

Si escuchas las dos partes,
tu mente se iluminará
Si solamente escuchas una,
quedará a oscuras

WEI CHENG

Luz del ESTE luz del OESTE

por Eduard Farré

La transmisión de determinados aspectos científicos y tecnológicos entre la antigua China y el mundo occidental, especialmente en astronomía y medida del tiempo, es un hecho evidente pero de difícil demostración; esta intuición está ligada a la figura de Su Sung, un noble, funcionario, astrónomo del siglo XI de quien se conservan escritos sobre la construcción de instrumentos astronómicos; dichos instrumentos dotados de movimiento mecánico automatizado se supone que se encuentran en el origen de los relojes occidentales que aparecieron en el norte de Italia hacia el año 1300.

LA COSMOLOGÍA CHINA

La concepción arcaica del universo - *kai thien* - consideraba el cielo como una cúpula que se expresó matemáticamente en el concepto del cielo como una esfera - *kun thien* -; las dos teorías coexistieron con la teoría del *hsüan yeh* que consideraba que los planetas y las estrellas eran de esencia desconocida y flotaban en el espacio infinito y vacío, lo cual representa una concepción muy moderna del universo, en comparación con la que se mantuvo en occidente hasta Kepler.



A partir del siglo XIV aC - con toda seguridad a partir del s. IV aC - los chinos dividieron el cielo en cinco palacios - *kung* - en una estructura similar a la de una casa: las cuatro paredes eran los cuatro puntos cardinales y el quinto sería el techo; cada punto cardinal estaba representado por su animal simbólico y estaba asociado a una estación del año:

Palacio del Este - Dragón verde - Primavera
Palacio del Sur - Pájaro rojo - Verano
Palacio del Oeste - Tigre blanco - Otoño
Palacio del Norte - Tortuga negra - Invierno

El Palacio Amarillo ocupaba el zenit y toda la zona circumpolar, conteniendo la estrella polar imperial.

Cada uno de los cuatro primeros palacios se dividía en 7 mansiones lunares - *hsiu* - y en cada mansión había una constelación definida por su estrella principal. Los círculos horarios que separaban cada *hsiu* partían del polo y dividían la cúpula celeste como los actuales meridianos.

EL CALENDARIO

La necesidad de sistematizar las actividades de la agricultura motivó a los chinos a establecer un calendario que alternaba meses lunares de 29 y 30 días en agrupaciones anuales de 12 o 13 meses igual que el ciclo metónico griego de 19 años y que se denominaba *tchang*; cuatro *tchang* hacían un *pu* (76 años) y 420 *pu* habían de acumularse en un *ki* que era el gran ciclo de 31.920 años, después del cual todo volvía a comenzar.

A partir del año 800 aC se empieza a asumir que la autoridad para gobernar procede del cielo como una sagrada carga, la aceptación de la cual suponía responsabilizarse de sincronizar correctamente el sistema cósmico con las actividades humanas terrestres. La observación del cielo debía ser muy cuidadosa, lo cual se refleja en las detalladas descripciones que nos han llegado de 90 apariciones de estrellas novas y supernovas acaecidas entre el 1400 aC y el 1690 dC; a partir de estos resultados se puede deducir que el instrumental del que dispo-



1. Antiguo grabado de una clepsidra china de recipientes conectados en cascada
2. Gran globo celeste situado en la terraza del Observatorio de Pekín
3. Clepsidra china de recipientes conectados en cascada, obra de Du Zisheng y Xi Yuxing del año 1316 (Museo Nacional de Historia China. Pekín)
4. Instrumento de observación para la medida de coordenadas celestes (torquetum) del Observatorio de Pekín

nían los chinos para fijar las posiciones celestes era de mucha precisión y su dedicación a la observación absolutamente sistemática.

