



INGEGRAF

XVI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA GRÁFICA



DESARROLLO DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA EN EL SIGLO XIX.

ALTEMIR GRASA, José María (1)

⁽¹⁾Universidad de Zaragoza, País España
Centro Politécnico Superior de Ingenieros
Correo altemir@unizar.es

RESUMEN

Desde la época del Renacimiento, la calidad gráfica de las representaciones se mejora significativamente y se utiliza la Geometría como base fundamental. Así, en el siglo XVI, se fundan los primeros centros de enseñanza técnica, crece la importancia teórica del dibujo y, como consecuencia, aparecen publicados un buen número de libros sobre este tema.

Aunque los siglos posteriores, XVII y XVIII, son fundamentales para sentar las bases de la teoría del dibujo, el siglo XIX puede, sin duda, catalogarse de "Siglo de Oro" en el desarrollo de la Geometría Descriptiva. Por ello, se presenta su desarrollo en Europa y en España, a través de los principales personajes, que como Gaspar Monge, han contribuido con sus obras al desarrollo de esta disciplina hasta el estado actual.

ABSTRACT

The quality of technical drawings improves significantly from Renaissance and it uses the Geometry. The first schools are founded in the century XVI, and many drawing books are published.

The centuries XVII and XVIII are very important in the descriptive Geometry; but the century XIX is the "Gold Century". In this record is presented the principal scientifics in Geometry, like Gaspar Monge, who have contributed to develop this science.

1. Introducción

Desde el Renacimiento, la calidad gráfica en la representación experimenta un avance significativo mediante la precisión en las medidas, la elección con esmero de plumas, papel, y tinta de colores, así como el uso frecuente de técnicas de grabado, y la Geometría como base científica.

Ya en el s. XVI, aparecen los primeros centros de enseñanza técnica, como la Real Academia de Matemáticas, fundada por Felipe II en Madrid en 1582, para ofrecer una sólida formación a los futuros técnicos en diversas ramas. La dirección de la Academia recae en Joao Baptista Lavanha y su Plan de Estudios es diseñado por el conocido arquitecto Juan de Herrera. La Real Academia desaparece en 1634; pero surge con fuerza en 1625 el Colegio Imperial, fundado por la Compañía de Jesús, que se convierte en el centro especial de los estudios superiores de Arquitectura e Ingeniería en la España del s. XVII.

A partir de la creación de estos centros de enseñanza, va creciendo la importancia teórica del Dibujo, y aparecen los primeros libros como el "Breve tratado del Arte de Artillería, Geometría y artificios de fuego" de Lázaro de Isla y la "Teoría y práctica de fortificaciones" de Cristóbal de Rojas, publicado éste último en 1598.

A comienzos del s. XVII, aparece una versión española de la teoría de Zuccaro, el libro titulado el "Poema de la Pintura" de Pablo Céspedes, que usa la cuadrícula como ayuda al dibujo; y en 1715 se publica el libro "Museo Pictórico y Escala Óptica" de Antonio Palomino de Castro, que se utiliza más tarde como libro de texto de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, fundada en 1752. En relación con este centro, se puede citar la contribución de su director D. Benito Bails con la obra "Perspectiva y Geometría aplicada", que emplea el método de proporciones del cuerpo humano de Arfe, formado por treinta y una partes geométricas.

Es a finales del siglo XVIII cuando Julián de Velasco, miembro de la Sociedad Económica de Madrid, establece la diferencia entre el dibujo académico, también llamado artístico, y el dibujo posteriormente denominado industrial, y aconseja que tengan procesos de aprendizaje bien diferenciados.

2. La Geometría Descriptiva en la Europa del s. XIX.

Aunque el uso de la representación planimétrica se habían utilizado desde la antigüedad, durante el Renacimiento aparecen mapas de una notable calidad gráfica que pueden considerarse precursores del Sistema de Planos Acotados. Estos mapas resuelven la preocupación por la representación del terreno, que urgía con los descubrimientos de los nuevos territorios americanos, y los levantamientos planimétricos se desarrollan durante el siglo XVI. Otro hecho importante, que contribuye al desarrollo del sistema, es la evolución de la ingeniería militar que necesita la representación de superficies extensas para planificar sus maniobras.

