

GREENWICH MEANS TIME

Fernando de la GUARDIA SALVETTI



ON las 1255 h; la gran bola roja ligeramente abollada se eleva medio apagada sobre el tejado de Flarnstead House. A las 1258 se eleva a lo más alto, justo bajo la veleta, donde va a permanecer dos minutos. A las 1300 en punto cae bajo los aplausos del público y los flashes de las cámaras. Es un día como otro cualquiera en el Royal Observatory. Estamos sobre la pequeña colina que domina Queen's House en el Parque Real de Greenwich.

Desde 1833 la bola indica cada día la hora correcta, las 1300, cuando los navíos descienden río abajo por el Támesis. En el muro de una casa próxima un reloj atómico va desgarrando el tiempo a la millonésima de segundo. Entre la bola de ayer y el reloj de hoy una línea divide el mundo en dos, grabada sobre las losas del patio, marcada sobre el tejado de las casas y prolongada en el cielo por un rayo láser que corta la noche. Es el meridiano de Greenwich, el grado cero de longitud.

Esta colina, situada en los suburbios de Londres, separa la tierra en dos hemisferios, este y oeste, como el ecuador los separa en norte y sur. El ecuador es fácil de determinar, representa la mayor circunferencia del globo, a medio camino entre los dos polos, en la perpendicular del eje de rotación de la Tierra. No puede encontrarse más que en este lugar fijado por la naturaleza y permite determinar la latitud en grados norte o sur gracias a líneas paralelas al ecuador hasta cada polo. Desde la antigüedad, todo marino digno de este nombre sabe calcular la latitud gracias a las horas de luz del día, la altura del sol o la posición de las estrellas con relación al horizonte.

El cálculo de la longitud es totalmente diferente. El punto cero a partir del cual se puede determinar es completamente arbitrario. Podría situarse tanto en Katmandú como en Tijuana, pero ha sido fijado desde 1884 en Greenwich después de una larga historia que va de Ptolomeo —autor del primer atlas— al actual Global Position System (GPS), y que ha visto enfrentarse a lo largo de los siglos a Inglaterra y Francia por la propiedad del meridiano cero.

La medida de los meridianos de longitud que divide el globo en gajos de naranja de norte a sur es función del tiempo. Se calcula convirtiendo en distancia geográfica la diferencia horaria al mismo instante entre dos puntos de la tierra. Así, cuando es mediodía en Londres, no son más que las 1144 en Plymouth. Sabiendo que la tierra necesita 24 horas para efectuar una revolu-



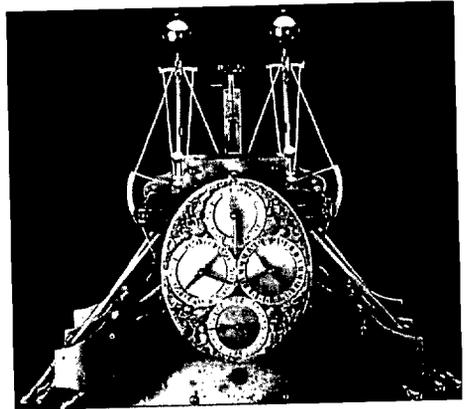
Vista del Observatorio Real de Greenwich Park.

ción completa de 360° que una hora representa $1/24$ de esa vuelta, es decir, 15° y que una hora tiene 60 minutos, la diferencia de 16 minutos entre Londres y Plymouth equivale a una diferencia de 4° de longitud en dirección oeste, porque el mediodía llega antes a Londres que a Plymouth.

Así, el marino que cada día en la mar pone su reloj en hora a mediodía en el momento en que el sol está en lo más alto del horizonte puede calcular su longitud comparando esta hora con la hora del puerto de origen. Si la diferencia es de una hora, ha avanzado 15° de longitud, pero el valor kilométrico de cada grado de longitud representa 109,431 km a nivel del ecuador, reduciéndose a casi nada en la proximidad a los polos. Debe, por tanto, ser el navegante el que efectúe los cálculos necesarios para corregir estas variaciones y conocer su longitud exacta. Hoy en día, con la informática y las comunicaciones por satélite, esta operación no es más que una simple formalidad disponiendo del sistema GPS. En cualquier momento se puede calcular la posición exacta de cualquier objeto que navegue, siempre que disponga de un pequeño receptor que esté en marcha.

