

Nociones generales de la teoría y práctica de la geometría subterránea. Escrita para la enseñanza de los alumnos del Real Seminario de Minería de México

La medición de minas o geometría subterránea era una disciplina importante en Nueva España. Era necesaria para determinar los linderos de las propiedades de explotación mineral y para una mejor planeación de los tiros y socavones que se entrelazaban a lo largo de una veta, ya que si se construían sin orden echaba a perder la rentabilidad de las labores. En un principio el gremio de agrimensores se ocupó de estas labores. Tras la fundación del Colegio de Minería en 1792, los alumnos fueron instruidos en estas técnicas de medición. En el Acervo Histórico del Palacio de Minería se encontró el manuscrito anónimo de uno de los textos usados posiblemente con este fin. El presente trabajo ofrece un recuento breve de su contenido, el posible autor de la obra y un panorama general de la enseñanza de la matemática en el Colegio.

Palabras clave: geometría práctica, medición de minas, geometría subterránea, Colegio de Minería, México.

| 29

Leonardo Icaza era un experto en patrones de medidas; todos lo recordaremos con su mecate partido con nudos con el que ilustraba la vara castellana y la subdivisión de la misma en codos y palmos. Pero su inquietud no terminaba ahí; él quería saber cómo se medían las tierras y las aguas. Él mismo exploró los términos con que se denominaba en el siglo XVI novohispano a los individuos que sabían medir; encontró que existían palabras provenientes del árabe (*muhándi*, *geómetra*) y del náhuatl (*tlaltamachihuan*, *tlalpouhqui*).¹ Los estudiosos de la agrimensura novohispana conocen el tratado clásico de José Sáenz de Escobar, escrito entre finales del siglo XVII e inicios del XVIII, que fue uno de los textos de interés para Leonardo.

* Acervo Histórico del Palacio de Minería, Facultad de Ingeniería, UNAM.

** Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

¹ Leonardo Icaza Lomelí, "Mudejerías novohispanas del agua", *Boletín de Monumentos Históricos*, tercera época, núm. 16, mayo-agosto de 2009, p. 7.



Figura 1. Portada de las *Naciones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea*. Escrita para la enseñanza de los alumnos del Real Seminario de Minería de México, Biblioteca "Ing. Antonio M. Anza", Acervo Histórico del Palacio de Minería.

En el año de 2011 se encontró en el Fondo Sociedad Científica "Antonio Alzate"-Rafael Aguilar y Santillán, de la Biblioteca "Ing. Antonio M. Anza" del Acervo Histórico del Palacio de Minería,² un manuscrito encuadernado en la última década del siglo XVIII o la primera del XIX, intitulado *Nociones generales de la teórica, y práctica de la geometría subterránea. Escritas para la enseñanza de los alumnos*

² Desde 2008 comenzó la exploración de este fondo que se estima cuenta con más de 200 000 elementos entre libros, publicaciones periódicas, tesis, fotografías, manuscritos, planos, etc., de los siglos XVII al XX. Parte del mismo se encontraba en la primera sede del Colegio de Minería en el inmueble núm. 90 de la calle República de Guatemala, en el Centro Histórico, desde 1994, pero pudo ser trasladado al Palacio de Minería en agosto de 2011. El crédito del hallazgo corresponde a la restauradora Laura Milán.

del Real Seminario de Minería de México (figura 1). Este documento inédito, por desgracia, no pudo ser analizado y discutido por Leonardo, quien lo habría disfrutado al máximo. De tal manera que el breve texto que aquí presentamos contiene el esbozo de algunas de las ideas que nuestro querido amigo hubiese abordado, a la vez que representa una invitación para la realización de un análisis de mayor profundidad.

Consideraciones iniciales

En Nueva España circuló un tratado titulado *Arte de medir tierras, aguas y minas*, de la autoría de José Sáenz de Escobar. Existen diversas copias del texto que nunca se llevó a imprenta.³ El existente en la Biblioteca Nacional presenta un parecer o juicio del contenido del texto, que formaba parte de las licencias de ordinario que requería cualquier libro que tuviera que imprimirse, a cargo del abogado y matemático poblano Cristóbal de Guadalajara.⁴

El texto de Sáenz de Escobar fue tan importante, que cuando apareció la influyente obra del criollo Francisco Xavier de Gamboa (1717-1794), *Comentarios a las Ordenanzas de Minería*, en 1761,⁵ fue parte

³ Miguel Aguilar Robledo, "Contested terrain: the rise and decline of surveying in New Spain, 1500-1800", *Journal of Latin American Geography*, vol. 8, núm. 2, pp. 23-47; Herbert J. Nickel, "Joseph Sáenz de Escobar y su tratado sobre geometría práctica y mecánica. Un manual sobre geometría aplicada para personas no cualificadas en la materia, escrito en Nueva España (México) alrededor del año 1700", *Historia y Geografía*, núm. 15, 2000, pp. 241-267, y Celia Salazar Exaire, "Joseph Sáenz de Escobar y su obra", en *Memoria del XVIII Encuentro Nacional de Investigadores del Pensamiento Novohispano*, San Luis Potosí, 2005, pp. 519-532; disponible en http://www.iifl.unam.mx/pnovohispano/uploads/memoviii/05_art_59.pdf.

