



# El futuro del tiempo

*¿cómo medir su transcurso?*

**E**n la actualidad los avances científicos y tecnológicos permiten una precisión sorprendente en la medición del tiempo, tan alta que ya empieza a causarnos problemas. Y no me refiero a la clase de problemas que surgen de vivir cada vez más esclavizados por el yugo del llamado progreso, que son variados, abundantes y terminan por eliminar el esparcimiento, sino a problemas prácticos y menos relevantes cuya generalidad no distingue clases socioeconómicas.

Desde el siglo XVII sabemos que el medio astronómico y tradicional para contar el paso del tiempo, la rotación de la Tierra sobre su eje, no es un movimiento uniforme, sino que se ha estado frenando poco a poco; en términos de una vuelta o revolución sobre su eje, el lapso definido como día, esto significa que su duración no es constante, sino que cada vez dura un poco más que la anterior. Por otro lado, gracias al desarrollo de los estándares atómicos

de frecuencia contamos desde 1967 con una definición y una manera de medir el transcurso del tiempo en términos de la unidad conocida como segundo. Éste se define como la duración de 9-192-631-770 oscilaciones del átomo de Cesio, frecuencia correspondiente a la diferencia de energía entre los dos estados posibles del momento magnético de su último electrón.

La estabilidad de dicho fenómeno natural permite asegurarnos que el proceso no variará más de un segundo en 370-000 años. Ello nos proporciona otro medio para contar el fluir del tiempo, un medio adicional e independiente del derivado a partir de la rotación terrestre y que resulta ser mucho más estable y preciso. Tenemos entonces que al combinar el frenado en la rotación de la Tierra con el proceso atómico para contar el transcurrir del tiempo somos capaces de asegurar que el día actual es 16 milisegundos más largo que lo que duraba hace mil años.

**Antonio Sarmiento Galán**



Ésta es precisamente la razón que nos llevó en 1972 a definir el “segundo bisiesto” para tratar de mantener la sincronía entre el tiempo atómico y el terrestre; una innovación de la que muy poca gente está consciente.

Este segundo bisiesto es similar al año bisiesto, en el cual cada cuatro años se añade un día al mes de febrero para mantener el número de días al año sincronizado con el movimiento de la Tierra alrededor del Sol. Recuérdese

que en caso de no hacerlo acabaríamos con un calendario en el que las estaciones se irían alejando lentamente de sus fechas correspondientes. El acuerdo internacional intenta mantener la diferencia entre el tiempo atómico y el terrestre por debajo de 0.9 segundos, y para ello ocasionalmente se añade o sustrae un segundo bisiesto, dependiendo de lo que requiera la irregular rotación terrestre. El cambio se realiza el último minuto del año o el último minuto de junio, y la notificación del mismo está a cargo de la Oficina Internacional de la Hora en París, Francia. En 1972 se estableció este acuerdo y se añadieron dos segundos bisiestos a un año que ya de por sí era bisiesto, convirtiéndolo en el más largo de los años en los tiempos modernos.

Esta práctica, cuyo resultado es el sistema de referencia temporal estándar conocido como Tiempo Universal Coordinado (CUT, por sus siglas en inglés), es la que ahora entra en conflicto con otro avance en el interminable proceso de perfeccionar o precisar una medida. Este avance es el conocido como Sistema Global de Localización (GPS, por sus siglas en inglés), que sirve, entre muchas otras cosas, para la navegación aérea y marítima, ya que finalmente nadie se guía por las estrellas. El sistema está compuesto por un cierto número de satélites con relojes atómicos sincronizados y muy precisos a bordo, que permiten, mediante la sincronía y el conocimiento de sus posiciones relativas y de la velocidad de propagación de sus señales, determinar la posición de un aparato receptor de sus señales sobre la superficie terrestre usando el conocido proceso de “triangulación” con una precisión de algunos centímetros en las tres coordenadas (latitud, longitud y altitud). Desafortunadamente, el increíble potencial de este sistema se ha desarrollado principalmente en el campo de las aplicaciones bélicas, haciendo posible, entre otras cosas, la creación de los instrumentos de genocidio estadounidenses conocidos como “misiles inteligentes”, otro más de los eufemismos mal utilizados que, lejos de encubrir, sólo delatan la ilimitada ignorancia de sus usuarios. Cuando el sistema GPS fue puesto en órbita en 1980 su sistema temporal de referencia era el CUT, pero desde entonces ninguno de los trece segundos bisiestos que se han añadido a dicho estándar se ha sumado a los relojes del GPS para actualizarlo, pues ello impediría la recuperación de la esencial sincronía al grado necesario para el correcto funcionamiento del sistema.

