
Experiencia, destreza e innovaciones en la minería de Guanajuato en el siglo XIX

Alma Parra

El desarrollo tecnológico de la minería mexicana registró, a lo largo de varios siglos, transformaciones que incidieron en las formas de producir la plata, producto principal de esta industria hasta muy avanzado el siglo XIX. Algunas de estas transformaciones, aunque espaciadas en el tiempo, fueron revolucionarias en la medida en que tuvieron una difusión muy amplia y se consolidaron como las alternativas más viables y efectivas de la industria por mucho tiempo. Tal fue el caso de la introducción del sistema de beneficiar metales por el método de patio y el de la introducción de la máquina de vapor como nueva alternativa en la generación de fuerza motriz. Y, ya hacia fines del diecinueve, la cianuración y la electricidad. Sin embargo, muchos otros métodos fueron ensayados para mejorar e incrementar la producción en sus distintas fases, desde el proceso de extracción hasta lo que se conoce como la tercera fase de producción, la acuñación, cuya manufactura, la moneda, servía para cubrir la demanda de efectivo de los sistemas monetarios del mundo.

Todos estos métodos y propuestas tecnológicas tuvieron distintos grados de importancia, atravesaron diferentes fases de perfeccionamiento y lograron variados grados de penetración y difusión en las formas de extraer, refinar y acuñar la plata. Su curso y éxito también dependía tanto

de las condiciones geográficas locales, como de los esfuerzos y avances logrados en la invención, innovación y difusión de conocimientos, pero su adopción plena estuvo directamente relacionada con las condiciones óptimas que se conjuntaban para lograr el ahorro efectivo en factores productivos, con las intenciones de hacer más eficiente la producción y con la posibilidad de sustituir factores de la producción de abastecimiento inseguro, ya fuera por su accesibilidad o precio o simplemente por la necesidad de ampliar la base de recursos con que contaba la industria.

Quizá lo más importante es señalar que muchos de los avances tecnológicos surgieron como respuestas pragmáticas a problemas que la industria iba presentando en distintos momentos y que la experiencia y la destreza adquirida a lo largo del tiempo en el desempeño de las labores mineras jugaron un papel fundamental. Dichas soluciones, hasta finales del siglo XIX rara vez tuvieron un gran impacto en la minería nacional, emanaron en muchas ocasiones de condiciones naturales y sociales propias de la minería practicada en las distintas regiones mineras de México pero resolvieron cuellos de botella locales y sólo en ocasiones traspasaron dichos espacios.

Pese a los esfuerzos innovadores, el desarrollo de la minería por estas razones continuó, hasta fines del diecinueve dependiendo en

gran medida, del hallazgo de una veta rica, de las posibilidades de explotación de un mineral determinado con altos rendimientos. Este fenómeno conocido como bonanza rigió la suerte y la vida de muchas poblaciones. La marcada dependencia geográfica de esta industria debido a la localización del recurso mineral, así como la diversa calidad de los minerales también fueron causa para que las formas de explotación de los minerales adquirieran características diferentes, se ejercieran talentos locales y se obtuvieran resultados distintos.

En el caso de Guanajuato del que este texto se ocupa, el desarrollo tecnológico de la minería de plata durante el diecinueve tuvo una relación estrecha con el tipo de empresa que decidió y que orientó la suerte de la minería, ya que los empresarios fueron quienes tomaron decisiones sobre una serie de opciones y aún propiciaron el desarrollo tecnológico en función de optimizar la productividad en sus propias minas. A través del estudio de los mecanismos empresariales pueden también descubrirse los obstáculos a los que se enfrentó la empresa minera y por ende, cuáles fueron verdaderamente las determinantes del desarrollo minero de la localidad.

El desarrollo de lo que se conoce como gran minería durante el siglo XIX en Guanajuato, tuvo su base en la explotación de las minas ubicadas en lo que hasta la fecha es conocida como la “veta madre”, y donde se produjeron en distintos momentos las grandes bonanzas junto con la de la mina de La Luz ubicada en otra veta en el distrito del mismo nombre.¹

Además la producción estuvo concentrada en empresas de particulares cuya organización y desarrollo elemental dependió de la propiedad

y administración familiar de distintos bienes mineros. Muchos nombres como los Sardaneta, los Bustos, Alamán, Ibargüengoitia, y otros son reconocidos en el ámbito minero regional, pero quizá el caso más representativo es el de la familia Rul y Pérez Gálvez ya que, desde finales del siglo XVIII y, a lo largo del siglo, mantuvieron un vínculo muy estrecho y prácticamente monopólico con la minería local.

La empresa familiar en el caso de Guanajuato fue clave para la formación de una red de propiedades mineras, de una capacidad financiera que utilizó para explotar minas así como participar activamente en el área de refinación de minerales como negocios independientes para procesar su propia producción. Esta posición, donde la mayoría de las actividades se encontraban concentradas hizo que muchas de las minas y haciendas de beneficio que se encontraban bajo su control fueran laboratorios experimentales de innovaciones tecnológicas propuestas dentro de la localidad. La dimensión de la empresa misma y sus diferentes ramificaciones hacia diversas áreas permitieron que algunos ejemplos de estos ensayos tecnológicos fueran adoptados en toda la región minera de Guanajuato.

En el Guanajuato decimonónico la evidencia sugiere que ahí ocurría, como en otras regiones mineras, que los intentos innovadores en la minería se concentraban mucho más en el área de la refinación de minerales. La preocupación central era la necesidad de ahorro de tiempo, combustibles e insumos y por la misma razón el sistema de patio se mantuvo como el método más utilizado, valiéndose de una acumulación de experimentos parciales que lo hicieron más eficiente hasta que otros métodos más revolucionarios encontraron las condiciones propicias que superaran la rentabilidad de este método.

