

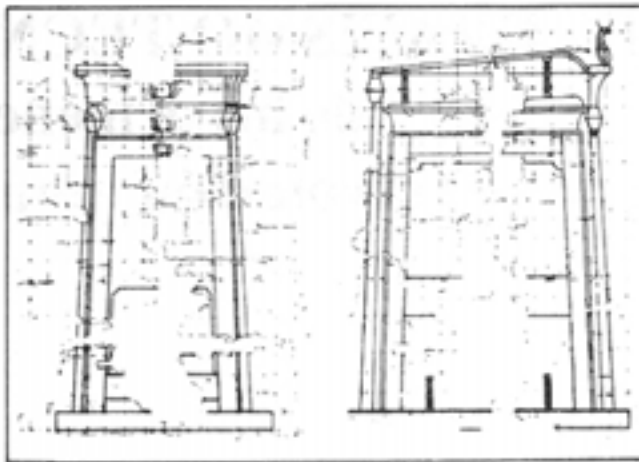
# EL GRAFISMO TECNICO: de los orígenes a la revolución industrial

**Amparo Rama Vitale (\*)**

(\*\*) Investigador del IDEC FAU UCV hasta 1985  
Profesor Investigador-Asistente del IDEC- FAU-  
UCV.

El grafismo técnico nace con la división social del trabajo y con la formación de un excedente económico que lo posibilita. Muchos son los ejemplos de la existencia de documentos dibujados que contienen suficiente información para la producción en las sociedades china, egipcia y mesopotámica. Las llamadas sociedades tributarias o dominadas por el modo de producción asiático, revestían especiales características que hicieron que en su seno comenzaran a desarrollarse los basamentos fundamentales de la representación gráfica. La existencia de un sector letrado, vinculado al poder supraterrrenal (Faraón o Emperador dinástico) separado de los medios de producción, que coordinaba la realización de las obras, fue la base para impartir órdenes de producción a través de representaciones gráficas, o bien para la transmisión de un conocimiento. Era el caso de los mandarines chinos que a través de los exámenes imperiales habían accedido al aparato de estado. Pocos de estos documentos quedan en la actualidad dado el tipo de materiales sobre el cual se realizaban tales grafismos, sin embargo, los pocos conservados, permiten visualizar la génesis y el significado de las formas de presentación gráfica en esas sociedades. Las grandes obras hidráulicas, la construcción de los templos religiosos, el levantamiento de las defensas del territorio en una extensión de más de cinco mil kilómetros en China, etc., expresaban sociedades de clases altamente pobladas y donde la

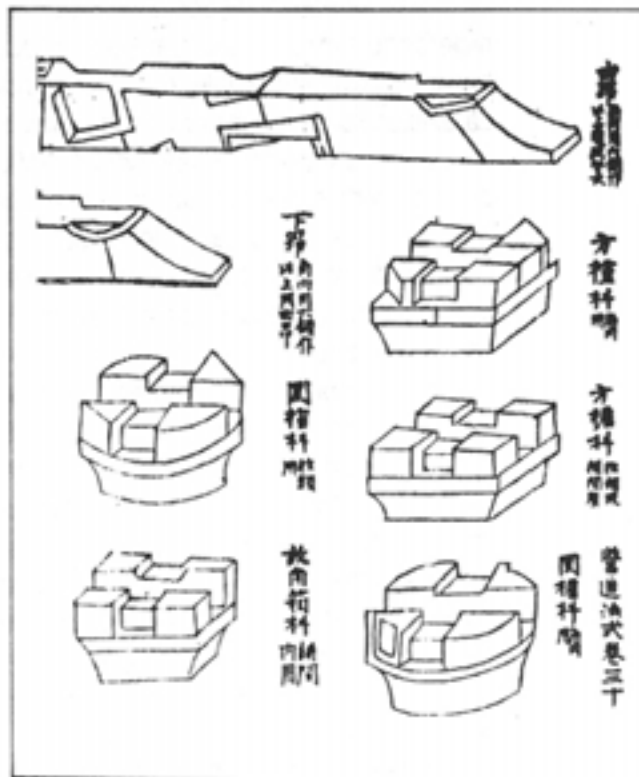
Representación de un naos, papiro de GUR'AB.



necesidad de coordinación central de tales tareas, requería un sector social altamente capacitado para la toma de decisiones. En tales sociedades existía una importante división del trabajo, que si bien no significó una separación del producto de sus medios de producción, era, sin embargo, la base para la formación de tareas diferentes que concluían en las grandes obras del Estado.

El nivel y la forma de las representaciones gráficas que en tales sociedades se desarrollaron, expresaron las determinaciones sociales y las restricciones técnicas que allí se presentaban.

Vigas y capiteles, Tratado de los Métodos de la Arquitectura (1097-1145)



Nos interesa señalar la actitud modestamente pragmática y al mismo tiempo eficaz con que se resuelven los problemas de la representación técnica en sus orígenes. Los comienzos ofrecen las bases más seguras para observar cuáles elementos se han observado, cuáles se han modificado y cuales se han perdido. Desgraciadamente, como hemos dicho anteriormente, los documentos de este tipo que se han conservado han sido muy pocos, dada la caducidad del material. Mas cierto aún es que su valor

se ha limitado a la función de medidor entre el objeto imaginado y el objeto real, y en tal sentido terminadas las construcciones su conservación era innecesaria.

Una de las primeras imágenes que nos señalan el uso de documentos técnicos para la construcción de grandes obras es una escultura, la estatua de Gudea, donde vemos reproducido un plano para la construcción de un ziguarat con una especie de escala. Un documento aún más interesante, en este caso egipcio, es el dibujo de Naos (1) del cual se conservan el alzado lateral y frontal. Este dibujo está realizado con tinta negra sobre una retícula en rojo y no posee ninguna otra indicación adicional. La ausencia de cualquier otro tipo de indicaciones hace pensar que la retícula tenía como función permitir el replanteo del edificio en su conjunto y de cada uno de los elementos que lo conforman.