Además del hecho de que sin los segundos bisiestos el día acabaría volviéndose noche, surge el problema mucho

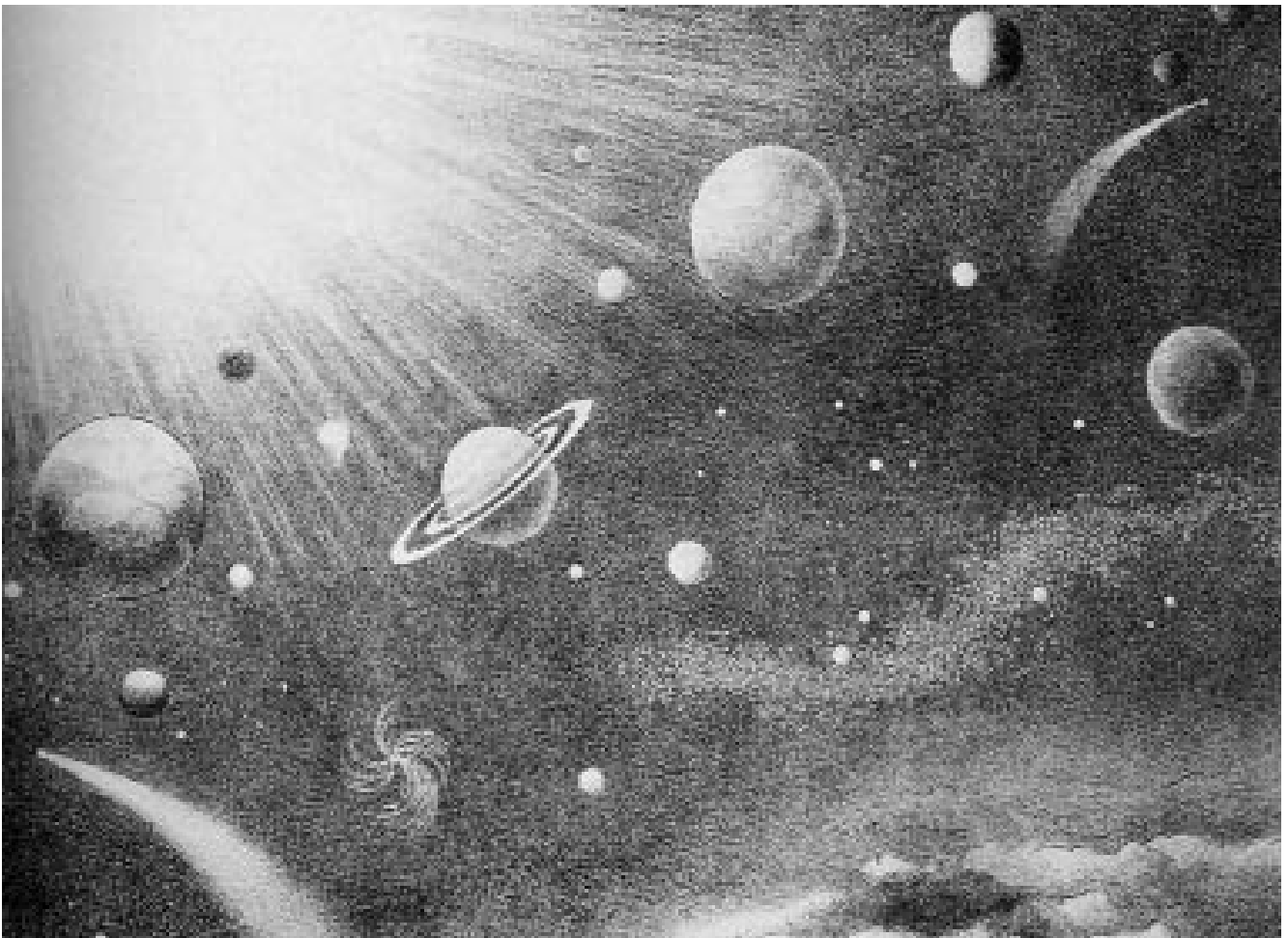
más inmediato de la presencia de brechas crecientes, actualmente de varios segundos de duración, entre los sensibles sistemas de navegación mundial y el tiempo universal coordinado que utilizan tanto los pilotos como los controladores del tránsito aéreo. Este tránsito se realiza en términos de eventos y no sólo de posiciones, es decir que se requiere la localización de una aeronave en un momento y tiempo determinados, ambos con la mayor precisión posible. La inevitable confusión causada por la diferencia entre la posición de acuerdo con uno u otro de los dos sistemas utilizados para el conteo del tiempo (CUT o GPS) puede tener consecuencias desastrosas en términos de colisiones en las zonas cercanas a los aeropuertos, precisamente donde el riesgo de pérdidas humanas es mucho mayor.