Guanajuato, como importante productor de plata, fue un campo propicio para innovar a través de la práctica ese sistema, con los cambios que se realizaron en su estructura productiva y de la aplicación exitosa de dichas innovaciones.

¹ La Valenciana produjo el 60% de la producción de plata de Guanajuato entre 1788 y 1810, ver: David Brading, *Mineros y Comerciantes en el México Borbónico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1975, p. 378.

El sistema de patio frente a otros métodos

El sistema de patio fue una de las innovaciones más importantes adoptadas por la minería al constituirse como una alternativa viable frente al proceso de fundición por medio del cual se refinaban los minerales preciosos en México. A lo largo de varios siglos logró una difusión considerable de modo que se convirtió en el método de refinación más utilizado en las regiones mineras del país.

Guanajuato participó de la adopción temprana del sistema de amalgamación por patio difundido por Bartolomé de Medina en la Nueva España a mediados del siglo XVI,² disminuyendo progresivamente el uso del método de fundición de minerales. Los altos costos de combustibles que representaba la fundición cedieron el paso al uso del patio, apoyadas posteriormente a las garantías que la Corona española otorgó al controlar el abastecimiento de mercurio.

No obstante, hacia finales del siglo XVIII, después de un largo periodo de estabilidad y expansión de la práctica de este sistema, las fluctuaciones que sufrieron los abastecimientos de mercurio, primeramente por las guerras en las que se vio envuelta España y después durante la guerra de Independencia que desestabilizaron el abasto del insumo fundamental de dicho método, se reconoció la necesidad de optar por nuevos métodos. La coyuntura planteó la alternativa de importar métodos practicados en otros países y se ensayó sobre él mismo con la idea de lograr una baja de costos efectivos. Varios métodos como el de cazo de Barba y algunas de sus versiones, pero de manera muy importante el método de Börn o de barriles, — que fue introducido poco más de medio siglo después con cierto éxito en la Compañía de Real del Monte en el actual estado de Hidalgo— pasa-

ron por las distintas haciendas de beneficio de Guanajuato con resultados muy magros en dos ocasiones.³

La primera, se llevó a cabo por la expedición de varios metalurgistas alemanes que recorrieron las regiones mineras de México auspiciados por el Tribunal de Minería —encabezada por Federico Sonneschmidt— y que para 1793 mostraba haber encontrado grandes ventajas al propio sistema de patio y resultados “bastante pobres” al método de barriles, después de haber realizado varios experimentos. Su conclusión era que no era factible modificar el patrón general de la refinación en Guanajuato y en otras regiones, que beneficiaban minerales principalmente con el sistema de patio.

El segundo intento de importancia por sustituir el método de patio fue posterior a la guerra de Independencia, y éste fue acompañado por un intento más organizado por consolidar el uso de la máquina de vapor. Este proyecto tuvo que ver con la llegada de capital externo a la minería mexicana. Ante la necesidad de reconstruir la minería después de la guerra de Independencia, numerosos capitales europeos, principalmente de la Gran Bretaña acudieron al llamado del gobierno y de empresarios promotores mexicanos a invertir en la minería. La importancia de esto es que Guanajuato recibió, sólo después de Real del Monte, el mayor flujo de capital y de intentos innovadores. Habiendo sido el más importante escenario de la guerra de Independencia, la tarea más importante fue la que se dedicó a la rehabilitación de las minas y a la modernización de la industria minera. Nuevamente, aquí los resultados también fueron muy limitados, particularmente en su intento por sustituir el patio.

La idea partía del convencimiento de los técnicos británicos de que el tiempo de beneficio

² Ramón Sánchez Flores, *Historia de la Tecnología y la invención en México*, México, Fomento Cultural Banamex, 1980, p. 90. La petición de la merced real por dicho invento se registró en 1554.

³ David Brading, *op. cit.*, p. 227, Clement Motten, *Mexican Silver and the Enlightenment*, New York, Octagon Books, 1972, p. 21, Elías Trabulse, “Aspectos de la Tecnología minera en Nueva España a finales del siglo XVIII”, en *Historia Mexicana*, vol. xxx, no. 3, 1981.

de minerales en el patio era muy largo y de que los resultados del método de Freiberg —mismo que el de Börn o de barriles— era mucho más eficiente, por los resultados que éste había mostrado en las minas de lo que hoy es Alemania. De ese modo, intentaron aplicarlo en las haciendas de beneficio que habían tomado en arriendo junto con muchas minas de importancia del área para formar las compañías Anglo Mexican Mining Company y la United Mexican Mining Association.⁴ La primera compañía fue la que instaló una planta para la refinación de minerales a través de los barriles rotatorios de Friburgo, como ellos mismos lo llamaban, en la hacienda de San Agustín. Incluso el gasto de carbón, insumo indispensable para el funcionamiento de ese método sería compensado por un programa de reforestación de la zona. A esto se acompañaba el renovado interés por utilizar la máquina de vapor tanto para el desagüe en la etapa de extracción, como también para la etapa de molienda de los minerales en su preparación para la amalgamación. Esta última tarea tomaba alrededor de 24 horas con cien mulas de trabajo.