⁴ José Sáenz de Escobar, *Geometría práctica y mecánica dividida en tres tratados, el primero de medidas de tierras, el segundo de medidas de minas, el tercero de medidas de aguas*, México, sec. de manuscritos de la Biblioteca Nacional de México, MS-1528.

⁵ Francisco Xavier de Gamboa, *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, Madrid, Joaquín Ibarra, 1761.

de la sección dedicada a la medición de minas o geometría subterránea. Aunque el libro de Gamboa tuvo como finalidad principal mostrar la necesaria actualización de la legislación minera novohispana, también tenía algunos capítulos técnicos relativos a la explotación y beneficio. Gamboa explica el uso de los instrumentos necesarios para la medición y propone algunos problemas a resolver. La mayoría de ellos proviene del texto de Sáenz, e incluye dos láminas.

El origen intelectual de *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea. Escrita para la enseñanza de los alumnos del Real Seminario de Minería de México*,⁶ quizá se remonta a un periodo mucho más amplio del que podamos dar cuenta en este breve escrito. Lo cierto es que en Nueva España la enseñanza de esta rama matemática no inició con la fundación del Real Seminario de Minería; previo a ello, la geometría subterránea se impartió en la cátedra de astrología y matemáticas de la Real Universidad de México bajo los magisterios de Joaquín Velázquez de León y José Ignacio Bartolache,⁷ y directamente en algunos reales de minas por novohispanos, entre los que sobresale Diego de Guadalajara y Tello (1742-1805),⁸ quien posteriormente sería el segundo titular de la sala de matemáticas de la Real Academia de las Tres Nobles Artes de San Carlos.

Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea forma parte de la lista de

“lecciones” o “elementos” diseñados por los catedráticos titulares de las instituciones de educación superior establecidas en todo el reino. Parece ser que la redacción de este tipo de textos es un elemento propio de la Ilustración. Fue en la segunda mitad del siglo XVIII que en la Universidad de México el titular de la cátedra redactó y entregó “lecciones matemáticas” al inicio de cada curso.⁹ Hasta el momento, para el caso de la cátedra universitaria, sólo contamos con las *Lecciones matemáticas que en la Universidad de México dictaba Don Ignacio Bartolache*, publicadas en 1769, basadas en lo impartido por Joaquín Velázquez de León (1732-1786) en su academia matemática del Colegio de Santa María de Todos los Santos.¹⁰

A estas Lecciones se suman los textos redactados por los catedráticos de la Academia de Artes novohispana, Miguel de Constanzó, titular de la cátedra de geometría y arquitectura de 1782 a 1789, *Elementos de geometría que en la Real Academia de San Carlos de esta Ciudad de México / dictó el Señor Don Miguel Constanzó, Capitán de Ingenieros y Preceptor primero de dicha Aula*,¹¹ y *Lecciones elementales de matemática* de la autoría de Diego de Guadalajara,¹² titular de la cátedra de matemáticas de 1790 a 1805. Y el texto que nos ocupa, *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea*, que fue elaborado por alguno de los catedráticos titulares de matemáticas o física entre los años de 1792 y 1802.

⁶ Acervo Histórico del Palacio de Minería, Biblioteca “Ing. Antonio M. Anza”, Fondo Sociedad Científica “Antonio Alzate”-Rafael Aguilar y Santillán, *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea. Escritas para la enseñanza de los alumnos del Seminario de Minería de México*, México, s/f, 38 fs.

⁷ José Ignacio Bartolache, *Lecciones matemáticas, que en la Real y Pontificia Universidad de México dictaba D. José Ignacio de Bartolache. Primer Cuaderno*, México, Biblioteca Mexicana, 1769, f. 2r-2v.

⁸ Archivo de la Antigua Academia de San Carlos-Facultad de Arquitectura (AAASC-FA), exp. 626, “Expediente de la provisión del empleo de director de matemáticas en don Diego de Guadalajara y Tello”, México, 1791.

⁹ Cuando la cátedra de astrología y matemáticas de la Universidad de México se fundó, en 1637, no se estableció que el titular redactaría algunas lecciones. Véase Francisco Fernández del Castillo, *La Facultad de medicina según el archivo de la Real y Pontificia Universidad de México*, México, UNAM, 1956, pp. 143-145.

¹⁰ José Ignacio Bartolache, *op. cit.*, fs. 2r-2v.

¹¹ *Boletín del AGN*, México, Nueva época, julio-septiembre de 2001, pp. 12-81.

¹² Manuel Antonio Valdez, *Gazetas de México. Compendio de noticias de la Nueva España. Que comprende los años de 1790-1791*, t. IV, México, Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 180 pp.

La medición de minas en Europa

El primer texto que obtuvo gran difusión y cuyo título incluye por primera vez la voz alemana para la medición de minas (*Marckscheidekunst*), fue la *Geometria Subterranea oder Marckscheide-Kunst*,¹³ publicado originalmente en Eisleben en 1686 por Nicolas Voigtel (1658-1714). En la misma ciudad y también a costa del autor apareció una segunda edición en 1713.

