientos y especialistas en la materia es una realidad de principios del siglo xx.

Los ingenieros mineros y diversas actividades

El contacto con los problemas en el espacio de la producción, y la relación con los expertos que llevan a cabo la dirección técnica y administrativa, son relevantes para la incorporación de ingenieros en proyectos de mediana y gran envergadura en diversas actividades, así como para su prestigio social.

Se puede constatar que desde la década de 1860²⁶ en las escuelas de la ciudad de México, se cursaban asignaturas para conocer los adelantos tecnológicos indispensables en el proceso de conducción de nueva tecnología y para la producción mineral; también sobre obras de infraestructura material como presas, vías de comunicación y puertos. Es sobresaliente que el Colegio del Estado promovió la formación y la práctica desde muy temprano, a diferencia de la ingeniería de minas de la ciudad de México.

Desde el primer año de educación en Guanajuato los estudiantes hacían prácticas en minas, en la Casa de Moneda y en haciendas de beneficio, durante seis meses o hasta dos años, dirigidos por sus

²⁵ AGEG, Secretaría de Gobierno, Decretos, exp. 27, carp. 76, caja 8. En México la carrera de ingeniero electricista se abrió en 1889. Jorge Tamayo, *Breve reseña de la Escuela Nacional de Ingenieros*, México, Armando Escanero, 1958, p. 53.

²⁶ APM, Libros de la Escuela Nacional de Ingenieros, Documentos Oficiales, ML95A 1869.

profesores, para las cuales debían aplicar conocimientos sobre topografía, geodesia, hidromensura, ensaye, beneficio de minerales, nivelación, avalúos, geodesia, astronomía, mecánica, meteorología, geología, paleontología, entre otras. De entre los ingenieros de minas que se dedicaron a la educación de nuevas generaciones de ingenieros durante el Porfiriato, se encuentran diversos nombres, como Juan N. Contreras, Ponciano Aguilar, Rodrigo Castelazo, Andrés Bravo, Luis Long, entre otros más.

Las prácticas también cambiaban, pues se hacían en talleres de los ferrocarriles para conocer su funcionamiento, y en las plantas hidroeléctricas, donde se observaba la aplicación de la tecnología y se hacían propuestas sobre su posible adaptación al medio. Lo importante en este sentido es prestar atención al hecho de que los ingenieros de minas siguieron impartiendo las clases, asesorando las prácticas y aplicando los exámenes de titulación para los ingenieros mecánicos y eléctricos.²⁷

El ingeniero Ponciano Aguilar estuvo comisionado en muchas obras públicas.²⁸ En 1876 fue llamado por Sullivan para auxiliar en el trazo de las vías en la línea férrea de Celaya a León, siendo nombrado jefe de la Comisión de Ingenieros para dirigir los trabajos. En 1881 formó parte del grupo de ingenieros del Ferrocarril Central en la construcción del ramal a Guanajuato. De manera particular se ocupó de las vías del tranvía del Cantador a la Presa de la Olla, así como de algunas mejoras al jardín del Cantador. Hizo estudios para la apertura del camino de Santa Rosa a Valenciana. Descubrió un nuevo procedimiento para analizar y determinar los minerales; es uno de los directores técnicos que aprovechó la coyuntura tecnológica en el procesamiento de minerales, maximizando “los desperdicios de tiempos pasados (que) nos proporcionan ahora altos rendimientos”.²⁹ Destacó por sus investigaciones en la minería,

²⁷ AGE, Secretaría de Gobierno, Primer Departamento, Títulos Profesionales 1.18.105, exp. 5, 23-03-1912.

²⁸ Aurora Jáuregui de Cervantes, *Ponciano Aguilar y su circunstancia*, Guanajuato, La Rana, 2002, pp. 14-20.