El Sistema Acotado, también llamado en sus orígenes Sistema de Acotaciones, se desarrolla, a principios del siglo XVIII, en la práctica de unas construcciones hidráulicas en Holanda. El concepto de curva de nivel es empleado, por primera vez, por el holandés Nicolás Samuel Cruquius para la representación de la batimetría del lecho del estuario del Merdewe, en la confluencia de los ríos Mosa y Vaal en el año 1730.

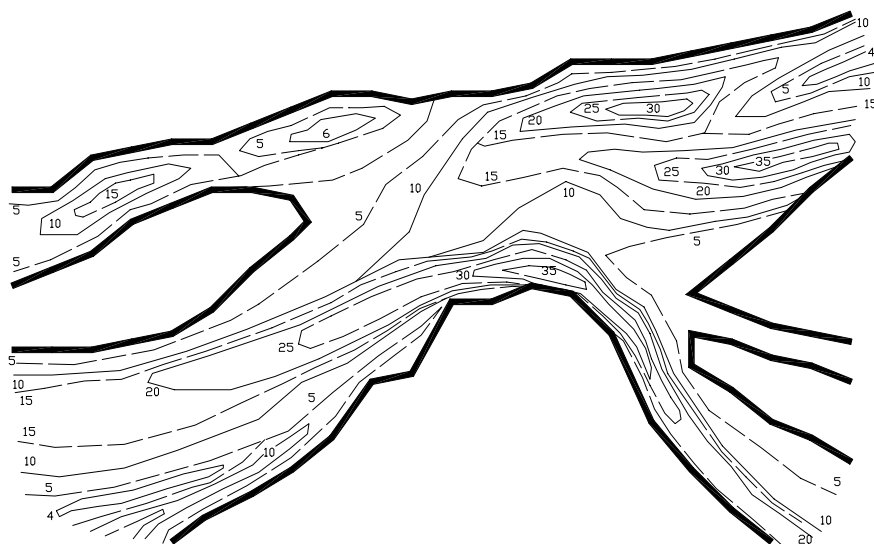


Figura 1: Curvas de nivel del lecho del río Merdewe.

Sin embargo, la primera consideración científica se fragua en la Escuela de Ingeniería Militar de Mezières en Francia, donde se guarda como secreto militar hasta la época de Napoleón. Un ejemplo de este dato, es la representación de los fondos marinos del Canal de la Mancha por curvas de nivel, isóbatas, obtenidas mediante sondas por los navegantes, que efectúa el ingeniero Philippe Bouache en 1738 y que permanece oculto durante bastante tiempo.

A finales del siglo XVIII, se inicia, por el coronel del ejército austriaco Johan Georg Lehmann, un sistema de relación entre el dibujo de las normales y las pendientes del terreno representado. Es en 1828, cuando la comisión francesa del “Depor de la Guerre” enuncia una regla debida al geógrafo Benoit, que se conoce como “ley del cuarto”. Esta regla establece que las distancias entre las normales consecutivas deben estar en razón inversa a las pendientes e igual al cuarto de la distancia tomada sobre el mapa entre dos curvas consecutivas. Este método de las normales es un procedimiento muy extendido durante el siglo XIX en la cartografía europea.

En 1750 Cassini inicia, apoyándose en su red de triangulación, la realización del primer mapa topográfico nacional de un país realizado a escala 1/86.400. Se trata del “Mapa Geométrico”, empezado en 1756 y conocido como “Mapa de Cassini” y en el que también intervienen su hijo Cesar Francois y su nieto Jacques Dominique, quien en 1789 logra acabar la obra. El Mapa Geométrico puede considerarse el más notable ejemplo de la representación cartográfica por el método de las normales.

La preocupación por definir correctamente los movimientos de tierra, hace que el francés Lespinasse publique en 1768 su “Tratado sobre la Teoría y la Práctica de la Nivelación”. En 1782, en la Escuela de Ingeniería Militar, Ducarla y Jean Dupaix-Triel publican el libro “Expresión de las nivelaciones o método nuevo para representar

rigurosamente en el plano terrestre o marino las alturas y las configuraciones del terreno”, que contiene un nuevo método más evolucionado que el anterior sobre la representación de terrenos. En 1791, Jean Dupaix-Triel publica un mapa que representa el relieve de Francia con curvas de nivel equidistantes 10 toesas, equivalente la toesa a un metro y 946 milímetros, y un perfil de norte a sur.

