

El «Relox viejo» de Veruela

Un testimonio
de la relojería mecánica bajomedieval

Jesús Criado Mainar
Juan José Borque Ramón
(eds.)



Institución Fernando el Católico
Excma. Diputación de Zaragoza

Archivos consultados / siglas

Archivo de la Catedral de Orense (ACO)
Archivo de la Catedral de Salamanca (ACS)
Archivo de la Catedral de Tarazona (ACT)
Archivo de la Catedral de Toledo (ACTo)
Archivo de la Corona de Aragón (ACA)
Archivo de Nuestra Señora del Pilar de Zaragoza (ANSPZ)
Archivo Diocesano de Burgos (ADB)
Archivo Histórico de la Biblioteca de Catalunya (AHBC)
Archivo Histórico Nacional (AHN)
Archivo Municipal de Burgos (AMB)
Archivo Municipal de Jaca (AMJ)
Archivo Municipal de Piedrahita (AMP)
Archivo Municipal de Tarazona (AMT)
Archivo Real y General de Navarra (ARGN)
Archivo Histórico de Protocolos de Calatayud (AHPC)
Archivo Histórico de Protocolos de Tarazona (AHPT)
Archivo Histórico de Protocolos de Zaragoza (AHPZ)
Archivo Histórico Provincial de Huesca (AHPH)
Archivo Histórico Provincial de Teruel (AHPTe)

PUBLICACIÓN NÚM. 3382 DE LA
Institución Fernando el Católico
organismo autónomo
de la Excm. Diputación de Zaragoza
plaza de España, 2, 50071 Zaragoza (España)
tels. [34] 976 288 878 / 976 288 879
fax [34] 976 288 869
ifc@dpz.es
<http://ifc.dpz.es>



FOTOGRAFÍAS

Charles Clifford (p. 180)
Ignacio Coyne (pp. 33, 93, 118ab, 119, 184a, 185, 211i, 225, 226a, 227 y 233-236)
Gustavo Freudenthal (pp. 39 y 40)
Jalón Ángel [Ángel García de Jalón] (pp. 101 y 106)
Jean Laurent (p. 134)
Ricardo Magdalena (p. 215)
Juan Mora Insa (pp. 114 y 144)
Lucien Roisin (p. 127)
Javier Romeo (pp. 23a, 26, 28, 29, 31, 54, 55, 56ab, 57-59, 62, 64, 65, 69, 73, 76, 78, 79ab, 80, 81, 86, 87, 94, 104, 107-111, 120, 121, 153a, 157, 158, 160, 161, 168ab, 169a, 170-172, 174, 175a-d, 176, 199, 200, 201a, 202-204, 210, 216-218, 228-230 y 237)
Ángel San Vicente (p. 117)

DISEÑO, MAQUETACIÓN Y COORDINACIÓN TÉCNICA
Víctor M. Lahuerta

IMPRESIÓN
Calidad Gráfica, SL

ENCUADERNACIÓN
Raga, SA

ISBN: 978-84-9911-334-0

D.L.: Z XXX/2015

© de los textos, sus autores, 2015.
© de las fotografías, sus autores. Zaragoza, 2015.
© del diseño gráfico, Víctor M. Lahuerta. Zaragoza, 2015.
© de la presente edición, Institución Fernando el Católico. Zaragoza, 2015.

Impreso en España Unión Europea · Printed in Spain European Union

Índice

- 7 **Presentación**
LUIS MARÍA BEAMONTE MESA
- 9 **El reloj mecánico de Veruela. Un hallazgo singular**
JESÚS CRIADO MAINAR y JUAN JOSÉ BORQUE RAMÓN (eds.)
- PRIMERA PARTE
- 23 **EL RELOJ MECÁNICO EN LA BAJA EDAD MEDIA**
- 25 **El descubrimiento y la difusión del reloj mecánico en la Europa bajomedieval. Una perspectiva general**
VÍCTOR PÉREZ ÁLVAREZ
- 59 **La expansión de los relojes mecánicos en la Corona de Aragón. Un proceso cultural significativo**
M^a DEL CARMEN GARCÍA HERRERO
- 111 **Relojes y relojeros en Tarazona entre 1446 y 1595. De Juan Aznárez a Esteban Verdier**
M^a TERESA AINAGA ANDRÉS
- SEGUNDA PARTE
- 125 **EL «RELOX VIEJO» DE VERUELA, HISTORIA DE UN DESCUBRIMIENTO**
- 127 **Entre Pozuelo de Aragón y el monasterio de Veruela. La fascinante historia de una tabla gótica**
JUAN JOSÉ PINA LUCINDO y JAVIER ROYO RUEDA
- 147 **El abad Gonzalo Fernández de Heredia y el monasterio de Veruela en el siglo XV**
FRANCISCO SAULO RODRÍGUEZ LAJUSTICIA
- 167 **El cómputo del tiempo en el ámbito monacal. Reflexiones en torno al «Relox viejo» de Veruela**
JESÚS CRIADO MAINAR
- TERCERA PARTE
- 189 **EL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESFERA DEL «RELOX VIEJO» DE VERUELA Y DEL LIENZO DE SAN ANTONIO ABAD**
- 191 **La restauración de la «tabla» del «Relox viejo»**
ANA MARÍN USÓN
- APÉNDICE DOCUMENTAL
- 225 **LOS RELOJES MECÁNICOS DE LA BAJA EDAD MEDIA Y LA ALTA EDAD MODERNA EN ARAGÓN A TRAVÉS DE LAS FUENTES DOCUMENTALES**
MANUEL GÓMEZ DE VALENZUELA y GUILLERMO TOMÁS

El descubrimiento y la difusión del reloj mecánico en la Europa bajomedieval

Una perspectiva general

Víctor Pérez Álvarez
Universidad de Valladolid

Uno de nuestros gestos más habituales es el de mirar la hora. Si nos fijamos en nuestro alrededor nos daremos cuenta de que estamos rodeados de relojes: en el ordenador, en el teléfono móvil, en la pared, en el coche, en el dormitorio, etc. Y por si no fueran suficientes vamos literalmente atados por la muñeca a uno de pulsera. Conocer la hora constantemente y con exactitud es fundamental para coordinar nuestras actividades cotidianas o conocer el valor del trabajo. El reloj también es una pieza clave de nuestra tecnología; si de repente desapareciera, nos quedaríamos sin sistemas informáticos, sin telecomunicaciones y sin suministro energético. A medida que nuestra sociedad se ha ido desarrollando en los últimos siglos, especialmente desde la Revolución Industrial y la economía capitalista, su dependencia de la máquina ha ido en aumento. La máquina por antonomasia es el reloj mecánico, que apareció como accesorio público en las ciudades europeas hacia el año 1300 y desde entonces su presencia no ha hecho más que intensificarse.

Antes del reloj mecánico

Antes de explicar más a fondo qué es un reloj mecánico y las circunstancias de su aparición a finales del siglo XIII, vamos a hacer un breve repaso por los métodos e instrumentos de indicación del tiempo anteriores a él.

Como todos sabemos, los dos movimientos principales de la Tierra son el de traslación y el de rotación. El primero es el giro que hace en torno al sol y dura un año. El segundo es la revolución que hace sobre su propio eje, que tarda un día. Este último ciclo, al ser el más corto, es seguramente el que más rápido percibieron los primeros homínidos. El amanecer, el mediodía y el anochecer son las tres referencias temporales básicas del día, que además coinciden con el despertar, el comer y el dormir. Una vez que el hombre es consciente de estos tres momentos, su siguiente paso es observar cómo las sombras van girando a lo largo del día. A continuación viene el gnomon, una simple estaca clavada en el suelo que proyecta una sombra que recorre una serie de hitos; es un reloj de sol, el primer instrumento astronómico que construye



Pompeya, santuario de Apolo. Reloj de sol (comienzos del siglo I). El uso de los relojes de sol estuvo muy extendido en época romana y, de hecho, conservamos numerosos ejemplos que lo acreditan.

la humanidad. No sabemos cuándo sucede esto por primera vez, pero hacia el año 1500 a.E. ya los vemos en Egipto.¹ También de allí procede la división del día en 12 horas y de Babilonia el sistema sexagesimal, que divide la hora en sesenta minutos y el minuto en sesenta segundos.²

Además del reloj de sol, también durante la Antigüedad se documenta por primera vez la clepsidra, un instrumento que genera una corriente de agua constante que se puede emplear para indicar el paso del tiempo. La clepsidra más sencilla es un recipiente con un pequeño agujero en el fondo que se va vaciando o que, depositada sobre un recipiente mayor con agua, se va llenando poco a poco hasta hundirse por completo. En Egipto la más antigua se documenta aproximadamente en la misma época que el primer reloj de sol.³

En Grecia y en Roma se emplean clepsidras y relojes de sol con diversos propósitos. Las clepsidras, por ejemplo, se emplearon para limitar el tiempo de los discursos. Por otro lado, en época Helenística las artes mecánicas conocieron un importante desarrollo que sirvió de base para construir relojes con indicaciones más complejas, como el que debió de albergar la Torre de los Vientos de Atenas, del siglo I a.E.⁴ También se tienen las primeras noticias de instrumentos astronómicos o calendáricos contruidos a base de engranajes como el mecanismo de Antikythera.⁵

La Edad Media hereda toda esta tradición tecnológica y científica de la Antigüedad, que el mundo islámico retoma y desarrolla para sus propios propósitos. De este periodo, sobre todo desde el siglo XI en adelante, tenemos conocimiento de la existencia de un buen número de clepsidras, algunas de ellas de carácter monumental. Fue muy conocida la de Damasco, descrita por Benjamín de Tudela entre otros viajeros. Disponía de doce portezuelas que se iban abriendo a medida que transcurrían las horas del día. Las horas de la noche las marcaba una candela que se iba desplazando por detrás de otras doce ventanillas con cristales rojos. Ridwan, uno de los cuidadores de

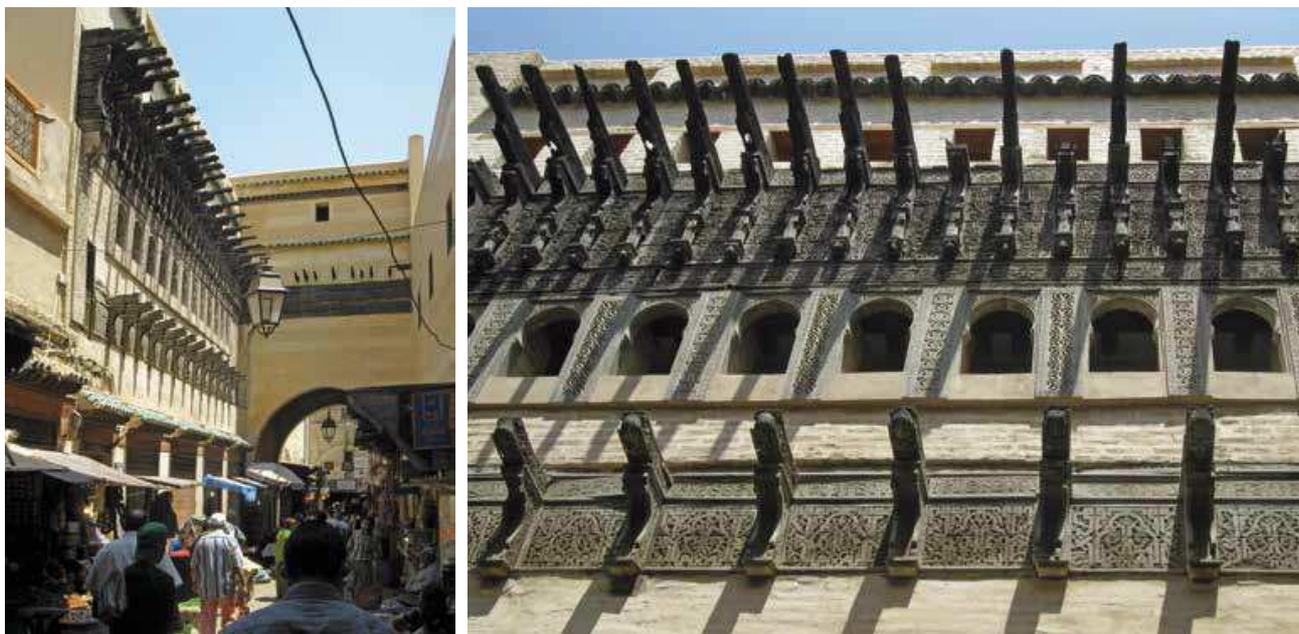
¹ José LULL: *La astronomía en el antiguo Egipto*, Valencia, Universitat de València, 2004, pp. 146-152.

² Joaquín LLEDÓ: *Calendarios y medidas del tiempo*, Fuenlabrada (Madrid), Acento Editorial, 1999, pp. 21-23.

³ José LULL: *La astronomía...*, ob. cit., pp. 134-136.

⁴ Joseph V. NOBLE / Derek J. DE Solla Price: «The water clock in the Tower of the Winds», *American Journal of Archaeology*, 72-4 (octubre de 1968), pp. 345-355.

⁵ G.J. WHITROW: *El tiempo en la historia: la evolución de nuestro sentido del tiempo y de la perspectiva temporal*, Barcelona, Crítica, 1990, pp. 133-135.



Fez, medina. Clepsidra de Dar al-Magana. Vista general y detalle. El sultán Abu Inan Faris promovió la construcción de este gran reloj de agua en la medina de Fez, obra del astrónomo y relojero Ali Ahmed Tlemsani, que lo finalizó en 1357. Todavía conserva en la fachada doce ventanas y una estructura con dos niveles de vigas antepuestas a paneles de madera cuidadosamente trabajados. En las ménsulas de la parte baja había doce recipientes de bronce y en las de arriba otras tantas bolas, con seguridad del mismo material; al paso de cada hora una de las ventanas quedaba abierta mientras una de las bolas caía sobre su recipiente, produciendo así la señal acústica.

esta famosa clepsidra, es además autor de uno de los varios tratados árabes sobre clepsidras e hidráulica que se conservan en la actualidad.⁶ En la ciudad marroquí de Fez se conservan los restos de dos clepsidras de mediados del siglo XIV. Una de ellas, la de Bū Ināniya, recuerda mucho a la descripción de la de Damasco, ya que aún exhibe las doce puertas de las doce horas y hasta hace muy pocos años, antes de ser restaurada, conservaba *in situ* doce cuencos de bronce o de latón sobre los que caía una bola para emitir la señal sonora del paso de una hora a otra.⁷ En al-Ándalus, un área dentro del mundo islámico con gran actividad científica, también hubo clepsidras e incluso se conserva un tratado del siglo XI de al-Muradi, en el que se describe cómo construir diferentes clepsidras y algunas otras máquinas.⁸

En Europa la clepsidra y el reloj de sol no desaparecieron en la Edad Media, pero debieron de ser mucho más escasos y rudimentarios que en el mundo islámico, donde la actividad intelectual era brillante. A este respecto es muy significativo el efecto que causó en la corte de Carlomagno la clepsidra que le regaló Harum al-Rashid en el año 807, hecho que Eginhardo registra con admiración.⁹ En Europa, especialmente en el ámbito monástico, tenemos noticias sobre *horologia* que habían de ser empleados para establecer los momentos de las horas canónicas; sin embargo, rara vez se nos especifica si se trataba de relojes de agua, de sol u otro tipo de dispositivos.