Aún suponiendo la existencia de una vista superior, hoy extraviada, para la construcción era necesario determinar la verdadera magnitud de los elementos inclinados. Como lo indica la propia existencia de este dibujo y el sabio griego Eudemo de Rodas: "la geometría fue descubierta por los egipcios como resultado de las medidas de sus tierras y estas medidas eran necesarias debido a las inundaciones del Nilo que constantemente borraban las fronteras". (2) Si bien no era una ciencia teórica provista de teoremas y demostraciones,

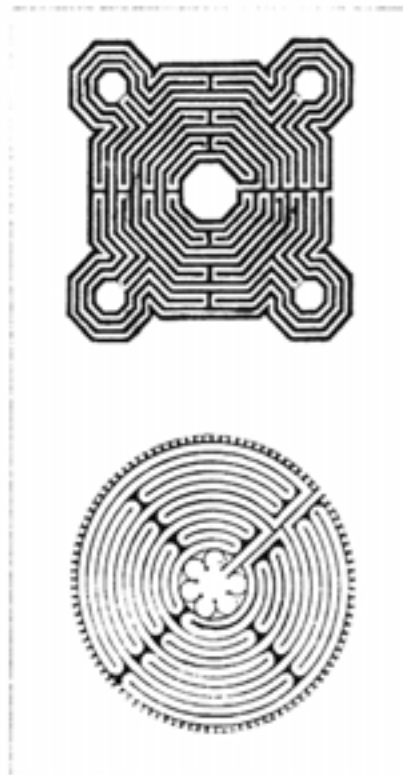
tiene que haber permitido subsanar las carencias de datos adicionales de este dibujo en el momento de la construcción por medio de trazados auxiliares utilizando escuadras y compás.

El dibujo no ha sido el único instrumento utilizado; Needhan señala que para la reconstrucción de la muralla china en 1197, el gobernador manda realizar una porción de la misma para evaluar los costos, la mano de obra necesaria y la cantidad de material que debe proveerse. (3). Es lo que hoy llamaríamos un prototipo. En China, cien años antes, es publicado un tratado de arquitectura realizado por varios autores en el que aparecen representados capiteles y vigas según el sistema de proyección perspectiva caballera, este tipo de detalles y sobre todo su forma de representación es poco frecuente en esta época (4). Este tratado, como muchos otros, no están aportando nuevas soluciones técnicas, sino que de hecho recogen y organizan una serie de procedimientos tradicionales en la construcción: en este caso, los ensamblajes de vigas y capiteles de madera. Sin embargo, es interesante observar que este tipo de representación es la más frecuentemente utilizada por los maestros carpinteros y por otros artesanos cuya habilidad no es precisamente el dibujo, pero que sin embargo requieren de él; manuales de este tipo contribuyeron a difundir en toda China los conocimientos de algunos talleres artesanales, pero también sirvieron para que los mandarines, alejados de la producción, tuvieran un conocimiento de los procesos técnicos existentes.

No es sino hasta el feudalismo cuando se comienza a producir un conjunto importante de modificaciones en las formas de representación gráfica. Básicamente, los cambios que se suceden en el aparato productivo y en la estructura social que le es propia, facilitan y al mismo tiempo impulsan dichos cambios. Las invasiones germánicas del siglo V, las presiones moras en todo el sur de Europa, la incapacidad de reconstruir el imperio de occidente con los merovingios y los carolingios - a pesar del leve renacimiento político-cultural que ello significó - y las invasiones normandas

de los siglos IX y X, contribuyeron a conformar un nuevo cuadro político, social, cultural y religioso. Los feudos unificados bajo relaciones de servidumbre-seguridad entre los campesinos y los señores, con lazos de vasallaje entre los propios señores, y relaciones de legitimación entre los señores feudales y la iglesia, fueron instancias productivas, sumamente autónomas, tanto en términos de la producción agropecuaria como de la producción artesanal.

En esas sociedades la iglesia se estructura durante varios siglos como el más importante centro



Laberinto de la catedral de Reims

Laberinto de la catedral de Chartres

cultural. La existencia de un excedente creciente comienza a perfilar un lento desarrollo de las ciudades que se instalan cerca de las antiguas ciudades romanas y bajo las seguridades que les brindan los señores feudales y la Iglesia. A partir del diezmo que obtienen de los campesinos y de los señores, invierten en construcciones religiosas produciéndose un florecimiento de la actividad artística, permitiendo el lento desarrollo de artesanos especializados en los trabajos de la piedra, madera, metales, cerámica, etc. Ello expresa una monetarización en el propio seno del feudalismo desde sus comienzos. Con posterioridad al período de Carlomagno, los centros de producción