En 1808 Betourné, alumno de la asignatura de Geometría Descriptiva de la Escuela Politécnica de París, obtiene la solución a la cuestión de las líneas de máxima pendiente en el Sistema Acotado, y el mismo año Barnabé Brisson y Perre-Louis Dupuis-Torcy publican en el Periódico de la Escuela Politécnica el artículo titulado “Sobre el arte de proyectar los canales navegables”, un estudio geométrico de las divisorias de cuencas y de las vaguadas.

Sin duda el personaje fundamental de la Geometría Descriptiva es Gaspar Monge, geómetra y matemático francés, considerado el inventor del Sistema Diédrico, que nace en Beaune, en el sureste de Francia, el 10 de mayo de 1746. Lo que hace que Monge adquiera dimensión histórica es su gran aportación a la representación inequívoca de los objetos, esto significativo en el desarrollo de la Revolución Industrial y sin el cual resultaría difícil, por no decir imposible, la transmisión de información a través de los planos entre las oficinas técnicas y las plantas de fabricación, o la ejecución de la obra en el caso de la ingeniería civil.

En 1766, Monge dibuja el plano de la fortificación de la ciudad de Mézières; para ello, idea un método gráfico propio, que mejora los complicados métodos hasta entonces conocidos, y lo combina con sus conocimientos matemáticos. Este método es, al final, reconocido en la Escuela de Ingeniería Militar y pasa a ser secreto militar, hasta que en 1795 se le permite exponerlo públicamente en sus conferencias y clases.

En la Escuela Normal de París, creada para formar a los futuros profesores de la enseñanza secundaria, Monge imparte la Geometría Descriptiva, por primera vez, en el curso 1794-95. En junio de ese mismo año, la Escuela Central de los Trabajos Públicos, creada el 11 de marzo de 1794, se transforma en la Escuela Politécnica, y Monge da clases de Geometría Descriptiva, Analítica y Diferencial a partir del 9 de Noviembre. Sus clases de Geometría Infinitesimal son la base de su libro “Aplicación del análisis a la Geometría” publicado en 1809 [5].

Después de varios viajes internacionales en apoyo de Napoleón Bonaparte, Monge vuelve a París el 16 de octubre de 1799, retoma su puesto de director de la Escuela Politécnica y descubre que sus apuntes de Geometría Descriptiva han sido publicados precipitadamente, como recopilación de las lecciones impartidas en la Escuela Normal, bajo el título “La Colección de Apuntes de Geometría Descriptiva”, en colaboración con su discípulo Juan Pedro Nicolás Hachette.

El libro la “Geometría Descriptiva”, es publicado en 1795 -aunque otras fuentes apuntan el año 1799- y póstumamente, en 1827, se amplía con la “Teoría de sombras y perspectiva”. Esta parte es realizada por M. Brisson a partir de documentos de Monge. Además de la exposición del método de obtención de las sombras, analiza características métricas de los objetos en perspectiva, así como la influencia del color en determinadas circunstancias. Monge, en el desarrollo de su “Geometría

Descriptiva” se inspira en los trabajos de Jeurat y Dupain sobre perspectivas y sombras de 1750 y, especialmente, en “La théorie et la pratique de la coupe de pierres et des bois” de Frézier.

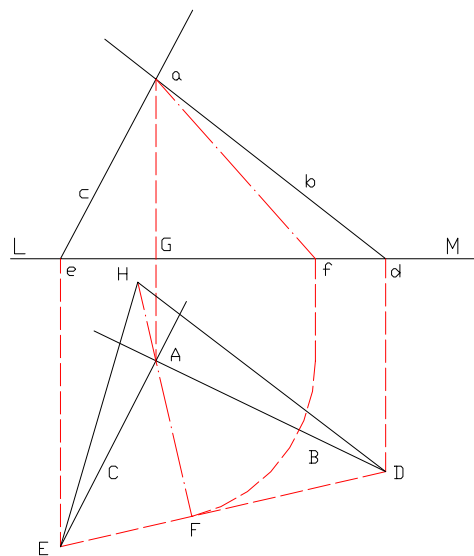


Figura 2: Determinación del ángulo que forman dos rectas por Monge.

La obra “Geometría Descriptiva” resulta ser un tratado detallado y completo sobre el tema, que se desarrolla dando explicaciones claras y profundas de las diversas partes estudiadas, haciendo referencia a cincuenta figuras que se encuentran al final en 24 láminas, realizadas casi todas ellas por L.J. Girard y L. Stévinny, alumnos de la Escuela Politécnica. Los problemas que resuelve siguen vigentes, si bien para aplicaciones más actuales y con procedimientos para la obtención de datos más precisos, sobre todo en Topografía.