Sí que se han conservado algunas representaciones pictóricas de relojes anteriores a 1300. Una de ellas está en el cuaderno de notas de Villard de Honnecourt de primera mitad del siglo XIII y representa la caja de un reloj que el autor afirma haber visto. Por desgracia, no se ve ningún tipo de indicador ni nos da detalle alguno del mecanismo interno, si es que lo tuvo, y lo único que podemos deducir es que tiene forma de torre, que pudo estar instalada en el interior de algún edificio y que sus múltiples vanos quizá sirvieran para dejar salir el sonido de alguna

⁶ Donald R. HILL: *Arabic water clocks*, Aleppo, University of Aleppo, Institute for the history of arabic science, 1982, pp. 71-73.

⁷ *Ibidem*: p. 123.

⁸ Julio SAMSÓ: *Las ciencias de los antiguos en al-Ándalus*, Madrid, MAPFRE, 1992, p. 251.

⁹ David S. LANDES: *Revolution in time. Clocks and the Making of the Modern World*, Cambridge, Massachusetts / Londres, The Belknap press of Harvard University Press, 1983, p. 24.



A LA IZDA.: París, Bibliothèque Nationale de France, ms. fr. 19093 (hacia 1220-1240). Villard de Honnecourt, *Livre de portraiture*, f. 6v. Los diseños de Villard son previos a la aparición del reloj mecánico, por lo que la función de esta «masons d'on orologe» no está clara. No parece que tenga esfera, pero las tracerías caladas sugieren la presencia de una o más campanas en el interior. No sabemos si la estructura pudo albergar una clepsidra, o quizás una o más campanas. A LA DCHA.: Oxford, Bodleian Librar, ms. Bodley 270 b (hacia 1250). *Bible moralisée*, f. 183. Esta miniatura ofrece una estrecha vinculación con un pasaje del Libro de los Reyes en el que Dios hace retroceder el sol diez grados. Aunque el funcionamiento del artificio no se conoce con exactitud, podría tratarse de una clepsidra con mecanismo despertador con campanillas.

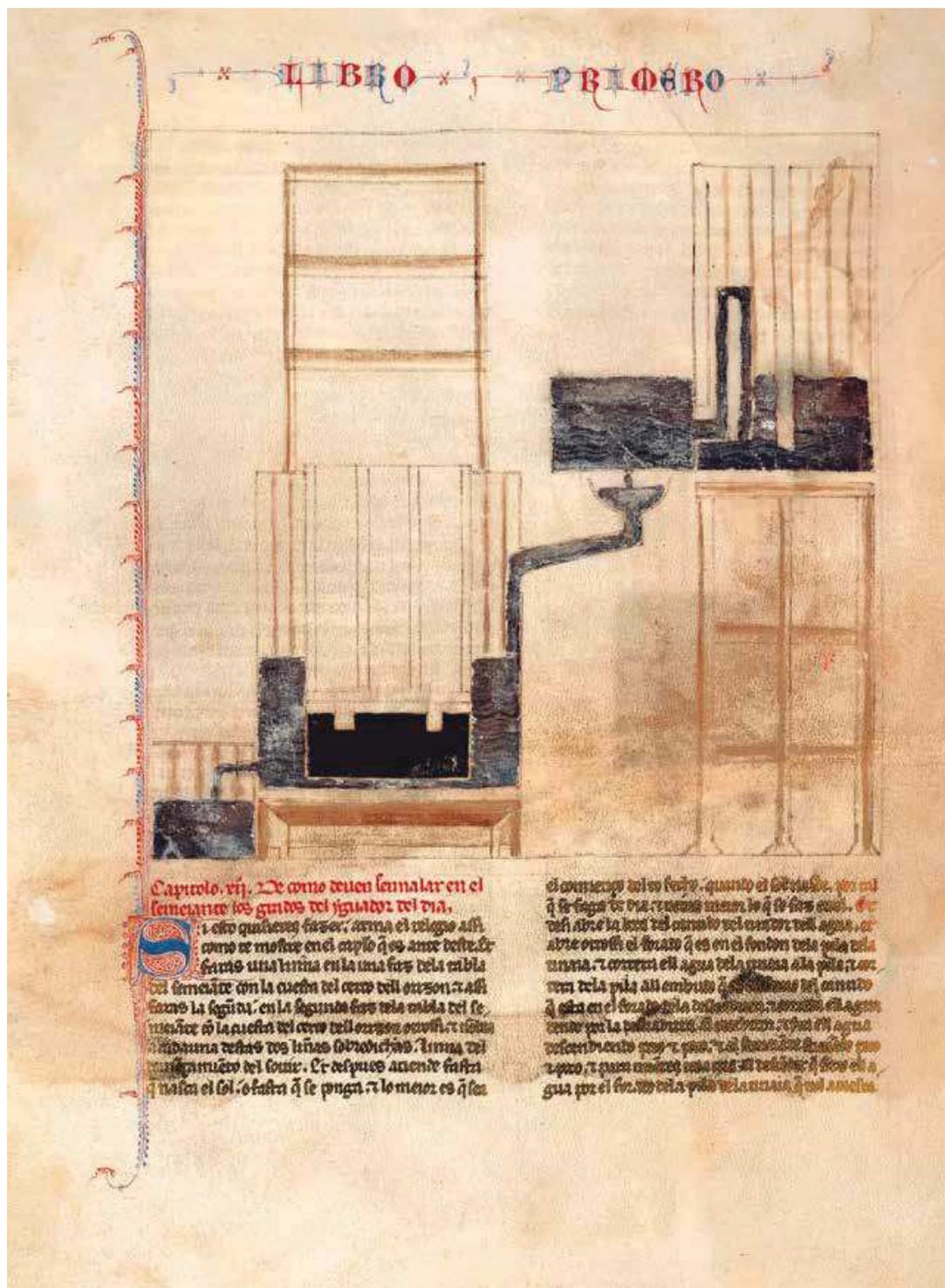
campana. Otra aparece en una biblia miniada de hacia 1250 para el rey francés y muestra lo que parece un reloj de agua con ruedas dentadas y un carillón.¹⁰

La literatura técnica sobre clepsidras en la Europa medieval es escasísima. La única obra excepcionalmente extensa y detallada es el *Libro de los relojos* de Alfonso X, que forma parte de un tratado más extenso de astronomía e instrumentos astronómicos y tiene una innegable influencia árabe. En ella se describe un reloj de agua y otro de mercurio que también puede considerarse una clepsidra.¹¹

En la segunda mitad del siglo XIII en Europa, fuera del ámbito académico, había relojes de sol y de agua. No poseemos demasiada información sobre cómo eran, pero como hemos dicho, todo hace pensar que eran mucho más sencillos y rudimentarios que los que vemos en el mundo islámico. También había relojes de sol, habitualmente grabados en los muros de iglesias y monasterios. Por lo general, su escala estaba dividida por cinco líneas que indicaban las horas canónicas del día y el campanero solía utilizarlos como referencia para realizar los toques correspondientes. Además también se empleaban complejos astrolabios, cuadrantes solares y otros instrumentos

¹⁰ Gerhard DOHRN-VAN ROSSUM: *History of the hour. Clocks and modern temporal orders*, Chicago, The University of Chicago Press, 1996, pp 69-71.

¹¹ Víctor PÉREZ ÁLVAREZ: «Tiempo, agua y vida artificial: clepsidras y autómatas de tradición helenística en la Edad Media», en M^a Isabel del VAL VALDIVIESO / Juan Antonio BONACHÍA HERNANDO (coords.): *Agua y sociedad en la Edad Media hispana*, Granada, Universidad de Granada, 2012, pp. 177-210.



Madrid, Biblioteca de la Universidad Complutense, B.H., ms. 156 (1276-1279). Alfonso X el Sabio, *Códice regio de los Libros del Saber de Astronomía*, f. 187v. El recipiente de la derecha es el reservorio de agua, que se va vaciando lentamente sobre el del centro, donde hay un flotador (la pieza negra) que hace ascender un tablero con indicaciones astronómicas. El pequeño recipiente de la izquierda sirve para recoger el agua y devolverla al reservorio.

cuyo manejo conllevaba un concepto moderno del tiempo, pero su impacto social era muy limitado y apenas tenían aplicación práctica en la vida cotidiana.

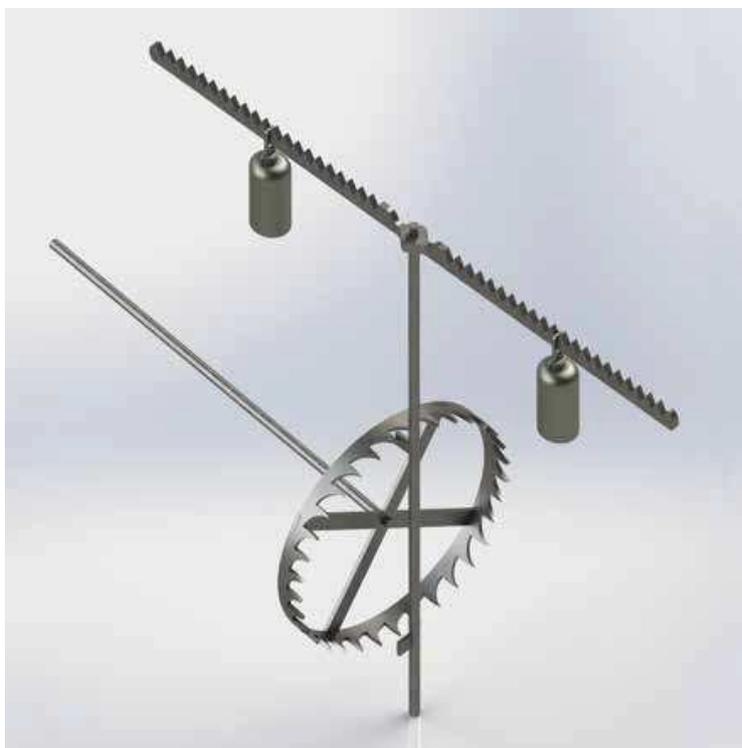
Éste es el panorama en la segunda mitad del siglo XIII, cuando aparece el reloj mecánico en la escena europea. Pero antes de entrar en los detalles sobre este fenómeno, vamos a explicar qué consideramos exactamente un reloj mecánico.

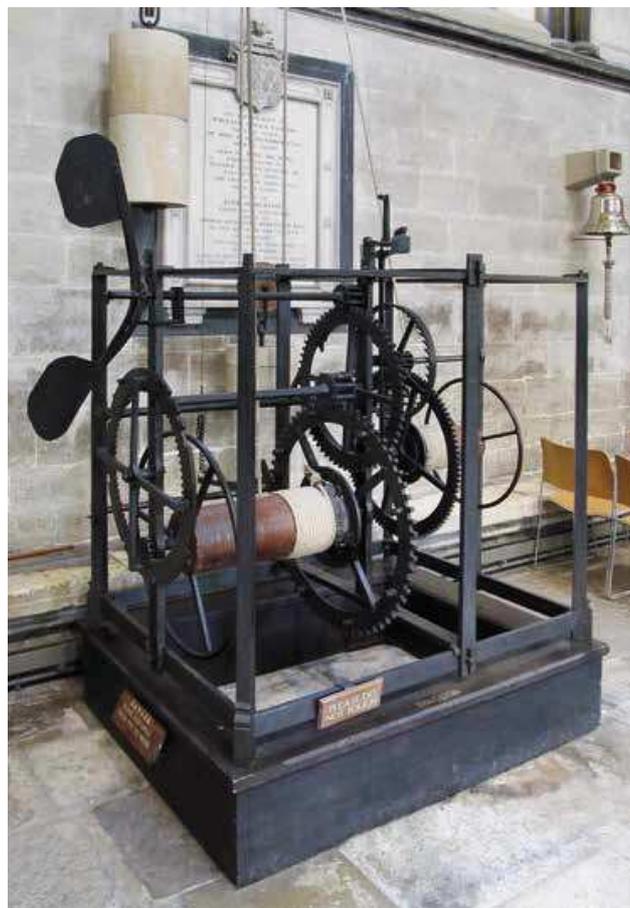
¿Qué es un reloj mecánico?

El término procede del latín *horologium*, y éste a su vez del griego *horologion*, que significa «computador de las horas». En sentido general, un reloj es un instrumento para mostrar o medir el paso del tiempo. A lo largo de la historia han existido varios tipos de relojes como ya hemos visto, pero aquí nos vamos a centrar en los mecánicos, que para ser considerados como tales han de tener al menos los siguientes elementos:

- **Elemento motriz.** Es aquel que almacena energía y se la transmite al resto de la máquina. El elemento motriz más empleado durante toda la historia de la relojería mecánica han sido las pesas que, colgadas de cuerdas o cadenas enrolladas en cilindros, transmiten la fuerza de la gravedad a las ruedas de la máquina. Además de las pesas, al menos desde las primeras décadas del siglo XV o quizá un poco antes se comienza a emplear el muelle real en algunos relojes más pequeños y portátiles, de los que luego hablaremos. Desde el siglo XIX la electricidad se ha incorporado como fuerza motriz en los relojes mecánicos.
- **Indicador.** Es el órgano que transmite la información generada por la máquina a sus usuarios; los más frecuentes son las campanas y las esferas. Los sistemas medievales de señales urbanas son fundamentalmente sonoros y las campanas juegan en ellos un papel clave; por ello, por extraño que nos pueda parecer, existen relojes mecánicos sin esfera, pero son muy escasos los que carecen de campana.
- **Escape:** Es un dispositivo que oscila con una frecuencia constante que frena la caída de la pesa a intervalos generando así un movimiento regular. De todos los elementos que hemos descrito el escape es el más importante, es el corazón del reloj mecánico. Tanto las pesas como los indicadores visuales y sonoros ya existían desde la Antigüedad; la invención del escape de verga y foliot a finales del siglo XIII fue la clave que dio lugar a la aparición del reloj mecánico. Veamos cómo funciona. La rueda de Santa Catalina tiene dientes curvos en el lateral. Junto a ella vemos la verga, una varilla vertical con dos pequeñas paletas. La verga está soldada al foliot propiamente dicho, que es la barra horizontal con dientes de la que cuelgan dos pequeñas pesas. La rueda catalina gira siempre en el sentido de las agujas del reloj, de tal modo que cuando uno de sus dientes empuja la paleta superior de la verga la obliga a girar, pero antes de llegar a dar una vuelta completa la paleta inferior intercepta otro diente de la catalina, lo que obliga a la verga a girar en sentido contrario hasta que la paleta superior vuelve a tropezar con otro diente de la catalina, comenzando así otra oscilación. La frecuencia de las oscilaciones, y con ello la velocidad del reloj, se controla mediante las dos pequeñas pesas que penden del foliot; si se alejan de la verga el reloj se atrasará y si se acercan irá más rápido y se adelantará.

Representación de un escape de foliot. La invención de este mecanismo oscilatorio a finales del siglo XIII (que, no obstante, sería perfeccionado en las décadas siguientes) supuso el paso definitivo para el desarrollo del reloj mecánico ya que genera un movimiento regular que permite medir fracciones de tiempo iguales.