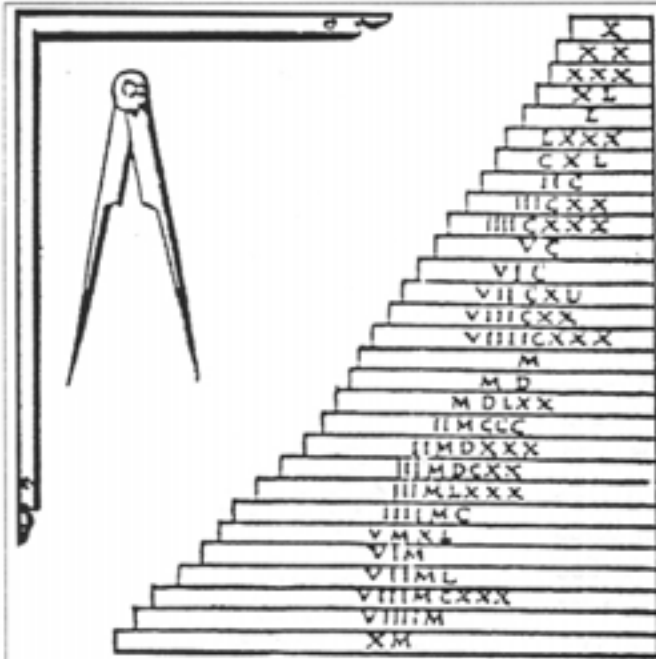
artesanal se trasladaron a los monasterios, permanecieron allí circunscritos al trabajo de los monjes, quienes se organizaron en talleres de acuerdo a las diversas especialidades. Hauser señala, - refiriéndose a un libro de Boissonade - que algunos monasterios se transformaron en verdaderos centros culturales y artesanales, y toma como ejemplo de ello, el monasterio de Saint Riquier, el cual poseía ya para el siglo IX, un verdadero trazado de calles con los talleres agrupados por oficios. (5)

los conventos y las iglesias y, por lo tanto, sus archivos. Otro tipo de obras podían no requerir documentos gráficos o en todo caso, finalizadas estas, perdían toda significación, como fue, probablemente, en el caso de la construcción de castillos. En cambio, la envergadura de una construcción religiosa, su incidencia social y la necesidad de conservar las ideas directrices durante el largo tiempo de ejecución, condujo al uso, no sólo del dibujo, sino de maquetas y modelos y a su posterior conservación.

La disponibilidad de dinero y el surgimiento paulatino de hombres libres, fue conformando un

El conjunto de dibujos de Villard de Honnecourt, de 1250 aproximadamente, nos permite afirmar la

Escala para la elaboración de campanas de la obra "Pirotechnia" de Biringucio, cuaderno (1540)



movilidad que los arquitectos de la época poseían. En sus apuntes figuran dibujos de construcciones ubicadas en Laon, Reims, Chartres y Lausana, que Honnecourt como otros arquitectos realizaban, como parte de un proceso de aprendizaje. Como se decidía emprender la construcción de una iglesia o catedral, se constituía un "consejo de fábrica" cuya función era vigilar la buena marcha de los trabajos, de los contratos, velar por la administración de la construcción, llevar los libros de cuentas y pagar a los "burgueses". El "consejo de fábrica" convocaba a varios arquitectos para que presentaran sus respectivas ideas. Estas podían ser originales o modelos

mercado laboral que permitió la formación de las logias. Estas comunidades estables en su estructura pero libres en su movilidad, agrupaban artistas, artesanos bajo la dirección del arquitecto y del maestro de obra, responsable de las tareas administrativas. Con florecimiento de las ciudades y el aumento de la capacidad adquisitiva de la "burguesía", los artesanos se desvinculan en las logias ambulantes y se instalan en las ciudades agrupándose en gremios. Mientras las logias eran organizaciones multidisciplinarias con una estructura jerárquica, los gremios son asociaciones de artesanos independientes, con una misma especialidad, que se organizan para protegerse de la competencia.

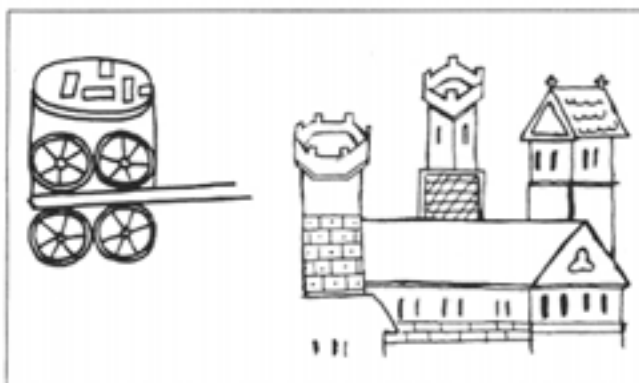
de otras iglesias, tomados de sus cuadernos de apuntes. La elección, por parte del consejo responsable de la construcción, generalmente estaba influida por el temor de correr los riesgos que implicaba una solución original, aún no sometida a la dura prueba de su materialización. (6)

Algunos documentos de esta época se han conservado gracias a la mayor protección que gozaban

Junto con una planta de distribución de las distintas capillas sin dimensiones ni detalles, el arquitecto presentaba una propuesta de diseño de fachada. Los planos de esta época no incluyen ningún tipo de detallamiento constructivo; el arquitecto provee una información global que será detallada por los artesanos de cada especialidad; sobre la base de sus conocimientos el artesano tiene una gran libertad de participación en la obra.

Cuando el proyecto era finalmente dimensionado, el arquitecto rediseñaba la fachada tomando como base la longitud de la misma y utilizando para su trazado las reglas de proporción, áurea o divina, y sirviéndose de la regla y el compás. Dirá más tarde Kepler (1571-1630): *"la geometría tiene dos grandes tesoros: uno es el teorema de Pitágoras, el otro es la división de una línea en una proporción extrema y una media. Podemos comparar el primero a una medida de oro; el segundo lo podemos llamar una joya preciosa"*. (7). Más allá del gusto que esta aseveración denota por la geometría durante el Renacimiento, ésta se desarrolló como un instrumento poderoso del diseño desde la Edad Media. La proporción áurea permitía un equilibrio visual a partir del cual se adoptaban las dimensiones relativas de las partes en función de las longitudes del terreno de implantación. La falta de conocimientos teóricos sobre resistencia de los materiales, se observa en los frecuentes derrumbes de las obras durante y después de su construcción. Por otra parte, quien realizaba una donación para la construcción, deseaba que su colaboración permaneciera en un lugar visible y no enterrada en las fundaciones. Esta situación debe haber contribuido a la inestabilidad de las iglesias medievales. Las reglas de proporciones permiten obtener un equilibrio visual que era asimilado a un equilibrio estructural. A falta de un conocimiento más científico, esta proporcionalidad, unida a un conocimiento práctico, producto de un largo proceso de prueba y error, permitía la construcción de estas obras maestras aunque en muchos casos este proceso condujera a graves errores dado que los esfuerzos no varían en forma lineal.

