



Hélène Gicquel

Fachada principal del Real Instituto y Observatorio de la Armada (San Fernando), garante de la hora oficial en España. Bajo estas líneas dos de los múltiples instrumentos que han servido para medir el tiempo a lo largo de la historia, una ampolleta para medir 30 segundos (siglo XVI) y un reloj atómico de rubidio (1980).



REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA

El tiempo EN SUS MANOS

Responsable de la hora oficial de España, el ROA trabaja ya en el sistema de medición horaria del futuro

UN año más, la madrugada del domingo 28 de marzo, último del mes, cambiaremos nuestros relojes. A las dos de la mañana pasarán a ser las tres y entraremos en el horario de verano. Como responsable del patrón nacional de la unidad básica de tiempo (el segundo) desde 1992, el Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA), con sede en la localidad gaditana de San Fernando, será el encargado de regir la nueva hora hasta el domingo 31 de octubre, fecha en la que retornaremos al horario de invierno, como ya avanza en su web, incluida en la página de la Armada.

Pero, además, en aras de cumplir con su misión de garante del tiempo en España, de custodiar, conservar, mantener y difundir la hora oficial del Estado, el observatorio isleño trabaja ya en el «tiempo del futuro», un nuevo sistema de medición mejorará la precisión actual hasta cotas inimaginables no hace tanto.

RELOJES DE RED ÓPTICA

«Los avances en los últimos cinco años en las técnicas de enfriamiento por láser de los átomos y el diseño de cavidades ultraestables han permitido que vea la luz una nueva generación de relojes atómicos ópticos, conocidos como relojes de red óptica», explica el capitán de fragata Héctor Esteban, jefe de la Sección de Hora del ROA.

Estas máquinas ofrecen una exactitud tal, que, como Esteban subraya, «representan el estado del arte en cuanto a estabilidad y exactitud de frecuencia». En términos prácticos, los relojes

de red óptica van a poder aportar diferentes beneficios para la sociedad, entre ellos, la comprobación de las teorías físicas y la sincronización en las medidas realizadas en radioastronomía.

CONTEMPORIZAR CADENCIAS

Otra de sus ventajas, más próxima a nuestro día a día, es que los nuevos ingenios ópticos servirán para unificar la medición del tiempo en cualquier lugar del mundo, ya que este no avanza de igual manera, con el mismo ritmo, en todos los puntos de la Tierra. Su cadencia

«depende del potencial gravitatorio de cada región del planeta», explica el jefe de la Sección de Hora del ROA.

Como ejemplo, señala que, «en una comparación remota de dos relojes atómicos a diferentes altitudes, los mejores modelos vigentes, de microondas, ofrecen una precisión —o margen de error, según se mire— de un metro; mientras que un sistema de red óptica reduce este indicador a un centímetro».

La consecuencia de dicha mejora es fundamental en la operación de redes digitales y en los sistemas de posicionamiento por satélite, ya que minimizan las correcciones de posición en la localización a distancia desde cualquier punto, dejándolas en márgenes de error que, en la práctica, pueden ser casi nulos.

ESCALAS MÁS EXACTAS

De todos modos, y como se trata de medir el tiempo, el logro número uno de tales sistemas ópticos es «el perfeccionamiento de las escalas de tiempo». En este aspecto, la mejora que se estima es de tal calibre que en foros especializados ya se habla de la necesidad de redefinir la unidad de tiempo universal: el segundo del Sistema Internacional de Unidades (SI).

La citada revisión llegaría en 2026, momento para el que el ROA espera estar, una vez más, preparado y en vanguardia del cambio, fiel a los propósitos de su creación (1753) de la mano de, entre otros, el marino ilustre y científico Jorge Juan.

Con ese fin, en el año 2018 el Observatorio de la Armada ya puso en marcha un proyecto cuyo objetivo principal es «el diseño, la construcción



Esfera de reloj de péndulo astronómico inglés, del afamado maestro John Ellicott, fechado en Londres en 1780.

y la caracterización de un reloj de red óptica basado en el átomo de estroncio (CIROEs), con una exactitud y estabilidad en frecuencia en partes por 10^{-18} .

Ese margen supone un desvío en la medición del tiempo de un segundo cada, aproximadamente, 30.000 millones de años, lo que representa «más del doble de la edad del Universo», indica el artículo *La Armada y la metrología del tiempo: El camino hacia una nueva redefinición del segundo*, del propio Esteban y del también especialista del ROA, el teniente de navío Héctor Álvarez, publicado por la *Revista General de Marina* el pasado octubre.

Tanto los relojes de red óptica, como la nueva definición del segundo SI (Sistema Internacional de Unidades), servirán al avance de tecnologías de geolocalización y conectividad ya existentes, como el GPS o el sistema 5G y otras que estén por venir.

