



# 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](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

---

<b>I.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>I.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>26</b>
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
<b>I.3 TIPOS DE EDIFICACIONES MEDIEVALES .....</b>	<b>37</b>
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
<b>I.4 ESTRUCTURAS ARQUITECTÓNICAS .....</b>	<b>41</b>
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
<b>I.5. PROBLEMÁTICA DE LAS ESTRUCTURAS GÓTICAS.....</b>	<b>48</b>
I.5.1 AGUAS PLUVIALES.....	49
I.5.2 EFECTOS DEL VIENTO .....	50
<b>I.6. ROMÁNICO Y GÓTICO, ARTES MEDIEVALES .....</b>	<b>52</b>

---

## CAPÍTULO II INDUSTRIAS DEL FUEGO

---

<b>II.1 METALURGIA .....</b>	<b>57</b>
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
<b>II.2 ALFARERÍA Y CERÁMICA .....</b>	<b>67</b>
<b>II.3 EL VIDRIO .....</b>	<b>69</b>
II.3.1 LA TÉCNICA DEL VIDRIO Y LAS VIDRIERAS.....	70

---

**CAPÍTULO III INDUSTRIA TEXTIL, DEL CUERO Y DEL PAPEL**


---

<b>III.1 LA INDUSTRIA DE LA LANA</b> .....	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
<b>III.2 INDUSTRIA DEL CUERO</b> .....	94
III.2.1 PREPARACIÓN DE LA PIEL .....	95
III.2.2 CURTIDO.....	96
<b>III.3 INDUSTRIA DEL PERGAMINO Y DEL PAPEL</b> .....	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
<b>III.4 LIBROS Y BIBLIOTECAS EN LA EDAD MEDIA</b> .....	104

---

**CAPÍTULO IV INDUSTRIAS DE LA NAVEGACIÓN**


---

<b>IV.1 LA NAVEGACIÓN EN LA ANTIGÜEDAD</b> .....	109
<b>IV.2 NAVÍOS DE LA ALTA EDAD MEDIA</b> .....	111
<b>IV.3 NAVÍOS DE LA BAJA EDAD MEDIA</b> .....	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
<b>IV.4 CARPINTERÍA DE RIBERA</b> .....	118
<b>IV.5 CARTOGRAFÍA</b> .....	120
<b>IV.6 TÉCNICAS DE NAVEGACIÓN</b> .....	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
<b>IV.7 ACTIVIDADES MARINERAS</b> .....	134
IV.7.1 PESCA .....	134
<b>IV.8 LOS VIAJES POR MAR EN LA EDAD MEDIA</b> .....	137

---

**CAPÍTULO V TECNOLOGÍA DEL AGUA**


---

<b>V.1 CONTEXTO HISTÓRICO</b> .....	145
<b>V.2 POZOS</b> .....	146
<b>V.3 ALJIBES</b> .....	150
<b>V.4 AZUDAS</b> .....	150

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

---

**CAPÍTULO VI LA MEDIDA EN LA EDAD MEDIA**

---

<b>VI.1 LA MEDIDA DEL ESPACIO</b> .....	163
<b>VI.2 MEDIDAS DE LONGITUD</b> .....	164
<b>VI.3 MEDIDAS DE SUPERFICIE</b> .....	165
<b>VI.4 MEDIDAS DE CANTIDAD</b> .....	166
<b>VI.5 MEDIDAS TOPOGRÁFICAS</b> .....	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
<b>VI.6 LA MEDIDA DEL TIEMPO</b> .....	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**

---

<b>VII.1 ALQUIMIA</b> .....	191
<b>VII.2 FARMACOPEA</b> .....	197
VII.2.1 FARMACOPEA MONACAL .....	198
VII.2.2 FARMACOPEA ISLÁMICA.....	199
<b>VII.3 MEDICINA</b> .....	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**


---

<b>VIII.1 LITERATURA TÉCNICA MILITAR EN LA EDAD MEDIA</b> .....	215
VIII.1.1 LITERATURA TÉCNICA MILITAR EN LOS SIGLOS XIII-XV.....	218
Siglo XIII.....	218
Siglo XIV .....	218
Siglo XV .....	221
<b>VIII.2 EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MILITAR MEDIEVAL</b> .....	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
<b>VIII.3 LAS ARMAS DE FUEGO</b> .....	235
VIII.3.1 ARMAS DE FUEGO INDIVIDUALES.....	236
VIII.3.2 ARTILLERÍA. BOMBARDAS Y CAÑONES.....	238

---

**CAPÍTULO IX LA MÚSICA**


---

<b>IX.1 SONIDOS MUSICALES, INTERVALOS Y ESCALAS</b> .....	243
<b>IX.2 EVOLUCIÓN DE LA NOTACIÓN MUSICAL DURANTE LA EDAD MEDIA</b> .....	247
<b>IX.3 INSTRUMENTOS MUSICALES MEDIEVALES</b> .....	250
<b>IX.4 INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN</b> .....	251
Campanas y carrillones .....	251
Atabales y atabores .....	252
Címbalos y crótalos.....	252
Panderos y panderetas .....	253
<b>IX.5 INSTRUMENTOS CORDÓFONOS</b> .....	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
<b>IX.6 INSTRUMENTOS AERÓFONOS</b> .....	263
Flautas.....	264
Caramillos y flavioles .....	265
Dulzainas y chirimías.....	265
Gaitas y cornamusas .....	266
Cornetas, clarines y añafiles .....	267
Órganos.....	268

<b>APÉNDICE 1 “PIEDRA SOLAR”, LA BRÚJULA DE LOS VIKINGOS</b> .....	271
<b>APÉNDICE 2 ASTROLABIO, EL GPS DE LA ANTIGÜEDAD</b> .....	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
<b>APÉNDICE 3 NOCTURLABIO, EL RELOJ DE LAS ESTRELLAS</b> .....	283
<b>APÉNDICE 4 EL “VIAJE DE AGUAS” ARGALES-VALLADOLID</b> .....	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
<b>APÉNDICE 5 EL FUEGO GRIEGO</b> .....	300
1. LA HISTORIA DEL FUEGO GRIEGO .....	301
2. TECNOLOGÍA DEL FUEGO GRIEGO .....	303
<b>APÉNDICE 6 LA IMPRENTA</b> .....	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
<b>APÉNDICE 7 ELEMENTOS DE ACÚSTICA MUSICAL</b> .....	317
<b>APÉNDICE 8 UNIDADES DE MEDIDA MEDIEVALES EN CASTILLA</b> .....	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
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	323





# Introducción

---



**P**or *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*<sup>1</sup> y las cuatro restantes, *Música*, *Aritmética*, *Geometría* y *Astronomía* constituían el *Cuadrivium*. Durante siglos, esta clasificación pervivió en las escuelas catedralicias, 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.

<sup>1</sup> 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