Los emperadores chinos editaban cada año un calendario oficial donde constaban los fenómenos astronómicos más importantes - equinoccios, solsticios, inicio del año, fiestas religiosas, etc.- para la elaboración del cual existía un "ministerio de astronomía" responsable de su promulgación. La previsión de los eclipses de sol era especialmente crítica ya que se consideraba que el Dragón se comía el Sol y que eran necesarias grandes ceremonias y ritos en los que se hacía mucho ruido a fin de espantar la fiera y liberar nuevamente el astro solar. En el calendario se indicaban también los días propicios

y los contraindicados para toda clase de actividades humanas; en consecuencia, la edición del calendario convertía al emperador en el árbitro de la actividad social y en el enlace entre el cielo y los hombres. No es de extrañar, pues, que la profesión de astrónomo real fuera una actividad de alto riesgo que llegó a un trágico punto culminante en la ejecución de un astrónomo que erró en la previsión de un eclipse.

RELOJES DE AGUA

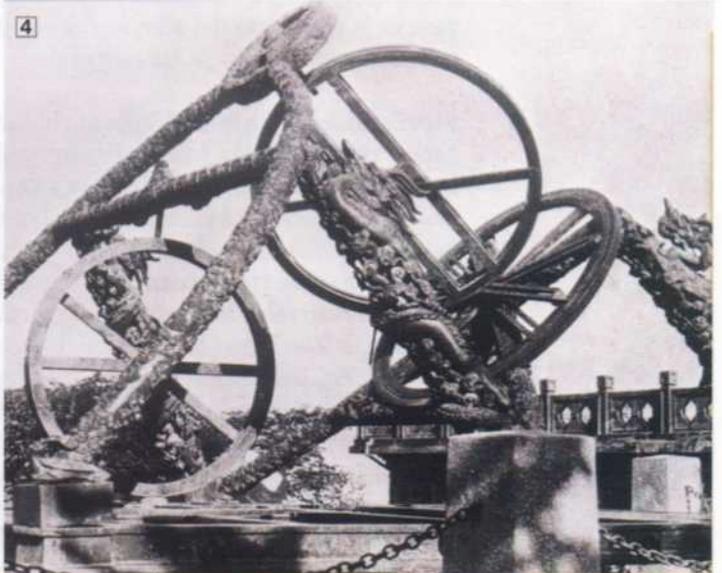
La exacta observación del firmamento requiere la idealización de relojes, la precisión de los cuales es clave para la localización exacta de los cuerpos celestes; a partir de los antiguos egipcios ya sabemos que se utilizaban relojes de agua - clepsidras - para determinar el momento del paso de una estrella por el meridiano o el horizonte del observador.

Básicamente una clepsidra consiste en un recipiente lleno de agua que se va vaciando lentamente a través de un pequeño agujero practicado en su fondo; la hora la marca el nivel del agua sobre una escala representada en la pared interior del recipiente; la calibración del volumen del agua y del aforamiento otorgan al reloj su precisión; sin embargo es necesario tener en cuenta los múltiples factores de error como son cualquier impureza del agua, la obstrucción o aumento del diámetro del agujero por desgaste, la fluidez del agua que puede cambiar con las variaciones de temperatura, la pérdida de presión que ocurre a medida que va disminuyendo la altura del líquido, etc.

Los chinos emplearon la clepsidra desde muy pronto; Needham constata la existencia de muchos y variados sistemas para mejorar las clepsidras de flujo constante; las tradicionales de vaciado, pero también las de llenado donde el recipiente se va llenando a partir de una fuente de agua de flujo constante, las baterías de diversas clepsidras puestas en serie para compensar las diferencias de presión y de altura del agua, clepsidras con flotador para indicar la hora en escalas exteriores, etc.



3



4

Pero el gran invento vendría de la mano de Su Sung, el año 1086, en la forma de una clepsidra que combinaba una noria de agua formada por cangilones que pesaban el agua que recogían a partir de una fuente de flujo constante; el peso del agua hacía oscilar el cangilón recién lleno y permitía el avance súbito de la noria unos grados de círculo hasta que un nuevo cangilón se situaba bajo el chorro de agua.