Para 1827 —afirmaba el contemporáneo que ofreció el mejor recuento de las actividades de esas compañías— se habían hecho algunas inversiones para instalar el sistema de los barriles pero reconocía que “todavía no ha sido posible aplicar a las inmensas masas de mineral que se sujetan al proceso de amalgamación”.⁵

Hacia finales de la década de los treinta del siglo diecinueve la estructura de la producción en Guanajuato retomó formas de organización previas a la presencia de compañías británicas y en el plano de la tecnología, sólo muy lenta-

mente, fue adoptando parte de la herencia de estas compañías, como el uso del vapor como fuerza motriz, en gran parte porque, aunque se reconocía sus beneficios, parecía no compensar los altos costos de insumos como el carbón que se requerían para su operación. No obstante, el método de barriles no se había logrado implantar y la mayor parte de la producción minera de la localidad tenía una salida por la vía del sistema de patio.

A pesar de todo el esfuerzo, el número de establecimientos de beneficio que practicaban el método de patio en Guanajuato se mantuvo constante a lo largo del siglo diecinueve. No hay evidencia que muestre que dichas haciendas realizaran de manera importante otro tipo de refinación, aunque sólo en algunos de estos establecimientos se preparaban minerales por medio de la fundición.⁶

La permanencia en el uso del sistema de patio durante ese periodo puso en evidencia que las condiciones de producción en las que este método se basaba continuaban siendo propicias para conservarlo como el método más efectivo para producir la plata. La abundancia y las altas leyes de los minerales que estuvieron en explotación durante ese tiempo, además, suplieron toda necesidad de innovar y de introducir

⁴ Más información sobre estas compañías se encuentra en: Cuauhtémoc Velasco Ávila, *et al.*, *Estado y Minería en México (1767-1910)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988 y en Alma Parra, “Perfiles empresariales extranjeros en la minería mexicana”, en *Vetas*, año III, núm. 7, enero-abril, 2001, pp. 75-94.

⁵ Henry George Ward, *México en 1827*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981, p. 557.

⁶ Como parte del inventario de bienes registrado por Francisca de Paula Pérez Gálvez y Juan de Dios Pérez Gálvez en 1848, se consigna la propiedad de la Fundición de San Luisito. Su avalúo es insignificante comparado con las haciendas de beneficio que realizan el método de patio. Fondo Rul y Azcárate, Archivo General de la Nación, México (en adelante FRyA) caja 228. Los datos correspondientes a los años 1824-1831 consignan el manejo de las haciendas por la Compañía Anglo Mexicana y la Compañía Unida de minas que con capital británico contrataron la explotación de minas y la operación de haciendas de beneficio. Durante ese periodo, algunas de las haciendas que tenía en arriendo la Compañía Anglo Mexicana eran propiedad de las familias Rul y Pérez Gálvez, como la hacienda de Salgado, La Escalera y San Miguel que se encontraban asociadas a la explotación de la mina Valenciana, asimismo arrendaban las haciendas de Dolores, Flores y San Agustín.

Tabla 1. Número de haciendas de beneficio en Guanajuato

Años	Número total de haciendas	Número de arrastres	Anglo Mexican	United Mexican	Haciendas particulares
1824/25	49	245	9	5	31
1826	31	557	6	4	15
1829	31	622	-		15
1831	16	606	6	5	15
1849	39	1030	-		
1851	36	937	-		
1852	37	1019	-		5
1875	39	1017	-		
1878	40	1053			
1883	38				
1884	35				

Fuente: Memorias del Gobierno del Estado de Guanajuato.⁷

adelantos tecnológicos, a pesar de que los empresarios mineros intentaron aplicar, innovar o modificar las técnicas mineras para obtener más altos rendimientos sobre sus inversiones.

El papel de la experiencia y la destreza

El hecho de que los dos intentos más serios por innovar en el área de la refinación de minerales en Guanajuato tratando de sustituir el sistema de patio, durante el siglo XVIII y la primera mitad del diecinueve hayan fracasado, tiene explicaciones relacionadas con la naturaleza de los minerales en la región, las formas de organización de la producción local, el acceso a los insumos y el progresivo perfeccionamiento que alcanzó ahí el sistema de patio, la profundización en el conocimiento de las distintas fases del propio método y la destreza humana que se

aplicó al desempeño de las labores en las haciendas de beneficio.

Tanto el proyecto de la Corona española, a través de Sonneschmidt en el último cuarto del siglo dieciocho, como el de los británicos en la segunda década del diecinueve eran proyectos de gran magnitud, el primero se apoyaba en un fuerte aparato estatal comprometido con el fomento de la minería y el segundo, en cuantiosas inversiones de capitales que pretendían recoger los frutos de las más productivas minas mexicanas con usos tecnológicos no practicados en el país. Pero de manera muy importante estos se planearon en momentos en que las minas de Guanajuato no presentaban graves síntomas de decadencia. La producción de Guanajuato en efecto había sufrido bajas productivas hacia el inicio el siglo diecinueve, no obstante ninguno de los proyectos de innovación tecnológica se planteó en términos de escasez de minerales, sino de enfrentar una crisis de insumos. En ambos casos, se iniciaron los proyectos sobrestimando los logros atribuidos al sistema de barriles de Börn, basándose en resultados provenientes de latitudes mineras

⁷ *Memorias del Gobierno del Estado de Guanajuato* para los años 1826, 1829, 1831, 1849, 1851, 1852, 1875, 1878, 1883, 1884.

distintas y con tradiciones tecnológicas también distintas, obviaron los requerimientos de insumos tales como el carbón y menospreciaron el papel que jugaban los técnicos y la mano de obra local. Se agrega a esto que, en ambas circunstancias, los proyectos estaban dando respuesta a situaciones de coyuntura que justamente habían puesto en evidencia las vicisitudes que provocaba en la industria la inestabilidad de abastecimiento de insumos básicos, en este caso el mercurio del que dependía totalmente el sistema de patio.