En la época de Cristóbal Colón, la navegación era peligrosa e impredecible. Llevar a bordo un reloj bajo la influencia del balanceo, de la humedad o de las variaciones de la presión atmosférica constituía una apuesta imposible. Navegar, basándose únicamente en la brújula o cuadrante, producía grandes errores en longitud (que les conducían derechos sobre peñascos o hacia la costa), alejándose muchas millas de la derrota prevista.

Así, el 29 de septiembre de 1707, el almirante Sir Cloudisley Showel, que mandaba una flota de 21 barcos de la Marina británica, navegando de Gibraltar a Inglaterra y creyendo que se encontraba a la entrada del Canal, colisionó sobre las islas Scilly, saltando en pedazos cuatro navíos de su flota y perdiendo más de 2.000 hombres en la mar. El cuerpo inconsciente del almirante, uno de los dos supervivientes del naufragio, fue encontrado sobre una playa por una mujer.



Primer cronómetro marino (H-1) inventado por Harrison.

Esta catástrofe, seguida después por otros naufragios similares debidos siempre a errores de longitud, tuvo gran eco en Londres, donde los armadores dirigieron una petición a la Cámara de los Comunes, pidiendo que el gobierno de su majestad pusiera en marcha todas las medidas a su alcance para resolver al fin el problema del cálculo de la longitud, que por entonces se emparentaba con el de la cuadratura del círculo. La comisión parlamentaria reunida en Westminster hizo llamar a Sir Isaac Newton, presidente de la Royal Society, y a Edmund Halley, quien dio más tarde su nombre al famoso cometa Halley, para que informasen sobre el estado de las investigaciones que se estaban llevando a cabo. Newton hizo un comunicado explicando que existían ya varios proyectos, exactos en teoría pero difíciles de poner en práctica. El primero consistía en verificar la hora exacta sobre un reloj, pero a causa de los movimientos del buque, las variaciones de temperatura, la humedad y la diferencia de la gravedad según las latitudes, tal reloj no estaba todavía conseguido.

El segundo proyecto se basaba en la localización, a través de los eclipses, del satélite Júpiter, pero en razón del tamaño de los telescopios de observación y de los movimientos del buque en la mar, era casi imposible poder observarlo.

El tercero tenía relación con la posición de la luna, pero nuestros conocimientos sobre la luna no eran lo bastante fiables para este fin (lo eran para calcular la longitud cercana a dos o tres grados, sabiendo que no se puede descender por debajo del grado).

El cuarto proyecto consistía en fondear barcos localizados en puntos estratégicos desde donde lanzarían cañonazos a ciertas horas a partir de un punto de referencia y, cubriendo los océanos con sonidos auditivos, se podría calcular la distancia que los separaba de dichos barcos fondeados, comparando la hora en la que habían oído la señal sonora y aquélla en la que había sido lanzado el cañonazo. Conociendo la velocidad del sonido podrían deducir su

longitud. Newton añadiría más tarde que los especialistas en temas marítimos eran los mejores para juzgar si estos proyectos eran realizables o no. El informe concluía que los tres primeros métodos necesitaban un reloj para poder calcular la longitud, mientras que en el último no era necesario. El informe, aunque pesimista, fue bien recibido por la Cámara de los Comunes que, después de deliberación, tomó una importante decisión bajo el reinado de la reina Ana, votando el 8 de julio de 1714 el Longitude Act (Acta de Longitud), ofreciéndose tres grandes premios para estimular a los investigadores: 10.000 libras para el investigador que encontrase un dispositivo capaz de medir la longitud en la mar con una aproximación de 60 millas (1°), y la cuantía del premio sería incrementada de modo paralelo a la precisión del instrumento; 15.000 libras para una aproximación de 40 millas (2-3°), y 20.000 libras para una aproximación de 30 millas (1-2°).