Se constata que una cualidad que caracteriza este trabajo, es que surge de la necesidad de resolver ciertos problemas de carácter práctico y va mostrando, en su momento, las aplicaciones a las que se orienta la resolución de los problemas que desarrolla, como es el trazado de las desenfiladas en las fortificaciones, las construcciones de formas abovedadas, los relativos a levantamientos topográficos, otros relacionados con profesiones artesanales y con el arte en general.

La Geometría Descriptiva, junto con la Proyectiva desarrollada por Kleim, Steiner, Nobius, etc. es inicialmente desarrollada por el discípulo de Monge, el matemático y general francés Jean Victor Poncelet, que cae prisionero de los rusos en la retirada de Napoleón en 1812. Preso en Saratow y sin ninguna ayuda científica, salvo los conocimientos de la Geometría Descriptiva de Monge y la “Géométrie de la position”, de Lazare-Nicolas Carnot publicada en 1803, establece las bases de la Geometría, que empieza llamándose Perspectiva para llamarse Proyectiva después. Poncelet generaliza las transformaciones geométricas de Monge y descubre las

transformaciones proyectivas, que permiten unificar el estudio de las cónicas y dar a la Geometría un nivel de generalidad que hasta entonces se consideraba propio del Álgebra. Puesto en libertad en 1814, al llegar a Metz y presentar los trabajos son tan poco tenidos en cuenta que la Academia francesa rechaza su publicación en el "Journal de Grelle". Su principal obra de Geometría es el "Traité des propriétés projectives des figures" publicada en 1822, con ella se inicia el periodo de mayor esplendor para los métodos de la Geometría Descriptiva, y basándose en estos procedimientos, Friedler y Wiener conciben la representación con la proyección cónica o central, Olivier en el Sistema Acotado y Gournier en la perspectiva caballera. En el Sistema Isométrico, el catedrático de Cambridge William Farish formula en 1820 los conceptos de la proyección isométrica en su obra "On Isometrical Perspective", si bien es el alemán Weisbach el verdadero creador de la axonometría moderna con su obra publicada en 1857.

En 1823, el capitán del arma de ingenieros Noizet, publica la memoria titulada "Memoria sobre la Geometría aplicada al diseño de la fortificación" [7], que contribuye en gran medida a la sistematización del Sistema Acotado. Este sistema, en su estructura actual, puede ser atribuido a Theodore Olivier, profesor de Geometría Descriptiva de la Escuela Central de Artes y Oficios desde 1829 hasta 1853, como se comprueba en el Capítulo V de su obra "Curso de Geometría Descriptiva" [8] publicada en 1843. También F. Leroy, profesor de Geometría de la Escuela Politécnica desde 1816 hasta 1824, recoge este Sistema en su libro "Tratado de Geometría Descriptiva" [4] publicado en 1872, el más popular texto francés de la disciplina del siglo XIX.

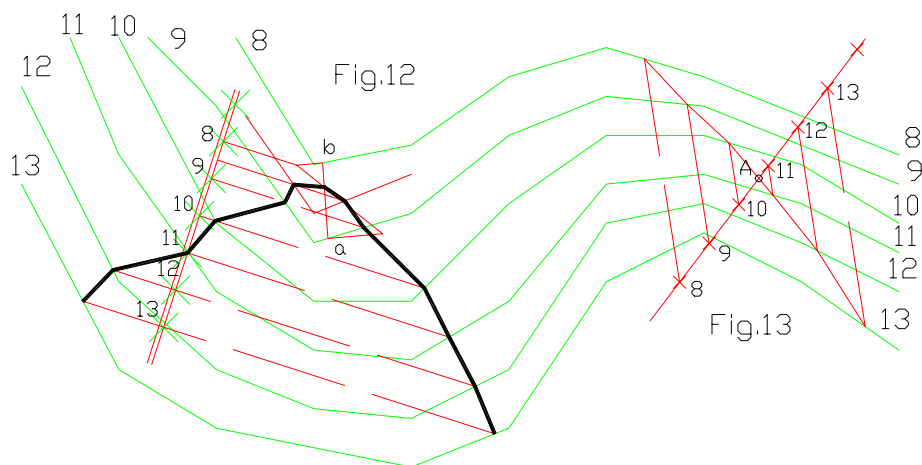


Figura 3: Figuras 12 y 13 de la Lámina 65 de Leroy.