²⁹ Adolfo Dollero, “México al día (1908)”, Isauro Rionda Arreguín (selección y textos introductorios), *Testimonios sobre Guanajuato*, Guanajuato, Gobierno del Estado de Guanajuato, 1989, pp. 151-187.

donde descubrió una piedra que llamó aguilarita (por su apellido) en la mina de San Carlos, compuesta de selenio, azufre y plata.³⁰

Desde 1883 había sido nombrado por el Ayuntamiento como ingeniero encargado de obras públicas, donde trabajó para la restauración de edificios, cañerías y el panteón municipal, entre otras obras.³¹ Por otra parte, se le atribuye el proyecto de la presa de la Esperanza —que se había comenzado en 1887— junto con el ingeniero de minas Ignacio G. Rocha. Intervino como “ingeniero del gobierno” en el túnel del Coajín o Porfirio Díaz para evitar las inundaciones de la ciudad, sobre todo la catástrofe padecida en 1905 y se terminó hacia 1908.³² Organizó la canalización de las aguas de la laguna de Yuriria para regar las tierras cercanas.³³ Ponciano Aguilar fue uno de los destacados ingenieros de minas de Guanajuato, según algunos: “profesionista de muchos méritos, especialmente en negocios mineros y trabajos de hidrografía”.³⁴

Como en el caso de Aguilar, muchos otros expertos e ingenieros dirigieron proyectos ingenieriles respecto a obras de infraestructura asociadas a la minería, por ejemplo, las del ferrocarril. En 1880 se concede la concesión para construir un tranvía en Guanajuato con tracción animal, de Marfil (estación del tren) a la Presa de la Olla, con ramales a los minerales de Cata, Rayas, Sirena, Valenciana, Mellado, entre otros. O la concesión otorgada el 12 de agosto de 1900, al ingeniero Octaviano B. Cabrera, para construir un ferrocarril con su telégrafo y teléfono, de la hacienda de El Bozo, en San Luis Potosí, al Mineral de Pozos.³⁵

Los ingenieros de minas fueron consultados para emprender todo tipo de obras. Varios ocuparon puestos importantes en compañías mineras, como directores de obras, administradores o geren-

³⁰ En 1871, el ingeniero Vicente Fernández descubrió otro mineral al que llamó Guanajuatita, compuesto de selenio de bismuto y luego con su alumno Severo Navia, descubrió la silaonita, un subseleniuro. Lanuza, 1924, pp. 273-274.

³¹ Dollero, 1989.

³² Joaquín Obregón González, *Memoria de gobierno de Joaquín Obregón González, 1908*, Guanajuato, documento mecanografiado, 1908.

³³ Alvarado, 1973, pp. 28-29.

³⁴ Jáuregui, 2002.

³⁵ AGEF, Secretaría de Gobierno, Decretos, caja 8, exp. 22, carp. 76.

tes.³⁶ Realizaron investigaciones científicas innovadoras en su área, mejorando la tecnología nacional e importada, fenómeno detectado inicialmente en los estudios realizados para la titulación, como mediciones, nuevas técnicas y tecnología utilizadas en la minería y metalurgia, y más adelante en la publicación de sus trabajos en revistas especializadas. Los ingenieros de Guanajuato estuvieron en constante contacto con los de la Escuela de Minería de la ciudad de México y también participaron en innovaciones en conjunto.³⁷

Capitalización y circulación de experiencias y conocimientos

Durante el periodo que nos ocupa, encontramos que los conocimientos en la dirección técnica y empresarial estaban fundamentados de alguna manera en el desarrollo de la empresa de tipo familiar, y en otros proyectos en los que participaban inversores y expertos ingenieros, cimentados en una red de alianzas e intereses.

En este momento encontramos expertos con un alto prestigio social como mineros, muchos de ellos con conocimientos adquiridos a través de la experiencia, que se traducen en un capital minero intangible. Ganaron renombre a través de su permanencia y éxito, ya fuera en las labores de exploración, de extracción y/o metalúrgicas, y no sólo por medio de títulos o credenciales oficiales, pero

³⁶ Francisco Antúnez Echegaray, *Monografía Histórico Minera del Distrito de Guanajuato*, México, Consejo de Recursos no Renovables, 1964; Francisco Meyer Cosío, *La minería en Guanajuato (1892-1913)*, Michoacán, El Colegio de Michoacán/ Universidad de Guanajuato, 1998; Moisés Gámez, *De crestones y lumbreras. Propiedad y empresa minera en la Mesa Centro-Norte de México. Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas, 1880-1910*, México, El Colegio de San Luis, 2011.