Salisbury, catedral. Máquina del reloj medieval y contadera (1386, reformada en el siglo XVI). Detalle y vista general. Recuperada en 1928 y restaurada en 1956, hoy se piensa —no sin importantes dudas— que la maquinaria de este reloj de torre podría ser la más antigua conservada que, además, continúa en funcionamiento.

El escape de verga y foliot se emplea hasta la segunda mitad del siglo XVII, cuando aparece el péndulo que, a diferencia del foliot, tiene un periodo de oscilación propio que depende exclusivamente de su longitud. Su aplicación al reloj mecánico significó un fuerte salto cuantitativo hacia la exactitud y un paso tecnológico irreversible en la historia relojera. En pocas décadas dejaron de construirse relojes de foliot y los antiguos fueron convertidos a péndulo o completamente sustituidos por otros nuevos. Este cambio tecnológico junto con el valor intrínseco del metal con que estaban construidas las máquinas, ha hecho que en la actualidad resulte complicadísimo encontrar un genuino reloj de foliot anterior a 1700 que no haya sido convertido a péndulo.

Habitualmente las máquinas de los relojes suelen tener dos trenes de ruedas, uno es el llamado tren de movimiento y otro el de sonería; cada uno de ellos con su propia pesa. El de movimiento es el que está regulado por el escape, funciona constantemente y es el que mide el tiempo. El tren de sonería tañe la campana de las horas y sólo se pone en marcha cuando el tren de movimiento lo activa. Desde el punto de vista tecnológico la pieza más interesante del tren de sonería es la contadera, una rueda que tiene un cerco con muescas realizadas a distancias crecientes que determinan el número de campanadas que se ha de dar en cada toque, un auténtico programador mecánico. El venterol, instalado en el eje que gira a mayor velocidad, tiene dos palas cuyo rozamiento con el aire limita la velocidad de la sonería y la cadencia de las campanadas, que se puede hacer variar modificando el tamaño o el ángulo de las palas. Además del movimiento y la sonería existieron máquinas con trenes adicionales para otras funciones, como sonerías de cuartos, carillones o para mover teatros de autómatas.

Aunque hay más tipologías, a grandes rasgos todos estos elementos están presentes en las máquinas de los relojes desde el siglo XIV hasta la aplicación del péndulo en la segunda mitad del siglo XVII. El ejemplo tipo de máquina de reloj es la de la catedral de Salisbury, que durante muchos años se ha considerado anterior a 1386, si

bien varios indicios hacen pensar en la actualidad que es del siglo XVI.¹² Recientemente ha sido descubierta otra en Chioggia, en la Laguna de Venecia, que puede datar del siglo XIV y cuyo origen se está investigando en la actualidad. Como es habitual, las dos fueron convertidas a péndulo, pero a la de Salisbury le fue restituido el foliot en una restauración del siglo XX y hoy exhibe la configuración típica de una máquina de reloj sencilla anterior al siglo XVIII.¹³

Aparición del reloj mecánico

Según una leyenda muy extendida el primer reloj mecánico fue construido por Gerberto de Aurillac, primero monje y más tarde Silvestre II, el papa del año 1000. Varios documentos le atribuyen la invención de un reloj, aunque no siempre indican de qué tipo. Un cronista relata que construyó uno que permitía conocer la hora mediante la estrella de los navegantes,¹⁴ por lo que muy bien pudo tratarse de un nocturlabio. Otras fuentes le atribuyen una clepsidra mientras era arzobispo de Rávena.¹⁵ En ningún caso hay razones para pensar que fuera un reloj mecánico con escape de verga y foliot.

En la época de Gerberto los grandes centros de saber no estaban en Europa sino en el mundo islámico. La ciencia hablaba árabe y el corpus de obras disponibles en latín era muy limitado. En los dos siglos posteriores el interés de los intelectuales europeos impulsó la traducción de un gran número de obras del árabe, por lo que el corpus científico aumentó considerablemente y sirvió de base para el renacer cultural de Europa en el siglo XII. Gerberto fue uno de los primeros en interesarse por la ciencia árabe, lo que le llevó una temporada al monasterio de Ripoll, un lugar pionero en el siglo X en el cultivo de la ciencia por sus relaciones con la brillante Córdoba califal. Seguramente su contacto con un ámbito aún desconocido para sus contemporáneos ayudó a generar leyendas en torno a su persona desde época temprana. Además de la construcción del primer reloj mecánico, ya en el siglo XII se le atribuye un pacto con el diablo, que le transmitía su saber hablándole a través de una cabeza de bronce.¹⁶

El mérito de ser el pionero también se le atribuye a Pacífico de Verona, que vivió en el siglo IX y según su epitafio construyó un *horologium nocturnum* para determinar la hora mediante la posición de las estrellas.¹⁷ En Inglaterra al menos desde el siglo XVI algunos de los relojes más antiguos que se conservan se vienen atribuyendo a Peter Lightfoot, denominación que es posible que proceda de Lietuyt, el apellido de los tres relojeros flamencos que Eduardo III llevo a Inglaterra en 1368.¹⁸ Existen más leyendas similares a éstas, pero no las vamos a detallar, puesto que superaría el propósito de este capítulo. Por otro lado, hay que dejar patente que es un error pretender poner nombre y apellidos al inventor del reloj de foliot, puesto que lo más probable es que varias personas en diferentes lugares sin conexión entre ellos hallasen la forma de construir escapes mecánicos, cuya evolución acabaría convergiendo en el de verga y foliot tal como aparece en algunos relojes de los siglos XVI y XVII, que es como lo conocemos hoy.

Aunque tampoco es viable definir un lugar concreto en el mapa, sí que podemos acotarlo a Inglaterra y al norte de Italia, áreas en las que se concentran la mayoría de los registros documentales más antiguos sobre la existencia de relojes, aunque con no pocas dudas de que sean mecánicos. Dudas que vienen fundamentalmente de la ambigüedad del significado de la palabra reloj en época tan temprana, ya que no sólo puede aludir al reloj mecánico con escape que hemos definido previamente, sino también a una clepsidra, a cualquier instrumento para la indicación del tiempo o incluso a una campana tañida mecánica o manualmente. Sólo si el documento da algunas

¹² C.N. PONSFORD / J.G.M. SCOTT: «Wells and Salisbury», *Antiquarian Horology*, 12, 5 (primavera de 1981), pp. 528-529.

¹³ Marisa ADDOMINE / Aldo BULLO / Ettore PENNASTRI: «La scoperta a Chioggia di un orologio da Torre del 1386», *La Voce di Hora*, 21 (diciembre de 2006), pp. 5-20; Herbert Alan LLOYD: *Some outstanding clocks over 700 year: 1250-1950*, Londres, L. Hill, 1958, pp. 25-26.

¹⁴ Pierre RICHÉ: *Gerberto de Aurillac, el papa del año mil*, Madrid, Nerea, 1990, p. 148.

¹⁵ John D. NORTH: *Richard of Wallingford. An edition of his writings with introductions, English translation and commentary. Vol. II*, Oxford, The Clarendon Press, 1976, p. 179, n. 42.

¹⁶ Pierre RICHÉ: *Gerberto de Aurillac...*, ob. cit., p. 148.

¹⁷ Gerhard DOHRN-VAN ROSSUM: *History of the hour...*, ob. cit., p. 54-55.

¹⁸ Eric BRUTON: *Clocks and watches, 1400-1900*, Londres, The Trinity Press, 1967, p. 19; y R.P. HOWGRAVE-GRAHAM: *The Wells Clock*, Wells, The Friends of Wells Cathedral, 1973, pp. 7-8.



Padua, piazza dei Signori. Reloj astronómico (1430-1434). Aunque la ubicación y sistematización actual data de del siglo XV y la llevaron a cabo Giovanni y Giampietro dalle Caldiere, este reloj es heredero del que había construido en la centuria anterior el célebre astrónomo Jacopo Dondi, apodado dell'Orologio.

pistas podemos estar un poco más seguros de si se refiere o no a un reloj mecánico; por ejemplo, si está asociado al gasto de grandes cantidades de dinero, o si para su construcción se adquieren importantes cantidades de hierro. Si el reloj tiene un cuidador no puede ser de sol, aunque sí que puede tratarse de una clepsidra.

Desafortunadamente los documentos tan tempranos con menciones a relojes son muy escasos y normalmente la información que contienen suele resultar tan parca que no ayuda a aclarar la duda. Las citas más antiguas que encontramos en Inglaterra datan de las tres últimas décadas del siglo XIII. Así, en 1283 en el priorato agustino de Dunstable se construye un reloj que se instala sobre el púlpito y en 1286 *Bartholomew orologiarius* cobra ciertas cantidades de la catedral de San Pablo de Londres.¹⁹ Estos son sólo dos ejemplos de los varios que existen; según North, cada uno de ellos aisladamente carece de significado histórico, pero el conjunto de los mismos sugeriría que un nuevo instrumento para la indicación del paso del tiempo acaba de empezar a extenderse y este sería el reloj mecánico.²⁰

Las noticias italianas son un poco más tardías, ya que las primeras datan de principios del siglo XIV. Una de las más antiguas, de 1307-1308, es la de la reparación del reloj de Orvieto, que estaría en el palacio comunal. Al año siguiente se contrata a una persona para que lo tenga a su cargo; no está del todo claro que sea mecánico. En Módena en 1309 se funde una campana para tañer las horas desde el palacio comunal y en 1343 se construye ya un reloj en la catedral.²¹ La noticia segura más antigua e interesante procede de Milán, de 1336, cuando el cronista Galvano de Fiamma escribe que en el campanario de San Gotardo se ha instalado un reloj que tañe las veinticuatro horas del día, a la primera hora una campanada, a la segunda dos y así sucesivamente. El interés de esta noticia no sólo reside en la prueba de la existencia de un reloj en Milán, sino sobre todo en que es el primero provisto de rueda contadera u otro dispositivo similar, ya que distingue unas horas de otras. Esta característica es sin duda la que nos asegura que es un reloj mecánico.

Italia parece *a priori* el área más propicia para el desarrollo de los relojes monumentales. Su construcción en el siglo XIV es una empresa compleja que requiere la concurrencia de profesionales de diferentes oficios y con ello una importante movilización de recursos tanto humanos como económicos. La Italia de estos años conocía un gran desarrollo urbano e institucional, en cuyo contexto sería posible llevar a cabo tan complejas y costosas empresas. Además, la expansión del reloj público está asociada a las ciudades. Por otro lado, el desarrollo de la tecnología del metal fue un factor clave, no siempre tenido suficientemente en cuenta. Desde mediados del siglo XIII en el área de Milán el empleo de la energía hidráulica en diferentes etapas del procesado del hierro facilitó y abarató su producción, y con ello la construcción de objetos de hierro y acero. Particular impacto tuvo la producción de armaduras del llamado «acero de Milán», que gozó de excelente reputación en toda Europa.²² La disponibilidad de metal así como los avances técnicos en su trabajo allanaron, sin duda, el camino para la expansión del reloj mecánico; por ello, el norte de Italia pudo ser su cuna o al menos un fuerte foco de desarrollo y difusión. No obstante, seguimos sin tener datos fehacientes para decantarnos por un origen italiano, inglés u otro, o quizá simultáneo en diferentes áreas.

También se ha especulado con los ámbitos en los que el reloj mecánico ha podido aparecer. En primer lugar se pensó en los monasterios por diversas razones. Además del recurrente tópico de que la iglesia es la guardiana de la cultura y la ciencia medieval,²³ se ha considerado que la rutina diaria de los monasterios requería de un instrumento para organizar y regular la vida de los monjes. En este sentido, algunos historiadores como Lewis Mumford han considerado que en los monasterios se ha forjado el concepto moderno del tiempo, así como la necesidad de su indicación y medición.²⁴ Sin embargo, tal y como ha puntualizado Dohrn-van Rossum, la rutina diaria del monasterio se rige por muy pocas indicaciones temporales; después de despertar, los monjes realizan una se-

19 C.F.C. BEESON: *English Church clocks 1280-1850. Their history and classification*, Londres, Brant Wright Associates, 1977, p. 7.

20 John D. NORTH: *God's Clockmaker. Richard of Wallingford and the invention of time*, Londres / Nueva York, Hambledon and London, 2005, p. 154.

21 Giorgio BOCCOLARI: *Kronos. Storia della misurazione del tempo a Modena*, Módena, Aedes Muratoriana, 1993, pp. 37 y 40.

22 Philippe BRAUNSTEIN: *Travail et entreprise au Moyen Âge*, Bruselas, Éditions De Boek Université, 2003, p. 177.

23 G.J. WHITROW: *El tiempo en la historia...*, ob. cit., p. 136; J. DRUMMOND ROBERTSON: *The evolution of clockwork*, Londres, Cassell & Co, 1931, p. 11.

24 Lewis MUMFORD: *The Myth of the machine*, Londres, Secker & Warburg, 1967, pp. 264-265.

omnipnus abbas posset hononifce celebrare.
 et ecclesiam ex australi plaga in magna parte
 non sine magnis sumptib; reparavit. multas
 ⁊ possessiones ecclie adquisiuit. utpote Crokefle.
 Caldecote. ⁊ quedam alia. **O**ptinuitq; nobis
 a Rege Edbarado Karnerman licenciam ad
 quirendi terras usq; ad extentam centū libra
 rum. Et dedit coque Cōuentus ten̄ in illa de
 s̄o Albano quod olm̄ fuit lb. alē Tubbe. Et ad
 opus Infirmoz vñū boscū de trib; acris iuxta villā
 predictam uersus aquilonem sub bosco de Barnet
 situatū. ffert insup fieri celaturam pulcrā cum
 tecto quod est sup̄ illam i loco quo modo feretrū
 s̄i Amphibali collocat. Et p̄uidit ecclie quedam
 baculū pastoralem pulcrū ualde. in quo sculpitur
 nomen eius.

*Croket de Caldecote
que dicitur esse de quibusdam*

*Summa requiritur
25/*

quod dicitur de quibusdam



Richardus abbas vicesi
 mus octauus diuina
 ⁊ huma scientia p̄ditus con
 struxit horologium. quod ut
 credimus omnia huius regni
 horologia antecellit. **N**ic mul
 tas tribulationes sustinuit
 pro ecclie sue iure. sed deo fa

Leuagium. centum

Londres, British Library, ms. Cotton
 Nero D. 7 (fines siglo XV) f. 20. Ri-
 chard de Wallingford aparece seña-
 lando su reloj astronómico. Ostenta
 los símbolos de su dignidad abacial
 y en su rostro se muestran las lesio-
 nes que le produjo la lepra, enferme-
 dad de la que murió en 1336 sin ha-
 ber conseguido completar su reloj.

cuencia de actividades determinada en la que el comienzo de cada una viene determinada por la finalización de la anterior.²⁵ De este modo, lo más crítico es determinar el momento de despertarse para iniciar la jornada; el resto de momentos no eran tan importantes. Esta labor podía hacerla un vigía observando la posición de determinadas estrellas, o simplemente la llegada del alba. Otra posibilidad era disponer de un despertador, un dispositivo que disparaba una rudimentaria sonería después de un tiempo funcionando y que no necesariamente tiene por qué ser de foliot. Se documentan este tipo de despertadores desde antes de la aparición del reloj mecánico y buen ejemplo de ello es la clepsidra de Ripoll, del siglo XI.²⁶ También se empleaban relojes de sol de horas canónicas, como hemos señalado en la introducción.

