

Artes Mecánicas Medievales

Asunción Esteban Recio - Mariano Merino de la Fuente

Universidad de Valladolid

**Artes Mecánicas
Medievales**

Serie: HISTORIA Y SOCIEDAD, 233

Artes mecánicas medievales / Asunción Esteban Recio, Mariano Merino de la Fuente. – Valladolid : Ediciones Universidad de Valladolid, 2022

340 p. ; 24 cm. – (Historia y Sociedad ; 233)
ISBN 978-84-1320-188-7

1. Descubrimientos científicos – Historia – Siglo VII-XV 2. Industria – Historia – Siglo VII-XV 3. Tecnología – Historia – Siglo VII-XV I. Esteban Recio, Asunción, aut. II. Merino de la Fuente, Mariano, aut. III. Universidad de Valladolid, ed. IV. Serie

6(091)*653*

ASUNCIÓN ESTEBAN RECIO – MARIANO MERINO DE LA FUENTE

Artes Mecánicas Medievales



EDICIONES
Universidad
Valladolid

© LOS AUTORES, VALLADOLID, 2022
EDICIONES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Motivo de cubierta: Santa Isabel de Hungría, imagen de descarga libre
https://www.researchgate.net/figure/Marianne-Stokes-St-Elizabeth-of-Hungary-Spinning-for-the-Poor-1895-oil-on-canvas-965_fig2_285369985

Diseño de cubierta: Ediciones Universidad de Valladolid

ISBN: 978-84-1320-188-7
Dep. Legal: VA-157-2022

Preimpresión: Ediciones Universidad de Valladolid
Imprime: Podiprint - España

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, ni su préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso del ejemplar, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

a Lucía

a Elena, Laura y David

La vida es larga, puedes tener muchas vidas diferentes.
Puedes aprender muchas cosas distintas, nunca se sabe cuándo te servirán.
Aprende, pues, todo lo que puedas y combina tus conocimientos de forma novedosa.
Adáptate, sé flexible y aprende permanentemente.

Frances Arnold
Premio Nobel de Química 2018

SUMARIO

INTRODUCCIÓN	15
--------------------	----

CAPÍTULO I INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

I.1 INTRODUCCIÓN	25
I.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	26
I.2.1 PIEDRA.....	27
I.2.2 CAL PARA HACER MORTERO	28
I.2.3 MADERA PARA ANDAMIAJES, ENCOFRADOS, CIMBRAS Y TRABAZONES	31
I.2.4 MAMPOSTERÍA.....	34
I.2.5 LADRILLOS, ADOBES Y TEJAS.....	35
I.3 TIPOS DE EDIFICACIONES MEDIEVALES	37
I.3.1 CASAS DE FUSTA.....	37
I.3.2 CABAÑAS DE MADERA	38
I.3.3 CASAS DE ADOBE	38
I.3.4 EDIFICACIONES DE TAPIAL	38
I.3.5 CASAS DE LASTRA.....	39
I.3.6 EDIFICACIONES DE MAMPUESTO	39
I.3.7 EDIFICACIONES DE LADRILLO	40
I.3.8 EDIFICACIONES DE SILLAREJO	40
I.3.9 EDIFICACIONES DE SILLARES	40
I.4 ESTRUCTURAS ARQUITECTÓNICAS	41
I.4.1 CIMENTACIONES	42
I.4.2 MUROS.....	42
Muros románicos.....	43
Muros góticos	44
I.4.3 ARCOS.....	44
I.4.4 BÓVEDAS	46
I.4.5 CÚPULAS	47
I.5. PROBLEMÁTICA DE LAS ESTRUCTURAS GÓTICAS.....	48
I.5.1 AGUAS PLUVIALES.....	49
I.5.2 EFECTOS DEL VIENTO	50
I.6. ROMÁNICO Y GÓTICO, ARTES MEDIEVALES	52

CAPÍTULO II INDUSTRIAS DEL FUEGO

II.1 METALURGIA	57
II.1.1 LOS ORIGENES DE LA METALURGIA	57
II.1.2 LA METALURGIA DEL HIERRO EN LA EDAD MEDIA	62
II.1.3 LA RUEDA HIDRÁULICA EN LAS FRAGUAS MEDIEVALES	65
II.2 ALFARERÍA Y CERÁMICA	67
II.3 EL VIDRIO	69
II.3.1 LA TÉCNICA DEL VIDRIO Y LAS VIDRIERAS.....	70

CAPÍTULO III INDUSTRIA TEXTIL, DEL CUERO Y DEL PAPEL

III.1 LA INDUSTRIA DE LA LANA	77
III.1.1 CONTEXTO GEOGRÁFICO E HISTÓRICO.....	77
III.1.2 EL SISTEMA PRODUCTIVO LANAR	81
III.1.3 EL PROCESADO DE LA LANA	86
Lavado.....	86
Cardado e hilado.....	87
Teñido	88
Tejido	91
Ojales y botones	93
III.2 INDUSTRIA DEL CUERO	94
III.2.1 PREPARACIÓN DE LA PIEL	95
III.2.2 CURTIDO.....	96
III.3 INDUSTRIA DEL PERGAMINO Y DEL PAPEL	97
III.3.1 PERGAMINO.....	97
III.3.2 PAPEL.....	98
III.3.3 LIBROS	99
Manufactura de los libros.....	100
Escritura de los libros.....	102
III.4 LIBROS Y BIBLIOTECAS EN LA EDAD MEDIA	104