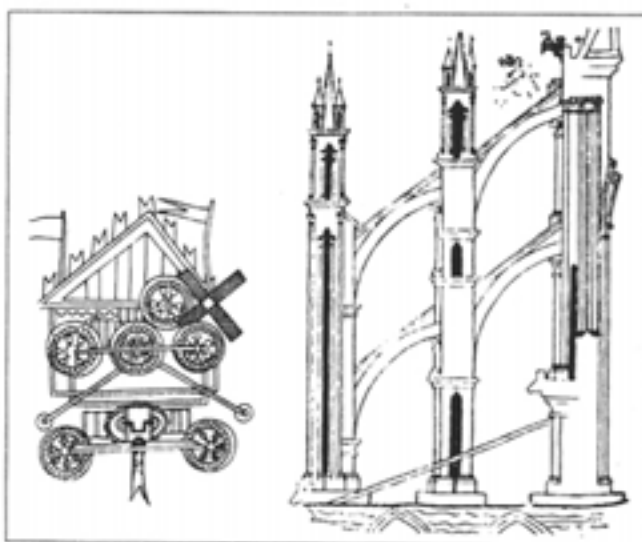
En las oficinas de arquitectura que se instalan a pie de obra durante la construcción de la edificación, encontramos tablas de dibujo, escuadras, compases y punteros; en estas oficinas se realizan los dibujos necesarios para la obra, así como



Transporte de materiales para la construcción de un templo (siglo XII)

Representación de una ciudad, Cuaderno de Villard de Honnecourt (=1250)

plantillas para el corte de los materiales y todos los modelos o maquetas necesarios. En estos dibujos no aparece el uso de la retícula como mecanismo para el replanteo de la obra, sino que aparecen las primeras acotaciones las cuales son replanteadas por medio del uso de escalas de proporción o multiplicando por determinado número y utilizando cuerdas como compases. Estas construcciones demuestran una serie de conocimientos, muchas veces mantenidos como secretos de cada oficio, sobre los materiales, las proporciones, las formas de trazado, que excluyen todo tipo de cálculos y demostraciones. Entre los instrumentos utilizados para el trazado geométrico, se destacan escuadras romanas y del primer período medieval las cuales no poseen el lado correspondiente a la hipotenusa. Son falsas escuadras con brazos de longitud desigual y cuyos bordes no son paralelos entre sí aunque perpendicularmente dos a dos. Este instrumento permitía obtener ángulos como 60, 30, 54, 26 y por falta de perpendiculares de sus lados, se obtenían los ángulos que la diagonal forma con los lados de un rectángulo que obedece a la proporción áurea (8)



Pilares y arcos botantes, Arquitectura gótica del siglo XIII, Cuaderno de Villard de Honnecourt (= 1235)

La Tracción a viento de Guido de Vigevano

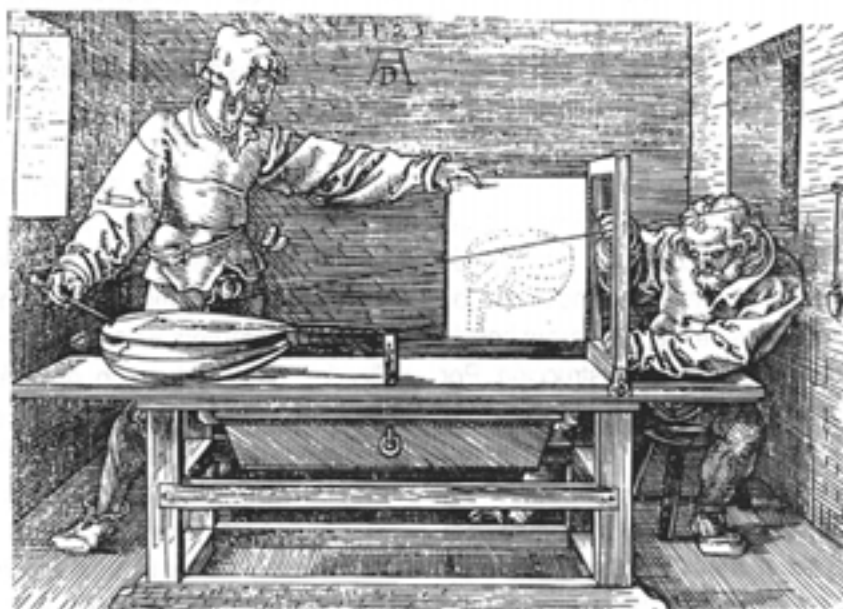
La presencia del arquitecto y de estas oficinas en la obra, así como el surgimiento en el siglo XIV del maestro de obra, van señalando la paulatina división del trabajo en las construcciones. La presencia de los arquitectos queda establecida en las firmas realizadas a través de logotipos en los pisos de las catedrales (9), y en las representaciones que lo muestran con el bastón de medir y el modelo de la iglesia. (10)

La construcción de las iglesias requería de un estudio previo y el desarrollo por lo tanto de un instrumento que permitiera comunicar el contenido del proyecto, aunque este es aún incipiente. Sin embargo, otro tipo de oficio

permitió su adopción. Podemos por lo tanto afirmar que los módulos y la tablas de proporción utilizadas en la Edad Media, pero presentes a lo largo de la historia desde que el hombre tuvo la necesidad de medir la realidad que lo rodeaba, no son dimensiones arbitrarias.