Independientemente de su origen, el reloj mecánico también se difundió tanto por los monasterios como por las ciudades y las cortes reales o nobiliarias. Una vez implantado sirvió para organizar los toques de horas canónicas; sin embargo no era imprescindible, puesto que las reglas monásticas como la benedictina son muchos siglos anteriores y desde su origen ya existían medios técnicos y humanos para cubrir esta necesidad satisfactoriamente.

Se ha barajado la posibilidad de que el escape de foliot se gestara en el seno del ámbito académico. Sabemos que en el siglo XIII se desea construir una rueda que gire por sí sola y que sirva para reproducir el movimiento del universo, algo que haría superfluos todos los demás instrumentos astronómicos tal como Roger Bacon afirmó. Varios de los grandes filósofos naturales de aquel siglo plantearon sus ideas para llevarlo a cabo. Por ejemplo, Pedro de Maricourt, autor en 1269 de *Epistola de magnete*, el primer tratado sobre magnetismo. En él, inspirado por la brújula, plantea que en una esfera de imán cada uno de sus puntos tiene su correspondencia con un área del cielo; por ello, si se pudiera montar una de estas pequeñas esferas sobre un soporte sin rozamiento, giraría arrastrada por el cielo.²⁷

Sin embargo, el documento clave que puede vincular el origen del reloj mecánico con la filosofía natural es un comentario de la Esfera de Sacrobosco realizado por Roberto Ánglico en 1271. En él, Ánglico habla de la utilidad que tendría una rueda que girase con los cielos y señala que los *artifices horologiarum* están buscando la forma de construirla. Él, por su parte, propone colgar un peso de una cuerda enrollada en una rueda.²⁸ No habla del escape, pero esto apunta a que la idea se estaba gestando. Este texto ha sido considerado el término *post quem* para la invención del reloj mecánico y del escape de verga y foliot.

A nivel práctico, la clave para la construcción de un escape es hallar la forma de convertir un movimiento rotatorio unidireccional en otro rotatorio de vaivén. Es posible que en las alarmas o en las sonerías de las clepsidras existiera un mecanismo de estas características, en el que una rueda agitara una verga con un martillo para tañer la campana.²⁹ Alguien pudo darse cuenta de que al retirar la campana el martillo oscilaba con cierta regularidad y que aumentando su peso se ralentizaba la caída de la pesa. Esta hipótesis no está confirmada, pero sí que la apoyan el hecho de que en algunos de los relojes más antiguos de los que tenemos testimonio el dispositivo que agita el martillo tenga piezas idénticas a las del escape de foliot. Es el caso de algunos despertadores que pueden considerarse muy antiguos, al menos desde el punto de vista tipológico. Esta misma similitud entre el foliot y el martillo la encontramos en el reloj astronómico de Richard del Wallingford, de principios del siglo XIV,³⁰ lo que viene a avalar ésta hipótesis.

En los últimos siglos de la Edad Media, la innovación tecnológica se basa mucho más en la práctica diaria que en la especulación teórica. A partir de los siglos XI y XII, y sobre todo del XIII, con la construcción de obras públicas y las grandes catedrales góticas se desarrollan los oficios y los talleres artesanales. Maestros y oficiales han de enfrentarse día a día a nuevos retos y nuevos problemas que han de resolver de forma práctica e ingeniosa, y en los que las artes mecánicas juegan un papel fundamental. Si a todo lo anterior añadimos el importante desarrollo de la metalurgia a partir de mediados del siglo XIII, tenemos el contexto donde debemos situar el descubrimiento

²⁵ Gerhard DOHRN-VAN ROSSUM: *History of the hour...*, ob. cit., pp. 36-37.

²⁶ Julio SAMSÓ: *Las ciencias de los antiguos...*, ob. cit., p. 56; John D. NORTH: *God's Clockmaker...*, ob. cit., p. 148.

²⁷ Brother ARNOLD (trad.) / Brother POTAMIAN (intr.): *The letter of Petrus Peregrinus on the magnet*, A. D. 1269, Nueva York, McGraw Publishing Co, 1904, pp. 20-21.

²⁸ Lynn THORNDIKE: *The sphere of Sacrobosco and its commentators*, Chicago, The University of Chicago Press, 1948, pp. 229-231.

²⁹ J. DRUMMOND ROBERTSON: *The evolution...*, ob. cit., p. 11.

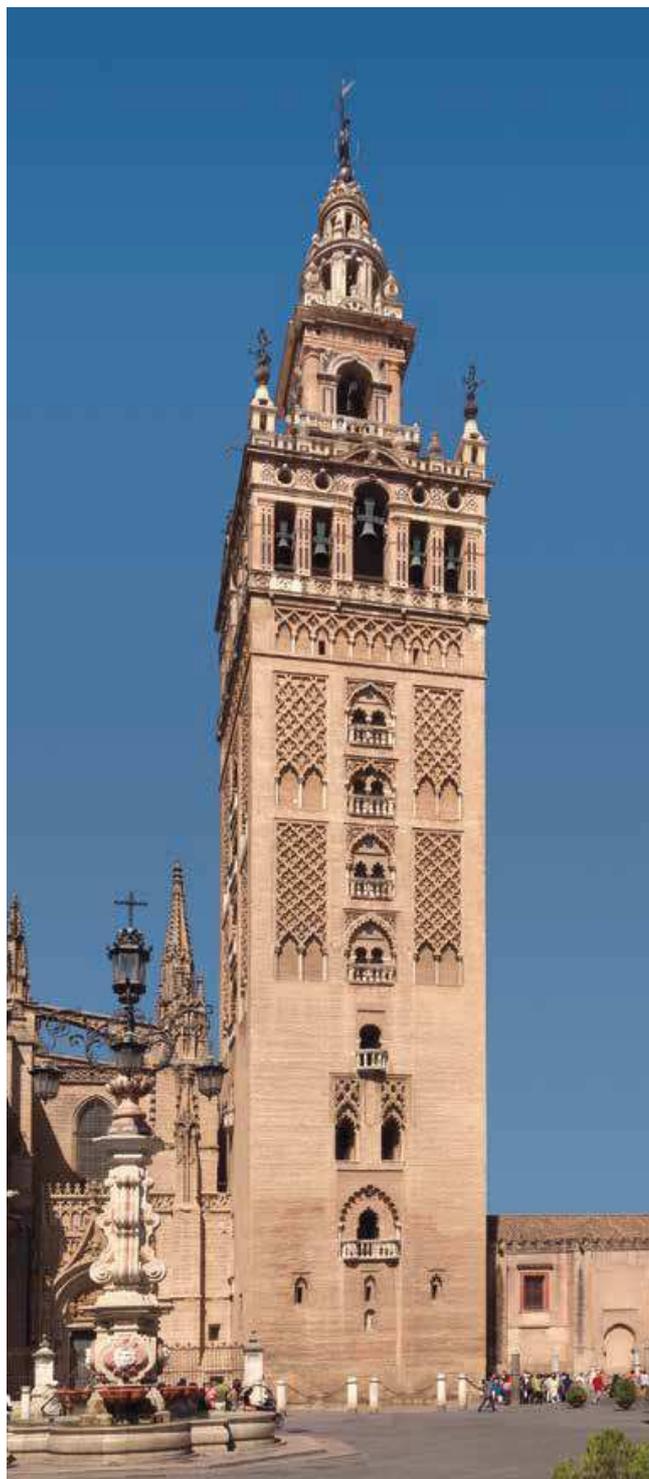
³⁰ Gerhard DOHRN-VAN ROSSUM: *History of the hour...*, ob. cit., pp. 104-105.

del escape de foliot y la invención del reloj mecánico. A partir de aquí, diferentes necesidades o propósitos de diferentes colectivos de personas, darán lugar a diferentes tipos de relojes y despertadores.

Relojería medieval en Castilla

En la Corona de Aragón disponemos de prolijas colecciones de protocolos notariales de los siglos XIV y XV y un riquísimo Archivo de la Corona de Aragón con series de registros muy completas para la misma época. Gracias a éstos y otros documentos, poseemos bastantes datos sobre relojes mecánicos aragoneses durante este periodo. La situación en Castilla es completamente diferente, ya que las series de protocolos notariales más antiguas que se conservan son ya del siglo XVI, aunque excepcionalmente hay protocolos sueltos del XV. El Archivo General de Simancas, que en parte es el equivalente al Archivo de la Corona de Aragón, fue creado a diferencia de éste en el siglo XVI, por lo que conserva muy poca documentación medieval. Todo esto dificulta enormemente el estudio de la historia de la relojería castellana al final de la Edad Media y nos obliga a recorrer archivos municipales y de instituciones religiosas para encontrar datos, muchas veces indirectos.

Desafortunadamente no se ha hecho un estudio sistemático sobre la historia de la relojería en Castilla, en parte por la escasez de fuentes y también por la dificultad de acceder a ellas. Los pocos que existen son de carácter concreto y puntual y pocas veces ofrecen datos anteriores al siglo XVI. En el momento de redactar este capítulo estamos elaborando una tesis doctoral sobre este tema que, aunque no llenará el vacío historiográfico, esperamos que aporte algo de luz sobre él. En las próximas líneas vamos a ofrecer unas breves notas con datos de algunos de los relojes mecánicos que hemos ido conociendo durante el proceso de investigación.



Sevilla, catedral de Santa María de la Sede. La Giralda. Aquí se instaló uno de los primeros relojes de torre de Castilla. Lo más antiguo conservado del reloj medieval es la campana de las horas, fundida en 1400 durante el mandato del arzobispo Gonzalo de Mena.

Desde hace varios siglos se ha considerado que el primer reloj de torre de España fue el de la catedral de Sevilla, supuestamente instalado en 1400. La edición castellana de 1608 de la *Historia general de España* de Mariana es el primer lugar en que encontramos tal afirmación entre paréntesis,³¹ que no aparece en la edición latina de 1592.³² La fecha de 1400 es muy tardía y al menos desde el siglo XVIII ya hay historiadores que han sospechado que los ha habido desde años anteriores.³³ Hoy estamos completamente seguros de la falsedad de la noticia, ya que conocemos un puñado de relojes de torre instalados en la península Ibérica en las últimas décadas del siglo XIV.

Los más antiguos de los que tenemos noticia son de la Corona de Aragón, con el del castillo de Perpiñán, de 1356, a la cabeza.³⁴ En la Corona de Castilla el más temprano puede ser el de la catedral de Toledo, aunque no sin dudas. El canónigo Sixto Ramón Parro publicó una guía de la catedral a mediados del siglo XIX en la que afirma que, según documentación de su archivo, un platero construyó el primer reloj en la era de 1404, que según él sería 1371. El error es evidente, ya que, bien el año es 1366 o bien la era es de 1409. Nos inclinamos por lo segundo, ya que pudo ser más fácil que en la imprenta se confundiera el 9 del manuscrito por un 4. Por desgracia, el archivo catedralicio de Toledo ha sufrido pérdidas irreparables y no hemos podido hallar el documento que cita Ramón Parro. El canónigo también habla someramente de la reforma del reloj de 1424 en la que dice que intervino el relojero fray Pedro de Jaén y el moro Alí, que hizo las lunas.³⁵ En esta ocasión hemos hallado asientos en el correspondiente libro de fábrica en que se habla de las «limas» para limar las ruedas del reloj, por lo que no hay que descartar que Parro leyera lunas donde pone limas.³⁶ Todo esto nos lleva a considerar muy imprecisos y dudosos estos datos, si bien es factible que en 1371 se construyera el primer reloj mecánico de la catedral de Toledo, máxime teniendo en cuenta que era la sede primada y la más adinerada o una de las más adineradas de Castilla.

Pocos años después, en 1378, tenemos la primera noticia del reloj de la catedral de Salamanca, que es tan escueta que no nos permite conocer ningún tipo de detalle.³⁷ Otro de los relojes públicos castellanos del siglo XIV es el de la catedral burgalesa. En 1384 el obispo Gonzalo de Mena otorga una carta de pago al concejo de la ciudad en prueba de los cuatro mil maravedís que recibió de ella como ayuda para construir «vn rrelojo... que tanga a todas las oras del día e de la noche».³⁸ Poco más sabemos de este reloj durante la Edad Media a pesar de nuestras pesquisas en el archivo catedralicio.

La catedral burgalesa exhibe en su interior el Papamoscas y el Martinillo, probablemente los autómatas más célebres de nuestro país hoy día, y de los pocos que se conservan en funcionamiento. El Papamoscas es un grotesco busto de un director de coro que muestra una partitura con una mano mientras dirige el canto con la otra; cuando tañe las horas con la campana que tiene encima mueve los brazos y abre la boca. El Martinillo está a su lado en un balconcillo, es más pequeño, va ataviado con armadura y tañe los cuartos en dos campanillas; en origen salía del balconcillo cuando tenía que tocar, pero desde finales del siglo XIX está fijo en el exterior. No está muy clara la datación de estos autómatas. El Papamoscas aparece citado como tal por primera vez en el siglo XVII, aunque la figura actual parece de mediados del XVIII, cuando se hizo una importante reforma del reloj.³⁹ Martín

31 Juan DE MARIANA: *Historia General de España. Tomo Segundo*, Madrid, Luis Sanchez, impressor del rey, 1608, p. 188.

32 Iohan MARIANA: *Historia de rebus Hispaniae*, Toledo, typis Petri Roderici, 1592, p. 901.

33 Fray Liciniano SÁEZ: *Demostación histórica del verdadero valor de todas las monedas que corrían en Castilla durante el reinado del señor Don Enrique III, y de su correspondencia con las del señor Carlos IV*, Madrid, Imprenta de Don Benito Cano, 1796, p. 443.

34 C.F.C. BEESON: *Perpignan 1356. The making of a Clock and Bell for the King's Castle*, Londres, The Antiquarian Horological Society, 1982, p. xvii.

35 Sisto RAMÓN PARRO: *Toledo en la mano, o descripción histórico artística de la magnífica catedral y de los demas célebres monumentos y cosas notables que encierra esta famosa ciudad, antigua corte de España, con una explicación sucinta de la misa que se titula mozarabe, y de las más principales ceremonias que se practican en las funciones y solemnidades religiosas de la Santa Iglesia Primada. Tomo I*, Toledo, Imprenta y librería de Severiano López Fando, 1857, p. 723.

36 ACTo: O.F., 762, f. 39 v.

37 ACS: AC1, fol. 57. Citado por Manuel GÓMEZ MORENO: *Catálogo monumental de España: provincia de Salamanca. Texto*, Salamanca, Caja Duero, 2005, p. 149. Afirma que el relojero es Maestre Johan, pero en el acta capitular no aparece nombre el nombre del artifice.

38 AMB: HI-988, (Burgos, 20-VIII-1384). Regestado en Juan Antonio BONACHÍA HERNANDO: *Catálogo documental del Archivo Municipal de Burgos: sección histórica (931-1515). I, (931-1474)*, Valladolid, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 1983, p. 154, doc. 262. Editado, aunque con errores de transcripción, en Julián GARCÍA SÁINZ DE BARANDA: *La ciudad de Burgos y su concejo en la edad media. Tomo Segundo, «El concejo»*, Burgos, Monte Carmelo, 1967, p. 477, doc. 54.