CAPÍTULO IV INDUSTRIAS DE LA NAVEGACIÓN

IV.1 LA NAVEGACIÓN EN LA ANTIGÜEDAD	109
IV.2 NAVÍOS DE LA ALTA EDAD MEDIA	111
IV.3 NAVÍOS DE LA BAJA EDAD MEDIA	113
IV.3.1 CONSTRUCCIÓN SOBRE ESQUELETO DE CUADERNAS.....	114
IV.3.2 NAVEGACIÓN A VELA.....	114
IV.3.3 TIPOS DE BARCOS BAJOMEDIEVALES	116
IV.4 CARPINTERÍA DE RIBERA	118
IV.5 CARTOGRAFÍA	120
IV.6 TÉCNICAS DE NAVEGACIÓN	126
IV.6.1 NAVEGACIÓN EN LA ALTA EDAD MEDIA.....	126
IV.6.2 NAVEGACIÓN EN LA BAJA EDAD MEDIA.....	129
Conocer la posición en el mar, una cuestión de vida o muerte	130
Instrumentos de navegación	132
IV.7 ACTIVIDADES MARINERAS	134
IV.7.1 PESCA	134
IV.8 LOS VIAJES POR MAR EN LA EDAD MEDIA	137

CAPÍTULO V TECNOLOGÍA DEL AGUA

V.1 CONTEXTO HISTÓRICO	145
V.2 POZOS	146
V.3 ALJIBES	150
V.4 AZUDAS	150

V.5 CAPTACIÓN DE MANANTIALES Y QANATS	152
V.6 CANALES DE REGADÍO, ACEQUIAS y AZUDES	154
V.7 PUENTES	155
V.8 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DEL AGUA: LA RUEDA HIDRÁULICA	158

CAPÍTULO VI LA MEDIDA EN LA EDAD MEDIA

VI.1 LA MEDIDA DEL ESPACIO	163
VI.2 MEDIDAS DE LONGITUD	164
VI.3 MEDIDAS DE SUPERFICIE	165
VI.4 MEDIDAS DE CANTIDAD	166
VI.5 MEDIDAS TOPOGRÁFICAS	167
VI.5.1 INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS DE MEDIDA DE LONGITUDES	167
VI.5.2 INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS DE MEDIDA DE ÁNGULOS	168
La groma	168
La dioptra	168
El cuadrante geométrico.....	169
El nivel de tranco	169
El corobate.....	170
VI.6 LA MEDIDA DEL TIEMPO	170
VI.6.1 MEDIDA DEL TIEMPO LARGO: CALENDARIOS.....	171
El calendario cristiano.....	172
El calendario musulmán.....	175
VI.6.2 MEDIDA DEL TIEMPO CORTO: RELOJES	177
Relojes de sol	178
Relojes de flujo	181
Relojes mecánicos.....	183

CAPÍTULO VII ALQUIMIA, FARMACOPEA Y MEDICINA

VII.1 ALQUIMIA	191
VII.2 FARMACOPEA	197
VII.2.1 FARMACOPEA MONACAL	198
VII.2.2 FARMACOPEA ISLÁMICA.....	199
VII.3 MEDICINA	203
VII.3.1 MEDICINA ISLÁMICA ORIENTAL.....	203
VII.3.2 MEDICINA ISLÁMICA EGIPCIA	204
VII.3.3 MEDICINA ISLÁMICA DE AL-ÁNDALUS.....	205
VII.3.4 MEDICINA EUROPEA EN LA BAJA EDAD MEDIA.....	206
Escuela médica salernitana.....	206
Escuela de Traductores de Toledo.....	207
Medicina europea (siglos XIII-XV)	208