OTROS RELOJES CHINOS

La estrecha relación que los chinos veían entre el cielo y la tierra condicionaba también los colores y las notas musicales; ciertas notas tocadas fuera de tiempo podrían desequilibrar el cosmos y ciertos números no se podían utilizar para la numeración normal de las horas debido al su carácter sagrado. El paso del tiempo se relaciona también con sabores y olores y otros estados de la naturaleza, sin olvidar los rígidos comportamientos condicionados por las estaciones y el calendario; ni el emperador podía escapar a las obligaciones que estaban señaladas para cada momento del año; de hecho, él garantizaba el exacto cumplimiento de las normas.

El refinamiento de la sensibilidad china, de una sofisticación poco conocida y siempre sorprendente para la mentalidad occidental, les condujo a concebir relojes consistentes en unos bastoncillos de substancia aromática que se consumían durante un determinado espacio de tiempo y que modernamente se usaron en las casas de citas como reloj de control para calcular los honorarios que debían pagar los clientes. Un zócalo situado en la recepción, con tantos agujeros como muchachas empleadas había en la casa, servía para sostener los bastoncillos encendidos y llevar así un control visual inmediato de las jóvenes ocupadas y del tiempo que llevaban con el cliente; de esta manera se valoraba el tiempo que el cliente había pasado con la chica y se le cobraban tantos "bastones"; para el habla occidental, se trata de una sutil manera de aludir a un concepto que aquí solamente podemos definir de manera más brusca.

Un reloj de incienso similar al anteriormente descrito, consistía en una cajita en el interior de la cual había un canal lleno de incienso que se doblaba hasta formar una especie de pequeño laberinto; en el canal se depositaban diferentes substancias aromáticas que indicaban la hora del día por el aroma desprendido en el momento de su combustión. Así, por ejemplo, el paso del sándalo al jazmín señalaba el mediodía y el cambio del loto a cedro avisaba de la llegada del crepúsculo.



5

5. Reloj de laberinto de incienso - xiang yin (Colección de Silvio A. Bedini, Washington DC)

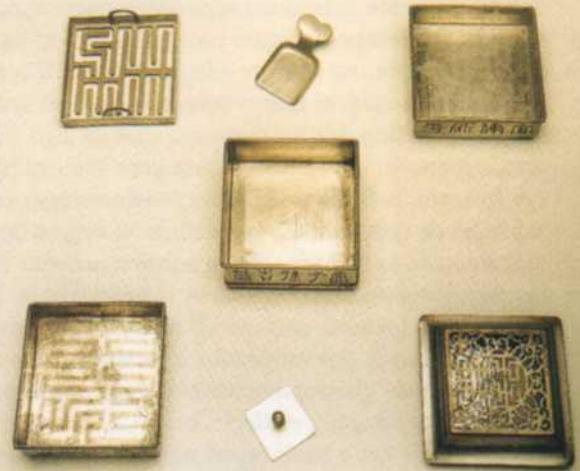
6. El mismo reloj de laberinto de incienso, desmontado (Colección de Silvio A. Bedini, Washington DC)

SU SUNG Y SU RELOJ ASTRONÓMICO

Según consta en su propia firma, Su Sung (1020-1101) era *Oficial (funcionario) de segundo rango, Presidente del Ministerio de Personal, Tutor Imperial del Príncipe Heredero, Gran Protector del Ejército y Marqués de Wukung*; pero se le conoce especialmente como astrónomo y coordinador imperial del control del calendario y por haber supervisado la construcción de una clepsidra monumental, la descripción de la cual se conserva en un voluminoso manuscrito del 1086 que ha estado editado por Needham (1960). El texto se titula *Hsin I Hsian Fa Yao (Nuevo diseño para un reloj armilar)*.