Durante el primer intento por aplicar el sistema de Börn en Guanajuato, existían, en paralelo, una serie de inventos que procuraban el mejoramiento del método de patio, se ensayaban innovaciones que intentaban modificar, no el proceso en su totalidad, sino mejorar distintas etapas del proceso de patio mismo, que hacían que este proceso se enraizara aún más conforme lograba cierto perfeccionamiento.

Estas innovaciones se centraban en el proceso de repaso de los minerales que combinados con magistral, mercurio y sal se utilizaban en la amalgamación para obtener la plata. La reducción en tiempo del repaso o mezcla uniforme de lo que se llaman los “lodos” intentaban reducir el tiempo y por lo mismo los costos de producción.

Por otro lado, desde entonces, fue muy notorio que los mineros dieron cada vez más importancia al hecho de que los minerales molidos más finamente mejoraban el proceso de amalgamación y por ello se daban numerosos esfuerzos por aplicar métodos que permitieran conseguir minerales de mejor calidad. Así por ejemplo, en 1787, Joaquín Pacheco y otros centraron su atención en los pasos previos a la amalgamación, intentando mejores de métodos de trituración y molienda más efectiva.⁸ Esto, combinado con un

⁸ Archivo Histórico de Guanajuato (en adelante AHG), Minería, 21 de julio, 1787 poder de Joaquín Pacheco a Mariano Cornelio del Rosal, para trámites ante el Tribunal de Minería con relación al registro de su invento donde demuestra ahorro de tiempo en la molienda.

cambio en los usos de fuerza motriz procuraron mayor efectividad a las haciendas de beneficio por patio.

Así la innovación que mayor difusión tuvo a fines de ese siglo fue la que José Conejo había logrado registrar, como invento suyo, ante la Corona y por la que había logrado grandes beneficios. La importancia de este método consistía en el uso de bestias de carga para el repaso de los minerales⁹ sustituyendo la fuerza motriz ejercida por humanos.

Entre 1778 y 1784 las haciendas de beneficio más importantes de Guanajuato, como la de Busto, la Hacienda de Nuestra Señora del Pilar, San Gabriel de la Barrera, la hacienda de la Concepción y todas las haciendas que procesaran minerales de la mina de la Valenciana pagaron, a través de sus dueños o administradores, la cantidad de 900 pesos a José Conejo por el privilegio del uso de su invento. Cabe recordar que con la mina de la Valenciana a la cabeza, Guanajuato estaba en primer lugar de la producción minera de la Nueva España y de la América española en esos años. Con ello se demostraba que la tecnología vigente, aun cuando existían fundiciones en la localidad, era la del beneficio por patio y la tendencia apuntaba a una mejora del mismo sistema y no a su sustitución.

Una vez que el sistema de patio, había adoptado estas innovaciones el proceso consistía a grandes rasgos de los siguientes pasos: La molienda era el primer paso en el proceso de beneficio, éste se realizaba en los arrastres, superficies de piedra circular mediante las cuales se trituraban y pulverizaban los minerales para después mezclarlos con agua y dar lugar a la formación de la lama, una mezcla informe

⁹ AHG, 4 marzo 1778 José Conejo y Manuel Hernández Chico, 4 mayo 1778, José Conejo y Javier Antonio Zamora; 4 mayo 1778 José Conejo y José Moscoso; 4 mayo 1778 José Conejo y José González del Peral, 21 abril 1778 José Conejo y Javier de Miera; 2 diciembre 174 José Conejo y los aviados de Valenciana, muestran los numerosos pagos que Conejo recibió por el uso de la merced real que recibió por su invento de introducir animales en el proceso de repaso en el sistema de patio.

pastosa de color gris. Obtenida la lama se procedía a la amalgamación. Primeramente se hacían tortas o montones con la lama. Estando en ese estado, se sometían a ensaye o prueba para saber la ley de los minerales que contenían y determinar así las cantidades de mercurio, magistral y sal que se utilizarían. Primero se agregaba la sal, dos días más tarde el magistral y se procedía a mezclarlos con el paso de mulas y eventualmente con palas. Finalmente se aplicaba el mercurio con paños y se incorporaba cada dos días. A diario debían de examinarse pequeñas cantidades de la torta para saber el resultado de la amalgamación. A pesar de esta sencilla descripción, existían numerosos detalles ajenos a todos aquellos que no estuvieran experimentalmente ligados al proceso de beneficio. Las cantidades de agua para realizar la lama eran arbitrarias, al igual que las del mercurio, sal y magistral. Los tiempos en los que se realizaban las operaciones era calculado sobre un promedio, pero no existían datos exactos que explicaran cabalmente las diferencias en productividad y tiempo entre las diferentes haciendas. Diversas explicaciones como el clima y la humedad jugaban un papel importante, pero los amalgamadores trabajaban confiando en su intuición y experiencia.

En ese contexto, la negligencia, el desperdicio y una mala molienda eran la explicación que se daba a un problema técnico atribuible siempre al administrador de una hacienda de beneficio. Existen evidencias constantes, registradas, de este tipo de problemas relativos a las faltas o a los aciertos en el trabajo en las haciendas, que ilustran la importancia de este aspecto.