El uso de estos instrumentos se visualiza en la fabricación de campanas, cañones y barcos, así como en la construcción de iglesias. En el caso de la fabricación de campanas, observamos que las reglas dimensionales están vinculadas al deseo de obtener determinada sonoridad. La tonalidad está dada en función de la masa y accesoriamente del perfil de la misma. "La escala de

Instrumentos para la realización de Perspectivas, Albrecht Dürero, Nuremberg 1525.



como el de los carpinteros sigue manteniéndose inalterado, ya que no se requieren mayores trazados previos por cuanto las medidas deben ser tomadas en la misma obra al haberse finalizado los trabajos de alzado de los muros de piedra.

Los módulos y las tablas de proporción son los instrumentos que extraídos de largos años de experiencia práctica, desarrolla cada oficio y que permitirán más tarde la definición de un patrón universal de medición. Es importante señalar que existe una estrecha relación entre la definición de los módulos y el comportamiento de los materiales. Si bien el conocimiento de las propiedades de los mismos es totalmente empírica, un proceso lento de sucesivas pruebas y errores, sin que medie ninguna base teórica,

Bonaccorso da en función de la masa, la dimensión del "módulo" que es el espesor del metal en el lugar donde el péndulo golpea la campana. A partir de este módulo y utilizando la escala, es decir, una serie de relaciones de proporción, se define y se representa el perfil de la campana para la posterior realización del molde". (11)

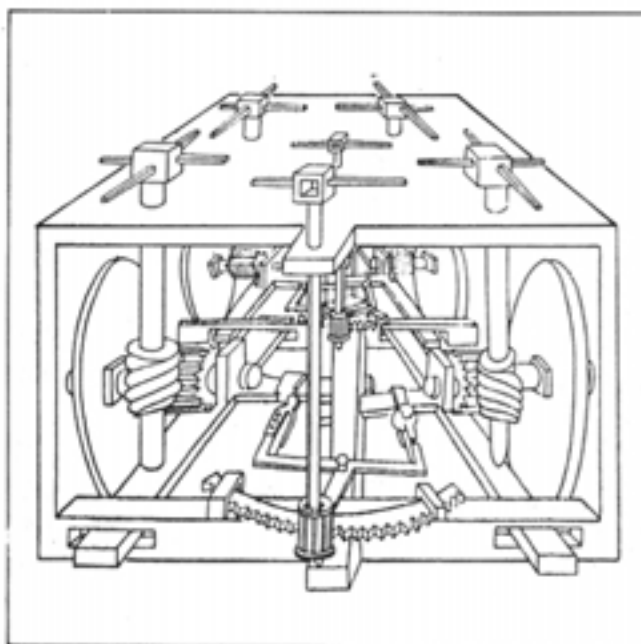
En la producción de cañones realizada a partir de la tecnología desarrollada para la fabricación de campanas, los módulos están más asociados al suministro de proyectiles lo que conduce a establecer una gama definida de módulos para las bocas de los cañones, esta adopción se realiza en el siglo XV. Entre las representaciones gráficas de la Alta Edad Media que se conservan, está el cuaderno de Villard de Honnecourt y sus dibujos de máquinas de 1260, así como el compendio

de máquinas de guerra de Guido de Vigevano de 1327-30. Estos dibujos realizados a mano suelta son representaciones globales sin ningún tipo de datos adicionales. Demuestran el desconocimiento de las reglas de la perspectiva, que recién comenzará a desarrollar los pintores del Renacimiento. Con el objeto de hacer más comprensibles los dibujos se recurre a artificios, algunas veces muy forzados, como voltear ciertos elementos más fáciles de visualizar en una determinada posición, incluso se combinan, simultáneamente en una misma representación, vistas y perspectivas. En uno de los dibujos de arquitectura más delicados de Villard de Honnecourt vemos surgir el recurso de oscurecer los vanos huecos.

Paulatinamente los dibujos comienzan a ser más abundantes debido a la generalización en el uso del pergamino y del papel (introducido en Europa en el siglo XII), lo cual libera al dibujante de la preocupación económica. De esta manera el papel y el pergamino que estaban casi exclusivamente destinados a la copia y al miniado de manuscritos invaden otro tipo de actividades. Antes debido a la escasez y al costo, estos materiales eran reutilizados en varias oportunidades.

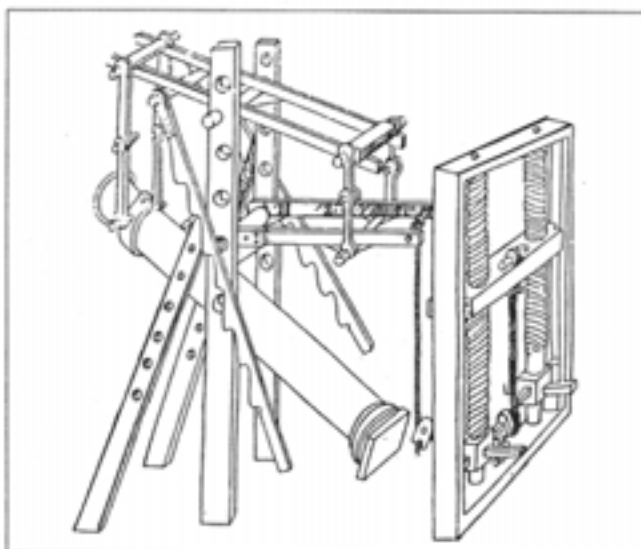
La cantidad de documentos conservados aumenta también debido a la multiplicación de los talleres y de las obras desde el siglo XV. El aumento del volumen de los trabajos en el Renacimiento, los cambios en las técnicas, el ritmo más rápido de las construcciones, conduce a modificaciones y ajustes en la estructura de producción y en la estructura social.