³⁷ En 1862, el ingeniero Manuel Contreras, quien había estudiado en la ciudad de México pero trabajaba entonces en Guanajuato, y Federico Farrugia y Manly, quien residía en Pachuca, solicitaron al Ministerio de Justicia y Fomento un privilegio exclusivo para un sistema de invención que ponía en movimiento toneles, maderas, y otros bienes, sobre carriles de fierro. Santiago Ramírez, *Datos para la historia del Colegio de Minería*, México, Sociedad de exalumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, 1932, p. 433.

revelan hábitos y prácticas ingenieriles, producto de su larga experiencia. Son importantes en su labor desempeñada como grupo con injerencia en la difusión de la ciencia y la técnica, por medio de la experiencia, la acumulación y la circulación de conocimientos.

Para el análisis aquí desarrollado es útil examinar la publicación de textos en revistas que favorecieron la circulación de técnicas en la extracción, pero primordialmente en la metalurgia. Estamos hablando de lo publicado en revistas como *El Minero Mexicano*, *The Mexican Mining Journal*, *Revista de Minas*, *Metalurgia*, *Mecánica y de las Ciencias de la Aplicación de la Minería*, *Anales de la Sociedad Humboldt*, *Boletín Minero*, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, entre otras.³⁸

Sobresale *Anales de la Minería Mexicana*, una revista mensual publicada por antiguos profesores de la llamada Escuela Práctica de Minas de Guanajuato, financiada por el gobierno del estado. El proyecto corresponde a 1861, con la colaboración de Miguel Vázquez de León, Pascual Arenas, Juan Cecilio Barquera, Carlos Barrón y Diego Velázquez de la Cadena.³⁹ La línea editorial era la traducción y la redacción de memorias y trabajos publicados por científicos como Juan Burkart, consejero privado de minas del rey de Prusia y estudioso de la minería mexicana; James Nipier, ensayador de la Casa de Moneda de Guanajuato; entre otros. Los redactores se declararon en favor de la ciencia y de los conocimientos técnicos como único medio de lograr la prosperidad de esta industria minera.

En la década de 1870 se formó en Guanajuato la Sociedad Guajuatense de Ingenieros, que responde en buena medida al avance científico, al incremento de medios impresos especializados en ciencia y tecnología, a los móviles de su difusión, a los intereses de los empresarios por aglutinarse y a los del Estado por promover

³⁸ Rafael Aguilar y Santillán, *Bibliografía geológica y minera de la República Mexicana, formada por Rafael Aguilar y Santillán, profesor en la Escuela Militar y en la Escuela Normal para Profesores, Socio fundador y secretario propietario de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1898.

³⁹ Martha Celis de la Cruz, *Publicaciones periódicas mexicanas del siglo XIX, 1856-1876: Fondo Antiguo de la Hemeroteca Nacional de México, parte 1*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2003, pp. 56-57.

Si bien es cierto que la gráfica muestra que solamente 4% de los accionistas de las diversas empresas eran ingenieros de minas y topógrafos, a simple vista podría parecer poco representativo, pero es que entre 1867 y 1908 se titularon sólo 66 ingenieros de minas, topógrafos y metalurgistas.⁴¹ Lo evidente es que en ese periodo comienza a despuntar con mayor énfasis la participación accionaria de los ingenieros, en buena medida surgidos de El Colegio del Estado, que egresaron a partir de las reformas implementadas desde finales de la década de 1870. Sobresale el porcentaje de aviador, beneficiador de metales, minero, incluso de operario de minas, revelando un periodo transitivo en el que tanto los expertos como los ingenieros están representados en las carteras accionarias. También se distingue la cantidad de comerciantes, aunque en buena medida existía la tradición de registrarse ante notario como comerciante, aunque estuviera involucrado de lleno en la minería, aunada a sus actividades comerciales, muchas de ellas asociadas al suministro de insumos a las minas y a las haciendas de beneficio, y a la comercialización de los minerales en sus diferentes etapas.