Hacia 1809, cuando en Guanajuato el sistema de patio estaba ampliamente extendido y había adaptado todas las innovaciones registradas hasta entonces, la Valenciana, la mina más productiva de la región, enfrentaba problemas de productividad. Diego Rul, codueño de la mina de la Valenciana, presentaba cargos para justificar el despido de José de Villamor, administrador de la Hacienda de Salgado, propiedad de su familia, que contaba con 42 arrastres. Se le acusaba de la pérdidas por 98 200 pesos en el

beneficio y 40 900 por mala molienda, pero también del total descuido de la contabilidad. Una contabilidad perfecta de los libros de molienda, en un momento dado, era el único registro de actividades que le permitiría conocer y experimentar sobre las necesidades de la misma y estos estaban incompletos.¹⁰ No se sabía de métodos exactos a los cuales apegarse para obtener una garantía de rendimientos, a pesar de los múltiples tratados de amalgamación y de la presencia de egresados del Colegio de Minería que trabajaban en las diversas minas de Guanajuato, sobre todo, porque no se conocían los procesos químicos que regían este proceso. El administrador, el azoguero y los trabajadores de las haciendas eran los únicos capaces de imprimir dinamismo a través de la experiencia práctica y de un meticuloso registro de todas y cada una de las actividades y fases del proceso de refinación.

La solución a los problemas derivados de esta fase de la producción minera tenían una solución tan simple como la de encontrar un técnico con mayores habilidades y experiencia y no la sustitución de un método de beneficio.

La permanencia del patio también se explicó con argumentos similares años después, cuando los británicos en sus intentos innovadores se convencieron finalmente del papel de la experiencia y de la superioridad del sistema que se utilizaba localmente, a pesar de sus quejas originales sobre el desperdicio de tiempo en las labores de refinación.

Los experimentos asociados al segundo intento por introducir el método de barriles en la Hacienda de San Agustín en Guanajuato, que ya se mencionó antes, se hicieron en paralelo al beneficio de minerales por patio en otras haciendas como la de Salgado, lo que permitió hacer comparaciones importantes en cuanto a la productividad y efectividad de ambos métodos. Pero aún más, los británicos, según las observaciones de Henry George Ward confirmaron que las innovaciones locales venían centrándose en as-

¹⁰ FRyA, caja 20, exp. 2.

pectos relevantes del proceso de beneficio patio en Guanajuato, para mejorarlo. En primer lugar, reiteraron la importancia de la calidad de la molienda para obtener mejores resultados. Al reconocer la importancia de la clasificación que se llevaba a cabo en Guanajuato de los minerales previa a la molienda y describir el proceso mismo, Ward anotaba que los minerales extraídos de las minas

se someten después a la acción de los morteros, uno de los cuales tiene ocho mazos... Cuando se cree que este polvo no es bastante fino para que el azogue pueda actuar apropiadamente sobre él, se transfiere de los morteros a los arrastres... En Guanajuato, donde no se puede obtener fuerza hidráulica, los arrastres son movidos con mulas... Esta parte de la operación se considera de gran importancia, porque se supone que de la perfección de la molienda depende en gran medida la pérdida del azogue¹¹

En segundo lugar, en poco tiempo fue evidente para los británicos que la tecnología no cumplía un papel importante cuando el factor humano no intervenía de manera adecuada. De ese modo el aprecio por la destreza que los mineros mexicanos expresaban fue finalmente aceptada por los británicos. Esto se debió a que las operaciones en Guanajuato de las compañías británicas enfrentaron problemas no sólo de importación de tecnología, sino también de mano de obra. El choque de tradiciones laborales llevó a los administradores británicos a mostrar “su buena disposición hacia los nativos aprendiendo su lengua y sólo modifican sus formas de trabajar cuando con el cambio se puede lograr una ventaja positiva y evidente...”¹²

Pero además, se hizo patente que la experiencia sí era un factor decisivo en los resultados de una hacienda a otra utilizando el mismo sistema

de patio. Salgado, otra de las haciendas que formaban parte de las compañías británicas, utilizaba el sistema de patio y ahí, subrayaba Ward, la destreza era el ingrediente principal, ya que en esa hacienda administrada por Pedro Belaunzarán, famoso por su habilidad como amalgamador, la pérdida de azogue era menor en comparación con otras, “... éste era un éxito poco común atribuible a la administración del señor Belaunzarán... Él atribuía la diferencia a lo excelente de la molienda, que hacía continuar hasta que ya no hubiera nada áspero o terroso en la masa sobre la que iba a actuar el mercurio”¹³

Las tradiciones creadas en la práctica de la tecnología minera en Guanajuato, cimentadas en el área de la refinación de minerales se centraron así en una de las fases técnicas del proceso, la molienda y el factor humano se mantuvo como un requisito para garantizar la calidad de los procesos. Cabe decir que esta situación se continuó hasta el momento en que algunos hallazgos científicos de las décadas posteriores permitieron perfeccionar algunas de las actividades confiadas a la pericia humana. Pero además, que fueron aplicadas en condiciones en las que la industria minera local enfrentaba serios problemas y que entre las muchas soluciones que consideró la vía tecnológica, aun cuando limitada, en conjunto con otros grandes cambios en el nivel de la estructura productiva que se introdujeron para contrarrestar esta situación.

A manera de comparación, es importante mencionar que el método de barriles sí fue empleado con mayor éxito en Real del Monte primero en la década de los cuarenta y después en la segunda mitad del diecinueve apoyado por una estructura productiva que dedicó gran parte de sus recursos a dicho objeto y a través de una empresa que integraba un mayor número de funciones como la producción y control del abastecimiento de insumos. Ahí también el tipo y calidad de

¹¹ Henry Ward, *op. cit.*, pp. 559-560.

¹² *Ibidem*, p. 558.