El deterioro del régimen feudal repercute en el aumento de la libertad y movilidad de la población, en el incremento del comercio en las ciudades vinculadas a las rutas marítimas. Este aumento



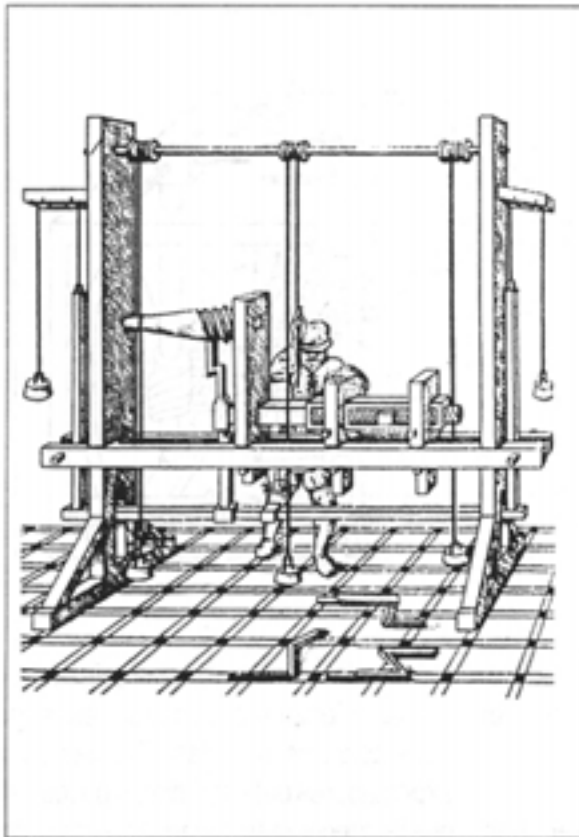
Carro móvil de Francesco di Giorgio, 1475

del circulante conduce al crecimiento de las ciudades que comienzan a construir su segunda y tercera generación de murallas. Son las ciudades soporte y expectadores del surgimiento de los estados modernos que favorecerán su desarrollo. Estos intentarán asegurar un excedente y para ello impulsarán el intervencionismo económico y crearán fuertes barreras proteccionistas. Estos dos elementos caracterizaron el pensamiento mercantilista que permitió la alianza entre la burguesía naciente y la monarquía y que abrió las puertas del capitalismo y la industria moderna. Es este un proceso que recorre tres siglos, los grandes viajes de navegación, la Reforma, el florecimiento de las ciudades de Italia, el descubrimiento de América que condujo a la modificación de los circuitos comerciales, la declinación de Italia y el



Aparatos de izamiento de Francesco di Giorgio, 1475

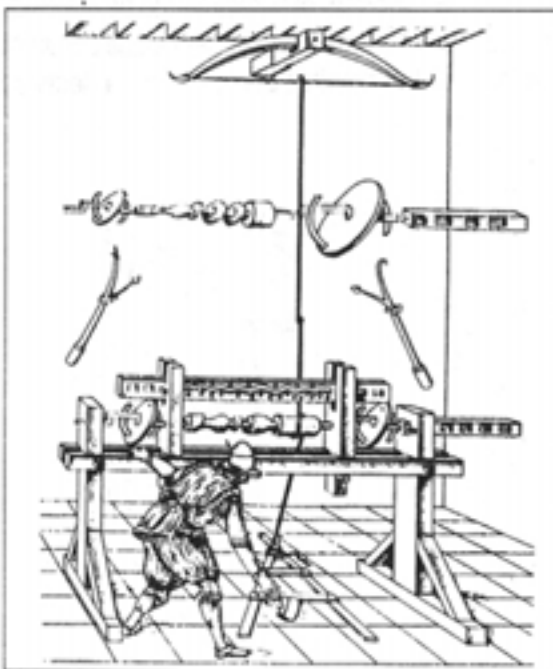
Torno de Jacques Besson del "Teatro de Máquinas", 1578.



desarrollo de Portugal y España, el surgimiento del Imperio británico, la Revolución Industrial y la Revolución Francesa.

Durante este período los avances técnicos se realizan sobre todo en el campo de la minería, la guerra y la navegación y a partir de dos elementos que limitan

Torno de carpintero de Jacques Besson del "Teatro de Máquinas", 1578.