En la representación se muestra el procedimiento para la intersección de un plano y una recta con el terreno.

El “Tratado de Geometría Descriptiva” de M. de la Gournerie publicado en 1891, incluye cuestiones de Geometría Diferencial para el tratamiento gráfico de superficies, expone la teoría de las figuras homológicas para aplicarlas a secciones planas de superficies radiadas y el estudio de los Sistemas de Representación. Mannheim, discípulo de la Gournerie, estudia la perspectiva caballera, conocida es su construcción de los ejes de una elipse a partir de los diámetros conjugados basado en la transformación afín.

Después de Gaspar Monge, muchos y célebres geómetras han cultivado esta materia: G. Fr. Gauss, K. Pohlke, R. Standigl, E. Müller –que funda la Escuela de Viena-, E. Papperitz – autor de una historia de la Geometría Descriptiva hasta 1906-, etc.. Los geómetras posteriores a Monge, se dividen en dos grupos: aquéllos que, como Poncelet, razonan exclusivamente en términos geométricos (geómetras sintéticos), y aquéllos que prefieren emplear el álgebra como herramienta (geómetras algebraicos). Al primer grupo pertenecen, entre otros, Karl Georg Christian von Staudt y Jacob Steiner en Alemania, Michel Chasles en Francia, Arthur Cayley en Inglaterra y Luigi Cremona en Italia. Al segundo pertenecen August Ferdinand Möbius y Julius Plücker.

Ya en el s. XX se duda sobre el nombre de Geometría Descriptiva y E. Kruppa, profesor de la Escuela Técnica Superior de Viena, propone en 1953 el nombre de Geometría Constructiva por tener un sentido más ajustado a la aplicación; pero no consigue la unificación del término, permaneciendo todavía el indicado por Monge.

3. La Geometría Descriptiva en la España del s. XIX.

Los levantamientos de terrenos, tanto geográficos como militares, poseen una larga tradición en España durante los siglos XVI y XVII. Es a partir del siglo XVIII, cuando se acometen los levantamientos de mayor interés, como el realizado por Jorge Juan y Santacilia en su “Examen marítimo” de 1755, recopilación de los planos de las costas españolas para ejecutar obras de infraestructuras en dársenas y astilleros, y su obra de 1809 titulada “Método de levantar y dirigir el mapa o plano general de España”. También es de destacar los trabajos desarrollados en las academias militares como el Colegio Naval de Cádiz y el Colegio de Artillería de Segovia.

Como sucede en Francia, el interés no solo está centrado en las aplicaciones marítimas o militares, sino que se extiende a la preocupación por la resolución de los problemas de movimientos de tierras. Sobre este tema Pedro María de Lucuze, profesor de la Real Academia Militar de Barcelona, publica en 1766 la obra “Advertencia para la medida y cálculo de los desmontes o excavaciones de terrenos irregulares con una regla general para todos ellos”.

En 1778 se publica la obra “Compendio de Geometría elemental especulativa y práctica. Forma de levantar los planos y modo de hacer las tintas para su manejo” de Antonio Gabriel Fernández, patrocinada por la antigua Universidad de Mareantes del Real Seminario de San Telmo en Sevilla.

Prácticamente se puede afirmar que la Geometría en España se inicia con la creación de la Escuela de Caminos y Canales en 1802 y la fundación de la Real

Academia del Cuerpo de Ingenieros Militares en Alcalá de Henares en 1803, la consolidación se produce con la creación de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales el 25 de Febrero de 1847, así como la instauración oficial de las Facultades de Ciencias mediante la Ley Moyano en 1857.

El texto de “Geometría Descriptiva” del año III de la República [6], traducción para la Inspección General de Caminos en 1803, es prueba de ello. La amistad que une a Monge con Agustín de Betancourt y Molina - fundador de la Escuela de Ingenieros de Caminos- es decisiva; en el campo de la Expresión Gráfica. Agustín de Betancourt cuenta para la traducción del texto con la inestimable colaboración de José María de Lanz y Zaldívar, también becario en la Escuela Politécnica de París; juntos escriben en 1808 el "Ensayo sobre la composición de las máquinas" [3], el primer tratado moderno de mecánica.