El reloj de Su Sung consiste en un edificio con una gran planta baja, un primer piso y una terraza cubierta. La planta baja, con una altura de unos cuatro o cinco metros, alberga el mecanismo hidráulico consistente en la gran noria de cangilones articulados, los engranajes distribuidores y los recipientes del agua; en la parte baja de la fachada del edificio hay una serie de ventanas por las que aparecen diversos conjuntos de figuras autómatas indicadoras de las horas y otras unidades de tiempo relacionadas con el calendario. El primer piso, de una altura de unos dos o tres metros, está concebido como un estudio privado donde el instrumento principal es un gran globo celeste situado en el centro de la estancia y conectado a los engranajes de la planta baja para impulsarlo a la velocidad de una vuelta al día sideral; la superficie de la mesa de donde emerge el globo juega el papel de horizonte y de esta manera se pueden ver, de forma gráfica, las estrellas que son visibles y la posición que ocupan en cada momento. En la terraza se hallaba una gran esfera armilar para realizar observaciones del cielo directamente.

6



El punto neurálgico del reloj de Su Sung es la noria formada por cangilones articulados que pesaban el agua que recogían; el peso del agua hacía oscilar el cangilón que movía así determinados frenos aplicados a la noria y permitía su giro unos grados hasta que un nuevo freno la paraba y un nuevo cangilón se situaba bajo el flujo del agua. Este avance discreto (no continuo) de la noria es un claro precedente del futuro tic-tac de los relojes occidentales. Un movimiento continuo es difícil de controlar y de darle exactitud (la precisión de cualquier clepsidra de flujo constante era de una hora al día), mientras que un movimiento discreto es más posible de afinar; se calcula que la clepsidra de Su Sung alcanzó la precisión de un minuto al día, una exactitud que en Europa no se conseguiría hasta el invento del reloj de péndulo por Christiaan Huygens en 1657.

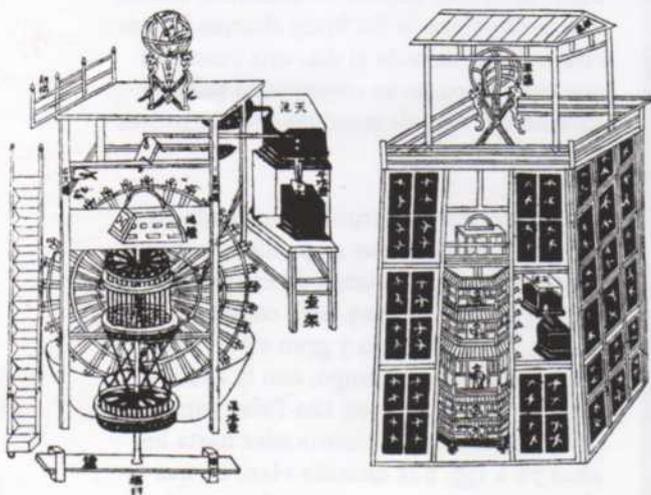
El invento, sin embargo, no se puede atribuir a Su Sung ya que se pueden encontrar un precedente de la noria de cangilones en el reloj que, el año 725, hizo construir I-Hsing, monje budista y gran astrónomo y matemático de su tiempo, con la ayuda del ingeniero militar Liang Lin-Tsan; con más prevención, se puede retroceder hasta los años 78 a 139, a la dinastía Han, en que algunos textos ya mencionan la rotación automática de globos celestes sincronizados con el firmamento.