Por otro lado, ese porcentaje de ingenieros tiene una relación estrecha con la creciente incorporación de los ingenieros en la dirección técnica y gerencial de empresas importantes en Guanajuato, y no sólo en la cartera accionaria como el resto de los participantes. Así, manejaron negociaciones mineras, como el ingeniero Pablo Orozco, encargado de las minas de Purísima y Santo Niño.⁴² Varios de ellos denunciaron minas para explotarlas o unir las a otras compañías mineras en las cuales fueran socios o gerentes, como Francisco Reynoso y Juan I. Parkman.⁴³

⁴¹ Además hubo 29 ingenieros topógrafos e hidromensores; eran menos comparados con los abogados que fueron 210 en el mismo periodo. Habría que sumar los alumnos que terminaron los estudios y no se titularon y los que tomaron algunas clases sobre ingeniería para completar su experiencia práctica. Lanuza, 1924, pp. 402-411. En 1877 en la Escuela de Ingeniería de México había inscritos 215 alumnos, de los cuales sólo 18 eran ingenieros de minas. Alberto Moles Batllell et al., *La enseñanza de la ingeniería mexicana, 1792-1990*, México, SEFI/UNAM, 1991, p. 156.

⁴² Archivo Histórico de Guanajuato (en adelante AHG), Minería, caja 19, Carp. Diputación de minería 1781-1890.

⁴³ AHG, Minería, caja 19, carp. Diputación de minería 1781-1890.

Uno de los ingenieros de minas que nos interesa tratar en este trabajo, es Ignacio Ibargüengoitia, nacido en Guanajuato en 1840. Comenzó a invertir en la minería desde 1860⁴⁴ como accionista y aviador, a diferencia de su padre y abuelo, quienes comenzaron en el comercio, lo que constituye una variante en los procesos de acumulación de capital económico asentado regularmente en el comercio y, sobre todo, en la acumulación de experiencias, conocimiento y capital social relacional.

Ibargüengoitia sobresale por su capacidad en la dirección técnica y administrativa, para la cual mostró capacidades en la organización de empresas que aglutinaban a los expertos e ingenieros de Guanajuato. Es elemento fundamental en la gestión de la Compañía Guanajuatense-Zacatecana, creada en 1876 para arrendar las casas de moneda de Guanajuato y Zacatecas, constituida mediante un préstamo de 400 000 pesos obtenido del gobierno federal,⁴⁵ que estableció la junta directiva en la ciudad de Guanajuato. Ibargüengoitia participó con 10 000 pesos en acciones, reforzando las redes con el resto de los mineros expertos e ingenieros que también invirtieron en ella.⁴⁶

Ignacio Ibargüengoitia sobresalió por sus actividades mineras como gerente, tesorero y accionista de la mina de San Juan de Rayas.⁴⁷ Los datos sobre producción de las minas que dirigía Ibargüengoitia señalan que en 1886 Santa Rita, El Refugio y San Juan

⁴⁴ Carlos Ibargüengoitia y Chico, *Familias Guanajuatenses, estudio genealógico de las familias Ibargüengoitia, Chico, Cumming, Sánchez del Villar-Brockmann-Langenscheidt, Valenzuela*, Guanajuato, el autor, 1975.

⁴⁵ Fernando Matamala, "El fondo de la Casa de Moneda de Zacatecas en el Archivo Histórico de la Casa de Moneda de México", *América Latina en la Historia Económica*, vol. 19, 2003, p. 47.

⁴⁶ La concesión terminó en 1900, pero la casa siguió trabajando hasta 1905. Gámez, 2011.

⁴⁷ Manuel Muñoz Ledo, *Memoria leída por el C. Gobernador del Estado Libre y Soberano de Guanajuato, licenciado Manuel Muñoz Ledo, en la solemne instalación del décimo Congreso Constitucional, verificada el 15 de septiembre de 1882*, Guanajuato, Imprenta del Estado, 1882; Pablo Rocha y Portu, *Memoria leída por el C. Gobernador Interino del Estado Libre y Soberano de Guanajuato, general Pablo Rocha y Portu, en la solemne instalación del 11º Congreso Constitucional, verificada el 15 de septiembre de 1884*, Guanajuato, Imprenta del Estado, 1885, cuadro 103.

produjeron 6981 cargas, que representan poco menos de 7% de la producción total de ese año,⁴⁸ además de contar con participación accionaria en otras empresas.