El texto de Voigtel dio origen a otros libros especializados en la medición de minas; sin embargo, también se utilizaron algunos otros más generales sobre el uso de instrumentos matemáticos, como el de Nicolás Bion, que circulaba en Nueva España.¹⁴ La falta de tratados específicos en español o francés orilló a los interesados a consultar estos textos. Esta práctica fue común entre los oficiales y maestros de los gremios novohispanos. Si consideramos que el autor anónimo de la *Architectura Mechanica* del siglo XVIII¹⁵ recomendaba que en la biblioteca de un constructor (oficial o maestro) se encontrara el *Compendio matemático*, del español Tomás Vicente Tosca (ediciones en 1706, 1727 y 1757), y una glosa de los libros I, II, III y IV de los

Elementos de geometría de Euclides, incluidos en un tratado de astronomía del siglo XVIII, ambos en castellano. Es decir, no proponía la consulta directa de los tratados de arquitectura de Vitruvio o el de geometría de Euclides.¹⁶ En muchos casos los miembros de los gremios no leían otro idioma, y además no consideraban que la lectura directa de dilatados libros fuera de provecho, toda vez que ya existían los resúmenes que exponían los principios necesarios para su arte.

De la mano de la fundación de las primeras academias de minas desde 1765, en los países germanos hubo un nuevo impulso en la escritura de tratados de medición de minas. No obstante, el primero que aparece tuvo relación con un personaje que posteriormente estaría asociado con una academia de minas, Friedrich Wilhelm von Opper (1720-1769),¹⁷ promotor de la fundación de la Academia de Minas de Freiberg. El texto definitivo fue sin embargo los *Principios elementales de geometría subterránea*, de Johann Friedrich Lempe (1757-1801),¹⁸ catedrático de matemáticas y física de la institución.

Los franceses continuaron con esta oleada; el texto más socorrido de la época era la *Geometría subterránea elemental, teórica y práctica*, de Jean Pierre François Guillot Duhamel (1730-1816),¹⁹ mismo que se encontraba en la biblioteca personal de Juan Eugenio Santelices Pablo (1733-1793), fis-

¹³ Nicolas Voigtel, *Geometria Subterranea oder Marckscheide-Kunst: darinnen gelehret wird Wie auff Bergwercken alle Klüffte und Gänge in Grund und am Tag gebracht/ auch solche von einander unterschieden werden sollen; so wohl Was bey Durchschlägen in Ersparung Kosten/ Bringung Wetters und Benehmung Wassers denen Zechen oder Gebäuden/ mit zubeoachten; Item/ Wie Streitigkeiten/ so sich unter miteinander schnürenden Gewercken offers zuereignen pflegen/ dem Maaße nach aus einander zusetzen; Sambt noch andern in nechstfolgendem Indice enthaltenen und zu dieser Kunst dienlichen Sachen; Allen Bergwercks-Liebenden zum Unterrichts und versicherlichen Nutzen*, Eisleben, 1686.

¹⁴ Nicolas Bion, *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique*. Hay varias ediciones: La Haya, 1723; París, 1752. Al menos dos ejemplares del libro han sido localizados en inventarios de bibliotecas novohispanas, las de Mariano de Zúñiga y Ontiveros y Antonio de León y Gama.

¹⁵ Meredith K. Schuetz, *Architectural Practice in México City. A Manual for Journeyman Architects of the Eighteenth Century. Translated, with an Introduction and Annotation, by...*, Tucson, The University of Arizona Press, 1987.

¹⁶ Las distintas versiones de un tratado y las posibles fuentes de los geómetras —entendidos como los que saben medir o saben matemáticas— novohispanos, era un tema que apasionaba a Leonardo.

¹⁷ Friedrich Wilhelm von Opper, *Anleitung zur Marckscheidekunst nach ihren Anfangsgründen und Ausübungen kürztliche entworfen*, Dresde, G. C. Walther, 1749.

¹⁸ Johann Friedrich Lempe, *Grundliche Anleitung zur Marckscheidekunst*, Leipzig, Siegfried Lebrecht Crusius, 1782.

¹⁹ Jean Pierre François Guillot Duhamel, *Géométrie souterraine, élémentaire, théorique et pratique, où l'on traite des Filons ou Veins minérales, et de leurs dispositions dans le sein de la Terre; de la Trigonométrie appliquée à la connoissance des Filons, à la conduite des travaux des Mines et à la confection de leurs Plans et Profils*, París, De l'Imprimerie Royale, 1787.

cal del Cuerpo de Minería de Nueva España, y cuya biblioteca fue el fundamento de la del Real Seminario de Minería en 1793. Otros dos tratados francófonos contemporáneos fueron redactados por traductores de obras alemanas de minería, como Genssane,²⁰ o ex alumnos de las academias, como Gabriel Jars (1732-1769).²¹ Ambos se encuentran en la Biblioteca Ing. Antonio M. Anza, pero su encuadernación y sellos indican que llegaron a la colección a mediados del siglo XIX.

Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea, escrita para la enseñanza de los alumnos del Real Seminario de Minería de México

El manuscrito es una pequeña libreta de 20.5 × 14 cm con 39 fojas en papel azul de algodón, escritas por ambos lados en una encuadernación entera en piel de principios del siglo XIX. Después de la portada comienza el texto; tiene una numeración en la parte superior derecha que va del 1 al 38, y que es contemporánea a su manufactura. Está dividida en 11 capítulos: 1, “De la naturaleza de las vetas y sus variedades”; 2, “Explicación de algunos términos facultativos en la práctica de la geometría subterránea”; 3, “De los instrumentos y del uso de ellos”; 4, “Del modo de tomar las medidas interiores de las minas, y de formar apunte de ellas”; 5, “De otros métodos que hay para tomar los rumbos o ángulos de declinación en las minas de fierro o ferrosa, donde no puede gobernar la aguja, o cuando no se quiera hacer uso de ella”; 6, “Del modo de resolver los triángulos y de hallar las alturas y las horizontales”; 7, “Cómo se practican las medidas exteriores de las minas y forma el apun-

te de ellas”; 8, “De las nivelaciones y del modo de ejecutarlas”; 9, “Del modo de formar el plan y el perfil de las obras interiores y exteriores de una mina”; 10, “En que se da resolución de varios problemas”, y 11, “Del modo de copiar o sacar copias de planes de minas ya formados”.

La particularidad de esta obra radica en tres elementos: 1) su redacción se efectuó bajo lo estipulado en las *Reales Ordenanzas de Minas*, acerca de que los catedráticos del Seminario de Minería redactaran textos útiles para el mejoramiento de la minería;²² al no especificarse la naturaleza de éstos (didáctico, científicos y/o de divulgación), lo significativo es que el autor lo escribiera para la enseñanza, quizá bajo la orden directa de Fausto de Elhuyar; 2) su elaboración se efectuó a pesar del establecimiento de *Principios de matemática*, de Benito Bails, como libro de texto para la enseñanza de las matemáticas, cuyo primer tomo incluye el estudio de la geometría aplicada, útil para las funciones de los peritos facultativos de minas y los agrimensores;²³ cabe señalar que la redacción no implicó la apertura de un curso exclusivo para la enseñanza de la geometría subterránea, y 3) *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea*, al igual que el texto redactado por Constanzó, se centró en el estudio de una rama específica de las matemáticas.

La geometría subterránea se compone tanto de la geometría práctica, de algunos elementos de la aritmética elemental y la superior, la geometría plana y la esférica, y de la trigonometría plana y la esférica; sin embargo, en esta obra no se aborda el cálculo infinitesimal. Una característica particular de esta *Nociones generales* es la ausencia de figuras geométricas, tablas logarítmicas e ilustracio-

²⁰ Antoine de Genssane, *La géométrie souterraine ou traité de géométrie pratique, appliqué à l'usage des travaux des mines*, Montpellier, Rigaud, Pons et Compagnie, 1776.

²¹ Gabriel Jars, *Elémens de la géométrie souterraine, théorique, d'après les leçons de M. Koenig*, Paris, Cellot y Jombert, 1780.

²² *Reales Ordenanzas para la dirección, régimen y gobierno del Importante Cuerpo de la Minería de la Nueva España y de su Real Tribunal General*, Madrid, Joaquín Ibarra, pp. 197-198.

²³ Benito Bails, *Principios de matemática*, t. I, 2a, ed., Madrid, Viuda de Ibarra, 1788, 494 pp.

nes, mismas que probablemente se elaboraron y quedaron en un legajo a parte.

I. Estructura de la obra

La estructura de esta obra está en concordancia con la cultura matemática de la época, cuyo seno epistemológico es el euclidiano. *Nociones generales* inicia con la oportuna definición de geometría subterránea; su autor proporciona un enunciado sencillo: la aplicación de la geometría plana en las medidas del interior y exterior de las minas;²⁴ al establecer que para su estudio es necesario tener instrucción en aritmética (elemental y superior), geometría (plana y esférica), y trigonometría (plana y esférica),²⁵ la simplicidad de la definición desaparece, va de lo simple a lo complejo, acción que se refuerza con un problema ejemplo.

Es una obra de formato pequeño, constituida por 11 breves capítulos. Los dos primeros, consagrados a las definiciones de los elementos físicos que componen una mina: capítulo 1o. “De la naturaleza de las vetas y sus variedades”,²⁶ y capítulo 2o. “Explicaciones de algunos términos facultativos en la práctica de la geometría subterránea”.²⁷ Este último apartado contiene además algunas definiciones propias de la geometría plana, tales como horizontal, perpendicular o vertical, pero no se refiere a líneas sino a planos. El capítulo 3o., “De los instrumentos y del uso de ellos”, se centra en la descripción y uso de instrumentos propios para el laborío de las minas (semicírculo, brújula aguja magnética, angulario —como su nombre lo indica, es un instrumento útil para medir ángulos—, plamoda, hilo del semicírculo, cadena mensoria, vara doble y estuche matemático)²⁸ (figura 2).