39 José MATESANZ: *Actividad artística en la catedral de Burgos de 1600 a 1765*, Burgos, Caja de Burgos, Área de Cultura, 2001, pp. 98-100.

también se cita por primera vez en el siglo XVII, pero es difícil determinar la datación de la figura actual.⁴⁰ En cualquier caso, el origen de estos autómatas puede estar en los que el cabildo planeó construir en 1519 aprovechando una reparación del reloj. Se habló de hacer

... un fraile rezando en su libro y un mochacho con el, y cuando hubiese de dar el reloj le daba el fraile un coscorron con un palo e salía un retulo que decía despierta e cuenta, e que el mochacho despierta y se pone a contar. E así mesmo otra invencion que a cada hora que hubiere de dar se represente un misterio de la pasión...⁴¹

Finalmente el cabildo se decidió por la primera opción, aunque no sabemos si se llevó a cabo o si la idea originaria se modificó. En cualquier caso se puede considerar un precedente de los autómatas actuales; en primer lugar el fraile, que en 1519 actuaría de despertador, se pudo convertir en el Martinillo que quizá cambiaría su función con la hipotética adición en la maquinaria de un tren de cuartos. El muchacho que cuenta las horas, seguramente abriendo la boca, perfectamente pudo recibir el apelativo de «Papamoscas» en el siglo XVII y posteriormente se pudo transformar en el actual director de coro.

Además de en las grandes catedrales como la de Burgos, también se construyeron autómatas en localidades más pequeñas. Solían ser más modestos, nos resultan menos conocidos y muchos seguramente habrán desaparecido sin dejar ni siquiera memoria. Otros continúan en funcionamiento, como el Matachín de Ezcaray, en La Rioja, un soldado de finales del siglo XVII que tañe las horas en el interior de la iglesia.⁴²

Volviendo al caso de Sevilla, tenemos noticias sobre la colocación del reloj, procedentes de diversas fuentes. Las más conocidas, aunque con variantes, se centran en la instalación de la campana en el año 1400 –en las que se apoya Juan de Mariana–. Este hecho está confirmado por la inscripción de la campana de las horas, que aún se conserva en La Giralda, y que dice que fue fundida en 1400 durante el mandato del arzobispo Gonzalo de Mena.⁴³ No está de más señalar que don Gonzalo ocupó previamente la sede burgalesa, donde había promovido la construcción del reloj de 1384; sin embargo, aquí no fue él quien encargó el reloj, ya que Juan de Aviñón, médico converso activo en Sevilla durante la segunda mitad del siglo XIV, afirma que el entonces obispo sevillano, Pedro



Burgos, catedral de Santa María. Papamoscas y Martinillo. El primero, en actitud de dirigir el coro, mueve su mano izquierda y con la derecha exhibe una partitura y tañe la campana de las horas a la vez que abre la boca. El Martinillo, ataviado con su armadura, tañe los cuartos con las manos. La fecha de construcción de estos autómatas no está clara; existe un precedente de 1519, pero su aspecto actual obedece a la reforma realizada en 1743 por el relojero salmantino Francisco Álvarez.

⁴⁰ Marcos RICO SANTAMARÍA: *La catedral de Burgos patrimonio del mundo*, Vitoria, Heraclio Fournier, 1985, pp. 140 y 141.

⁴¹ ACB: Rr. 37, ff. 173-174, (Burgos, 30-IX-1519). Editado en Juan ALBARELLOS: *Efemérides Burgalesas*, Burgos, Imprenta del Diario de Burgos, 1919, p. 49.

⁴² José Manuel RAMÍREZ MARTÍNEZ / José Luis TOMÁS SAN ROMÁN: *El discurrir del tiempo en la Rioja. Relojes y relojeros*, Logroño, Fundación Caja Rioja, 2002, p. 35.

⁴³ Alfonso JIMÉNEZ MARTÍN: «Las fechas y las formas. Selección de fuentes documentales para la cronología del edificio medieval», *La catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la obra nueva*, Sevilla, Universidad de Sevilla, Vicerrectorado de Investigación, 2007, p. 41.



Ezcaray (La Rioja), parroquia de Santa María la Mayor. Matachín. Según el Diccionario de la RAE, un *matachín* es «un hombre disfrazado ridículamente... y vestido de varios colores», definición a la que se ajusta este tardón que tañe las horas en una pequeña campana instalada en el interior del templo.

Gómez Barroso «...mandó fazer un reloj que ha de tañer veynte y quatro badajadas».⁴⁴ Por desgracia, no se conoce la datación exacta de este texto, pero se puede situar en los años ochenta del siglo XIV y, en cualquier caso, antes de 1387.⁴⁵ Juan de Aviñón parece afirmar que el reloj está siendo construido o se va a construir en breve; por esta razón es posible que en 1400 se colocara la campana, bien en sustitución de la anterior que pudo quebrarse, bien como ritual de inauguración del nuevo reloj.

Relojes pequeños

Al menos durante los siglos XIV al XVI los relojes más usuales son los instalados en edificios o en sus torres. Estos relojes solían tener grandes máquinas, en algunos casos de más de cuatro metros de altura⁴⁶ y sus indicadores se disponían en lo alto de las torres o en el interior de grandes catedrales, iglesias u otros edificios para ser vistos u oídos por colectivos determinados o por el público en general. Los relojes públicos se solían instalar en el principal edificio del lugar y tenían un carácter eminentemente monumental.

En contraposición a éstos están los relojes pequeños, que son mucho más raros, especialmente hasta el siglo XVI. Son compactos, ya que tanto la máquina como sus indicadores suelen estar montados sobre el mismo bastidor, y su tamaño les permitía ser instalados sobre columnas o colgando de techos y paredes en el interior de los edificios. Este tipo de relojes se documenta al menos desde mediados del siglo XIV y aparecen representados en miniaturas por primera vez a principios del siglo XV. Los más antiguos los encontramos en palacios y viviendas de

⁴⁴ Juan de AVIÑÓN: *Sevillana medicina. Que trata el modo conservativo y curativo de los que abitan en la muy insigne ciudad de Sevilla: la qual sirve y aprovecha para qualquier otro lugar destes reynos*, Sevilla, en casa de Andrés de Burgos, 1545, cap. XXVI, f. LXIII.

⁴⁵ Marcelino AMASUNO SARRAGA: *La peste en la Corona de Castilla durante la segunda mitad del siglo XIV*, Valladolid, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 1996, p. 126.

⁴⁶ Como el reloj de la Seo de Barcelona, del siglo XVI, que mide 4,4 m de altura y pesa más de 5 toneladas.

Núremberg, Germanisches National Museum (HG 9771). Reloj borgoñón de Felipe el Bueno (hacia 1430). Es el reloj doméstico más antiguo conservado. Felipe el Bueno tuvo varios relojes domésticos en su residencia ducal, por los que demostró especial interés. Además de incorporar la innovación tecnológica del resorte motor, exhibe una caja gótica de gran refinamiento.



reyes o de grandes nobles europeos. En la residencia papal de Aviñón había una persona encargada de mantener el reloj del guardarropa desde 1343. Dos décadas más tarde, en 1363, se construye un reloj para la cámara del papa.⁴⁷ Desde finales del siglo XIV los duques de Borgoña tenían relojes domésticos; así, Felipe el Atrevido en 1377 tenía uno pequeño, cuadrado y dorado con un zodiaco esmaltado de blanco, con su campanilla encima para tañer las horas.⁴⁸ Pedro IV de Aragón fue poseedor de numerosos libros e instrumentos científicos, entre ellos algunos relojes mecánicos domésticos, como el que regaló a su hija Leonor en 1376.⁴⁹ Se puede considerar un regalo diplomático, puesto que el año anterior se había casado con el príncipe heredero de la Corona de Castilla, como sello del tratado de paz entre ambas coronas.

Paralelamente se produce un proceso de miniaturización de los relojes pequeños al menos desde las primeras décadas del siglo XV, aunque probablemente comenzara en el siglo anterior [G.1]. Esta tendencia a realizar máquinas cada vez más pequeñas impulsa cambios en la tecnología relojera. Así, dentro de los pequeños hay que distinguir los relojes sin pesas, que pueden ser portátiles y suponen un importante paso tecnológico en el proceso de miniaturización.

Desde el punto de vista de la historia de la tecnología, el proceso de miniaturización es importante por dos razones: primeramente porque obliga a los relojeros a trabajar el metal con mayor precisión y en segundo lugar porque estimula la innovación tecnológica. La necesidad de construir las piezas con finura es de vital importancia cuanto más pequeña es la máquina, puesto que cuando la escala es reducida la más mínima imperfección puede producir deficiencias importantes en su funcionamiento. Dicho de otra forma, un error de un milímetro en una rueda de medio metro de una gran máquina de torre seguramente no tenga consecuencias, pero un milímetro en una rueda de dos centímetros puede provocar una marcha irregular o incluso detener el rodaje.

En segundo lugar, porque estimula la innovación. Resulta imposible transportar un reloj en funcionamiento con sus pesas colgando, por lo que han de ser sustituidas por otro elemento motriz: el muelle real. Las piezas elásticas habitualmente eran construidas con materias orgánicas como la madera, pues su fabricación en metal requiere gran destreza a la hora de forjarlo. Por ello, los resortes en los siglos XIV y XV no son frecuentes;⁵⁰ para 1400 estaban presentes en muy pocos objetos, como las cerraduras,⁵¹ y es entonces cuando se comienzan a utilizar como motores de relojes.

Un muelle real es una lámina muy estrecha y muy larga enrollada en espiral y metida dentro de un tambor, con uno de sus extremos sujeto al propio tambor y el otro en su eje. Cuando se da cuerda al reloj se tensa el muelle enrollándolo sobre sí mismo. Los resortes tienen la ventaja frente a las pesas de que su fuerza no varía al cambiarlos de posición; sin embargo, tienen el grave inconveniente de que a medida que van desenrollándose van perdiendo fuerza rápidamente, lo que afecta a la regularidad del escape. Por tanto, el muelle real por sí sólo no es útil para mover la máquina de un reloj, por lo que ha de ser empleado en combinación con otro elemento que compense la progresiva pérdida de fuerza. El dispositivo empleado de modo más común para este fin fue el caracol o conoide, una pieza en forma de cono con una acanaladura sobre su superficie sobre la que se enrolla una cuerdecita de tripa o una cadenilla que por el otro extremo va fijada al tambor. Cuando el resorte está en su máxima tensión hace girar el tambor tirando de la cadena que a su vez tira del extremo de menor diámetro del conoide. De este modo, a medida que se va destensando el muelle la disminución de la fuerza va siendo compensada gradualmente por el aumento del diámetro.

A finales del siglo XIV ya aparecen algunas noticias de posibles relojes portátiles, como el que el maestro Panequin construye para el rey Carlos III el Noble de Navarra en 1392.⁵² Filippo Brunelleschi, según su biógrafo Manetti,

47 Michel ROBERT / J. DE DERLEKE : «Les premières horloges du Palais pontifical d'Avignon», *Mélanges d'Archeologie et d'Histoire*, 29 (1909), pp. 213 y 215.

48 M. LEON DE LABORDE: *Les ducs de Bourgogne, études sur les lettres, les arts et l'industrie pendant le XV^e siècle et plus particulièrement dans les Pays-Bas et le duché de Bourgogne*, Paris, Plon frères, 1851, p. 260.

49 Victor PÉREZ ÁLVAREZ: «Mechanical clocks in the medieval Castilian royal court», *Antiquarian Horology*, 34, 4 (diciembre de 2013), p. 5.

50 Frank D. PRAGUER: «Brunelleschi's clock?», *Physis*, 3, X (1968), p. 208.

51 J.R. LYNN WHITE: *Tecnología medieval y cambio social*, Barcelona, Paidós Ibérica, 1990, p. 144.

52 JOSÉ YANGUAS Y MIRANDA: *Diccionario de Antigüedades del Reino de Navarra*, Pamplona, Imprenta de José Imaz y Gadea, 1840, pp. 13-14.



Londres, Victoria & Albert Museum, en préstamo indefinido en el British Museum (M11-1940). Reloj borgoñón de sobremesa (hacia 1450). Al igual que el de Núremberg, procede de la casa ducal de Felipe el Bueno, lo que, junto a su antigüedad, lo convierte en una pieza de excepcional valor histórico. Aunque le faltan muchos elementos, se puede apreciar que en origen fue de resorte y que estaría rematado por un chapitel que albergaría la campanilla y el foliot.

empleó «diversas clases de muelles» para mover relojes en 1415. Aunque Brunelleschi sea más conocido por su faceta de arquitecto, había aprendido joyería, por lo que no sólo estaría familiarizado con el trabajo fino del metal, sino también con unas pequeñas fibulas utilizadas en la época con un resorte que pudo inspirar sus experimentos.⁵³ Los relojes «sin pesas» comienzan a ser un poco más frecuentes sobre todo en la segunda mitad del siglo XV, aunque hasta avanzado el XVI seguían siendo raros.

El testimonio seguro más antiguo que conservamos sobre el uso del muelle real y conoide es un reloj doméstico que perteneció a Felipe el Bueno, duque de Borgoña. Se trata del reloj de sobremesa más antiguo conservado en el mundo, actualmente en el Germanisches National Museum de Núremberg;⁵⁴ tras ciertas dudas sobre su autenticidad fue finalmente datado hacia 1430 por sus detalles heráldicos.⁵⁵ Se conserva un segundo ejemplar que también perteneció a Felipe el Bueno en el British Museum de Londres, un poco posterior y en peor estado que el de Núremberg; los huecos de la platina inferior de su bastidor evidencian que originalmente fue de muelle real y conoide aunque fue sustituido por pesas en una reforma posterior.⁵⁶ Felipe el Hermoso regaló a Isabel la Católica un reloj de sobremesa con una caja gótica de oro decorada con perlas y rubíes que procedía del tesoro de la casa ducal de Borgoña y que según la descripción parece que pudo ser también de resorte y caracol.⁵⁷

La ventaja de no tener pesas colgando que requieren un amplio espacio libre debajo permitió un nuevo tipo de reloj doméstico que podía ser instalado en cualquier lugar, lo que a su vez permitía su contemplación de más de cerca y desde diferentes puntos de vista. Aunque los relojes domésticos tendían a tener aspecto de torre, lo cierto es que la nueva tecnología abría un amplio abanico de posibilidades para el diseño de las cajas. Así, por ejemplo, en siglo XVI tenemos relojes de sobremesa en forma de custodia, como el que hizo Hans Evalo para Felipe II, y proliferaron otros con pequeños autómatas de complejos movimientos como animales, carros o figurillas humanas. Las ciudades del sur de Alemania destacaron en la producción de estas pequeñas maravillas, especialmente Augsburgo, uno de los principales centros relojeros de la época.⁵⁸

Es a partir de este siglo cuando los relojes pequeños empiezan a aparecer con cierta frecuencia en inventarios de bienes y se representan en pinturas, y es también entonces cuando el proceso de miniaturización alcanza su máximo desarrollo. Peter Henlein fue un relojero que vivió en Núremberg entre finales del siglo XV y las primeras décadas del XVI. Una leyenda le atribuye la invención del reloj para llevar puesto, conocido por su forma como «huevo de Núremberg» y que sería el precedente más directo del reloj de bolsillo; sin embargo, esta leyenda se ha demostrado falsa⁵⁹ y el nombre del huevo procedería de la confusión del término alemán *Auerlein*, diminutivo de reloj, con *Eierlein*, diminutivo de huevo. Por otro lado, desde finales del siglo XV ya se localizan testimonios



Núremberg, Germanisches National Museum (WI 1256). Reloj portátil cilíndrico, Taller de Peter Henlein (hacia 1530). Dispone de una inscripción con la firma de Henlein de cuya autenticidad se duda. Seguramente se llevaría colgado del cuello, por lo que puede considerarse precedente directo del reloj de bolsillo. Es uno de los relojes portátiles más antiguos que se conservan.