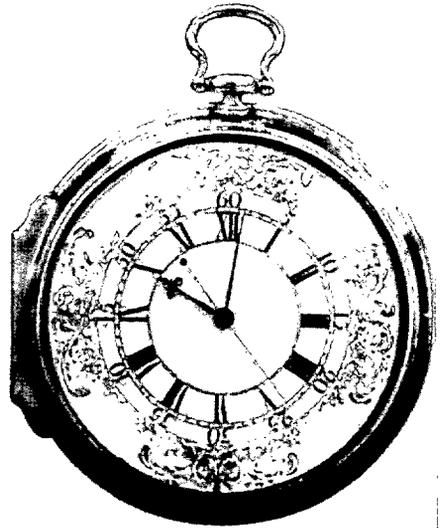
Por otro lado, se constituyó el Board of Longitude (Consejo de la Longitud) un organismo encargado de examinar los instrumentos y conceder el premio. Este consejo reunía a sabios, oficiales de marina y funcionarios del gobierno. Felipe II y Felipe III de España, junto con los gobiernos de Holanda, Portugal y Venecia, también ofrecieron recompensas parecidas a las anteriores. Los sabios de la época se dividían entre los partidarios de la «astronomía» y los defensores del «reloj» para resolver el problema de la longitud.

La invención del telescopio, que fue presentado por primera vez en 1608 por el holandés Hans Lippersheim, dio origen a la construcción de los primeros observatorios. Luis XIV, que siempre defendió la preeminencia de Francia en el terreno científico, mandó construir el Observatorio de París en 1667 en Meudon. Carlos II, entonces rey de Inglaterra, hizo lo mismo en 1675, a fin de establecer el grado cero de longitud para perfeccionar la navegación y la astronomía. El arquitecto Sir Christopher Wren recibió la orden de Carlos II de construir el Observatorio Real sobre la colina de Greenwich. Por motivos de economía, tuvo que utilizar los cimientos de un antiguo albergue de caza construido por Enrique VIII, apartándose 13'5° del eje norte-sur, lo que causó múltiples disgustos al primer astrónomo real John Flamsteed.

Sin lugar a dudas, fue Galileo el primer astrónomo en buscar una solución al problema de la longitud. Había observado que en las lunas de Júpiter se conocían mil eclipses por año en momentos tan precisos que éstos se podrían regular con un reloj. Reemplazando las desapariciones y las reapariciones de esas lunas, pudo apuntar tablas de movimientos astronómicos que, igual que las efemérides, debían permitir a los marinos calcular su longitud. Su método no convenció a los navegantes, que debían utilizar un telescopio que resultaba difícilmente manejable sobre un navío y totalmente imposible de usar con tiempo nublado. Sin embargo, en tierra numerosos cartógrafos utilizaron este método. Astrónomos de renombre, como Jean Dominique Cassini, venido de Bolonia al Observatorio de Meudon; el holandés Christian Huygens, inventor

del reloj de péndulo; el danés Ole Roemer, que descubrió la velocidad de la luz; Isaac Newton, Edmund Halley o John Flamsteed insistían en los «astros» para encontrar una solución definitiva al problema.

En 1727 John Harrison había ya puesto a punto dos relojes de precisión cuando visitó Londres y fue presentado al astrónomo real y a algunos nobles ilustrados, que le financiaron la construcción de un reloj apropiado para la navegación. Fue el principio de una larga historia hasta su muerte en 1776. Podemos dividir su vida en cuatro etapas, denominadas H-1, H-2, H-3 y H-4, según el nombre de los cuatro relojes marinos que la ocuparon y que todavía están expuestos y en funciona-



Modelo de cronómetro diseñado por Harrison (H-2).