Una de las principales actividades directrices técnicas y administrativas de la gerencia de Ibargüengoitia en la negociación de Rayas fue proponer una nueva estrategia de explotación en 1884, debido a los problemas ocasionados por la baja ley de los minerales y los altos costos de producción:

desearía que la junta resolviera: que se bajen las condiciones de maquila, a precios de plaza; que se le faculte para hacer algunas economías en los gastos de administración y arreglar ésta de la manera más conveniente, y que se le autorice para imponer exhibiciones que se necesiten a los parcioneros.⁴⁹

La respuesta de los propietarios respaldó su propuesta. En 1886 promovió mejoras en el desagüe de los tiros, mediante la compra de un malacate con dos máquinas de vapor para desaguar y extraer el metal en la mina de Rayas, pedido a la Union Iron Works de San Francisco, California.⁵⁰ Según sus cálculos, una máquina de vapor hacía el trabajo de ocho malacates antiguos, que tendrían un costo de 1600 pesos, mientras que el de la máquina era de 900 pesos.⁵¹

Mantuvo relación estrecha con expertos mineros guanajuatenses, uniendo activos para la explotación conjunta que implicó uso de tecnología moderna, como en la Compañía Minera La Concordia, que integró a las minas de Mellado, Rayas y Anexas en 1886. Dicha unión obedeció a límites indefinidos en los fundos. Lo interesante es que se asumieron los pactos de avío que tenía cada fundo y sus dependencias, para solventar los problemas de propiedad de cada fundo.⁵²

⁴⁸ Manuel González, *Memoria leída por el C. Gobernador Constitucional del Estado Libre y Soberano de Guanajuato, el 15 de septiembre de 1886*, México, Imprenta de El Gran Libro, 1887, cuadro 79.

⁴⁹ AGE, Supremo Tribunal de Justicia, Juzgado Civil, caja 129, exp. 6, 1884-1885.

⁵⁰ Guadalupe Nava Oteo, "La Minería", *Historia Moderna de México*, México, Hermes, 1973, p. 275.

⁵¹ AGE, Supremo Tribunal de Justicia, Juzgado Civil, Caja 129, exp. 6, 1884-1885.

⁵² AGE, Registro Público de la Propiedad, Libro de Minas, t. 3, reg. 5, 01-07-1893.

Se asoció en varias ocasiones con ingenieros destacados, como Juan N. Contreras, y amplió sus intereses a centros mineros de estados circunvecinos. Sus redes de intereses en la dirección técnica y administrativa también reflejan la organización más tradicional. En 1900 la Central Compañía Minera y Beneficiadora de Metales S. A. fue integrada por Ignacio, su esposa Ángela Cumming y los hermanos de ésta, Alejandro y Eduardo, mostrando que coexisten las formas de organización tradicional, en cuya base prevalecen los lazos familiares, pero en empresas en las cuales se aplica tecnología moderna. Ibargüengoitia también estuvo estrechamente relacionado con su cuñado Ramón Alcázar, quien destacó por sus conocimientos prácticos mineros, con amplio reconocimiento y capacidad en la dirección técnica y gerencial.

Las actividades de Ibargüengoitia giraron alrededor de la compraventa de acciones, avíos y traspaso de derechos. Destaca la Compañía Minera y Beneficiadora de Metales del Cedro y Anexas, S. A., en la que hacia 1901 era presidente, donde usaban máquinas de vapor para la extracción del mineral. Realizó gestiones para la transformación organizacional de empresas de sociedades comanditarias a sociedades anónimas, reestructurando la organización interna y la producción con la inserción de tecnología y máquinas de vapor.

La gestión empresarial y la dirección técnica lo condujeron al naciente sector eléctrico en Guanajuato y otros estados. Es significativo que en 1900 formó una sociedad anónima con Ricardo Rubio, la testamentaria de Francisco de P. Castañeda y otros, bajo la razón social de Compañía de Alumbrado Eléctrico y Fuerza Motriz de Linares, en Nuevo León, en la que fue miembro del consejo de administración.⁵³

Independientemente de su desempeño técnico y gerencial, Ibargüengoitia continuó con sus actividades de prestamista para financiar la minería y otros proyectos, como el otorgado a Eusebio Rojas para desarrollar una vía férrea (concesión de 1900) para unir su propiedad de San Gregorio con la estación de Marfil, donde explo-

⁵³ AGE, Notarios, Luis G. López, libro 29, 2ª sem., escritura 32, 18-12-1900.

taba madera y había un fundo minero. Al nacer la banca de emisión en Guanajuato, se incorporó como accionista importante.