⁵³ Frank D. PRAGUER: «Brunelleschi's...», ob. cit., p. 208.

⁵⁴ Nuremberg (Alemania), Germanisches National Museum, HG 9771.

⁵⁵ Eddy FRAUTYRE / Paul VAN ROMPAY: «Clock and watchmaking in Belgium, 1300-1830», *Antiquarian Horology*, 33, 1 (septiembre de 2011), pp. 30-32; Klaus MAURICE: *Die Deutsche Räderuhr. Band I*, München, Verlag C. H. Beck, 1976, pp. 85-86.

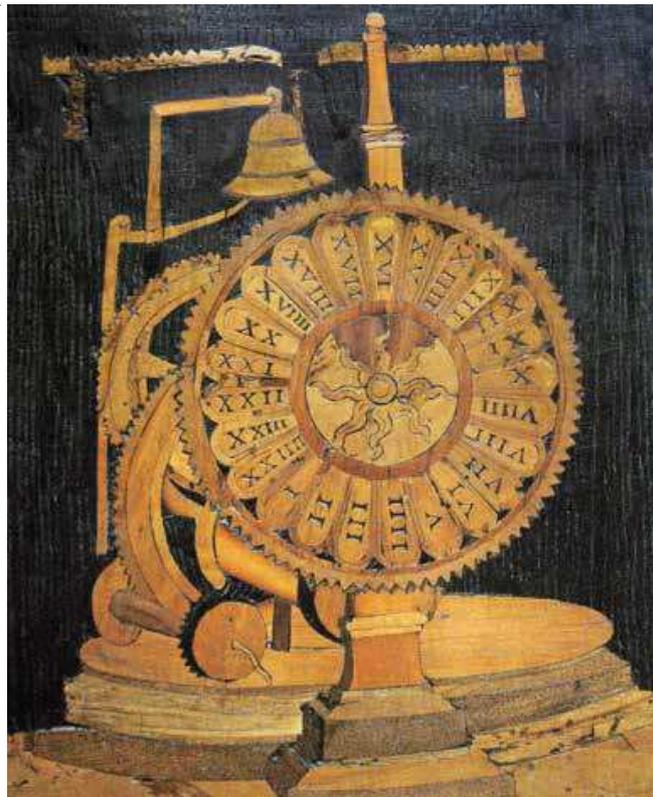
⁵⁶ Londres (Inglaterra), British Museum, Victoria Et Albert Museum loan, Reg. M11-1940. Véase David THOMPSON: *The British Museum clocks*, Londres, The British Museum Press, 2004, p. 18.

⁵⁷ Victor PÉREZ ÁLVAREZ: «Mechanical clocks...», ob. cit., p. 11.

⁵⁸ Klaus MAURICE / Otto MAYR: *The clockwork universe. German clocks and automata 1550-1650*, Nueva York, Neale Watson Academic Publications, Inc., 1980, pp. 234-289.

⁵⁹ Enrico MORPURGO: *L'origine dell'orologio tascabile*, Roma, Edizioni «La Clessidra», 1954, p. 6.

Bolonia, iglesia de San Domenico. Representación de un despertador en la sillería del coro. Taraceas de fra Damiano Zambelli da Bergamo, 1541-1549. Entre los motivos taraceados en este inmenso conjunto encontramos la representación de este despertador. La aguja es estática y la esfera, montada sobre una rueda dentada, gira una vez al día. A la hora seleccionada se dispara la alarma y la campanilla suena hasta que el usuario la detiene o hasta que la cuerda se agota.



de su existencia en Italia, como los tres que encargó Ludovico Sforza en 1488 para llevar en su ropa, dos de los cuales tañerían las horas.⁶⁰ De los años treinta del siglo XVI se conservan ya pequeños relojes de tambor que caben en una mano y pueden llevarse colgando del cuello. Algunos tienen una tapa sobre la esfera y normalmente suelen llevar puntos en las horas que permiten conocer la hora al tacto; además se les puede acoplar un sencillo despertador sobre la esfera que la misma aguja dispara. A mediados del siglo ya existen relojes tan pequeños como para montarse en un anillo de dedo.⁶¹

Además de los relojes de grueso volumen y de los pequeños, se podría definir otro tipo que no es fácil de encuadrar en alguno de los dos anteriores: el despertador. Es un mecanismo provisto de un tren de movimiento muy sencillo con su escape de foliot y una esfera con tantas muescas o agujeros como horas. Además está dotado de un sencillísimo tren de sonería sin contadera que se dispara a la hora que su usuario elige y que hace tañer la campana hasta que la cuerda se agota o hasta que alguien lo detiene

manualmente. Para «programarlo» simplemente se pone una clavija en el agujero de la hora correspondiente, que cuando llegue el momento levantará la palanca que libera la sonería.

Uno de los despertadores más conocidos es el representado en una taracea de la iglesia de Santo Domingo de Bolonia, del siglo XVI. En él se ve el foliot en lo alto, una campanilla debajo y la esfera de veinticuatro horas en el frente. La aguja es fija y la esfera es la que gira tal como sugieren los dientes de su alrededor. Los despertadores solían carecer de ornamentación y eran instrumentos sencillos y prácticos. Podían ser empleados para menesteres diversos, como para despertar a alguien que duerme, especialmente al campanero de un monasterio para que taña a maitines para convocar a toda la comunidad; es, por ejemplo, el caso del que servía al sacristán de la catedral de León en la segunda mitad del siglo XV, que hubo que reparar en 1478.⁶²

Cómputo horario

A medida que se va difundiendo el reloj mecánico se produce un cambio irreversible en la forma de indicar el tiempo, consecuencia del paso de la utilización de las horas solares a las horas iguales. Sin embargo, existieron varias formas de recuento horario muy diferentes a la actual. La más antigua documentada es el llamado «reloj entero», también «reloj italiano», o «reloj bohémico». En ella se cuentan veinticuatro horas a partir de media hora después de la puesta de sol. De este modo, en los días equinocciales amanecía a las doce y el mediodía tenía lugar a las diez y ocho.

⁶⁰ J.R. LYNN WHITE: *Tecnología medieval...*, ob. cit., p. 145.

⁶¹ J.H. LEOPOLD: «An extravagant jewel: The George Watch», *Metropolitan Museum Journal of Art*, 35 (2000), p. 137.

⁶² ACL: núm. 9819, f. 27v, (León, 13-II-1478). Editado en R. RODRÍGUEZ: «Extracto de las actas capitulares de la catedral de León. Desde 1423», *Archivos Leoneses*, 31 (1962/1), p. 122.

Este sistema planteaba dos inconvenientes técnicos; el primero está en su puesta en hora, ya que se concierta con la puesta del sol que cambia de un día para otro, por lo que el reloj ha de ser reajustado al menos cada dos semanas aun suponiendo que su marcha fuera perfecta. En algunos casos, como en el famoso reloj de Praga, este ajuste lo hacía automáticamente el calendario del propio reloj.⁶³ El segundo inconveniente viene de la sonería: un reloj que tañe de 1 a 12 horas da 156 campanadas al día ó 180 si da también las medias; en cambio, un reloj de 24 horas da 276 campanadas al día, ó 300 con las medias, lo cual tiene consecuencias negativas. Por un lado las piezas del tren de sonería sufren un mayor desgaste físico con la consiguiente aparición de averías; por otro, la necesidad de una cuerda mucho más larga, lo que obliga a disponer de grandes alturas para el recorrido de las pesas, a dar cuerda con más frecuencia o a buscar otras soluciones técnicas que complican el mantenimiento del reloj. Además de los inconvenientes técnicos, el usuario se podrá equivocar con más facilidad al contar el elevado número de campanadas de las últimas horas del día.



Bolonia, Pinacoteca Nazionale, Sala 21, núm. inv. 7020. Ruggiero huyendo del castillo de Alcina. Pinturas murales traspasadas a lienzo del palacio Torfanini (ahora Zucchini Solimei), obra de Niccolò dell'Abate (1550). En el fondo de este mural se incluye una torre con un reloj de 24 horas que reproduce el sistema de marcación más extendido en Italia durante la Baja Edad Media.

Por todas estas razones, en Italia fue habitual construir relojes con dos series de 12 horas o con cuatro de 6, independientemente de cuándo se iniciara el recuento. Este sistema, con 24 horas, se documenta por primera vez en el reloj de San Gotardo de Milán en 1335 y se empleó en Italia al menos hasta finales del siglo XVIII.⁶⁴

El «gran reloj» o reloj de Núremberg también empleaba horas iguales, pero separando las del día y la noche. El recuento comenzaba al amanecer y al anochecer, por lo que el número de horas de la noche y del día variaba según la época del año. Así, en Núremberg en torno al solsticio de verano el día tenía 16 horas y la noche 8. A medida que avanzaba el año la proporción se iba igualando hasta el equinoccio, con 12 horas para el día y otras 12 para la noche, y luego se iba invirtiendo hasta el solsticio de invierno, en que la noche tenía 16 horas y 8 el día. Este tipo de recuento requiere de un reloj con una contadera preparada para 16 horas. Concertarlo es laborioso: por un lado porque tanto al anochecer como al amanecer hay que poner manualmente la contadera en la primera hora; por otro, porque el relojero cuidador tenía que emplear tablas para saber cuándo había de cambiar el número de horas del día y de la noche. Este sistema se documenta en Núremberg en 1374 y en algunas ciudades más del sur de Alemania, como Ratisbona en 1376. Pervivió en aquella área hasta el siglo XVIII y convivió con otros sistemas de recuento.⁶⁵ También existió en Mallorca al menos hasta mediados del siglo XIX.⁶⁶

⁶³ Klaus MAURICE: *Die Deutsche Räderuhr...*, ob. cit., p. 34.

⁶⁴ Gerhard DOHRN-VAN ROSSUM: *History of the hour...*, ob. cit., p. 114.

⁶⁵ *Ibidem*: p. 115.

⁶⁶ Jaime VILLANUEVA: *Viage literario a las iglesias de España. Tomo XXII, Viage a Mallorca*, Madrid, Imprenta de la Real Academia de la Historia, 1852, pp. 244-248.

Nápoles, cartuja de San Martino. Claustro, reloj de 6 horas. El recuento de 24 horas a veces generaba problemas técnicos en las sonerías derivados del elevado número de campanadas diarias. Por ello, en muchos casos se prefirió utilizar relojes de 12 horas o incluso de 6, cuya aguja daba cuatro vueltas al día.



El más extendido de los sistemas es el «pequeño o medio reloj», en el cual se cuentan dos series de 12 horas que comienzan a medio día y a media noche. El reloj se concierta a medio día con el sol y, si marcha correctamente, en teoría no ha de volverse a ajustar. Este sistema técnicamente es el más sencillo y supone una ruptura completa con el recuento horario anterior al reloj mecánico, puesto que además de emplear horas iguales, usa el mediodía como referencia en lugar del amanecer y el anochecer. Esto último, por otro lado, lleva implícito un concepto del tiempo un poco más abstracto que el reloj entero o el de Núremberg, ya que el medio día es un momento algo más difícil de captar que el amanecer o el anochecer. El medio reloj es el sistema más extendido en Castilla al menos desde el siglo XV y lo encontramos, por ejemplo, en Piedrahita en 1442.⁶⁷ Es, además, el que empleamos hoy día en nuestra vida cotidiana y es compatible con el sistema oficial, que cuenta 24 horas desde la media noche.

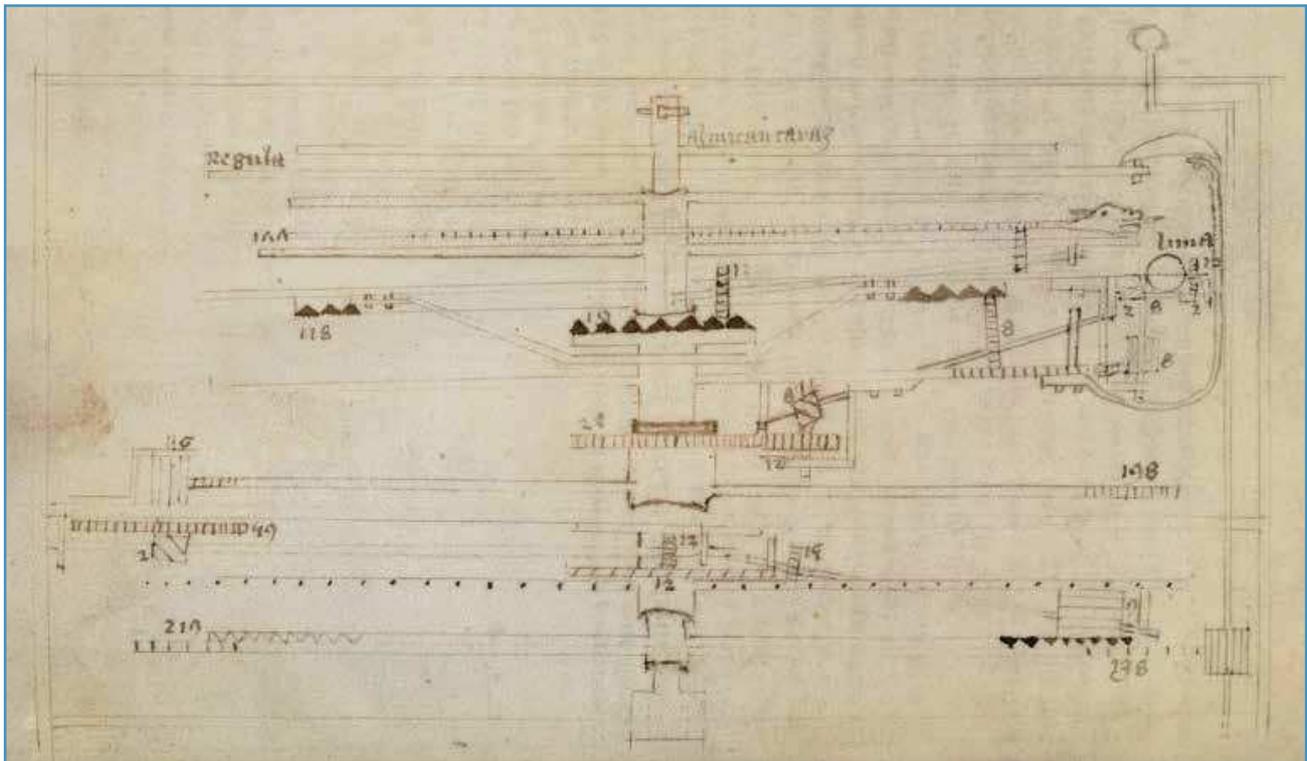
El relojero

El origen de esta profesión presenta tantos interrogantes como el origen mismo del reloj mecánico. Antes de su aparición se documentan profesionales denominados relojeros que se dedicaban a la construcción o mantenimiento de

clepsidras u otros instrumentos similares. Anteriormente hemos dicho que la difusión del reloj mecánico está íntimamente ligada al desarrollo de la tecnología del metal; por esto, quien construye y repara relojes, además de ser hábil y preciso en el trabajo del metal, ha de tener especiales dotes o conocimientos de mecánica debido a lo cual la profesión de relojero está íntimamente ligada a la de cerrajero, en la que también se requiere un trabajo fino. El relojero, además de ser un hábil artesano, a veces también tiene conocimientos básicos de geometría y aritmética que pueden resultar útiles a la hora de dividir las ruedas y para calcular el número de dientes necesario en cada una de ellas. En la Edad Media, entre quienes cultivan el arte de la relojería existe una élite con formación universitaria y con amplios conocimientos de astronomía que les permiten diseñar complejas máquinas e instrumentos científicos. Richard de Wallingford, Giovanni de Dondi o Jean Fusoris son ejemplos significativos.