¹³ *Ibidem*, pp. 559-560.

minerales jugó un papel importante. El sistema de barriles fue propicio para los minerales refractarios abundantes en esa región. El factor de costos sí fue favorable en este caso y por un tiempo más prolongado.¹⁴

Estructura productiva, crisis e innovación

Los años posteriores a la experiencia británica en Guanajuato significaron el regreso del empresariado mexicano a la administración de las minas y un periodo de reajuste. Este acomodo produjo algunos cambios más relacionados con la estructura productiva que en la producción de métodos que revolucionaran la tecnología existente y se relacionaron a su vez, algunos años adelante con el decaimiento progresivo de la actividad minera.

Durante ese periodo, aunque la producción registraba crecimiento, durante los años treinta y cuarenta del diecinueve no se alcanzaron los niveles de fin del siglo dieciocho. Las mismas técnicas y métodos eran constantemente utilizados y las propuestas con mejoras al sistema de patio continuaron centrándose mayormente en la preparación de minerales en la molienda o el proceso de mezclas para la amalgamación.

Entre 1844 y 1854, por ejemplo, varias iniciativas por registrar mejoras en el sistema de beneficio de minerales, provenientes de Guanajuato obtuvieron la patente para su uso y difusión en la industria minera. Faustino Ortiz y Miguel de Niños por ejemplo, consideraban que a través del método que proponían para obtener un privilegio se lograba una reducción en costos de producción de dos marcos de plata de 9600 a 800 pesos.¹⁵

¹⁴ Ver: Robert Randall, *Real del Monte. Una empresa británica en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1977, pp. 135-142; Rina Ortiz, "El beneficio de minerales en el siglo XIX: el caso de la Compañía Real del Monte y Pachuca", en *Historias*, núm. 30, abril-septiembre, 1993, pp. 51-59.

¹⁵ Archivo General de la Nación, Patentes, exp. 73, marzo 1844.

José María Montero de Espinosa y Juan de Dios Salgado, mineros de Guanajuato, tenían un proyecto para construir una máquina de repaso que auguraba el ahorro de la mitad o un tercio del tiempo en el que esa labor se realizaba.¹⁶ Igualmente, otras compañías e individuos ligados a la minería registraban inventos que procuraban ahorro de azogue fuera a través de la molienda o a los pasos previos a la amalgamación que irían integrándose paulatinamente a la región.

Si estos inventos fueron efectivos y se difundieron realmente en Guanajuato, es difícil de corroborar, no obstante esto puede quedar oculto por el hecho de que, casi como un reflejo de lo que sucedió a finales del siglo XVIII, Guanajuato vivió entre 1848 y 1856 una nueva bonanza productiva que lo volvió a poner en la delantera de la producción del país. La mina de La Luz produjo en estos años un auge para el estado de Guanajuato. El resultado de ese auge, era similar al anterior ya que se debía al hallazgo de una vena muy abundante y con calidad de minerales muy altos. Frente a esta situación proliferaron y se ampliaron los establecimientos dedicados a la refinación de minerales como puede observarse en la Tabla 1, donde se observa que de 1831 a 1849 las haciendas de beneficio de la localidad se incrementaron de 16 a 39 y el número de arrastres, indicadores de la capacidad productiva de las haciendas de 606 a 1030 en los mismos años y coincidiendo con el auge de La Luz.

Una de las características distintivas de la organización empresarial minera en Guanajuato desde tiempos fue la separación de la fase de producción y la fase de la refinación de minerales. En otras regiones estas dos fases frecuentemente eran realizadas por una misma compañía o empresa.

Era común en Guanajuato que los propietarios de empresas mineras enviaran los productos de sus minas a beneficiar a otras empresas, o en el caso de que ellos también tuvieran haciendas de beneficio estas fueran administradas aparte de las minas. Y, por otro lado,

¹⁶ AGN, Patentes, exp. 76, julio, 1844.

¹⁷ FRyA, caja 20, exp. 2.

existían negocios independientes en el beneficio cuyos dueños no necesariamente tenían que ver con la fase extractiva.¹⁷ Así por ejemplo, al contratar las compañías inglesas el avío de las minas de Guanajuato, fue una gran preocupación centralizar bajo una sola administración los distintos procesos relacionados con la producción minera. “...desean unir las utilidades del amalgamador a las del minero”.¹⁸ La idea fundamental atrás de esto era constituir una empresa con control absoluto de todos los procesos técnicos y el abastecimiento de insumos. La centralización y concentración tendrían efectos positivos sobre los rendimientos de las distintas minas y de los establecimientos de beneficio compensando las posibles pérdidas en casos particulares. Sin embargo, los ingleses se toparon con una estructura bastante bien cimentada sobre la cual ya operaban los mineros guanajuatenses. La reestructuración de la producción que proponían rompía con la tradición de mantener extracción y beneficio como negocios separados. Además otras pequeñas haciendas y zangarros eran afectados ya que usualmente recibían los excedentes de los minerales para procesar a través del sistema de rescate.

El sistema de rescate consistía en que las haciendas de beneficio compraran minerales en subasta a la salida de las explotaciones mineras, y éste pervivió por mucho más tiempo en Guanajuato que en otras regiones. Su existencia desde el siglo XVIII se había convertido a través del sistema de rescates en un negocio competitivo y por lo mismo productivo.¹⁹

La multiplicación o diversificación de fases descentralizadas en la producción minera eran posibles y hasta deseables en condiciones de alta productividad de las minas. Y, viceversa, en tiempos de escasez la centralización de todas esas funciones en pocas manos evitaba la dispersión de ganancias. Pero hasta entonces los mineros de Guanajuato no habían enfrentado una situación similar.

¹⁸ Henry George Ward, *op. cit.*, p. 555.

¹⁹ Clement Motten, *op. cit.*, p. 21.