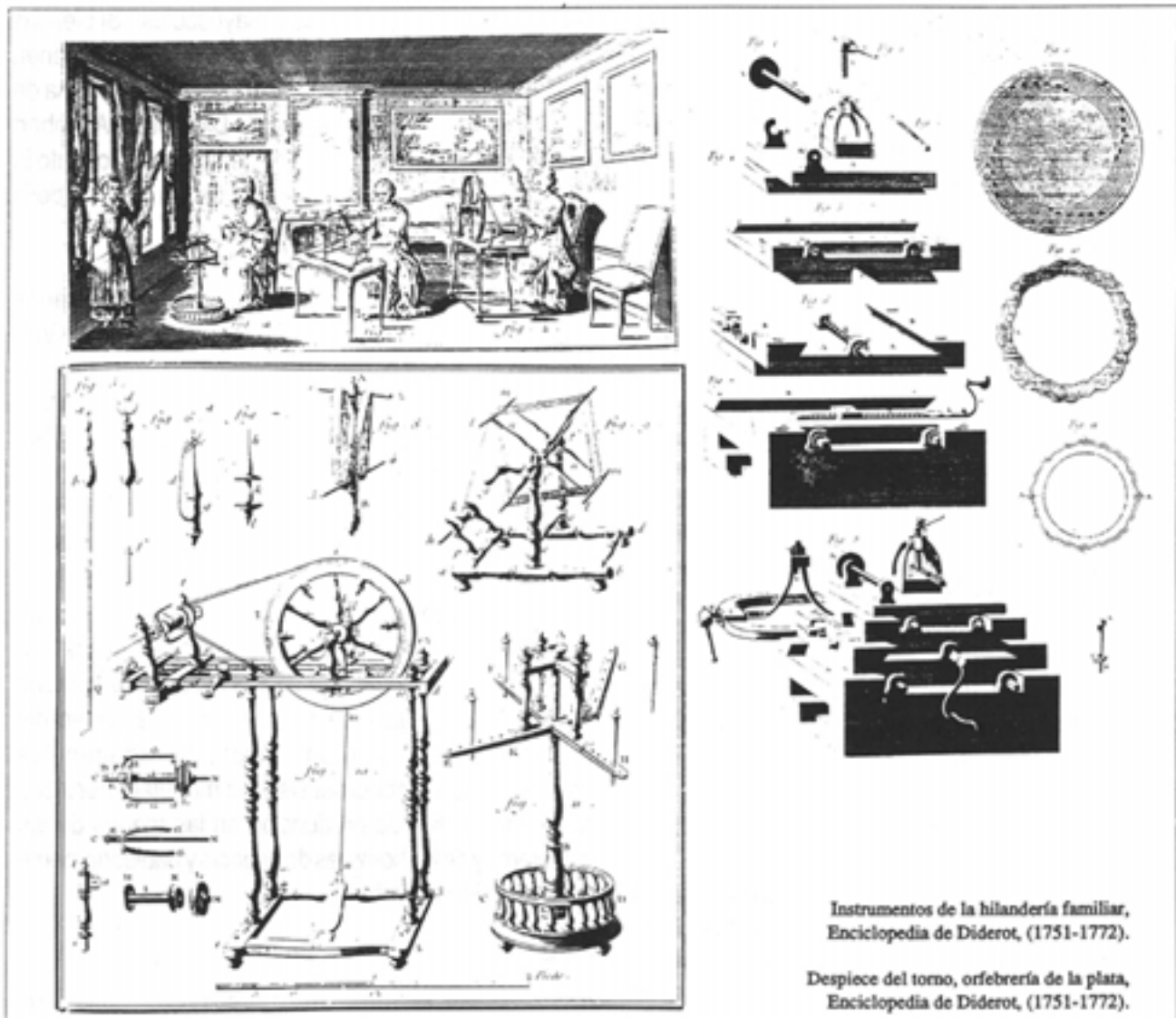


el sistema tecnológico vigente: el agua como fuerza motriz y la madera como combustible y materia prima para la fabricación de instrumentos, aunque como combustible, comienza a ser sustituida por el carbón. En este contexto todo el mundo conceptual de la Edad Media comienza a ser sometido al cuestionamiento de un espíritu racionalista naciente y puesto a prueba a través de la experimentación.

Esta preocupación por encontrar leyes universales se encuentra presente ya en los trabajos de Leonardo Da Vinci que intenta averiguar el comportamiento de ciertos materiales en forma más sistemática, como la resistencia de una barra de acero de diferentes longitudes o el Francesco di Giorgio Martini que estudia la relación entre el diámetro, la longitud y el espesor de los cañones y la cantidad de pólvora y peso de los proyectiles. Esta búsqueda de leyes universales a partir de experiencias prácticas se encuentra limitada por la ausencia de ciertos conocimientos científicos. Sin embargo, estas limitaciones no impidieron que se desarrollara en los hombres de esta época un profundo espíritu renovador y una frondosa imaginación que rompiendo con las concepciones teológicas de la Edad Media abrían las puertas del desarrollo de las ciencias físicas.

Un salto sensible en las formas de representación se produce a lo largo de este período signado por el desarrollo de la perspectiva, la concreción de una forma propia de representación de la arquitectura y por los primeros pasos que se dan en la representación de los mecanismos, que culminará al finalizar este período con la invención de la geometría descriptiva por Monge. El espíritu racionalista que impregna esta época conduce al desarrollo de un método de representación del espacio unitario y universal. Este descubrimiento es formulado por Brunelleschi y por Alberti en el Tratado de la pintura de 1435. En esta búsqueda Durero desarrolla varios métodos sumamente





Instrumentos de la hilandería familiar, Enciclopedia de Diderot, (1751-1772).

Despiece del torno, orfebrería de la plata, Enciclopedia de Diderot, (1751-1772).

laboriosos para obtener imágenes perspectivas de diferentes objetos.

La influencia de la perspectiva se deja sentir en uno de los tratados más sorprendentes por la calidad de su representación; el "Tratado de la Arquitectura Civil y Militar" de Francesco di Giorgio Martini publicado en 1475. En él puede observarse como el descubrimiento de la perspectiva contribuye a clarificar la representación y a reafirmar el dibujo global en el marco de un mayor perfeccionamiento técnico. Aunque en los dibujos de Francesco di Giorgio no aparece aún ningún tipo de detallamiento, este ya comienza a aparecer en algunos de los croquis de Leonardo da Vinci.

A este tratado se suceden la "De Re Aedificatoria" de Alberti (1485), el "Tratado de Fortificaciones" de

Durero (1527), la "Pirotechnia" de Biringuccio (1540), "De Re Metallica" de Agricola y el primer "Theatre de Machines" de Jacques Besson (1578) entre otros.