²⁴ *Nociones generales de la teoría y la práctica...*, op. cit., f. 1.

²⁵ *Idem*.

²⁶ *Ibidem*, fs. 3v-5v.

²⁷ *Ibidem*, fs. 5v-9.

²⁸ *Ibidem*, fs. 10-16v.

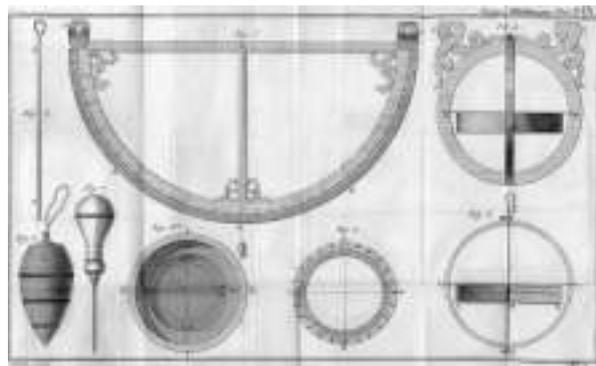


Figura 2. Instrumentos de medición de minas. Gabriel Jars, *Elémens de la géométrie souterraine, théorique, d'après les leçons de M. Koenig*, París, Cellot y Jombert, 1780. Biblioteca “Ing. Antonio M. Anza”, Acervo Histórico del Palacio de Minería.

Los siguientes cinco capítulos se refieren a lo práctico. En el capítulo 4o., “Del modo de tomar las medidas interiores de las minas, y de formar apunte de ellas”,²⁹ en el punto 12o. queda registrado un rasgo distintivo de la ciencia moderna: el cotejo de las medidas a través de la repetición. En el capítulo 5o., “De otros métodos que hay para tomar los rumbos o ángulos de declinación en las minas de fierro o ferrosa, donde no puede gobernar la aguja, o cuando no se quiere hacer uso de ella”, el autor propone tres métodos para solucionar el problema planteado: el primero de ellos es práctico, a través del uso de dos hilos paralelos (el método que actualmente usan los albañiles para nivelar un muro o el piso); el segundo, a través de mediciones y el cálculo matemático, realizado desde la trigonometría plana y la esférica; y por último, haciendo uso del teodolito de los mineros, instrumento de medición, semejante al descrito por M. Duhamel.³⁰ En el capítulo 6o., “Del modo de resolver los triángulos y de hallar las alturas y las horizontales”, la explicación está centrada en la solución de los triángulos rectángulos desde la trigonometría esférica, haciendo uso de las funciones trigonométricas y del teorema de Pitágoras.³¹ En los capítulos 7o., “Cómo se practican las medidas

²⁹ *Ibidem*, fs. 17-19v.

³⁰ *Ibidem*, fs. 20-22.

³¹ *Ibidem*, fs. 22v-23.



Figura 3. "Formulario, relación y resolución de los triángulos rectángulos, que se ofrecen en las medidas de minas y nivelaciones [...] los datos que aparecen en las respectivas columnas. Dispuesto y ordenado por Don Juan Bautista Blanes director y maestro de la academia de aritmética y álgebra, como también agrimensor titulado por Su Majestad, y perito facultativo de minería, con examen y aprobación del Real Tribunal de nueva creación año de 1784." Archivo Histórico del Palacio de Minería, 1784/IV/17/d.14.

exteriores de las minas y forma el apunte de ellas",³² y 8o., "De las nivelaciones y del modo de ejecutarlas",³³ el autor se limitó a recomendar el uso de la geometría práctica general (la utilizada por los agrimensores) e instrumentos de medición.

El capítulo 9o., "Del modo de formar el plan y el perfil de las obras interiores y exteriores de una mina",³⁴ se refiere al registro de las medidas. Probablemente se llevó a cabo en un formato similar al diseñado por Juan Bautista Blanes en 1784³⁵ (figura 3), registro que debía ser acompañado por un plano externo de la mina. En el capítulo 10o., "En que se da resolución de varios problemas",³⁶ se planteó la solución de 13 problemas comunes en la labor del perito facultativo, utilizando los ins-

trumentos de medición y auxiliándose de las ramas de las matemáticas mencionadas (aritmética, geometría y trigonometría) (figura 4). Cabe señalar que ninguno de los problemas propuestos es estrictamente teórico, así como el hecho de que los dos primeros son de geometría práctica. Lo singular de estos problemas es que de la solución del primero se deriva el segundo, y así sucesivamente; ninguno de ellos tiene alguna figura geométrica que a simple vista nos dé una pista sobre el problema propuesto. Finalmente, el capítulo 11o., "Del modo de copiar o sacar copias de planes de minas ya formados", es una descripción detallada de la práctica de copiar los planes.³⁷

La estructura de *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea* guarda estricta correspondencia con la de los tratados matemáticos de la época. La necesidad de contar con medidas precisas, tanto internas como externas, de las minas permitió la conjugación de la acción de medir bajo métodos tradicionales, el uso de instrumentos con elementos modernos y los cálculos matemáticos, así como un registro acucioso de los resultados a través de tablas previamente diseñadas.