CAPÍTULO VIII TECNOLOGÍA MILITAR

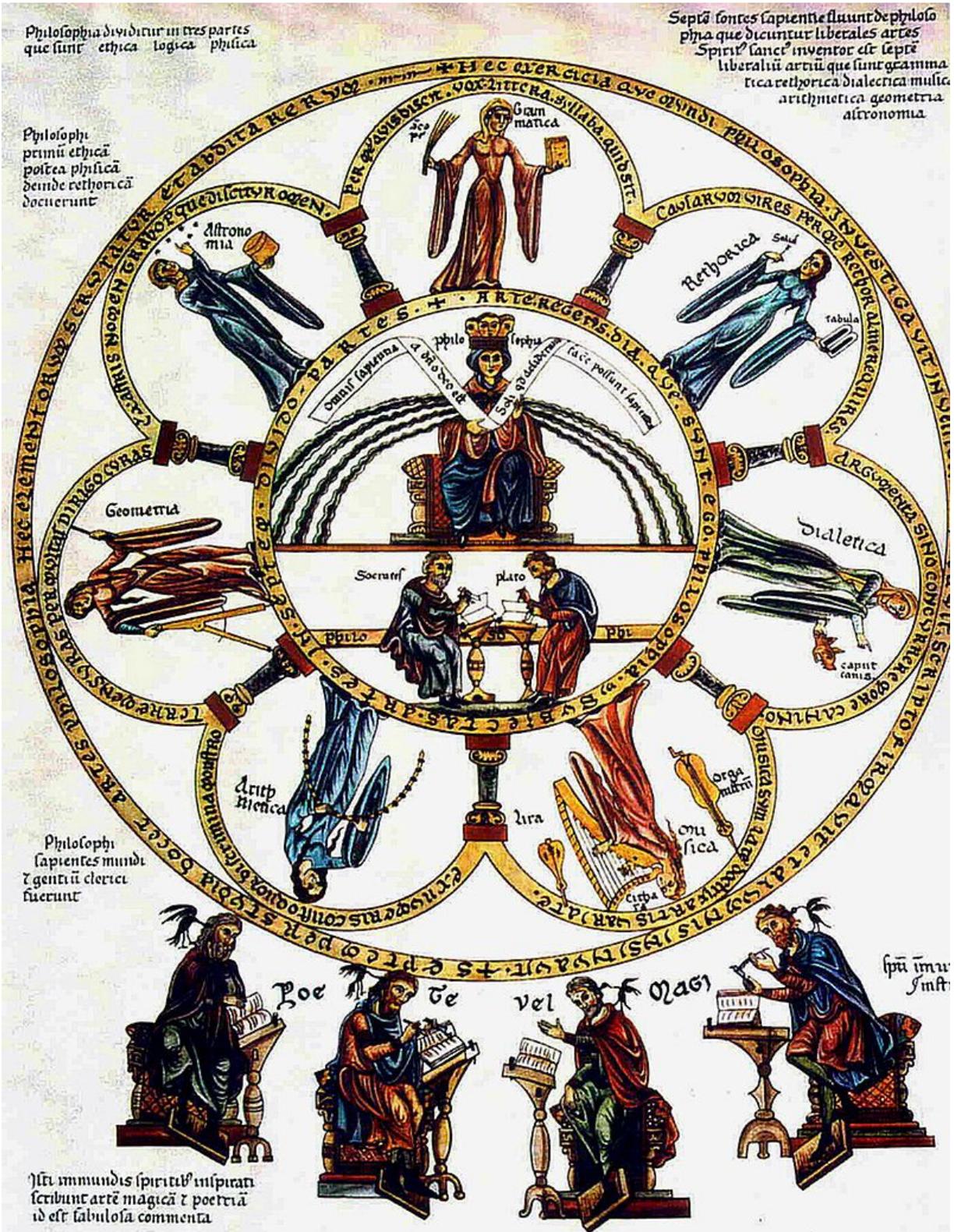
VIII.1 LITERATURA TÉCNICA MILITAR EN LA EDAD MEDIA	215
VIII.1.1 LITERATURA TÉCNICA MILITAR EN LOS SIGLOS XIII-XV.....	218
Siglo XIII.....	218
Siglo XIV	218
Siglo XV	221
VIII.2 EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MILITAR MEDIEVAL	225
VIII.2.1 LA ALTA EDAD MEDIA	225
VIII.2.2 LA BAJA EDAD MEDIA	229
Las cruzadas	229
El imperio de Gengis Khan (1200-1300)	231
Las guerras europeas	232
Otras tecnologías militares medievales.....	234
VIII.3 LAS ARMAS DE FUEGO	235
VIII.3.1 ARMAS DE FUEGO INDIVIDUALES.....	236
VIII.3.2 ARTILLERÍA. BOMBARDAS Y CAÑONES.....	238

CAPÍTULO IX LA MÚSICA

IX.1 SONIDOS MUSICALES, INTERVALOS Y ESCALAS	243
IX.2 EVOLUCIÓN DE LA NOTACIÓN MUSICAL DURANTE LA EDAD MEDIA	247
IX.3 INSTRUMENTOS MUSICALES MEDIEVALES	250
IX.4 INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN	251
Campanas y carrillones	251
Atabales y atabores	252
Címbalos y crótalos.....	252
Panderos y panderetas	253
IX.5 INSTRUMENTOS CORDÓFONOS	253
IX.5.1 INSTRUMENTOS DE MÁSTIL DE UNA SOLA PIEZA (MONOXILOS), <i>CÍTOLAS</i>	255
IX.5.2 INSTRUMENTOS DE MÁSTIL COMPUESTOS	256
Vihuelas.....	257
Laúdes	258
Guitarras	259
IX.5.3 INSTRUMENTOS SIN MÁSTIL.....	260
Arpas	260
Cítaras	260
Salterios, clavicordios y claveciterios.....	261
Organistrum y zanfona	261
Rabel	262
IX.6 INSTRUMENTOS AERÓFONOS	263
Flautas.....	264
Caramillos y flavioles	265
Dulzainas y chirimías.....	265
Gaitas y cornamusas	266
Cornetas, clarines y añafiles	267
Órganos.....	268