A principios del siglo XIX, los militares de artillería utilizan en la enseñanza académica de la Geometría analítica el texto de Giannini, cuya redacción corresponde a finales del siglo XVIII. Sin embargo, en la Academia de Ingenieros hay un movimiento a favor de la redacción de libros de texto que sustituyan a los textos franceses de Leroy, Adhemar y Olivier, hasta entonces utilizados, para lo cual se crea una comisión formada por varios oficiales. En agosto de 1807, en el informe emitido por esta comisión, consta que Antonio Sangenis está escribiendo el “Tratado analítico de las secciones cónicas”; pero la Guerra de la Independencia –en la que Sangenis muere- paraliza todo el trabajo.

Durante la Guerra de la Independencia, se cierran los centros de enseñanza en la península, y se prosigue la docencia en los centros gaditanos. Fuera de las instituciones militares, hay que incluir las aportaciones del granadino José-Mariano Vallejo Ortega, profesor del Real Seminario de Nobles, realiza prácticas de levantamientos en los alrededores de Madrid desde 1804, en 1812 publica el “Tratado completo del Arte Militar”, verdadero origen del sistema de Planos Acotados, en 1819 y 1841 aparecen nuevas ediciones de esta obra. Sobre este mismo Sistema, cabe destacar los estudios realizados por Isidro Giol Soldevilla y J. Goyanes Soldevilla que publican el “Tratado de las acotaciones” en 1874 también en Madrid.

Como comenta M.A. Velamazán [11], después de la Guerra, es el Coronel Mariano de Zorraquín, profesor de la Academia de Ingenieros, quien unifica el Algebra y la Geometría, e inspirándose en la Geometría de Posición de L. Carnot, escribe como libro de texto el tratado de “Geometría Analítica-Descriptiva” [12] que se publica en Alcalá de Henares en 1819, hasta esa fecha, es el primer libro de texto sobre Geometría Descriptiva escrito en español. El ayudante del Coronel José García Otero, Arquitecto, Ingeniero Militar y de Caminos, Director de la Escuela de Caminos y Canales, es también un significativo Profesor de Geometría Descriptiva. Durante este período de tiempo es legado científico de interés la “Disertación sobre las Sombras” de Gutierrez Pinto, manuscrito de 50 páginas, que publicado en 1826 puede considerarse el primer planteamiento serio que, sobre esta aplicación, se da en España.

Zorraquín indica que la Geometría es la expresión algebraica y la representación gráfica de todo problema, por lo que deben combinarse en concordancia con los

deseos de Monge de enseñar ambas ciencias a la vez, unificando los grupos de géometras sintéticos y algebraicos.

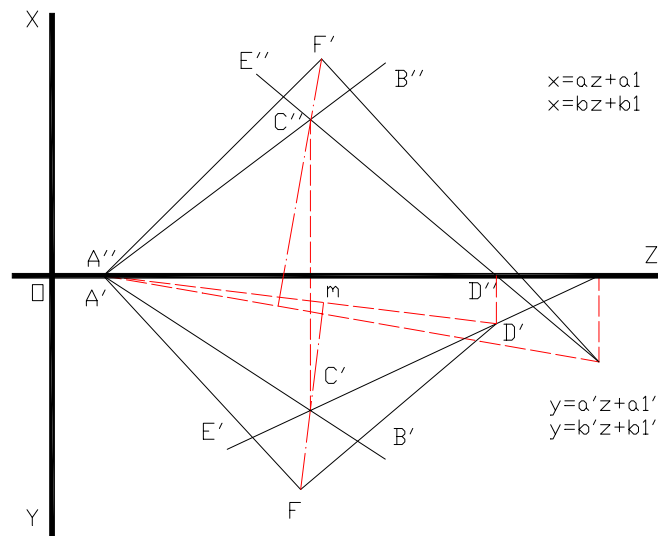


Figura 4: Determinación del ángulo que forman dos rectas por Zorraquín.

Tras el régimen absolutista de Fernando VII, y acabada la guerra civil, se plantean diversas reformas en la formación y competencias de los profesionales de la ingeniería civil y militar. Para el caso de la ingeniería militar, se aprueba un nuevo Plan de Estudios el año 1839 y se inicia un período de importantes inversiones en la organización de gabinetes, bibliotecas y nuevos textos científicos.

Respaldados por este apoyo inversor, otro profesor que también escribe un libro de texto de Geometría es el artillero José Bielsa Ciprián, quien en 1846 redacta para el Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia su “Tratado elemental de Geometría Descriptiva y Sombras” [2]. A diferencia de Zorraquín, Bielsa utiliza exclusivamente la descriptiva y afirma haber utilizado los textos de Leroy y de Olivier, y para la teoría de sombras el texto de Cloquet. El propio Bielsa añade un apéndice del Sistema Acotado a la segunda edición aparecida en 1857.