LA RELOJERÍA EUROPEA

Los orígenes de la relojería mecánica son oscuros pero su nacimiento se puede situar con bastante aproximación alrededor del año 1300 en el norte de Italia; poco tiempo antes, en 1276 se había compilado la ingente obra de Alfonso X, *Los Libros del Saber de Astronomía*, donde, entre los más avanzados instrumentos para la medida del tiempo de aquel momento y procedentes de la cultura árabe, no aparece ninguna referencia al reloj mecánico. El 1325, el nuevo invento estaba ya suficientemente extendido por los campanarios de toda Europa para suponerle una todavía corta pero intensa historia. Per lo tanto, la fecha de 1300 se puede escoger como solución de compromiso para situar el origen del reloj mecánico en la historia. Hasta aquel momento existían las clepsidras de flujo constante, la precisión de las cuales era muy inexacta para servir para las crecientes necesidades horarias que empezaba a reclamar la sociedad. El gran avance que representó el escape mecánico es su movimiento discreto, es decir, hecho a base de interrupciones - el tic-tac -; hasta aquel momento solamente se conocía el avance continuado proporcionado por el flujo del agua de las clepsidras o por clepsidras muy evolucionadas, como la descrita por Alfonso X, donde el líquido es el mercurio confinado en un circuito cerrado circular. Ninguno de aquellos procedimientos llegó a dar la exactitud necesaria; el año 1271, Robertus Anglicus se quejaba de que ningún reloj podía alcanzar la precisión astronómica pero, a pesar de todo, constataba que los relojeros estaban buscando la manera de construir un círculo que se moviese a la velocidad del círculo equinoccial, lo que equivale a decir que estaban buscando un reloj de precisión - *si possent facere esset horologium verax valde* (Thorndike 1941).