APÉNDICE 1 “PIEDRA SOLAR”, LA BRÚJULA DE LOS VIKINGOS	271
APÉNDICE 2 ASTROLABIO, EL GPS DE LA ANTIGÜEDAD	274
1. ORIGEN Y ESTRUCTURA DEL ASTROLABIO	274
2. INTERPRETACIÓN DEL TÍMPANO Y LA ARAÑA	276
3. FUNCIONALIDAD Y DETERMINACIONES CON EL ASTROLABIO	279
3.1 Determinación de la altura angular de un astro sobre el horizonte	279
3.2 Determinación de la hora o la fecha	280
3.3 Determinación de las horas de luz	280
3.4 Determinación de la latitud geográfica.....	281
3.5 Determinación de la altitud del sol en una fecha determinada	282
APÉNDICE 3 NOCTURLABIO, EL RELOJ DE LAS ESTRELLAS.....	283
APÉNDICE 4 EL “VIAJE DE AGUAS” ARGALES-VALLADOLID.....	288
1. VALLADOLID, “VALLIS TOLLITUM” (Valle de aguas).....	288
2. PRIMER “VIAJE DE AGUAS” ARGALES-SAN BENITO (S. XV).....	289
3. PRIMER “VIAJE DE AGUAS” LAS MARINAS-VALLADOLID (S. XV).....	290
4. SEGUNDO “VIAJE DE AGUAS” LAS MARINAS-VALLADOLID (S. XVI).....	290
5. EL “VIAJE DE AGUAS” ARGALES-VALLADOLID (S. XVI)	293
APÉNDICE 5 EL FUEGO GRIEGO	300
1. LA HISTORIA DEL FUEGO GRIEGO	301
2. TECNOLOGÍA DEL FUEGO GRIEGO	303
APÉNDICE 6 LA IMPRENTA	307
1. EL CONTEXTO	307
2. EL INVENTOR.....	309
3. EL INVENTO	311
3.1 La prensa.....	311
3.2 Los tipos	312
3.3 La tinta	314
APÉNDICE 7 ELEMENTOS DE ACÚSTICA MUSICAL.....	317
APÉNDICE 8 UNIDADES DE MEDIDA MEDIEVALES EN CASTILLA.....	321
UNIDADES DE LONGITUD.....	321
UNIDADES DE SUPERFICIE.....	321
UNIDADES DE PESO.....	322
UNIDADES DE CAPACIDAD (ÁRIDOS)	322
UNIDADES DE CAPACIDAD (VINOS Y ACEITES).....	322
BIBLIOGRAFÍA	323

Introducción



Representación de las siete Artes Liberales en *Hortus deliciarum*, de Herrada de Landsberg (siglo XII). Desde arriba, hacia la derecha, Gramática, Retórica, Dialéctica, Música, Aritmética, Geometría y Astronomía.

Por *ciencia* entendemos el sistema ordenado de conocimientos estructurados que estudia, investiga e interpreta los fenómenos naturales, sociales y artificiales en tanto que el término *técnica* se define como el conjunto de procedimientos, reglas, normas, acciones y protocolos que tiene como objetivo obtener un resultado determinado y efectivo. El conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial es lo que se conoce como *ingeniería*.

De las tres definiciones se deduce la afirmación de que ciencia y técnica están profundamente interconectadas. La historia ha demostrado a saciedad que la ciencia ha sostenido y propiciado el desarrollo de la técnica (así, por ejemplo, la Física ha permitido el desarrollo de la técnica aeroespacial) y al propio tiempo, los avances técnicos han sido la clave de grandes logros científicos (tal es el caso de la invención del microscopio, que supuso un avance espectacular de la Biología Celular).

En su ensayo “Meditación sobre la Técnica”, José Ortega y Gasset reflexiona sobre el hecho de que ciencia y técnica son manifestaciones de la condición humana. Es la “conciencia del propio yo” y la capacidad de previsión del ser humano lo que determina su poderoso instinto de supervivencia, su aversión al “no ser” y su resistencia a la desaparición. Así queda probado en todos cuantos ritos funerarios se han sucedido en todas las culturas, desde los más remotos tiempos.