³² *Ibidem*, f. 23v.

³³ *Ibidem*, fs. 24-24v.

³⁴ *Ibidem*, fs. 25-28.

³⁵ Archivo Histórico del Palacio de Minería (AHPM), 1784/IV/17/d.14, "Formulario, relación y resolución de los triángulos rectángulos, que se ofrecen en las medidas de minas y nivelaciones [...] los datos que aparecen en las respectivas columnas. Dispuesto y ordenado por Don Juan Bautista Blanes director y maestro de la academia de aritmética y álgebra, como también agrimensor titulado por Su Majestad, y perito facultativo de minería, con examen y aprobación del Real Tribunal de nueva creación año de 1784".

³⁶ *Nociones generales de la teoría y la práctica...*, ed. cit., fs. 28v-37v.

³⁷ *Ibidem*, fs. 38-38v.

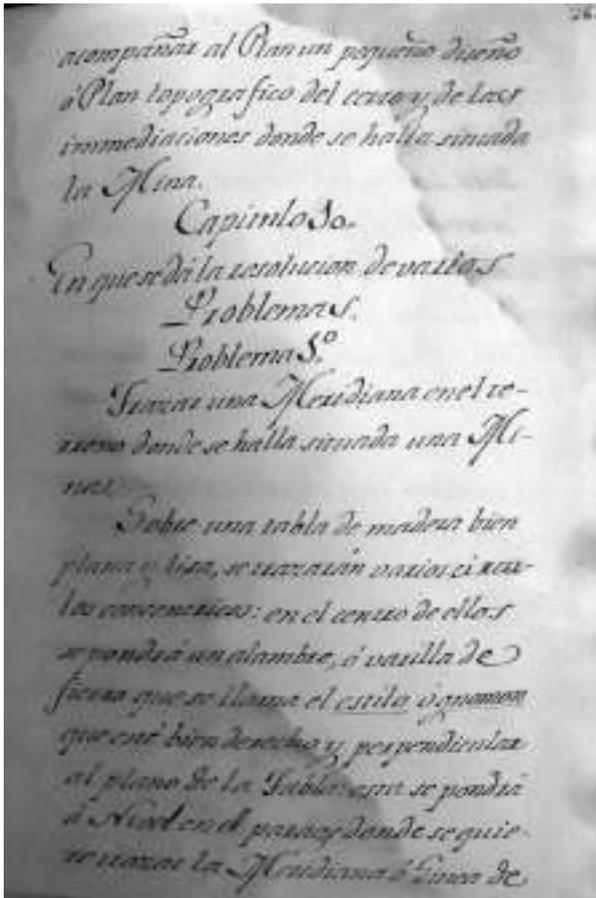


Figura 4. *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea*. Escrita para la enseñanza de los alumnos del Real Seminario de Minería de México, f. 28. Biblioteca "Ing. Antonio M. Anza", Acervo Histórico del Palacio de Minería.

Cabe señalar que el contenido de este texto no parece tener influencia directa de la obra de Bails, previamente citada. Sin embargo, la influencia del tomo I de la obra de Duhamel³⁸ es incuestionable: los tres primeros capítulos de ambas obras abordan las mismas temáticas; los capítulos 10 proponen problemas similares. El autor de *Nociones generales* omitió los capítulos del 4 al 7 en la obra de Duhamel, concernientes a la solución de problemas matemáticos, así como las figuras geométricas, tablas logarítmicas y planos, que como ya mencionamos es probable que no se hayan encuadrado

³⁸ Jean Pierre François Guillot Duhamel, *op. cit.*

con el texto. Como dato adicional, el tomo I de *Géométrie souterraine* formó parte del acervo bibliográfico del Colegio de Minería desde 1793.³⁹

II. Tras la pista de su autor

Hasta el momento no hemos logrado establecer la identidad del autor ni la fecha exacta de redacción. Suponemos que *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea* se redactó entre 1792, año en que entró en funciones oficialmente el Colegio de Minería, con el curso de matemáticas, y en 1802, año en que Fausto de Elhuyar (1755-1833), director general del Real Tribunal de Minería novohispano, solicitó a Andrés Manuel del Río (1765-1849), catedrático de mineralogía, la traducción del libro *Gründliche Anleitung zur Markscheidkunst*, de Johann Friedrich Lempe, con la finalidad de que sustituyera cualquier texto utilizado con anterioridad; a decir de Elhuyar, ninguno de los tratados previamente conocidos, incluidos los europeos, tenían el nivel necesario para los alumnos del Colegio.⁴⁰ A partir de 1802, cuando el cálculo infinitesimal comenzó a formar parte de la segunda cátedra de matemáticas, fundamental para el avance en todas las demás, resulta poco probable que se mantuviera el uso de las *Nociones generales*. Finalmente, según las noticias que tenemos del acto público efectuado en 1809, la geometría subterránea se impartió desde esa misma segunda cátedra de matemáticas tomando como libro de texto la obra de Duhamel.⁴¹

³⁹ AHPM, 1793/VIII/67/d.13, Tribunal de Minería, "Sobre compra de una porción de libros...", fs. 2-5.