7

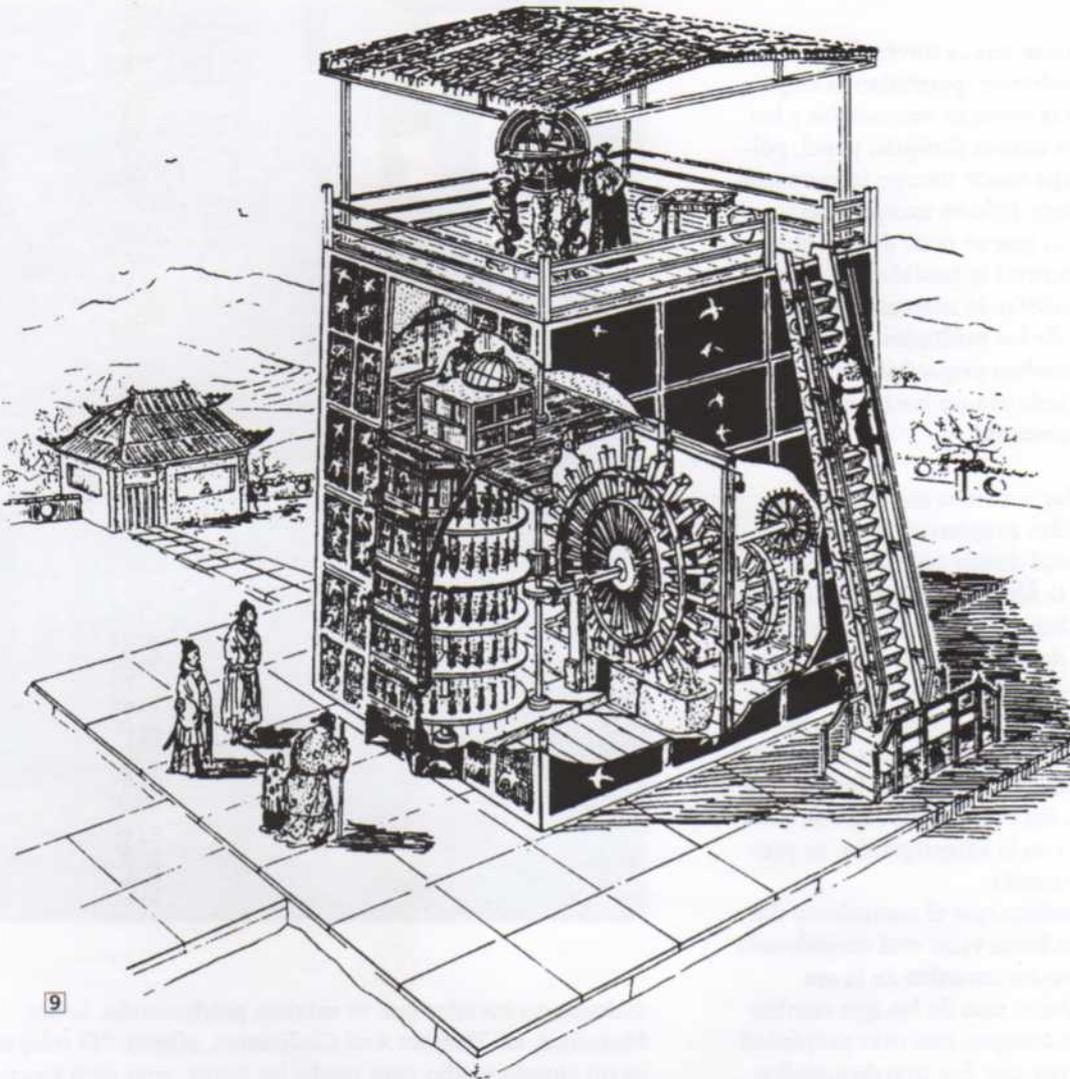


8

7. Reloj avisador de incienso
(Museo de Relojería de Furtwangen)

8. El reloj de Su Sung, según aparece
dibujado en su manuscrito de 1086.

9. El reloj de Su Sung en
una interpretación actual



CONCLUSIONES

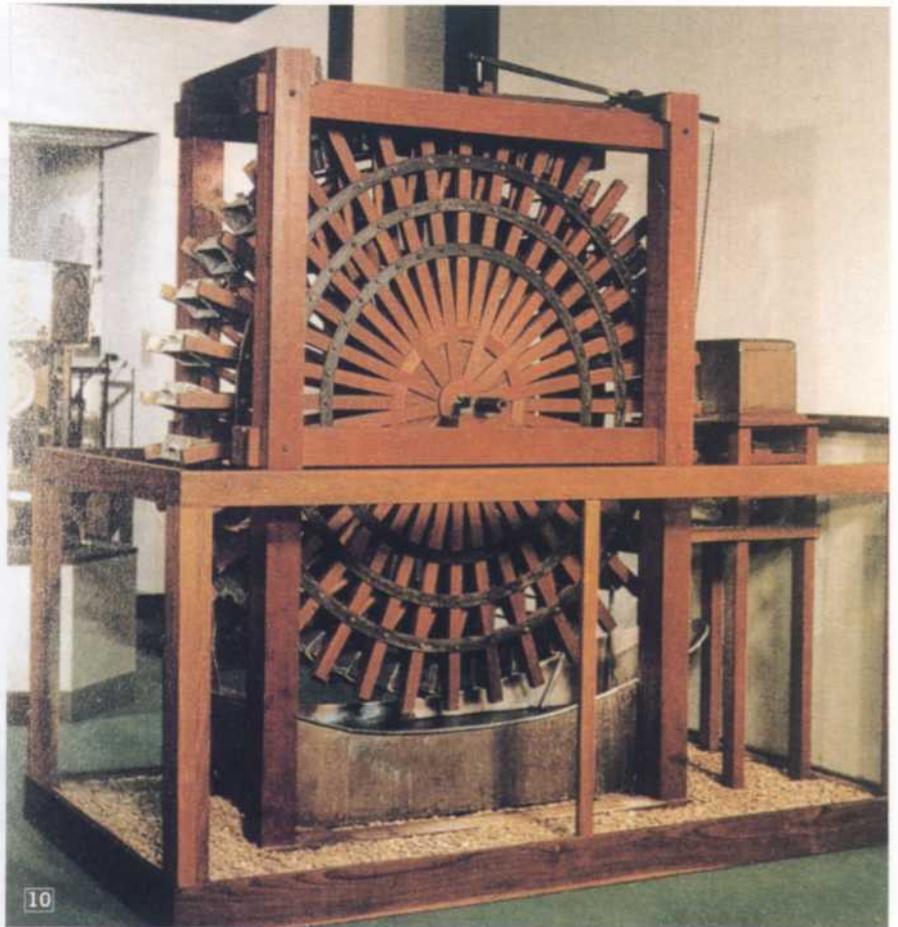
Desde hace años solamente puede ser una especulación, pero el escape, que es la principal característica de los nuevos relojes mecánicos aparecidos hacia el año 1300, se basó en el movimiento rítmico interrumpido - discreto - de la clepsidra de Su Sung; de hecho, no era necesario haber leído su tratado ni saber nada de las características generales de la clepsidra de 1086, aquello que habría interesado al relojero europeo de finales del siglo XIII era la idea del movimiento discreto; una idea que podía haber llegado a Europa como un simple comentario oral.