Participó en la política desde joven, como diputado del estado y de minería, además como regidor y procurador en el Ayuntamiento en el área de coches, hacienda, instrucción pública, paseos y jardines, policía, fomento, tranvías, entre otros, debido en buena medida a su formación ingenieril y al desarrollo de las capacidades gerenciales innovadoras. Es evidente cómo la configuración de redes económicas y sociales también posibilita la construcción de redes políticas, en las cuales se crean espacios en que se aplican conocimientos ingenieriles destinados a la creación de infraestructura.

Otro personaje a destacar en este trabajo es Francisco Glennie, de origen inglés, que junto con Roberto y Federico, se incorporó a la Compañía Unida de Minas de Londres en Guanajuato, establecida desde 1831.⁵⁴ Roberto Glennie fue director de la Compañía Unida de Minas en 1845 y contrató el avío de la mina de Rayas, una de las más ricas en minerales.⁵⁵ Los miembros de la familia formaron parte del consejo administrativo y fueron directores generales.

Al igual que Ibargüengoitia, se relacionaron con los negocios de la familia Pérez Gálvez y Rul, administrando las minas y haciendas de beneficio,⁵⁶ aunque a la par se dedicaron a la compraventa de fundos mineros, actividad elemental para la configuración de sus redes con los empresarios mineros más afamados.

Es destacable que en las empresas de la familia encabezada por Juan de Dios Pérez Gálvez se empezaron a incorporar tempranamente administradores asalariados: Guillermo C. Jones, Federico Glennie e Ignacio Z. y Zavaleta. La lógica de ese hecho radica en la magnitud de las propiedades de la familia, imposibles de administrar por una sola persona, así como en la racionalidad empresarial.

Miguel Rul quedó a cargo de la empresa familiar en 1868, al heredar el mando de su tía Francisca de Paula Pérez Gálvez. Más

⁵⁴ AHG, Protocolo de Cabildo, libro 133, escritura 109, 24-10-1831.

⁵⁵ AHG, Protocolo de Cabildo, libro 147, escritura 78, 24-04-1845; libro 147, escritura 95, 19-05-1845.

⁵⁶ AHG, Protocolo de Cabildo, libro 144, escritura 22, 23-02-1842.

tarde se radicó en la ciudad de México y dejó la dirección técnica a Francisco Glennie, quien desde 1865 le reportó los trabajos y beneficios obtenidos.⁵⁷ Una explicación de la contratación de directores técnicos y administrativos puede identificarse en la mentalidad de Rul, quien para la época sostiene la no intervención del Estado en la empresa, pero sí su subvención, proponiendo la creación de un banco minero, que exige la necesidad de realizar “exploraciones científicas” en los centros mineros del país, con la finalidad de hacer explotaciones más sistémicas y con el objetivo de tener más certeza basada en el conocimiento de los recursos minerales.⁵⁸

En 1870 Francisco Glennie, como director técnico de la Casa Rul, aplicaba su amplio conocimiento ingenieril haciendo predicciones e informes sobre derrumbes a la Diputación de Minería, con la finalidad de salvaguardar su posición ante el ámbito técnico-científico, “para que se examinen científicamente las labores de la mina y las obras de fortificación [...] a fin de poner en práctica las medidas que se consulten como más adecuadas para evitar el mal si es posible”.⁵⁹

La Diputación de Minería nombró como peritos valuadores al ingeniero Ignacio G. Rocha, entonces presidente de la Diputación de Minería del estado, y a Flavio Lobato. Según su informe, se consideraron acertadas las predicciones y cálculos del ingeniero Glennie.

En este punto hay que hacer mención de la aportación del ingeniero de minas Francisco Glennie, en 1873, con el invento de los toneles Glennie cuando era administrador de la Casa Rul en los yacimientos de la Veta Madre, en Guanajuato.⁶⁰ Glennie decía que el sistema para desaguar las minas basado en el uso de malacates mo-

⁵⁷ AHG, Protocolo de Cabildo, libro 169, escritura 34, 22-03-1867.

⁵⁸ Miguel Rul, *Proyecto para desarrollar los trabajos de la Sociedad Mexicana de Minería*, México, Imprenta de Ignacio Cumplido, 1883.