⁴⁰ AHPM, 1802/I/113/d.24.

⁴¹ Archivo General de la Nación (AGN), Indiferente Virreinal, Minería, caja 6225, exp. 035, "Exámenes públicos de matemáticas, física y mineralogía que tendrán los alumnos del Real Seminario de Minería en la obra del nuevo colegio de la calle de San Andrés en presencia del Real Tribunal General del importante cuerpo de minería de esta Nueva España", México, 1809, fs. 3v-4.

Durante este lapso (1792-1802) se impartió la geometría subterránea entre las cátedras de matemáticas y de física. Los planes y programas de estudios de matemáticas sufrieron un par de reformas; además, la titularidad de las cátedras recayó en dos personas diferentes: la de matemáticas bajo la dirección del capitán Andrés José Rodríguez, 1792 a 1803, y Francisco Antonio Bataller como titular de la cátedra de física de 1793 a 1800. Ambos contaron con experiencia en el laboreo de minas; recordemos que en uno de los capítulos de *Nociones generales*, el autor recomendó hacer el reconocimiento de la mina explorándola personalmente, consejo que provendría sólo de alguien que hubiese desempeñado dicha labor.

Juan Lucas de Lassaga y Joaquín Velázquez de León, primeros dirigentes del Real Tribunal de Minería, propusieron en 1774 un programa de estudios para la enseñanza de las matemáticas al interior del Colegio de Minería; aunque su plan fue muy general, contempló la enseñanza de la aritmética, geometría, trigonometría y álgebra, “necesarias para la práctica minera”,⁴² por lo que intuimos que la categoría “geometría” incluye a la subterránea. En 1790, Fausto de Elhuyar presentó un plan de estudios; la enseñanza de la geometría subterránea se ubicó en la cátedra física; previo a ello, en el curso de matemáticas se instruiría en aritmética, álgebra, geometría elemental, trigonometría plana y secciones cónicas;⁴³ es decir, parte del conocimiento requerido para el estudio de la geometría subterránea, según lo manifestado por el autor de *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea*.⁴⁴

Cuando José Andrés Rodríguez fue nombrado titular de la cátedra de matemáticas del Real

Seminario de Minería novohispano,⁴⁵ contaba con estudios matemáticos efectuados en el Colegio de San Isidro de Madrid,⁴⁶ y de mineralogía y geometría subterránea adquiridos en las minas de Almadén; además de ser cadete de regimiento de la Nueva España desde 1778.⁴⁷ A partir de 1788, ya en Nueva España, acompañó Fausto de Elhuyar a realizar reconocimientos de algunas minas.

Aunque Rodríguez recibió la titularidad de la cátedra de matemáticas en 1789, no fue sino hasta 1792 que se impartió el primer curso, a pesar de la escasez del tomo I de *Elementos matemáticos* de Bails, *Elementos de aritmética*, por lo que no cumplió en su totalidad con el plan de estudios diseñado en 1790. Para el curso siguiente, el de 1793, solicitó el cambio de libro de texto por *Principios de aritmética, álgebra y geometría* de la autoría de Juan Justo García, mismo que se utilizó hasta 1797, periodo en el que se impartió la geometría subterránea desde la cátedra de física, por Antonio Bataller, excepto en 1794, que se enseñó desde la matemáticas. Sin embargo, durante el periodo mencionado no se impartió la trigonometría esférica necesaria, según el autor de *Nociones generales*, para la geometría subterránea.

De ser Rodríguez el autor de *Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea*, es probable que lo redactara en una fecha posterior a 1797, una vez que la enseñanza de las matemáticas se dividió en dos cursos y la trigonometría esférica formó oficialmente parte de uno de ellos, y de manera extraoficial la geometría subterránea y el cálculo infinitesimal se impartirían desde la segunda cátedra de matemáticas y la de física respectivamente, situación que podría explicar la ausencia del cálculo infinitesimal en el tratado mencionado.

⁴² Santiago Ramírez, *Datos para la historia del Colegio de Minería*, México, Imprenta del Gobierno Federal en Ex-arcobispado, 1890, p. 25.

⁴³ *Ibidem*, pp. 62-63.

⁴⁴ *Nociones generales de la teoría y práctica...*, ed. cit., f. 1.

⁴⁵ Archivo General de Simarcas (AGS), Secretaría de Guerra, 6987, exp. 2, f. 53.

⁴⁶ AHPM, 1797/VI/91/d. 2, f. 3.

⁴⁷ AGS, Secretaría de Guerra, 6987, exp. 2, f. 53.