Durante mucho tiempo, a pesar de las fluctuaciones de la producción, esta estructura funcionó para la región, incluso la crisis provocada por la guerra de Independencia se había solucionado con la llegada de capital del exterior, pero una vez agotada la bonanza de La Luz hacia fines de la década de los años cincuenta del siglo XIX, el decaimiento minero que esto provocó, presentó un panorama poco promisorio.²⁰ Las alternativas tecnológicas continuaban en la línea del perfeccionamiento de los métodos que se practicaban ampliamente, sin posibilidades de procurar transformaciones productivas radicales y sobre todo la destreza y experiencia continuaban dominando gran parte de la calidad productiva del beneficio de minerales. Esto, aunado a la situación provocada por la Guerra de Reforma y la inestabilidad política derivada de la ocupación francesa, no favorecían el giro minero de la localidad.²¹ Frente a las escasas opciones tecnológicas los mineros de Guanajuato optaron más bien por reestructurar los patrones empresariales mineros y recurrir sólo a innovaciones tecnológicas y algunos principios científicos como medidas de control de calidad de los minerales.

Ante la crisis productiva de la minería de Guanajuato los principales mineros de la región consideraron que “para que una hacienda de beneficio sobreviviera tenía que recibir paralelamente producción de 6 a 12 minas para compensar las bonanzas y declinamientos.”²² En las décadas de los cincuenta y los sesenta, los principales propietarios mineros de la entidad, la

²⁰ El punto más alto de la producción del distrito La Luz se alcanzó entre 1850 y 1851 de acuerdo a los datos sobre dividendos que aparecen en Pedro López Monroy, “Las minas de Guanajuato. Memoria histórica descriptiva de este distrito minero, escrita por disposición de la Secretaría de Fomento”, en *Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana*, tomo X, México, Imprenta de la Secretaría de Fomento, p. 103.

²¹ FRyA, caja 168.

²² Miguel Rul, *Asuntos Mineros. Opinión acerca de algunos incidentes del giro en la que se incluyen noticias detalladas de beneficio y ensaye de metales en Guanajuato*, México, Edición del Minero Mexicano, 1881.

familia Rul y Pérez Gálvez controlaban directamente 5 de las haciendas de beneficio de las 37 que se registraban oficialmente en todo Guanajuato y eran consideradas las más grandes de la entidad²³ y procedieron a romper con la tradicional separación de extracción y refinación.

La medida usada por estos empresarios para unificar extracción con beneficio fue la suspensión de los rescates, además de "...beneficiar todos los frutos de las minas y también los de los buscones en haciendas propias".²⁴ Un segundo cambio se dio con la introducción del ensaye a las formas de venta de minerales de las minas que administraba. Aun sin constituir una revolución tecnológica se sentó un precedente al utilizar métodos científicos comprobables frente a las costumbres que habían prevalecido, donde la experiencia, la intuición y la destreza, habían ocupado un lugar predominante.

Tradicionalmente los rescatadores, es decir, los empleados de las haciendas de beneficio que compraban minerales a la entrada de las minas, practicaban el método de tentadura cuyos principios eran muy elementales y empíricos, como casi todos los procesos involucrados en la refinación. A partir de los años sesenta los empresarios Rul y Pérez Gálvez sólo vendieron los frutos de las minas de acuerdo con los resultados obtenidos a partir del ensaye de unas muestras de mineral que mostraban las leyes de oro y plata contenidas en ellas. Vicente Fernández describía la importancia de este proceso realizado con la mezcla de 16 gramos de mineral ya molido con carbonato de sosa natural o tequesquite, cloruro de sodio y carbonato de sal. Se

agregaba peróxido de plomo y la mezcla completa se introducía en un crisol con sal común para fundirla por espacio de cerca de tres horas.²⁵

El significado de esto era que los empresarios mineros de Guanajuato comenzaron a cifrar cada vez más sus expectativas en las técnicas y procesos más modernos para lograr el éxito de la industria minera. De este modo, es evidente que pese a que la unificación de la extracción y beneficio podría haber desincentivado la competencia entre haciendas de beneficio, se introdujo a la vez un elemento de nueva "práctica científica" relacionado con el quehacer minero.

El proceso de beneficio por patio, aunque continuó recibiendo innovaciones por la misma línea y aun con la aparición de nuevos métodos de beneficiar hacia la década de los ochenta siguió representando la alternativa económica más importante.

Entre 1862 y 1863, la hacienda de Flores de los Pérez Gálvez lograba amalgamar en 21 días. El promedio en Guanajuato fluctuaba entre 20 y 25 días,²⁶ pero esto se debía a su insistencia en perfeccionar estas labores "intuitivas" y experimentales de los amalgamadores. Miguel Rul al referirse al proceso de amalgamación, aseguraba que "la cantidad de agua que se pone en un arrastre y la manera de ir la cebando, tiene una gran influencia, tanto en la finura de la molienda como en la cantidad de oro que se recoge en el asiento; y el tino para hacerlo convenientemente es lo que más distingue a los buenos capitanes de galera".²⁷

Las características propias de los minerales locales obligaron también a los empresarios beneficiadores a introducir cambios. En Guanajuato, los minerales contenían una proporción mayor de oro, por este motivo, los beneficiadores introducían en Guanajuato, un paso adicional a la molienda: posteriormente al granceo y la porfirización, se vertía alguna cantidad de azogue en los arrastres para poder recuperar el polvillo de oro que después de moler los minera-

²³ FRyA, caja 228 y Memoria del Gobierno del Estado de Guanajuato 1852.

²⁴ E. Tillman, *Der Bergbau und das Amalgamationsverfahren in dem Bergwerks-Distrikte von Guanajuato in Mexiko*, Münster, 1866.