Richard de Wallingford nació cerca de Londres hacia 1292. Su padre era herrero y murió cuando él sólo tenía diez años de edad. Para entonces era demasiado joven para ejercer la profesión, pero seguramente ya conocía sus secretos. Después de quedar huérfano fue acogido por la abadía benedictina de Sant Albans y ahí comenzó su vida monástica. La abadía le envió a estudiar durante varios años en la cercana Universidad de Oxford, donde adquirió una sólida formación en astronomía. La iglesia se interesó por esta disciplina desde el principio de su historia para la elaboración del calendario litúrgico, pero para Richard fue especialmente útil en el diseño de nuevos instrumentos y de un complejo reloj astronómico para su abadía. Una vez acabados sus estudios regresó a Sant Albans en 1327, el mismo año en que sucedió al anterior abad y mantuvo su cargo hasta que la lepra acabó con él en 1336 sin dejarle terminar el reloj astronómico.

⁶⁷ AMP: Libro 1, Libro 1º de acuerdos del concejo, f. 54, (Piedrahita, 12-XI-1442). Editado en Carmelo Luis LÓPEZ, *Documentación medieval de Piedrahita: estudio, edición crítica e índices. Vol. I (1372-1447)*, Ávila, Institución Gran Duque de Alba-Ediciones, 2007, pp. 245-246, doc. 88.



Oxford, Bodleian Library, ms. Ashmole 1796, f. 176r. El tratado del reloj astronómico de Richard de Wallingford describe la construcción y el funcionamiento de la compleja máquina que hizo para la abadía de Saint Albans. En este folio se representa el diagrama lateral de la esfera astronómica, con los números de los dientes de cada rueda y los nombres de algunos elementos, como la bolita de la luna a la derecha.

Tenemos noticia tanto de éste como de los demás instrumentos que diseñó gracias a sus diversos escritos así como a las noticias que registran algunos cronistas. Su tratado sobre el reloj es el más antiguo que se ha conservado sobre un reloj mecánico. En él explica con detalle los dientes que ha de tener cada rueda y cómo se han de construir muchas de las piezas. Su indicador visual era un astrolabio que además de la hora y posición del sol, señalaba las fases de la luna mediante una esfera mitad blanca y mitad negra que iba girando y que también indicaba sus eclipses ocultándose tras una chapa. Además estaba dotado de una muestra que indicaba las mareas en el puente de Londres y que estaba mecánicamente relacionada con la luna. Todos estos indicadores requerían un complejo tren de engranajes cuyos ratios habían sido cuidadosamente calculados por Richard. Como indicador sonoro tenía una campanilla que tañía las horas; lo que más llama la atención de la sonería es que el número de campanadas de cada hora era determinado por un cilindro con clavos en lugar de la rueda contadera habitual.

Tras la muerte de Richard de Wallingford en 1336 su reloj astronómico siguió siendo admirado por sus sucesores y por quienes visitaban la abadía. Una crónica de mediados del siglo XV relata que el rey Eduardo III se detuvo a rezar en Saint Albans cuando Richard era aún abad y le recriminó haber gastado grandes cantidades de dinero en el reloj estando la fábrica de la abadía en muy mal estado. Richard le respondió que sus sucesores no tendrían problemas para encontrar profesionales que reparasen el edificio, pero que nunca volvería a haber alguien capaz de construir tan compleja máquina.⁶⁸ Resulta sorprendente que una personalidad tan interesada por la relojería mecánica como Eduardo III⁶⁹ hiciera semejante comentario, pero lo que la crónica deja patente es la admiración que se sentía por tan complejo reloj astronómico un siglo después de su construcción. El reloj, con su imponente esfera, estuvo instalado en la iglesia hasta mediados del siglo XVI, cuando con Enrique VIII la abadía pasó a ser propiedad de la corona; pero aunque el ingenio desapareció físicamente, su memoria perduró.⁷⁰ En 1965 John

⁶⁸ John D. NORTH: *Richard of Wallingford...*, ob. cit., p. 361.

⁶⁹ Cedric JAGGER: *Royal Clocks. The british monarchy and its timekeepers, 1300-1900*, Londres, Robert Hale, 1983, pp. 1-2.

⁷⁰ A este respecto es muy significativo que el español Liciniano Sáez en el siglo XVIII cite a Richard de Wallingford. Fray Liciniano SÁEZ: *Demostración histórica...*, ob. cit., p. 445.

Cambridge, Whipple Museum. Reconstrucción del reloj astronómico de Richard de Wallingford. Se instaló en la iglesia de la abadía de Saint Albans, de la que Wallingford fue abad. Fue una de las máquinas más complejas de su época y se hizo tan conocida que su memoria perduró siglos después de su desaparición.



North, autor de referencia para conocer el reloj de Richard de Wallingford, descubrió la más completa de las copias de su tratado en la Bodleian Library de Oxford, gracias a la cual se han podido hacer varias réplicas del reloj que aún hoy sorprenden por su complejidad.

Giovanni Dondi es el autor del segundo compendio más antiguo de relojería mecánica que se conserva y que trata sobre otro legendario reloj astronómico: el llamado Astrario. Al contrario que Richard de Wallingford, Giovanni Dondi procedía de una familia de científicos. Nació en la laguna de Venecia hacia 1330 y su padre era Jacopo Dondi, un reputado médico que enseñó medicina en la prestigiosa Universidad de Padua. Además de médico también fue relojero y construyó el primer reloj público astronómico de la ciudad en 1344.⁷¹ Giovanni siguió los pasos de su padre y además de aprender medicina y astronomía es autor de uno de los relojes más célebres de la historia.

El Astrario estaba construido en bronce, tenía forma de heptágono y exhibía siete esferas, una para el sol, otra para la luna y cinco más para cada uno de los planetas. Los indicadores de estos últimos estaban dotados de complejos trenes de engranajes, algunos ovalados y de otras formas no circulares para simular las órbitas elípticas de

⁷¹ Giuseppe BRUSA: *L'arte dell'orologeria in Europa. Sette secoli di orologi meccanici*, Busto Arsizio, Bramante Editrice, 1978, p. 24; y *Dizionario biografico degli italiani*, vol. 41, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani, 1992, pp. 96-97.

la Luna y Mercurio, así como las irregularidades de Venus. Además de todo esto tenía un calendario que indicaba el día del año.⁷² La pesa, cuya caída era regulada por el escape, movía una gran rueda que giraba una vez al año y que era la que indicaba el día del año y a la vez comunicaba su movimiento al resto de muestras del Sol, la Luna y los planetas.

Giovanni Dondi compiló un extenso y detalladísimo tratado sobre el Astrario en 1365 del que nos han llegado en torno a una docena de copias que han permitido hacer varias reconstrucciones del reloj con gran fidelidad.⁷³ Entre sus numerosos diagramas, aparece la primera representación gráfica de un escape mecánico, en este caso de verga y volante en lugar de foliot.

Depositado en la biblioteca del castillo de los Visconti en Pavia, muy probablemente permaneció en ella hasta que fue destruido durante el sitio de la ciudad a principios del siglo XVI.⁷⁴ En torno a su desaparición se han forjado leyendas sin fundamento que aún hoy en ocasiones aparecen en los libros de historia sin ser contrastadas. Se dice que Juanelo Turriano lo reparó para Carlos V;⁷⁵ también que fue regalado al emperador con motivo de su coronación en Bolonia, que se lo trajo a España y que permaneció en el monasterio de Yuste hasta que fue destruido durante la Guerra de la Independencia en 1809.

Jean Fusoris fue otro de los grandes relojeros medievales. Su vida y obra tiene muchas similitudes con las de Richard de Wallingford y Giovanni Dondi. Nació en Picardía en torno a 1365, pronto se interesó por la ciencia y se graduó en artes y en medicina en la Universidad de París. Puesto que su padre fue calderero, es probable que estuviera familiarizado con el trabajo del metal. Ambas habilidades le facultaron para construir un importante número de astrolabios y cuadrantes además de algunos relojes astronómicos. Trabajó para personajes de primera fila como el duque de Orleans, los reyes de Aragón y Navarra o el papa.⁷⁶ Su obra más conocida es, sin duda, el reloj astronómico de la catedral de Bourges de 1424. Originalmente estaba montado en una torre cuadrada de madera en el interior de la catedral y exhibía dos muestras, la superior que indicaba las horas y la inferior diferentes datos astronómicos. Así estuvo en servicio hasta 1848, cuando fue desmontado, almacenado y unos años después sustituido por otro que sólo movía la muestra de las horas.⁷⁷ En los años noventa del siglo XX fue restaurado para restituirle su aspecto original.⁷⁸

Estos tres grandes de la historia de la relojería tienen en común una sólida formación científica y muy probablemente, al menos dos de ellos, Wallingford y Fusoris, sabían trabajar el metal. Giovanni Dondi quizá era más teórico que artesano, aunque tampoco podemos descartar que tuviera experiencia con los metales. Los tres fueron sin duda grandes genios que trabajaron para las más altas esferas de la sociedad y cuya obra quedó en la memoria.



Cambridge, Whipple Museum. Reconstrucción del *Astrario* de Giovanni Dondi. Indicaba la posición de los cinco planetas, el sol y la luna en siete esferas diferentes. Todas ellas eran movidas por una gran rueda de 365 dientes que daba una vuelta al año y que servía de calendario. La máquina tenía engranajes elípticos para las órbitas de la Luna y Mercurio, y movimientos de gran complejidad para simular los epiciclos. El *Astrario* probablemente desapareció en las Guerras de Italia, pero su excepcionalidad lo hizo legendario y su memoria perduró, del mismo modo que el la del reloj astronómico de Richard de Wallingford.

⁷² J.R. LYNN WHITE: *Tecnología medieval...*, ob. cit., pp. 143-144.

⁷³ Giovanni DONDI DALL'OROLOGIO: *Tractatus astrarii*, Ginebra, Librairie Droz, 2003, p. 13.

⁷⁴ Carlo M. CIPOLLA: *Las máquinas del tiempo y de la guerra*, Barcelona, Crítica, 1999, pp. 22-23.

⁷⁵ Nicolás GARCÍA TAPIA: *Ingeniería y arquitectura en el Renacimiento español*, Valladolid, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid, 1990, p. 270.

⁷⁶ Emmanuel POULLE : *Un constructeur d'instruments astronomiques au XVI^e siècle: Jean Fusoris*, París, Librairie Honoré Champion, 1963, p. 2.

⁷⁷ *Ibidem*: pp. 29-30.

⁷⁸ Para conocer los pormenores de la restauración, véase Alain BOUGELOT / Jean-Yves CATOIRE : *L'horloge astronomique de la cathédrale de Bourges: son histoire, sa réhabilitation*, Levet, J.-Y. Catoire, 2006, 80 pp.



Bourges, catedral de Saint-Étienne. Reloj astronómico. Es el heredero del célebre reloj realizado por el canónigo y matemático Jean Fusoris en 1424. Estuvo emplazado en la *jube* catedralicia hasta 1757, cuando pasó a una de las naves colaterales y, más tarde, a la cripta. Ha sido restaurado en numerosas oportunidades.

El reloj mecánico como símbolo

El reloj mecánico está presente en el pensamiento europeo desde el siglo XIV, aunque durante la Revolución Industrial la máquina de vapor se convirtió en símbolo tecnológico por antonomasia restándole protagonismo. Todavía hoy sigue siendo arquetipo de organización, orden y buen funcionamiento. Durante toda su historia ha sido objeto de metáforas y comparaciones para explicar teorías y diferentes ideas, al tiempo que se ha ido desarrollando una interesante simbología a su alrededor.

Decíamos anteriormente que su aparición pudo haber sido estimulada por el deseo de algunos filósofos naturales de construir una máquina que representase los movimientos celestes. Esta idea estaba detrás de relojes astronómicos como los de Richard de Wallingford y de Giovanni Dondi. Muchos pensadores desde mediados del siglo XIV han comparado el universo creado con un gran reloj; en esta metáfora el universo está compuesto por diferentes piezas que se mueven con regularidad al igual que las ruedas de un reloj. Interpretado desde la teoría del primer motor de la física aristotélica, dios, como creador, es un relojero perfecto que creó una máquina perfecta, a la cual dio un primer impulso y desde entonces continúa en movimiento con exactitud y sin detenerse. Esta metáfora mecanicista se repite desde el siglo XIV con Nicolás de Oresme o Thomas Bradwardine,⁷⁹ y se difunde con fuerza durante los siglos siguientes. Ya en la Edad Moderna, si algo caracteriza a las grandes personalidades de la Revolución Científica es su atracción por lo mecánico; Galileo, Newton o Descartes, entre otros, no sólo utilizan metáforas relojeras para el universo, sino también para explicar cuestiones políticas o sociales.⁸⁰

Entre los siglos XIV y XVII el cultivo de la filosofía natural tiene un sentido religioso, ya que su objetivo es conocer la naturaleza y sus normas, es decir, la creación divina.⁸¹ Por esta razón, el reloj mecánico como instrumento científico tiene también una vertiente religiosa entrelazada con la filosófica que ha de ser tenida en cuenta. Como símbolo del universo también representa la creación divina, lo que ayudaría a explicar su presencia en catedrales y edificios religiosos. Para Richard de Wallingford su reloj astronómico tenía una importante carga moral como recreación de la obra divina.⁸²

Fuera de la ciencia medieval, el reloj mecánico también juega un papel simbólico en el ámbito ciudadano. Decíamos en párrafos anteriores que su difusión como accesorio público está fuertemente asociada a las ciudades bajomedievales. El reloj público es un símbolo urbano que hallamos en descripciones o representaciones pictóricas de ciudades, especialmente en las áreas donde su difusión fue más precoz, como en los Países Bajos o el norte de Italia. También existieron casos concretos de relojes públicos que formaron parte de la identidad de ciertas ciudades y de los que en muchos casos se conserva su memoria, si no el propio reloj. Según Froissart, Courtrai a finales del siglo XIV poseía uno de los más bellos relojes públicos, con su autómeta, pero en 1382 la ciudad fue saqueada y el reloj y su campana

fueron desmontados como botín de guerra y trasladados a Dijon, donde fueron reinstalados como símbolo de victoria y donde aún siguen funcionando.⁸³

⁷⁹ John D. NORTH: *God's Clockmaker...*, ob. cit., p. 201.