Esta recolección de planchas grabadas de Besson es sumamente interesante en tanto introduce no solamente las máquinas sino que intenta mostrar como son operadas. Para ello utiliza la perspectiva representando el conjunto de la máquina ubicada en un espacio también perspectivado y al operario trabajando con ella.

No tendría sentido seguir enumerando todos los tratados, enciclopedias o diccionarios que a lo largo de estos tres siglos acompañan e impulsan el desarrollo tecnológico en cuanto un posible análisis de su contenido gráfico requeriría el acceso directo a las fuentes, lo cual está fuera de nuestro alcance. Sin embargo es importante señalar, a fines de este período, la aparición

de la "Enciclopedia Razonada de las Artes y los Oficios" de Diderot y D'Alembert(1751-72). La enciclopedia agrupa un conjunto de grabados acompañados de suscritos comentarios. El propio d'Alembert explica con qué criterios se realizaron y el orden que se adoptó para la organización del diccionario:

"Enviamos dibujantes a los talleres. Realizamos croquis de las máquinas y de los instrumentos: no omitimos nada de lo que se veía nítidamente. En el caso en que una máquina mereciera la realización de detalles por la importancia de su uso o por la multiplicidad de sus partes, pasamos de lo simple a lo compuesto. Comenzamos por ensamblar en una primera figura todos los elementos que se podían percibir sin confusión. En una segunda figura, se ven los mismos elementos con algunos otros. De esta manera hemos formado sucesivamente la Máquina más compleja, sin ninguna dificultad para la vista ni para el espíritu. Es necesario algunas veces ir del conocimiento de la obra al de la máquina y otras veces descender del conocimiento de la máquina al de la obra".(12)

En cuanto a la organización dice:

"He aquí el método que se ha seguido para cada arte. Hemos tratado de: 1- la materia, los lugares donde se encuentra, como se prepara, las buenas y malas calidades, los diferentes tipos, las operaciones por las que pasa, antes de emplearlas o cuando se las coloca en obra. 2- los principales trabajos que se realizan y la manera de hacerlos. 3- dar el nombre, la descripción y la figura de los instrumentos y las máquinas, representando los elementos despiezados y ensamblados; el corte de los moldes y de otros instrumentos para conocer su interior, los perfiles, etc. 4- se explicó y representó la mano de obra y las principales operaciones en una o varias planchas, algunas veces se ven las manos solas del artista, otras el artista en acción, trabajando en la obra más importante de su arte. 5- recogimos y definimos lo más exactamente posible los términos propios del arte." (13)

La mayoría de las láminas de despiece están realizadas utilizando la perspectiva caballera y para referir los elementos simples al conjunto ensamblado

se utilizan letras minúsculas y mayúsculas. Si bien las piezas no están acotadas casi todas las planchas tienen al pie representada una escala gráfica. Por su forma de representación la Enciclopedia de Diderot y d'Alembert anuncia los dibujos industriales de hoy, y por lo tanto la ruptura con las formas de representación gráficas de la arquitectura.

El conjunto de las enciclopedias y diccionarios que se publican a lo largo del siglo XVI, XVII y XVIII, período en el que paralelamente empiezan a fundarse las academias como la Royal Society de Londres y la Academie des Sciences de Paris y durante el siglo XVII el surgimiento de escuelas de formación técnica demuestran la profunda transformación social que se ha producido. Si bien durante la Edad Media un primer esbozo de separación entre concepción y realización había comenzado a producirse, esta todavía le concedía al artesano un gran poder asentado sobre un conocimiento celosamente conservado y la propiedad de sus instrumentos de trabajo. A esta dicotomía naciente concepción-realización, se añaden las modificaciones propias del sistema manufacturero que reúne los medios de producción en las manos de los ingenieros y de los hombres de negocio y paulatinamente el conocimiento también.

#### CITAS

- (1) Dumas, A. "Historie General des Techniques". Tomo I p.177 Paris, P.U.F. mencionado por Yves Deforge "Le Grafisme Technique" p.2 Atelier Reproducción des Théses Université Lille III. 1976
- (2) Eudemo de Rodas Citado por A.D. Aleksandrov y otros en "La matemáticas: su contenido, métodos y significado" pág. 39. Alianza Editorial 1974.
- (3) Needham, J. Citado por Yves Deforge Op. Cit. pág. 6
- (4) Deforge, Yves. "Le Grafisme Technique" pág 7. Ed. Atelier Reproducción des Théses Université Lille III, 1976.
- (5) Boissonade citado por Hauser "Historia Social de la Literatura y el Arte."
- (6) Sobre el proceso de construcción de las iglesias y catedrales en la Edad Media pueden verse las obras citadas en (4), (9), (10) las cuales en su mayoría hacen referencia al libro de Pierre Du Colombier "Les Chantiers des Cathédrales".
- (7) Kepler, citado por Dan Pedoe "La geometría en el Arte. Pág.63. Colección Punto y Línea ed. Gustavo Gili S.A. 1979
- (8) A. Sené, citado por Bertrand Gille "Historie des Techniques" pág. 1450. Ed. Encyclopédie de la Pléiade 1978.
- (9) Jantzen, Hanz. "La arquitectura Gótica" Ed. Nueva Visión 1959 Pág. 92
- (10) Panofsky, Erwin. "Arquitectura Gótica y Escolástica" Ediciones Infinito Bs. As. 1959 pág 25.
- (11) Deforge Yves Ob. Citada pág. 33
- (12) D'Alembert, citado por Bertrand Gille "Histoire des Techniques" pág. 1438 Ed. Encyclopédie de la Pléiade 1978
- (13) Idem pág. 1433