²⁵ Vicente Fernández, "Práctica del beneficio de minerales de plata auríferos usado en el distrito de Guanajuato llamado de patio, conteniendo algunas teorías con las que se procura explicar científicamente los fenómenos químicos en los que está fundado", en *La Naturaleza*, t. IV. Apéndice.

²⁶ E. Tillman, *op. cit.*

²⁷ Miguel Rul, *op. cit.*, p. 16.

²⁸ Pedro López Monroy, *op. cit.*, p. 547.

Tabla 2. Cálculos sobre la calidad de la molienda

	Rocha (Guanajuato)	Sauceda (Zacatecas)	Proaño (Fresnillo)	San Gabriel (Real de Catorce)	Molino hidráulico de Almadanetas
Polvo impalpable	92.50%	55.78%	62.25%	58.69%	52.51%
Polvo suficientemente fino para la molienda	7.67%	43.04%	43.04%	34.96%	31.90%
Polvo grueso inaccesible para beneficio	0.18%	2.18%	2.18%	6.35%	15.59%

Tomado de Pedro López Monroy, *op. cit.*, p. 549.

les se había depositado en el fondo. Por ello, en Guanajuato, la molienda tomaba más tiempo que en otros lugares.²⁸ Así la mayor parte de los esfuerzos por mejorar el beneficio permanecieron ligados básicamente a la molienda.

Desde 1860 se le proponía a la Casa Pérez Gálvez y Rul adoptar el método Barros-Varela para aprovechar al máximo los minerales resultado de la molienda.²⁹

En los años ochenta, se recurrió incluso a innovaciones en el área mecánica introduciendo arrastres de menores dimensiones (2.60 m de diámetro contra los de 3.5 m usados tradicionalmente) con el objeto de combinarlos en las haciendas y reducir costos de fuerza motriz ya que usaban sólo una mula.³⁰

El esfuerzo local dedicado a esta fase era evidente en las comparaciones que se realizaban con otras regiones mineras. De acuerdo con cálculos contemporáneos realizados sobre los resultados de la molienda en las múltiples haciendas en distintas regiones del país, López Monroy demostraba que en Guanajuato se lograba una mejor calidad de molienda.

²⁹ FRyA, caja 145.

³⁰ Pedro López Monroy cita un informe de Francisco Glennie administrador de las minas y haciendas de Miguel Rul. *Op. cit.*, p. 544.

El esfuerzo empresarial minero de Guanajuato se centró dentro del sistema de patio mismo, la destreza de los trabajadores dedicados a refinar metales por patio se convirtió en pieza clave para lograr los mayores rendimientos. No obstante, cerca del fin del siglo, los esfuerzos por dotar de una explicación científica al procedimiento de patio proliferaron, como lo demuestran las obras de Contreras, Vicente Fernández,³¹ como la experimentación con el sistema de panes, lixiviación y con minerales clorurados realizados por el minero y beneficiador guanajuatense Ibargüengoitia. Este último comprobaba, la eficiencia del patio. Había hecho experimentos comparativos de esos sistemas con el del beneficio por patio y concluía en 1888 que "...para los minerales de Guanajuato, el sistema más adecuado es el de patio, mien-

³¹ Vicente Fernández, *op. cit.*, Manuel María Contreras, *Empleo de los ensayos de pella y de residuos para determinar los adelantos y fin de la amalgamación de la plata en el beneficio de patio*, Memoria leída ante la Sociedad "Humboldt" de la Ciudad de México en 1872, reproducida en Pedro López Monroy, *op. cit.*

³² Ignacio Ibargüengoitia, "Estudio comparativo de los resultados prácticos de varios sistemas de beneficio aplicados a los minerales de plata", en *Boletín de la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros*, abril, 1888.

tras no haya un cambio favorable en el precio del combustible...”³² La ebullición de literatura científica coincidió a su vez con el interés empresarial por agruparse en función de consolidar la industria minera.³³ Sin embargo el patio permaneció como método líder en las haciendas guanajuatenses.

Mientras el beneficio por patio tardó cuatro siglos en ser sustituido, la transformación industrial promovida por la introducción de la electricidad y el proceso de cianuración, tomó poco más de dos décadas en revolucionar y abaratar los costos de producción de la minería en Guanajuato. En 1887 trabajaban 87 patios, en

³³ Durante los años setenta se formó la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros.

³⁴ T. A. Rickard, “Old and New Methods in Guanajuato”, en: T.A. Rickard, ed., *Recent Cyanide Practice*, San Francisco, Mining and Scientific Press, 1907, p. 299.

1906 subsistían tan sólo dos. De las 230 toneladas de minerales que se procesaban 89 por ciento se realizaba ya por cianuración.³⁴

La persistencia del beneficio de minerales por el sistema de patio, a lo largo del diecinueve en Guanajuato, muestra que las condiciones locales, los usos sociales y el acceso a insumos son determinantes para permitir el paso de otros métodos, aun cuando estos hayan sido utilizados exitosamente en otras regiones o países mineros. Del mismo modo, puede verse que en Guanajuato las innovaciones en la minería se basaron más en el mejoramiento de sistemas ya probados y que el ingenio, la destreza y la experiencia fueron suficientes para mantener las condiciones de productividad de la región. Ante situaciones de crisis minera, el empresariado recurrió a transformaciones en la estructura productiva que no incluyeron cambios revolucionarios en la tecnología, pero que sí modificaron su actitud ante ésta y prepararon el camino para la adopción de métodos que tuvieron un impacto determinante hacia fines del siglo XIX.