Si para los animales la vida consiste en “estar” en la naturaleza, reduciéndose todo a “comer y no ser comido”, dormir, beber, anidar, procrear y poco más, para el hombre, la vida se ciñe a “bienestar”, transformando la naturaleza. Un animal vive en el medio natural adaptándose a él en tanto que el hombre adapta el medio a sí mismo. De esta forma, el hombre vive en una “sobrenaturaleza” que ha sido creada por él a partir de la naturaleza mediante la técnica; así, por ejemplo, una casa es una elaborada cueva de creación humana, un barco es un sofisticado tronco de árbol con el que se puede atravesar ríos y mares y una excavadora es un poderoso brazo cuya fuerza supera a la de cientos de hombres. Tenemos una evidencia clara si analizamos las características del período neolítico, cuando el hombre cazador-recolector se afincó en un territorio y aprendió a domesticar animales y cultivar la tierra, “humanizando” el medio en que se encontraba.

Así pues, hombre, técnica y bienestar son términos íntimamente relacionados. El hombre trabaja utilizando la técnica para procurarse un bienestar, en cierto modo, podríamos decir que el hombre trabaja para no trabajar, para eludir las obligaciones naturales, pero al propio tiempo crea otras obligaciones artificiales. Veamos un ejemplo: la invención del motor de explosión supuso la liberación de las largas caminatas pero al propio tiempo obligó a realizar grandes trabajos en la construcción de carreteras y puentes, así como esfuerzos para ahorrar el dinero necesario para la compra de un vehículo. En resumidas cuentas, en el universo humano, “el esfuerzo para ahorrar esfuerzo, es esfuerzo”.

A lo largo de la historia, la técnica ha pasado por tres etapas. La primera y más primitiva es la que Ortega y Gasset denomina la *Técnica del azar*; en esta etapa el hombre no tiene conciencia de ser inventor, ignora su propia técnica y todo se reduce a un “buscar soluciones” *ad hoc*. Ciertos monos introducen finos tallos herbáceos por los orificios de los termiteros para extraer las deliciosas hormigas, operación que con toda

probabilidad realizaron los *homo ergaster*. Igualmente, un cazador-recolector de hace 100.000 años elegía un trozo de sílex, lo golpeaba hasta darle forma de hacha y lo engarzaba en un mango de madera o hueso, y a lo sumo, enseñaba a los jóvenes del clan a hacer lo mismo que él había hecho.

La segunda etapa es la *Técnica del artesano*, en este estadio la técnica ha alcanzado un notable nivel de complejidad y su aplicación requiere entrenamiento y destrezas específicas. Esto es lo que sucedía en la Grecia Clásica, en la Roma Imperial y en la Edad Media. Los actos técnicos son ahora variados, numerosos y complejos y es preciso que algunos individuos se encarguen a fondo de ellos, que dediquen a ello su vida; son los artesanos. En esta etapa el inventor se sirve de herramientas manuales y sencillas y no de máquinas, si se entiende por máquina un artilugio que actúa por sí mismo, y por sí mismo produce el objeto deseado. Así, por ejemplo, los carpinteros medievales utilizaban azuelas, sierras de mano, escofinas, martillos y tenazas para sus trabajos en la madera y los canteros se servían de mazos, escoplos, cinceles y limas para tallar las piedras.

En una tercera etapa, la actual, podríamos hablar de la *Técnica del técnico*. Ahora el técnico y el obrero se han diferenciado. El técnico diseña y planifica en tanto que el segundo ejecuta, siguiendo las instrucciones del primero. Así, en la construcción actual, el técnico (el arquitecto) diseña el edificio que posteriormente albañiles, encofradores, carpinteros, electricistas y pintores construirán siguiendo sus instrucciones.

El largo período histórico de la civilización europea que se inicia en el siglo V con la desaparición del imperio romano y se prolonga hasta el XV, coincidiendo con la caída del imperio bizantino, se conoce como Edad Media y se corresponde con la segunda etapa del desarrollo de la técnica que hemos expuesto. De esta larga etapa histórica, se tiene en general una idea sesgada y en muchos aspectos, profundamente equivocada. De la mano de la literatura, desde los primitivos cantares de gesta hasta las modernas novelas históricas y más tarde a cuenta de la filmografía, se ha creado un ideario colectivo acerca del medievo que cuando menos, resulta caricaturesco y alejado de la realidad. Se considera la Edad Media como una época oscurantista en la que términos negativos como rudeza, hediondez, brutalidad e ignorancia se mezclan con otros de sesgo contrario como caballería, galanteo, heroísmo y nobleza. Todo ello denota que, a excepción de una minoría social de historiadores y amantes de la historia, la sociedad en general tiene una idea muy poco objetiva y realista, un tanto maniquea, de lo que fue esta etapa histórica de mil años de duración.