⁸⁰ Otto MAYR: *Authority, liberty & automatic machinery in early modern Europe*, Baltimore, John Hopkins University Press, 1986, p. 54.

⁸¹ James HANNAM: *God's philosophers. How the medieval world laid the foundations of modern science*, Londres, Icon Books, 2009, p. 6.

⁸² John D. NORTH: *God's Clockmaker...*, ob. cit., p. 218.

⁸³ Giuseppe BRUSA: *L'arte dell'orologeria in Europa...*, ob. cit., pp. 28-29.

En Castilla también hubo relojes públicos señeros, como el de Medina del Campo, que al menos desde principios del siglo XVI disponía de dos hombres armados que daban las horas y dos carneros que tañían los cuartos en una campana más pequeña [B.4a]. Estaba en la plaza donde se celebraban las ferias que, junto a ellas, se convirtieron en elementos que identificaban a la ciudad, tal como algunos cronistas dejaron patente.⁸⁴ Muy conocido fue también el de Benavente, hoy desaparecido, y que se cita en la siguiente coplilla que recoge Gonzalo Correas a principios del siglo XVII:

Cuatro cosas hay en España /
que son excelentes,
y son:
las campanas de Toledo,
el reloj de Benavente,
el rollo de Écija
y el rollo de Villalón.⁸⁵

El reloj mecánico, además de formar parte de la imagen de la ciudad, es también un símbolo institucional. Antes de su aparición es la campana comunal o concejil la que se emplea para convocar las reuniones del concejo o transmitir otro tipo de señales oficiales. Su función, además de avisar, es sancionar la validez legal de la reunión, algo que se refleja en las correspondientes actas con expresiones del tipo «... llamados a campana tañida...» El reloj público mecánico hereda estas funciones, por lo que a lo largo del siglo XV las reuniones se comienzan a convocar a determinadas horas del reloj, manteniendo o no la antigua fórmula de «campana tañida». No deja de ser significativo que los relojes o sus campanas exhibieran muchas veces las armas de los concejos, como el de San Francisco de Valladolid, construido a finales del siglo XV, y que en 1623 mostraba las armas de la ciudad y un letrado «para que siempre y en todo tiempo conste que el dicho reloj es de esta ciudad».⁸⁶

Por otro lado, desde la Baja Edad Media se desarrollan una serie de ideas sobre el buen gobierno asociadas al fenómeno urbano. Es frecuente justificar la necesidad de construir o mantener en buen funcionamiento un



Dijon, iglesia de Notre-Dame. *Belfroi* y autómatas. Estos autómatas se cuentan entre los más antiguos conservados. Forman parte del botín de guerra que Felipe el Atrevido, duque de Borgoña, ganó a la ciudad de Courtrai en la batalla de Rosebecque en 1382 y en la actualidad son uno de los símbolos de la ciudad.

⁸⁴ Por ejemplo López Osorio, 1610-1616. Ildefonso RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ: *Historia de la muy noble, muy leal y coronada villa de Medina del Campo, conforme á varios documentos y notas á ella pertinentes*, Madrid, Imprenta de San Francisco de Sales, 1903-1904, p. 86.

⁸⁵ Gonzalo CORREAS: *Vocabulario de refranes y frases proverbiales*, Pamplona / Kassel, Universidad de Navarra / Edition Reichenberger, 2000, refrán 6160.

⁸⁶ M.D. MERINO BEATO: *Urbanismo y arquitectura en Valladolid en los siglos XVII y XVIII. T. II, siglo XVIII*, Valladolid, Ayuntamiento de Valladolid, 1990, p. 204.

Medina del Campo (Valladolid), colegiata de San Antolín. Automatas del cuerpo alto y remate del campanario. Los carneros tañen los cuartos embistiendo las campanas. Por su parte, las horas eran tañidas por dos hombres armados al menos desde principios del siglo XVI, pero tras la caída de un rayo en 1841 se reformó el coronamiento de la torre y se instalaron dos Maragatos como los del Ayuntamiento de Astorga, que son los que se conservan hasta hoy.

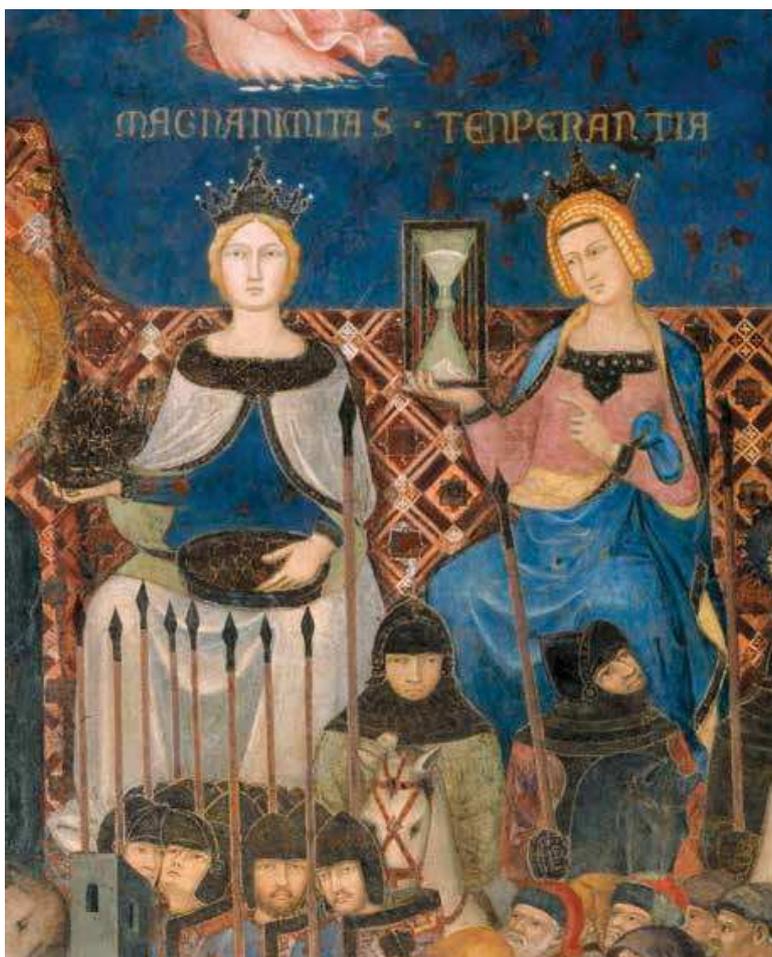




París. *Horloge de la Conciergerie*. Heredero del célebre reloj que Carlos V de Francia mandó hacer a Henri de Vic en 1370 para el Palacio Real. Este primer reloj público de París no contó con esfera hasta 1418. Restaurada en 1472 por Philippe Brille, en 1585 la rehizo Germain Pilon y se reformó de nuevo en 1685. La flanquean alegorías de la Ley y la Justicia, destruidas durante la Revolución y repuestas en 1852. Tras una meticulosa intervención, en 2012 recuperó su cometido.

reloj público invocando al buen gobierno de la ciudad y sus habitantes. Así, entre la documentación relativa al reloj que instaló Carlos V en su palacio de París en 1370, consta que lo hizo para promover el buen funcionamiento y de la vida de los parisinos.⁸⁷ A principios del siglo XVI el reloj de la catedral de Orense funcionaba muy mal, lo cual era en menoscabo de «la republica e bien comun de la dicha çibdad», por lo que se contrató a una persona para que lo mantuviera concertado.⁸⁸ A finales del siglo XVIII, época en la que en Castilla se pueden encontrar relojes públicos en localidades muy pequeñas, en Orón, hoy pedanía de Miranda de Ebro (Burgos), se decide «fabricar un rrelox para el gobierno publico de dicha villa».⁸⁹

La teoría sobre el buen gobierno describe cómo ha de ser un buen gobernante y qué virtudes han de definirlo. Una de ellas es la Templanza, una de las cuatro virtudes cardinales,⁹⁰ cuya representación alegórica suele ser una mujer mez-



Siena, Palazzo Pubblico, Sala della Pace o del Nove. Alegoría del Buen Gobierno, particular de Magnanimitas y Temperantia. Ambrogio Lorenzetti (1337-1339). El cambio iconográfico que supone la representación en este mural de Temperantia con un reloj de arena nos indica que en este momento ya no se concibe como la virtud del equilibrio, sino de la medida.

clando agua caliente y fría de dos recipientes para obtener agua «templada». Sin embargo, desde finales del siglo XIII en ocasiones los cuencos de agua dan paso a innovaciones tecnológicas e instrumentos de indicación del tiempo entre los cuales, a partir de principios del siglo XV, se incluyen relojes mecánicos. No corresponde aquí analizar en profundidad este cambio de atributos iconográficos, pero sí nos interesa señalar que se relaciona con una nueva forma de concebir la Templanza más como la virtud de la medida que la del equilibrio.⁹¹ Tampoco deja de ser significativo que la virtud del buen gobernante exhiba un reloj en su iconografía. En el fresco del Buen Gobierno de

⁸⁷ Gerhard DOHRN-VAN ROSSUM: *History of the hour...*, ob. cit., p. 156.

⁸⁸ ACO: Libro 7, ff. 24 y 25, (Orense, 1-VI-1504). Editado en Manuel MARTÍNEZ SUEIRO: *Colección de documentos del archivo de la catedral de Orense*, Orense, 1923, pp. 24-25.

⁸⁹ ADB: Archivo Parroquial de Orón, núm. 5, *Licencia para que se fabrique un rrelox*, (14-XII-1783). Editado en Víctor PÉREZ ÁLVAREZ, «El reloj público de la villa de Orón: significado histórico», *Estudios Mirandeses*, XXIII (2003), p. 160.

⁹⁰ Rodrigo Sánchez de Arévalo especifica que la Templanza es una virtud necesaria en un buen rey. Rodrigo SÁNCHEZ DE ARÉVALO: *Suma de la política*, Madrid, CSIC, Instituto Francisco de Vitoria, 1944, p. 96.

⁹¹ J.R. LYNN WHITE: «The iconography of temperantia and the virtuousness of technology», en J.R. LYNN WHITE (coord.): *Medieval religion and technology. Collected essays*, Londres / Los Ángeles, University of California Press, 1978, pp. 186-188.



Rouen, Bibliothèque Municipale, ms. fr. 927, f. 17v. Representación de la Templanza con un reloj. Esta virtud va asociada a la idea de regularidad, de mesura y de autocontrol, conceptos simbolizados mediante el freno en la boca y el reloj mecánico sobre la cabeza.

Siena, pintado por Lorenzetti en la primera mitad del siglo XIV y retocado a mediados del siglo, la Templanza exhibe un reloj de arena. Y una de las representaciones más vistosas de este nuevo concepto figura en el manuscrito fr. 927 de la Biblioteca Municipal de Rouen, de mediados del siglo XV, donde la Templanza ocupa una posición central, luce un reloj mecánico sobre la cabeza, en la mano sostiene un par de anteojos y sobre la boca lleva un freno.

Christine de Pizan en *L'épître d'Othea* describe así, en clave mecanicista, la relación entre la templanza y el reloj:

Como el cuerpo humano está compuesto de diversas piezas y debe ser atemperado por la razón se parece a un reloj, que ha muchas ruedas y medidas. Sin embargo no vale nada el reloj que no está atemperado como tampoco el cuerpo humano si la templanza no lo regula.⁹²

Por otro lado, el reloj mecánico ha sido y es el símbolo de la máquina por antonomasia. Las máquinas despertaban gran interés en la sociedad europea de los últimos siglos de la Edad Media. Por el reloj mecánico se sentía verdadera fascinación, ya que era capaz de tañer la campana de forma automática el número de veces necesario, como si tuviera inteligencia humana, algo que hace que parezca que tiene vida propia. El reloj mecánico es la primera máquina automática con impacto social; por eso su difusión, según Dohrn-van Rossum, generó «una sensación tecnológica en el siglo XIV».⁹³

⁹² Traducción al castellano del autor. Texto original en Rosemond Tuve: «Notes on the Virtues and Vices», en *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 26, ¾ (1963), p. 289.

⁹³ Gerhard DOHRN-VAN ROSSUM: *History of the hour...*, ob. cit., pp. 108-110.



Fritz Lang, *Metrópolis* (1927). Este fotograma corresponde a la escena del reloj de 10 horas. Si bien después de la Revolución Industrial el reloj ha dejado de ser el símbolo del desarrollo tecnológico por antonomasia, su papel en la sociedad occidental se ha reforzado y la medición del tiempo es mucho más minuciosa y tiene implicaciones económicas

Esta simbología del reloj se puede rastrear hasta la Contemporaneidad, en películas como *Metrópolis*, de Fritz Lang, donde las máquinas tienen vida propia y hasta devoran a los obreros. El panel de control de la fábrica tiene forma de la esfera de un reloj de diez horas y las escenas del obrero que a duras penas puede manejarlo están cargadas de significado.

A modo de conclusión

Hemos visto cómo el reloj mecánico aparece en Europa a finales del siglo XIII y se difunde como accesorio urbano durante los dos últimos siglos de la Baja Edad Media. Su aparición es un problema muy complejo detrás del cual hay muy diversas motivaciones y personas de diferentes ámbitos sociales con necesidades muy variadas. En palabras de John North, «existía la necesidad de tañer las horas en la jornada monacal, había motivos para crear diversos tipos de modelos astronómicos. Alguien, en algún lugar y de alguna manera halló un escape».⁹⁴ Esto se produjo en el contexto tecnológico del desarrollo de la metalurgia a partir del siglo XIII. Por otro lado, sería un error buscar un inventor con nombre y apellidos y acotar un lugar y una fecha concretos donde esto tuviera lugar: el reloj mecánico es una invención colectiva que pudo producirse en diferentes lugares simultáneamente.

En el desarrollo de la relojería se produce un proceso de miniaturización que alcanza una cota muy elevada a mediados del siglo XVI con los relojes-anillo. Sin embargo, no dejaban de ser rarezas excepcionales y no será hasta el siglo XVII cuando los relojes portátiles se difundan algo más, especialmente con la invención del volante con resorte espiral, que los hizo mucho más fiables. Los relojes pequeños han sido siempre bienes de lujo y de ostentación, pero gracias a esta innovación comienzan a tener, además, una funcionalidad práctica.

La implantación del reloj mecánico conlleva un importante cambio en la forma de concebir y medir el tiempo. Al indicarlo en horas iguales independientes de dos de los tres momentos básicos del día –amanecer, mediodía y anochecer– difunde entre la sociedad un concepto del tiempo mucho más abstracto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la implantación social del tiempo mecánico no es inmediata, sino un proceso lento que dura siglos y que no desplaza las antiguas referencias temporales de las campanas o de los tres momentos básicos del día.

⁹⁴ John D. NORTH: *God's Clockmaker...*, ob. cit., pp. 165-166.