Después otros militares escriben sobre esta materia, como: Angel Rodríguez Arroquia en 1850, capitán de Ingenieros, autor del “Complemento a la Geometría Descriptiva. Empleo de un solo plano de proyección valiéndose del sistema de acotaciones para servir de aplicación de los principios generales de la ciencia a las superficies irregulares y como preliminar a la Topografía y a la Desenfilada de las obras de fortificación” [9], es el primer texto español dedicado únicamente al sistema Acotado.

Desde entonces se multiplican por toda la península las publicaciones y entre las más antiguas se pueden citar: el “Tratado de topografía” de R. Clavijo publicada en 1852 en Madrid, el “Curso completo de dibujo topográfico o colección de modelos para uso de las escuelas especiales, civiles y militares” de L. Mas publicado en 1857 en Barcelona, el “Tratado completo de dibujo topográfico” de J. Papell y Llenas publicado en 1859 también en Barcelona, el “Curso elemental de topografía y agrimensura” de D. de los Ríos y Serrano publicado en 1862 en Sevilla, el “Manual de dibujo topográfico” y las “Adiciones al manual de dibujo topográfico” de J. Morales Ramírez publicados respectivamente en 1861 y 1874 en Madrid, las “Lecciones fundamentales de Geometría Descriptiva como estudio preliminar necesario para el de topografía y fortificación” de A. Lozano Ascarza publicado en 1866 en Toledo, y las “Lecciones de Geometría Descriptiva” de V. Correa Palavicino publicado en 1881 en Segovia.

José Jiménez y Baz, profesor del Colegio de Infantería, escribe en 1857 los “Elementos de Geometría Descriptiva, Trigonometría rectilínea y Topografía” para los alumnos del colegio. Su breve exposición de la Geometría Descriptiva –sólo consta de 34 páginas- la concluye remitiendo al lector a las obras de Zorraquín, Monge y Lacroix para cualquier ampliación o aclaración.

Más interés tiene el libro “Tratado elemental de Geometría Descriptiva, Perspectiva y Sombras” escrito por el artillero, Luis Felipe Alix [1] - director de la revista el Memorial de Artillería desde 1882 a 1885-, publicado en 1866, donde cita, además de a Leroy, a La Gourneriè y a Adhemar. En esta obra es gran novedad la introducción a la perspectiva axonométrica con la incorporación de la fórmula de Schlömilch.

José A. Elizalde, arquitecto y matemático, publica su “Tratado de Geometría Descriptiva” en 1873 y sirve de texto a los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Madrid. Su sustituto en la Cátedra de Geometría Descriptiva es el valenciano Eduardo Torroja Caballé –que ocupa la cátedra desde 1876 hasta 1919- publica sus trabajos de Geometría en 1874 y 1876, en la Revista de la Sociedad de Profesores de Ciencias y en los Anales de la Construcción y de la Industria, donde aparecen una serie de artículos sobre perspectiva axonométrica, recogidos después en un libro en 1879.

En el último cuarto del siglo, Pedro Pedraza y Miguel Ortega Sala, ingenieros y profesores de la Academia de Ingenieros, publican en 1879 el libro “Geometría Descriptiva de rectas y planos”; además Pedro Pedraza, escribe el libro “Geometría Descriptiva de las superficies”; J. Cabanyes publica otro libro de “Geometría Descriptiva” en 1880; Lorenzo Gallego Carranza publica el libro “Sistema de acotaciones. Complemento a la Geometría descriptiva” en 1886; J. Montero Gabutti escribe en 1887 un “Manual de Geometría proyectiva”; y Enrique Valenzuela publica en 1896 la “Axonometría rectangular o perspectiva axonométrica rectangular” [10], en el que incluye la perspectiva caballera y las sombras.

En la Academia de Ingenieros, en los años 1880 y 1892, los textos utilizados son: los libros de Pedro Pedraza y Miguel Ortega, el de Rodríguez Arroquia para los planos

acotados, el de Leroy para la parte de Sombras y Perspectiva y el de Adhemar para el Corte de Piedras.

En la Academia de Artillería el libro de texto elegido para la Geometría Descriptiva en el año 1892 es el de Cabanyes.