Comúnmente, dividimos la época medieval en Alta Edad Media (siglos V-X) y Baja Edad Media (siglos XI-XV), el primer periodo se inicia con el derrumbe de la estructura sociopolítica del imperio romano, coincidiendo con la desaparición de la Biblioteca de Alejandría y el triunfo del cristianismo como religión de estado. Ello supuso que todos cuantos territorios conformaban las provincias del imperio de Roma, pasaron por un estado magmático que a lo largo de los siglos fue alumbrando a los diferentes países. Por otro lado, el saber clásico se refugió en Constantinopla, perdiéndose así para Europa el saber acumulado en la cultura clásica. Así pues, en los siglos V-VII la capital del imperio bizantino se convierte en centro de atracción del comercio, la riqueza y el progreso; allí acuden gentes venidas del mediterráneo occidental, de Grecia, del norte de África y de países orientales como Persia, Mesopotamia y Arabia. Los mercaderes árabes visitaban con frecuencia la gran ciudad y con ellos llegaban no solo la seda y las especias sino también la cultura y el saber del lejano oriente.

Como resultado de la predicación de Mahoma (570-632) había surgido en Arabia a comienzos del siglo VII una poderosa fuerza: el Islam. Alentado por las consignas de la Guerra Santa, el Islam se expandía con rapidez por la ribera sur del Mediterráneo, llegando a la Península Ibérica en el 711. En un principio, el imperio islámico tenía su metrópoli en Damasco, donde residían los califas Omeyas y fue allí donde se

tradujeron al árabe buena parte de los textos grecolatinos procedentes de Bizancio. En el 747 la dinastía Abasí destituye a la Omeya, trasladando la capitalidad del imperio a Bagdad. En este período el saber clásico acumulado en Damasco sufre una “deshelenización” al tiempo que se incrementan los saberes procedentes del medio y lejano oriente, de la mano de los califas Harun-al-Rashid y su hijo Al-Mamun. Este último fundó una Casa de la Sabiduría a imagen y semejanza de la desaparecida Biblioteca de Alejandría. Es en esta época cuando se traducen las obras de Galeno, Ptolomeo, Euclides, Hipócrates y Dioscórides, entre otros. Es también la época en la que el matemático Al-Juwarishmi introduce el sistema de numeración decimal y el álgebra, en la que Al Razi (Rhazes) e Ibn-Sina (Avicena) escriben obras trascendentales de medicina, cuando Yabir (Geber) crea la futura Alquimia Medieval y también la época en la que hace su aparición el papel. En la Península Ibérica sucede en esa época (año 759) un hecho notable: el emir de Córdoba Abderramán I se declara independiente y la ciudad inicia una carrera de progreso imparables hacia el esplendor.

Ya en el S. IX el califato abasí de Bagdad entra en decadencia. En este período, el centro de gravedad del imperio islámico se desplaza hacia occidente, asentando su metrópoli en Egipto, más en concreto, en el Cairo. Uno de sus califas, al Hakin funda una Casa del Saber con la pretensión de resucitar la Biblioteca de Alejandría, atrayendo a los mejores científicos y sabios de la época. Entre otros, hemos de citar a Ibn-al-Haytam (Alhacén), considerado el padre de la óptica y precursor del método científico que ocho siglos más tarde consagrará el pisano Galileo Galilei.

La hegemonía política y cultural sigue su camino hacia occidente y en el 929 el emirato independiente de Córdoba se constituye en califato, siendo el omeya Abderramán III su primer califa. Su sucesor Al Hakan II (Alhakén) crea una gran biblioteca y una academia científica donde se traducen obras del hebreo y del griego al árabe. Además, buena parte de lo que hoy conocemos acerca del saber y de las técnicas del período altomedieval se debe a la recopilación que había hecho Isidoro de Sevilla en sus *Etimologías*, una inmensa compilación en la que se almacena, sistematiza y condensa todo el conocimiento de su tiempo. A lo largo de gran parte de la Edad Media fue el texto más usado en las instituciones educativas. También fue muy leído durante el Renacimiento (al menos diez ediciones fueron impresas entre 1470 y 1530). Gracias a esta obra, se hizo posible la conservación de la cultura romana y su transmisión a la España visigoda.

A lo largo de la Baja Edad Media, la Europa medieval experimentó una revolución lenta y silenciosa. Los saberes, las técnicas y los nuevos aires culturales llegaban de todas partes. Destacaba la Península Ibérica como el principal foco de aportes materiales, técnicos y científicos gracias a la *Escuela de Traductores de Toledo* que venía existiendo desde el S. XI y que alcanzó su máximo esplendor bajo los auspicios del rey castellano Alfonso X. En ella se realizaba la traducción e interpretación de textos clásicos greco-latinos alejandrinos, traducidos al árabe en siglos anteriores, a la lengua latina, sirviéndose del romance castellano o español como lengua intermedia.

También llegaban nuevos aires innovadores por el mediterráneo, siendo Venecia y sus mercaderes los principales agentes transmisores, e incluso las gentes del norte aportaron sus conocimientos y técnicas que afectaban principalmente a la construcción naval y las artes de pesca. Todo este estado de cosas propició el desarrollo de la ingeniería; se multiplicaron inventos e ingenios mecánicos que transformaron los transportes, la producción material e incluso la difusión de las ideas: el estribo, el arnés de collarón, las herraduras, la brújula, el reloj mecánico, la pólvora, la rueda hidráulica, los molinos de viento, las gafas, el arado de vertedera, los botones y la pasta alimenticia no son sino algunos de los inventos surgidos en esta época, los cuales transformaron la sociedad y han llegado hasta hoy. Fuentes de energía hasta entonces ignoradas o infrautilizadas como la hidráulica y la eólica se aprovecharon gracias al desarrollo y perfeccionamiento de molinos, batanes, norias y otros ingenios.