Por otra parte, Bataller había estudiado en el colegio jesuita de San Isidro en Madrid, aunque la mayor parte del tiempo estudió las Sagradas Escrituras y las lenguas antiguas, entre 1771 y 1773 siguió un curso de matemáticas que incluía “aritmética, geometría, trigonometría, así teórica como práctica en los cálculos y análisis, tanto de las cantidades finitas, como de las infinitas con la aplicación de ellas en las ciencias primeras y a las curvas o geometría superior”.⁴⁸ Llegó a Nueva España en 1777 y se dedicó a la minería en Charcas y Catorce, en San Luis Potosí. A la muerte de Velázquez de León él quedó encargado por el Cuerpo de Minería para aplicar los exámenes a los individuos que aspiraran al título de perito facultativo de minas. Posteriormente, en los últimos años del siglo XVIII, se encargó de la redacción del texto *Principios de física experimental*, que quedó inédito. Al igual que las *Nociones*, dicho libro estaba ampliamente basado en autores europeos reconocidos del momento, como Joseph Sigaud de la Fond, Jean Antoine Nollet o Jacob S'Gravessande, aunque algunas de las obras originalmente habían aparecido en los años cuarenta o cincuenta de esa centuria.

La experiencia de Bataller en las minas novohispanas lo colocan como posible autor de las *Nociones*, ya que el segundo capítulo de este texto se dedica a términos facultativos de la minería, y hay algunos —como *tapextle*— que denotan conocimiento del vocabulario local. Igualmente, en el único examen de perito facultativo que se conservó en el Archivo Histórico del Palacio de Minería, realizado por Fermín de Reygadas en 1787,⁴⁹ Bataller exige al sustentante la copia de tres láminas del libro de laboreo de minas de Johann Kern, traducido al francés

por Antoine Monnet, y entre ellas está una de medición. Así pues, Bataller también era capaz de dibujar planos de minas. Finalmente, a él tocó en un inicio impartir las nociones de geometría subterránea en su clase de física.

Consideraciones parciales

Nociones generales de la teoría y la práctica de la geometría subterránea es un texto redactado bajo los elementos epistemológicos dominantes de la matemática de la época. Está basado en la obra de Duhamel, por lo que no hay duda que el autor de *Nociones generales* conoció dicha obra. *Nociones generales* está centrada en el estudio de una rama específica de las matemáticas.

El autor de esta obra tenía vastos conocimientos matemáticos y experiencia en facultar minas, aunque no por ello deja de ser elemental su contenido, considerando a quienes estaba dirigida (futuros peritos facultativos) y la ausencia de la aplicación del cálculo infinitesimal. Sin embargo, la importancia de esta obra estriba en que es la única, localizada hasta el momento, escrita para la enseñanza de las matemáticas al interior del Real Seminario de Minería durante la época virreinal; no obstante, hasta hoy no contamos con evidencia de su uso en la cátedra, ya que a través de las descripciones de actos públicos en las que se especifican los textos utilizados, no hay mención de ella.

Finalmente, cabe mencionar que Andrés Manuel del Río llegó a Nueva España en 1794, y había estudiado, al igual que Elhuyar, en la Academia de Minas de Freiberg, pero lo hizo una década después. Durante el primer año debe haberse dedicado principalmente a la redacción del primer tomo de sus *Elementos de Orictognosia*, impresos un año más tarde, y a otros asuntos relacionados con mineralogía. Es factible que en 1796 haya comenzado la redacción del texto que servi-

⁴⁸ Roberto Moreno de los Arcos, “Francisco Antonio Bataller, catedrático de física en el Seminario de Minería”, en *Ensayos de historia de la ciencia y la tecnología en México*, México, IIH-UNAM (Ensayos de historia de la ciencia y la tecnología en México, 2), 1986, p. 119.

⁴⁹ AHPM, 1787/III/30/d.6.

ría para la segunda parte de su cátedra, el *Arte de minas*, enfocado al laboreo: excavación, iluminación, desagüe, acarreo de mineral, etc.⁵⁰ Los cálculos de malacates y bombas de agua propuestos en esta obra, exigía que los alumnos manejaran el cálculo infinitesimal, mismo que comenzó a impartirse en el Seminario de Minería en 1797. Cinco años después, cuando Del Río tradujo los *Principios de geometría subterránea* de Lempe, la exigencia en esta rama de las matemáticas se hizo crítica. Así pues, no es aventurado tomar como hipótesis que tras la llegada de Del Río y la intro-

ducción de nuevos textos, se debió exigir a los alumnos el conocimiento de la geometría analítica y el cálculo infinitesimal. Cuando Elhuyar estuvo en Freiberg, el profesor de matemáticas, cátedra en la que únicamente se incluían aritmética, geometría y trigonometría, era Johann von Charpentier. Cuando Del Río ingresó, Lempe estaba encargado del curso e impartía “matemática pura, matemática aplicada y ciencias mecánicas”.⁵¹ Así pues, el cambio que se dio en Freiberg se reflejó en México de la mano de Del Río, pero será un tema a desarrollar en futuros trabajos.



⁵⁰ Omar Escamilla, “Arte de minas’, an unpublished treatise by Andrés Manuel del Río, ca.1800”, ponencia presentada en el XI Simposio Internacional del Legado Cultural de la Minería y de las Ciencias de la Tierra, México, Pachuca y Real del Monte, septiembre de 2011.

⁵¹ Otfried Wagenbreth, *Die Technische Universität Bergakademie Freiberg und ihre Geschichte*, Leipzig, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1994, p. 58.