TIEMPO Y COMUNICACIONES

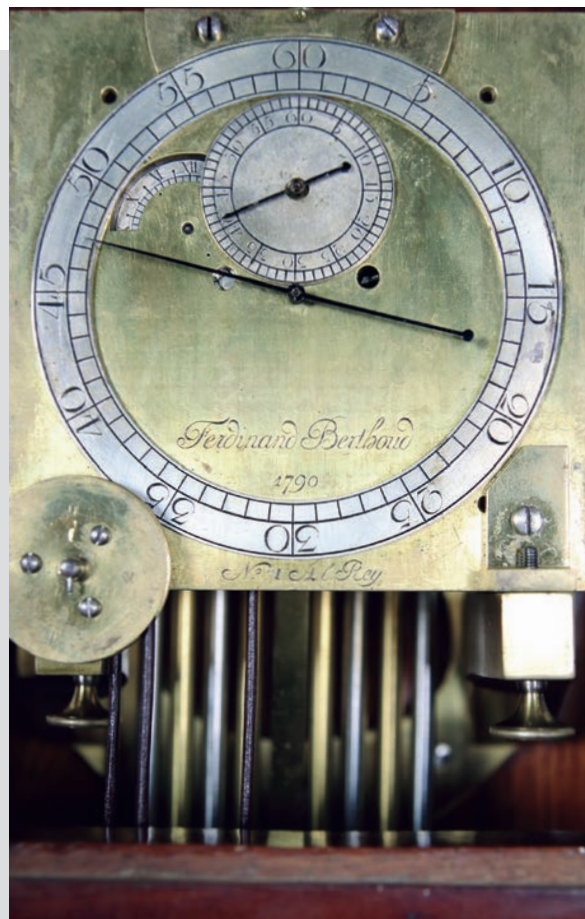
Asistiremos al nacimiento de un nuevo escenario, al igual que antaño sucedió con la llegada de otros artilugios medidores del tiempo, cuya aplicación en campos como la navegación fueron fundamentales para conseguir más seguridad, eficiencia y desarrollo.

Durante siglos la observación del firmamento, junto a diversas herramientas para medir el tiempo, guiaron a los marinos. Así, buques y navíos embarcaban relojes —ampolletas— de arena. Con el correr de los siglos, otros medidores ocuparon su lugar, como los cronómetros marinos, ingenios mecánicos llegados ya en el XVIII entre los recelos de los astrónomos.

Su irrupción obligó a las estrellas a compartir el protagonismo en la medición del tiempo, aunque ellas también ganaron, ya que empezaron a contar con centros de estudios especializados en su ciencia, como el propio ROA.

Los observatorios nacieron con la doble función de formar en Astronomía a los marinos y establecer en tierra las referencias que permitieran a los buques calibrar los citados cronómetros.

En estos centros, también se hicieron imprescindibles los relojes de péndulo. Sus ruedas, manecillas, esferas... fueron ganando en precisión y en el siglo XX, pasaron a ser eléctricos.



Esfera de un reloj de péndulo de 1790, realizado en París por Ferdinand Berthoud.

Detalle de un péndulo astronómico inglés del maestro español Losada (1859), regalo del autor al ROA y que durante un tiempo estuvo en el vapor *Piles* para determinar la diferencia de longitud entre San Fernando y Almería. Debajo, vista parcial de la colección de cronómetros del observatorio.





Fachada del actual edificio de la Sección de la Hora y sala de sus relojes atómicos, referencia actual para medir el tiempo.



Esteban y Álvarez cuentan que los relojes de péndulo recibían el nombre de «guardatiempos», porque servían para la investigación astronómica y proporcionar la hora entre observaciones.

SINGULAR COLECCIÓN

Como lugar de estudio, el observatorio fue adquiriendo —y aún conserva— una nutrida colección de estos objetos, trabajo de maestros de renombre, entre ellos, el relojero y militar español José Rodríguez Losada (1801-1870).

Afincado durante años en tierras inglesas, alcanzó fama y reputación. Recibió encargos desde España y también donó algunas de sus creaciones. Al ROA, por ejemplo, le regaló un reloj de péndulo que ahora expone como pieza histórica y, a Madrid, su afamado reloj de la Puerta del Sol.

En 1920 llegó al centro isleño el primer reloj de péndulo eléctrico, un *Clemens Riefler*, que funcionaba en un ambiente a presión constante. Fue instalado en una sala con las paredes forradas de corcho para aislarlo de las variaciones de temperatura.

Para esas fechas, la sociedad internacional ya se había propuesto coordinar el tiempo de países y territorios y, mucha culpa de ello, la habían tenido de nuevo las comunicaciones. La llegada del ferrocarril en el siglo XIX, propició el citado avance en metrología del tiempo.

El primer paso fue la adopción de un meridiano cero, que tuvo entre sus referencias candidatas a la isla canaria de

El Hierro. «Su meridiano era utilizado por los científicos franceses, ya que le consideraban neutral», explica Esteban.

Finalmente, no pudo ser. El Congreso de Washington (1884) se decantó por un meridiano que pasara por un observatorio astronómico y el elegido fue

Greenwich (Reino Unido). Su utilización se generalizó de forma gradual, al igual que la implantación de los usos horarios, uno cada quince grados.

El proceso de homogeneización del tiempo en el contexto internacional experimentó otro avance en 1910. Según apunta Pere Planesas en su artículo *La hora oficial en España y sus cambios*, al acabar la primera década del siglo pasado, «se inició la emisión de señales horarias estandarizadas basadas en la hora solar media del meridiano de *Greenwich*».

HORARIOS OFICIALES

España contaba desde 1901 con «hora oficial» para todo el territorio nacional, salvo Canarias que, «por un olvido legislativo, hubo de esperar hasta 1922», explica el capitán de fragata Esteban.

La normativa no preveía un organismo responsable de fijar esa hora y asumieron la tarea el Observatorio Astronómico de Madrid y el ROA, que, en 1915, empezó a contrastar su medición con la emitida por la Torre Eiffel (París) y otras estaciones. Ya en 1928, inició la transmisión de sus señales horarias.

En 1918, España legisló su primer «horario de verano». La medida se había usado durante la I Guerra Mundial (1914-1918) para mantener más tiempo las fábricas abiertas de primavera a septiembre u octubre, pero en el caso español se asoció, ya entonces y como causa fundamental, con la necesidad de ahorrar energía.

Esther P. Martínez/Fotos: ROA



Reloj de péndulo (1914), de Clemens Riefler (Múnich).