El paisaje medieval se fue poblando de murallas, iglesias, catedrales, puentes, atarazanas, lonjas, castillos y palacios, y a su vez, las rutas terrestres y marítimas posibilitaron la comunicación entre los territorios, y Europa se encaminó hacia el futuro.

España desempeñó un papel destacado en el despertar de este nuevo tiempo. Atravesada de Este a Oeste por el Camino de Santiago y rodeada de costas por los cuatro puntos cardinales con la presencia de puertos de gran actividad, fue escenario singular de intercambios de experiencias vinculadas a la ingeniería y a la técnica, en sintonía con lo que acontecía en el resto del mundo conocido. Además de los cinco siglos de romanización, la presencia musulmana y judía durante todo el medievo, hizo del territorio hispano un crisol fecundo de saberes y técnicas. Como resultado, concluida la Edad Media, de las costas españolas salieron las naves que llegaron por primera vez a América, abriendo de esta forma la vía de propagación de la cultura europea al continente americano.

A comienzos del siglo VII, S. Isidoro de Sevilla en sus *Etimologías* ordenaba el conocimiento en dos grandes áreas, la primera, la de las *Artes Liberales*, considerada entonces como la parte noble del conocimiento, la que utiliza la razón y es cultivada por las personas libres (de ahí su nombre) en contraposición a las *Artes Mecánicas* o serviles que se ejecutan con las manos, propias de los siervos o esclavos. Las Artes Liberales, en número de siete, se personificaban como figuras femeninas, siendo este un tema iconográfico recurrente en la Edad Media. Las tres primeras, *Gramática* (arte de hablar bien), *Dialéctica* (arte de argumentar y razonar) y *Retórica* (arte de convencer por el habla) se agrupaban en el *Trivium*¹ y las cuatro restantes, *Música*, *Aritmética*, *Geometría* y *Astronomía* constituían el *Cuadrivium*. Durante siglos, esta clasificación pervivió en las escuelas catedrales, en las monásticas y en las universidades como la trama fundamental de las materias objeto de enseñanza.

En cuanto a las *Artes Mecánicas*, se incluían en este grupo todo tipo de disciplinas consideradas no intelectuales y por tanto menos prestigiosas. Se agrupaban aquí Medicina, Arquitectura, Metalurgia, Geografía, Naturalismo, Agricultura y, en general, toda la lista de artes y oficios de entonces. Es destacable el hecho de que el autor de las *Etimologías* concediese una gran importancia a las *Artes Mecánicas*, dedicándolas diez libros de los veinte de que consta la magna obra.

Nada hay más desacertado que la visión secuencial lineal del progreso humano. Presentar la historia como un proceso que va regularmente de menos a más, dando por hecho que todo lo pretérito es más imperfecto que lo actual, es una falacia. Basta comparar las esculturas del friso del Partenón o las del altar de Pérgamo con la mejor imagen románica para convencerse de ello. Ciertamente, la caída del imperio romano y la desaparición de la Biblioteca de Alejandría fueron hitos que determinaron el parón de la Alta Edad Media, pero no menos cierto es que los siglos XII-XIV fueron de una fecundidad muy notable, gestándose en esta época los cimientos del Renacimiento que se iniciaría en la segunda mitad del S. XV.

La pretensión de este libro es compendiar y dar a conocer la Técnica y la Ingeniería medieval como la forma más acertada de redimir a esta parte de la historia del sambenito de mediocridad, oscurantismo y atraso que injustamente se le atribuye. A lo largo de sus páginas, iremos descubriendo que muchos logros que hoy forman parte de nuestro patrimonio cotidiano, tienen su origen en la Edad Media. Muchos llegaron a Europa desde el extremo oriente, como es el caso del papel, la brújula, la seda y la pólvora, otros llegaron del oriente medio, como el sistema decimal, el álgebra y la alquimia, también llegaron inventos procedentes del norte escandinavo, como el diseño de naves muy marineras capaces de navegar en mar abierto y, en fin, otros muchos ya estaban en Europa de siglos anteriores, como es el caso del astrolabio, de la escala musical diatónica, del vidrio y de la rueda hidráulica.

¹ El término significa “Tres caminos” relacionados con la elocuencia.

Las materias tratadas aquí se corresponden con las Artes Mecánicas medievales y al propio tiempo con las principales industrias de la época, como lo fueron las actividades metalúrgicas, los transportes y la construcción, entre otras. Cada una de estas artes se trata en capítulo aparte, como es el caso de la construcción y de la navegación. Otras artes se tratan junto con otras afines, como es el caso de la metalurgia, la cerámica y el vidrio, que se agrupan en un capítulo denominado “artes del fuego”.