⁵⁹ AHG, Minería, caja 19, carp. Diputación de Minería 1781-1890.

⁶⁰ Francisco Glennie, “La Minería en el Distrito de Guanajuato”, *Boletín de la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros*, II, 1889, pp. 9-14; Francisco Glennie, “Observaciones sobre el desagüe de las minas. Máquinas de columna de agua”, *El Minero Mexicano*, II, 1874-75 (23); y Miguel Rul, “Toneles Glennie”, *Boletín de la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros*, 1888-89, vol. 1, pp. 66-73.

vidos por caballos era muy costoso, de tal manera que solamente podían usarse en las minas con altas leyes minerales. El invento de los toneles sustituyó la técnica de desaguar por medio de botas de cuero o piel sin curtir. Esos toneles tomaban agua con rapidez por medio de una válvula localizada en el fondo, para ascender con velocidad a través de cables-guías, desplazándose con facilidad y sin derramar el líquido; también estaban adaptados para vaciar el contenido. El uso de toneles se retomó en otros centros mineros, constituyendo una de las contribuciones más relevantes de Guanajuato.⁶¹

La carrera de Francisco como ingeniero de minas estuvo trazada por la dirección técnica y administrativa: figuró como miembro de sociedades de conocimiento como la Sociedad Minera Mexicana –desaparecida en 1877– y la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros,⁶² agente de negocios mineros, perito, financiero y con injerencia en el ámbito político –diputado local.

También participó en los proyectos de infraestructura con la instalación de vías férreas –1877– en la Junta Directiva del Ferrocarril de Celaya a León, en la cual, como era usual, se integraba con empresarios locales como Franco y Felipe Parkman, Gregorio Jiménez, Francisco Glennie y Francisco de Paula Castañeda.⁶³

Se desempeñó como empresario industrial –fabrica jabón, velas y almidón, de 1886 a 1902–, aunque sólo como inversionista y no director de trabajos técnicos. Sin embargo, esa industria estaba estrechamente ligada a la minería, pues las velas se usaban para la iluminación interna de los tiros.

A partir de 1887 Glennie se separó de la dirección de la Casa Rul por razones de salud, pero la relación entre ambos nunca se rompió,⁶⁴ continuando presente en el consejo de administración, donde

⁶¹ AHG, Protocolo de Cabildo, libro 176, escritura 147, 20-09-1874.

⁶² Óscar Sánchez Rangel, *La empresa de minas de Miguel Rul (1865-1897), inversión nacional y extracción de plata en Guanajuato*, Guanajuato, La Rana, 2006, p. 187.

⁶³ *Periódico Oficial del Estado de Guanajuato*, 30 de agosto 1877.

⁶⁴ Óscar Sánchez Rangel, “La última etapa de una empresa minera familiar en Guanajuato. La antigua Casa Rul (1898-1903)”, *II Congreso Internacional de Historia e Historiografía Guanajuatenses. Homenaje a Miguel León-Portilla, septiembre 6 y 7 de 2007*, Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Disco Compacto, 2007.

su opinión era considerada para la toma de decisiones. A partir de 1888 emprendió empresas mineras con su hijo Enrique, igualmente ingeniero de minas, topografía y metalurgia, titulado en El Colegio del Estado en 1887. En la búsqueda de soluciones a problemas técnicos como la necesidad permanente de agua para la metalurgia, Glennie llevó a cabo el proyecto de una presa en el río de La Esperanza,⁶⁵ usando las afluentes de un río cercano a la mina Valenciana. Pero fue el gobierno del estado quien terminó el proyecto de la construcción de la presa Manuel González o Esperanza,⁶⁶ que se concluyó en 1893 con un gasto de 350 000 pesos.⁶⁷

A la muerte de su padre en 1896, Enrique heredó los libros, instrumentos y colección de piedras minerales de su propiedad. Siguió la tradición de su padre en la compraventa de acciones, la dirección técnica y gerencial, y en la Negociación Minera La Esperanza, S. A., que complementó con la inversión en propiedades agrícolas, como los ranchos de San Vicente y Guadalupe, en Irapuato y La Paz, en Guanajuato, donde la producción de granos requería una inversión mucho mayor que los negocios mineros, por lo que la compartió con otros socios.