En la Academia General Militar en 1892 los libros de texto elegidos son: para la Geometría Descriptiva de rectas y planos el texto de Pedraza y Ortega; para la Geometría Descriptiva aplicada a las superficies el de Pedraza; para la Perspectiva el libro de Aranaz; para la Teoría de Sombras el de Govantes, y para los Planos Acotados el de Gállego Carranza.

Algunos oficiales de Estado Mayor también escriben textos sobre Geometría; U. Mas y Abad en 1879 traduce el Curso de Geometría Descriptiva de Olivier y R. Aparici en 1881 publica sus "Lecciones de Geometría Descriptiva". Finalmente, oficiales de Infantería que también elaboran textos de Geometría Descriptiva, son: E. Orozco y de la Puente (1881), J. López Torrens (1881), J. Montemayor (1895) y F. Salazar y de la Vega (1896) sobre "Principios y reglas fundamentales de perspectiva lineal".

4. Conclusiones.

Las principales conclusiones que podemos extraer del desarrollo de la Geometría Descriptiva en el siglo XIX son:

La figura más relevante es el matemático francés Gaspar Monge que desarrolla la Geometría Descriptiva y sienta la base científica de la representación de los objetos.

La cualidad fundamental que caracteriza la Geometría Descriptiva es que surge de la necesidad de resolver problemas de carácter práctico, por ello es una ciencia aplicada.

Los conceptos de la Geometría Descriptiva sirven para el desarrollo definitivo de los Sistemas de Representación, alguno de ellos - como el de los Planos Acotados- iniciado antes de 1795.

En España la evolución de los sistemas de representación es similar a Francia, rápidamente se integran los contenidos de Geometría Descriptiva a los planes de estudio a comienzos del siglo XIX, y pronto se sustituyen los textos franceses por los de autores españoles. Los ingenieros militares y los artilleros desempeñan un papel fundamental en este proceso.

5. Bibliografía.

[1] ALIX, L.F.: "Tratado elemental de Geometría Descriptiva". (1866). Valencia, Imp.Ferrer.

[2] BIELSA, J.: "Tratado elemental de Geometría Descriptiva y Sombras". (1846). Segovia, Imp. Espinosa.

[3] LANZ, J.M.; BETANCOURT, A.: "Ensayo sobre la composición de las máquinas". (1808). Editorial CASTALIA, Madrid. 1990. ISBN 84-380-0037-1.

[4] LEROY, F.: "Traité de Geometrie Descriptive", París, Gautier-Villars, 1872.

[5] MONGE, G.: "Application de l'analyse a la Géometrie, a l'usage de l'Ecole Impériale Polytechnique. (1809). 4ª edición. París. Bernard.

[6] MONGE, G.: "Geometría descriptiva". (1803). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid. 1996. ISBN 84-380-0121-1.

[7] NOIZET, F.: "Mémoire sur la geometrie apliquée au dessin de la fortification". (1823). Reeditada como "Leçons sur le dessein de fortification" en 1831.

[8] OLIVIER, T.: "Curso de Geometría descriptiva". París, Carilian, 1843.

[9] RODRIGUEZ ARROQUIA, A.: "Complemento a la Geometría descriptiva. Empleo de un solo plano de proyección valiéndose del sistema de acotaciones para servir de aplicación de los principios generales de la ciencia a las superficies irregulares y como preliminar a la Topografía y a la Desenfíada de las obras de fortificación". (1850). Madrid, Imp. Boix.

[10] VALENZUELA, E.: "Axonometría rectangular o perspectiva axonométrica rectangular". (1896). Guadalajara, Imp. Provincial.

[11] VELAMAZAN, M.A.: "Nuevos datos sobre los estudios de Geometría Superior en España en el siglo XIX: La aportación militar". LLULL, vol. 16, páginas 587-620.

[12] ZORRAQUIN, M.: "Geometría analítico-descriptiva". (1819). Alcalá, Imp. Ma

geometrÃa descriptiva geometrÃa descriptiva. 125 Pages Â· 2011 Â· 3.03 MB Â· 216 Downloads Â· Spanish. Preview.Â· Descriptiva.
â€œNo entre nadie que no sepa GeometrÃaâ€œ. Frase ubicada en el frontal de la Academia G CÃLCULO con geometrÃa analÃtica. 814
PagesÂ·2010Â·25.62 MBÂ·3,927 DownloadsÂ·Spanish.