El primer capítulo, dedicado a la construcción, engloba tanto las técnicas más humildes como la mampostería y el adobe, hasta las grandes iglesias y catedrales hechas con costosos sillares. Igualmente se atenderá a los elementos constructivos como cerchas, arbotantes, muros, morteros e incluso a las herramientas propias de la construcción medieval.

El segundo capítulo sobre las artes del fuego (metalurgia, cerámica y vidrio) se ocupará de la obtención de los metales y sus aleaciones (bronce y latón) y del procesado de estos en función de sus distintos usos. La cerámica y el vidrio serán objetos de atención específica en virtud del desarrollo y sofisticación que alcanzaron en la época medieval.

Capítulo aparte se dedica a la industria textil, del cuero y del papel en el libro tercero, haciendo particular hincapié en la producción y procesado de la lana, la cual fue la más poderosa industria castellana en la Edad Media. Íntimamente ligado con la ganadería está la industria del cuero, a la cual dedicaremos la debida atención y, finalmente, nos ocuparemos de la industria papelera que, traída por los árabes en el siglo X, convirtió a España en el país puntero en los siglos XII y XIII.

En el cuarto capítulo nos ocuparemos de la industria relacionada con la navegación, desde los diferentes tipos de barcos y su construcción, las innovaciones técnicas como el timón de codaste y la incorporación de la vela latina en la navegación marítima, las artes de pesca y la cartografía que permitió el establecimiento de las primeras rutas oceánicas, el transporte naval y los métodos de navegación en mar abierto.

El quinto estará dedicado a la tecnología del agua, su uso para consumo humano y para regadío. Nos ocuparemos de los sistemas de extracción o captación del agua de la tierra (pozos, fuentes y *qanats*) y su conducción hasta el punto de consumo (acueductos y acequias). Especial atención dedicaremos aquí a las construcciones destinadas a salvar los cursos del agua, los puentes y finalmente, nos ocuparemos de los ingenios que se utilizaron en la Edad Media para aprovechar la energía del agua, basados todos ellos en la rueda hidráulica.

El sexto capítulo versa sobre las técnicas y unidades de medida de tamaños, cantidades y tiempos. Por regla general, las unidades de medida de dimensiones (longitudes, superficies y volúmenes) eran de naturaleza antropométrica; se utilizaban los pasos, los pies o la longitud de los brazos, en este contexto se inscriben la *yarda*, el *pie* o la *pulgada*. Para mediciones de longitudes pequeñas en tanto que las grandes se medían por jornadas de viaje a pie, como es el caso de la *legua*. Si se trataba de medidas de agrimensura se recurría al trabajo de hombres o animales, tal es el caso de la *obrada* y la *yugada*. En cuanto a la medida del tiempo, se distingue entre el tiempo largo que se medía con los calendarios y el tiempo corto, cuya estimación se hacía con relojes de sol, de arena o mecánicos.

El capítulo séptimo se centra en aquellas artes y actividades que tenían por fin la transformación, procesado y utilización de las sustancias y materiales en orden a su aprovechamiento económico y sanitario. El estudio se centra en la Alquimia, la Farmacopea y la Medicina.

A continuación, en el capítulo octavo, las artes militares: armas, máquinas bélicas, sistemas de protección y logística y estrategias de ataque y defensa utilizados, y en muchos casos ideados en la Edad Media, serán objeto de estudio en este apartado titulado “Tecnología militar”.

Finalmente, el capítulo noveno se ocupará de los aspectos tecnológicos de la música, por un lado el gran invento medieval que es la notación musical que actualmente utilizamos y por otro la morfología y técnicas de construcción de los muchos instrumentos musicales de aquel período histórico que hoy se encuentran representados en capiteles y arquivoltas de los grandes edificios religiosos o en las ilustraciones de los antiguos códices. Muchos de ellos han pervivido hasta hoy y forman parte esencial del folclore de muchas de las regiones de la vieja Europa.

Los autores somos conscientes de que hay muchos aspectos de la ingeniería y la tecnología medieval que no se han tocado en este libro. Ello se debe a la enorme amplitud y variedad de temas que caben bajo este título. Incluso, hay determinadas materias que, por su singularidad, tenían un difícil encaje en las distintas partes de esta obra, pero que por diversas razones, los autores teníamos una especial predilección por ellos. Esos temas se han incluido en siete apéndices ubicados al final de la obra.

Nuestro trabajo tiene necesariamente un carácter enciclopédico, su utilidad podría ir más allá de la mera información a lectores curiosos por conocer mejor un período histórico apasionante, como lo es la Edad Media. También puede resultar útil a escritores y guionistas que deseen fundamentar con hechos probados y contrastados sus tramas dramáticas, e incluso puede suscitar el interés de los historiadores, como complemento informativo en campos marginales de su área de conocimiento.

Los autores
Valladolid, 21 de marzo de 2022