El nuevo siglo definió otro momento, en el cual los ingenieros egresados del Colegio se incorporaron a la dirección técnica y a las juntas directivas o consejos de administración. Según las evidencias empíricas, sobresalen casos en los que en más de una compañía minera un ingeniero figuró como director de trabajos o de mina y como presidente de consejo de administración. En este sentido, existe una relación positiva entre el número de nuevas empresas mineras y metalúrgicas registradas en Guanajuato, con la frecuencia de los ingenieros en los consejos de administración y en la dirección técnica. Estas evidencias apoyan en buena medida el supuesto de un tránsito.

⁶⁵ AHG, Protocolo de Cabildo, libro 197, escritura 53, 10-05-1887.

⁶⁶ AGE, Secretaría de Gobierno, Decreto 24, 12 de mayo de 1887.

⁶⁷ Crispín Espinosa, *Efemérides guanajuatenses o sea nuevos datos para contribuir a la formación de la historia de la ciudad de Guanajuato*, Guanajuato, Imprenta del Comercio, 1920.

Conclusiones

Este trabajo aborda la formación y el desempeño de los ingenieros en la minería y metalurgia de Guanajuato, aunada a los expertos prácticos. La innovación técnica especializada se vio reflejada en las técnicas de exploración, extracción y beneficio mineral. Desde un principio la formación institucionalizada estuvo dirigida a una educación teórico-práctica para la dirección técnica y administrativa de minas, planeación de cualquier obra pública como comunicaciones, levantamientos topográficos en mapas y coordenadas astronómicas. Se impartió una formación integral que abarcaba conocimientos más allá de los mineros, pues por mucho tiempo los alumnos cubrieron necesidades en obras públicas o de transporte.

El Colegio constituye un espacio en el cual se difunden las innovaciones tecnológicas por medio de la actualización de técnicas en países como Francia, Alemania y Estados Unidos, que se ven reflejadas en los acervos de su biblioteca, razón por la cual los estudiantes debían cursar dichos idiomas. Este hecho también se refleja en la tendencia de la escuela de ingenieros potosinos.

Otro de los elementos a considerar es la verificación de un tránsito hacia prácticas más científicas en el proceso de exploración e investigación, extracción y metalurgia, respaldado por la educación formal y la puesta en marcha de innovaciones tecnológicas que demandan un mayor conocimiento científico.

Uno de los planteamientos es que la incorporación sistémica y el reconocimiento de los ingenieros se dio de una manera gradual, gracias a las características de los conocimientos técnicos prevaleciente, quienes algunas veces eran los propietarios de los fundos, los inversores, los directores y los administradores. Por ello, el estudio de los expertos ingenieriles es importante, al ser impulsores de técnicas de exploración, extracción y beneficio, que transitaron hacia la ciencia y la tecnología modernas.

Los ingenieros guardan una relación entre racionalidad científica, técnica y empresarial adquirida en los colegios. Desde la década de 1890 se inició una tendencia creciente en el nacimiento de las empresas mineras en Guanajuato, que dinamizó diversas partes

del proceso minero, desde el denuncia de fundos, la formación de empresas o el mercado de acciones mineras, la utilización de diversos sistemas de beneficio, el transporte de mineral y su comercialización, entre otros.

En este trabajo se interpreta a los ingenieros de minas como un elemento medular en la difusión y la circulación de conocimientos técnicos y empresariales en el siglo xix. La política educativa del Colegio del Estado se enfocó en crear profesionales que se encargasen de modernizar los procesos mineros, aprovechando los avances tecnológicos y científicos, basados en una práctica real y constante de los conocimientos institucionales, actividades que lograron a pesar del poco número de éstos, pues el estudio de una ingeniería continuó siendo de acceso limitado a un corto número de individuos, debido al costo y capacidades necesarias, ya que no todos los matriculados terminaron sus estudios ni se titularon, como también pasó en el Colegio de Minería de la ciudad de México.

Comercio y minería en la historia de América Latina
se terminó de imprimir y encuadernar
en noviembre de 2015, en los talleres de
Moreliavalladolid, Morelia, Michoacán, México,
con un tiraje de 1000 ejemplares.