También hay que tener en cuenta el hecho que el reloj mecánico apareciese en el norte de Italia, donde estaba despertando una nueva conciencia social que requería nuevas soluciones tecnológicas y que estaba conectada directamente con las rutas del comercio oriental. Todo ello hace pensar en una conexión directa entre el escape de agua de la clepsidra de Su Sung y el escape mecánico occidental; la noticia podría haber llegado a través de las

rutas comerciales que, a través de innumerales intermediarios, permitían la llegada de la seda, otras exóticas mercancías y los conocimientos chinos (brújula, papel, pólvora...) a Europa desde tiempo inmemorial. El caso de Marco Polo es excepcional y espectacular, ya que se trató de una sola familia que recorrió la totalidad de la ruta, pero la transmisión de mercancías y de ideas a través de los múltiples intermediarios que dominaban pequeños sectores de la Ruta de la Seda era un hecho ancestral ya en aquel momento.

Para desarrollar una idea son necesarias dos cosas: la idea propiamente dicha y la necesidad social donde podría encajar; seguramente la idea del escape de Su Sung (1086) y I-Hsing (725) ya habría llegado a Europa antes del 1271 en que Anglicus constata que se está buscando la manera de construir un reloj de precisión, pero antes de tener esta necesidad, la noticia del movimiento discreto no habría tenido ninguna utilidad. En el momento que se unieron la noticia con la investigación, se produjo el gran invento.

Cabe decir también que el nacimiento del reloj mecánico hacia 1300 está considerado uno de los grandes inventos de la era moderna, es decir, uno de los que cambiaron el mundo; aunque, con más propiedad se puede afirmar que fue uno de aquellos inventos que reflejan hasta qué punto el mundo estaba cambiando y necesitando nuevas herramientas para los nuevos con-



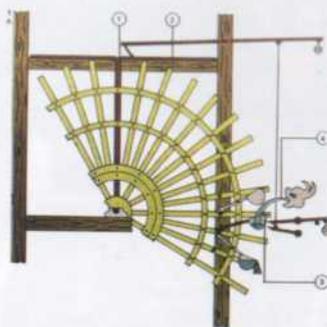
dicionantes sociales que se estaban produciendo. Lewis Mumford, en *Technics And Civilization*, afirma: "El reloj no es un simple medio para medir las horas, sino para sincronizar las acciones de las personas. El reloj, y no la máquina de vapor, es la auténtica máquina angular de la moderna era industrial; su utilización en la dosificación de la energía, en la estandarización, en los automatismos y finalmente en su producto básico, la medida exacta del tiempo, el reloj ha sido la gran máquina impulsora de la tecnificada era moderna y en cada momento ha liderado la perfección a la que otras máquinas solamente pueden aspirar".