miento en el Real Observatorio de Greenwich. Los tres primeros eran enormes y pesaban varias docenas de kilos. Libres de todo roce, no necesitaban ni engrase ni limpieza; hechos de metales diferentes que se dilataban o contraían en función de la temperatura para compensar las variaciones, se aproximaron a la perfección casi al segundo y debían haber servido a Harrison para obtener la recompensa prometida al que resolviese el problema de la longitud. Sin embargo, el Consejo de la Longitud, creado para tal fin, cambió las reglas varias veces para dar ventaja a los «astrónomos» contra los «relojeros», que pasaban por ser simples mecánicos. A pesar de esto, fue el cuarto de dichos proyectos, el H-4, el que superando todos los pronósticos obtuvo la recompensa. Tras una navegación de seis semanas se comprobó un retraso de sólo cinco segundos, o sea, un error en longitud de 1,4 minutos, poco más de una milla. La última invención de Harrison es, en efecto, el primer cronómetro de precisión. No medía más que 13 cm de diámetro y fue construido bajo sus indicaciones por el fabricante John Jeffrey. Ganó finalmente el premio después de que John Harrison decidió escribir al rey Jorge III para vencer las intrigas fomentadas por su principal enemigo, el astrónomo real Nevil Maskelyne, autor del primer almanaque náutico publicado y que, desde entonces, se sigue publicando cada año hasta el día de hoy.

En España, en 1753, el Real Instituto y Observatorio de la Armada ya había comenzado su andadura, siguiendo los pasos de los dos grandes observatorios, París y Greenwich, y muy pronto se sumó a las actividades astronómicas de la época, publicando en 1792 el primer almanaque náutico, y que

aún hoy es un instrumento imprescindible para la navegación astronómica, junto con el cronómetro y el sextante.

La producción en serie de cronómetros a finales del siglo XVIII resolvió el problema del cálculo de la longitud, pero aún faltaba ponerse de acuerdo sobre el punto fijo, el punto cero de referencia a partir del cual se calcularía la diferencia horaria. El astrónomo griego Hipparque, que trazó el primer meridiano, lo hacía pasar por la isla de Rodas. Ptolomeo lo hizo pasar por las islas Afortunadas, convertidas en Canarias. Felipe II de España lo veía en Toledo, etc. Con la aparición del tren y del telégrafo, la elección de un lugar fijo y reconocido por todos se imponía. ¿Cómo unificar los horarios mientras cada uno vivía en función de su hora local? Durante el primer Congreso Internacional de Geografía en 1871 en Amberes, se propuso Greenwich como punto cero de referencia, pero Francia, no de acuerdo con esta decisión, replicó que si se hubiese decidido un siglo antes habría sido elegido París. Cuatro años más tarde, en Roma, Francia hizo saber que si adoptaba Greenwich como referencia, Inglaterra debería reconocer el sistema métrico. Curiosamente en esta época el astrónomo real de Escocia era partidario de hacerlo pasar por la vertical de la gran pirámide de Egipto. Finalmente, durante la Conferencia Internacional del Meridiano en Washington en 1884, a la que asistió España, fue elegido Greenwich por 22 países, absteniéndose Francia y Brasil y sólo Santo Domingo votó en contra, explicando que el 72 por 100 del comercio marítimo se hacía a partir de cartas que tomaban Greenwich como punto cero y que los 28 por 100 restantes se repartían entre una decena de meridianos cero. Los asistentes a la Conferencia Internacional convirtieron, por fin, Greenwich en el meridiano de longitud cero. La hora media para el mundo entero, Greenwich Means Time (GMT) había nacido.

Sin embargo, hasta 1911 Francia continuó manteniendo el meridiano de París 2° al este de Greenwich, ignorando durante un largo periodo de tiempo el llamado Greenwich Means Time, prefiriendo el tiempo medio de París retrasado en 9 minutos y 21 segundos. No contenta con ser la sede del Bureau Internacional de Pesos y Medidas garante del sistema métrico, Francia no abandona nunca la lucha por tener el control del tiempo. La invención del reloj atómico, más preciso, hizo aparecer un segundo de diferencia con relación a la hora calculada en función de la rotación de la tierra, asestándole un duro golpe a Greenwich Means Time, y fue reemplazado por la noción de Tiempo Universal (TU), que coordina el Bureau Internacional de Pesas y Medidas de Sévres, cerca de París. Aunque Greenwich mantuvo el meridiano cero a partir del cual son elaboradas las cartas náuticas, es en Sévres donde los científicos deciden añadir un segundo en diciembre o en junio para poner el Tiempo Universal, de acuerdo con el tiempo terrestre. Es, por tanto, con la invención del reloj atómico cuando la noción del Tiempo Universal reemplaza al Greenwich Means Time, consiguiéndose al final un *match* nulo entre Francia e Inglaterra.