Para constatar la razón que tiene Mumford, solamente hay que fijarse que a finales del siglo XIII, la hora que se daba públicamente únicamente era la de la oración desde los campanarios de los monasterios e iglesias; a principios del siglo XIV ya son innumerables los campanarios civiles que dan la hora - aséptica, sin connotaciones religiosas - en el centro de las ciudades, la hora burguesa. Una hora determinada por la necesidad de sincronizar la sociedad; una necesidad que en la China de I-Hsing y Su Sung no existía ■

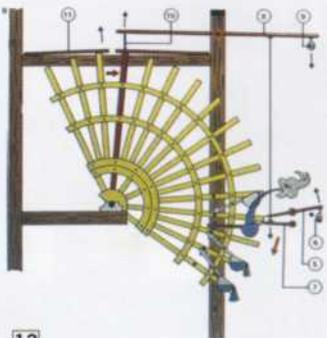
10. Reconstrucción de la rueda de escape hidráulica del reloj de Su Sung (Time Museum, Rockford, USA)

11. Funcionamiento del escape hidráulico de Su Sung. Fase A: Reposo. El surtidor de agua de gasto calibrado y constante (4) alimenta uno de los cangilones de la rueda hidráulica (3) mientras dicha rueda tiene uno de sus radios (1) retenido por el freno (2).

12. Funcionamiento del escape hidráulico de Su Sung. Fase B: Avance. El peso del agua del cangilón (3) que se sostenía en la palanca (5) vence su contrapeso (6) y acciona el disparador (7) que baja la palanca (8) y su contrapeso (9); el otro extremo de la palanca (8) tiene la cadena (10) que tira del freno (2) y permite el avance de un radio de la rueda hidráulica. El retén (11) impide el retroceso accidental de la rueda. (Dibujos extraídos de la Enciclopedia Visual Salvat (1978), Tomo 7, pág. 6)



11



12

BIBLIOGRAFÍA

CASANOVAS, JOAN: *El antiguo observatorio de Pekín y los instrumentos de 1660*. "Astrum" n. 154, septiembre 2000, p. 34-37

DUNCAN, DAVID EWING: *El calendario*. Barcelona: Emecé editores, 1999

JÜNGER, ERNST: *El libro del reloj de arena*. Barcelona: Ed Argos Vergara, 1985

LANDES, DAVID S.: *Revolution on time*. London: Harvard Univ. Press, 1983

LARRE, CLAUDE: *Percepción empírica del tiempo y concepción de la historia en el pensamiento chino*. En RICOEUR, F. y otros: *Las culturas y el tiempo*; Salamanca: Ed Sígueme, 1979, p. 37-66

LIPPINCOTT, KRISTEN: *El tiempo a través del tiempo*. Barcelona: Ed Grijalbo, 2000

LOEWE, MICHAEL: *Los conceptos cíclico y lineal del tiempo en China*. en LIPPINCOTT, KRISTEN: *El tiempo a través del tiempo*. Barcelona: Ed Grijalbo, 2000, p. 76-79

MUMFORD, LEWIS: *Technics and Civilization*

NEEDHAM, J.-LING, W.-PRICE, D.J.: *Heavenly clockwork*; Cambridge U.P. 1960 (2nd ed 1986)

NEEDHAM, J.: *Science and civilisation in China*; Cambridge 1965, vol 4 part 2 p 532-546, 446-465; vol 3 p 284-339

NEEDHAM, J.: *La gran titulación*. Madrid: Alianza Editorial 1977

RIERA i TUÉBOLS, SANTIAGO: *Origen i evolució de l'univers*. Barcelona: Edicions 62, 1996

RICOEUR, F. y otros: *El tiempo y las filosofías*; Salamanca: Ed Sígueme, 1979

RICOEUR, F. y otros: *Las culturas y el tiempo*; Salamanca: Ed Sígueme, 1979

TEMPLE, R.K.G.: *El genio de China*; Debate-Círculo 1987

THORNDIKE, LYNN: *Invention of the mechanical clock about 1271 A.D.* "Speculum" XVI, 1941, p. 242-243

THORNDIKE, LYNN: *Robertus Anglicus*. "Isis" 34, 1943, p. 467-469

TURNER, A.J.: *Water-clocks, sand-glasses and fire-clocks*; Rockford 1984

TURNER, A.J.: *Time*; The Hague, 1990