La solución obvia es la de separar el estándar de tiempo de la escala determinada por la rotación de la Tierra y convertirla en el estándar universal mediante la vigilancia de los patrones atómicos.

Algunos científicos, los astrónomos en particular, se

oponen tajantemente a separar el tiempo de la rotación terrestre, pues arguyen que las estrellas y las galaxias ya no se encontrarían en sus sitios acostumbrados y los telescopios tendrían que ser adecuados para funcionar correctamente.

Esta renuencia no causa sorpresa alguna, ya que la comunidad académica es fuertemente reaccionaria y su conservadurismo se ha acrecentado a medida que el centro de actividad científica mundial se ha ido desplazando del Viejo al Nuevo Mundo, léase de Europa a los Estados Unidos, proceso similar al desplazamiento de la misma actividad del Mundo Islámico al Mundo Occidental. ¿Se recuerda acaso alguna voz de protesta de algún miembro de la academia estadounidense para evitar la invasión y subsecuente destrucción de la cuna del primer calendario con que contó la humanidad? ¿Qué tan pequeña será la minoría entre los científicos del vecino país del norte que conozca el invaluable papel que jugó la primera civilización humana, surgida entre los ríos Tigris y Eufrates? ¿Para cuántos el nombre de Mesopotamia será algo más



que otra de las regiones bajo control parcial por parte de su ejército? ¿Serán capaces de distinguir que la gran mayoría de las estrellas brillantes, y por ello fácilmente identificables, deben su nombre a dicha civilización, la asirio-babilónica? La comunidad astronómica internacional, aunque dueña de un internacionalismo ejemplar, no escapa a los lastres de la academia mundial; baste con recordar que el calendario Juliano, impuesto por Julio César y sustituido en 1582 por el calendario Gregoriano, se encuentra aún en uso entre las manos de los astrónomos observacionales para localizar en el firmamento a los astros objeto de su estudio.

Confiemos pues en que la sensatez regrese, aunque inicialmente sólo lo haga en el ámbito académico, y dejemos que la cansada Tierra continúe eliminando como mejor le convenga la fatiga de verse obligada a girar sobre sí misma y que la Luna se subleve y deje de marcar semanas. Aprovechemos nuestra capacidad para medir el tiempo en forma independiente de movimientos que suponíamos constantes, usemos nuestra convención de un día dividido en 24 horas, olvidemos que hemos llegado a ser tan costumbristas que ligamos actividades vitales a una cierta hora y no a una necesidad concreta y que no nos inquiete el hecho de encontrarnos dentro de algunos siglos degustando una buena comida en el momento en que la hora local indique las 23:30 horas, en lugar de las usuales 14:30. Después de todo, también llegará el mo-

mento en que tengamos que cortar el cordón umbilical entre los movimientos terrestres y lunares y el calendario, reconociendo con todas sus consecuencias que dichos movimientos, además de no tener una duración constante, son inconmensurables entre sí y no permiten dividir a uno de ellos en múltiplos de algún otro. Llegado este momento habremos de adoptar un sistema decimal para el conteo del tiempo y nuevas unidades de medición: minutos de cien segundos, horas de cien minutos, días de diez horas, semanas de diez días, meses de diez semanas y años de diez meses. Y finalmente, incrementemos el uso de las computadoras para el que fueron originalmente creadas y dejemos que ellas se encarguen de resituar correctamente las viejas y obsoletas posiciones de las constelaciones, de los astros, etcétera. Porque también llegará el momento en que sepamos cómo y por cuánto ha ido cambiando el tiempo (gracias a la Física de principios del siglo xx sabemos que la tasa de su transcurrir depende del estado de movimiento del observador), y dejemos de hacer el ridículo, por ejemplo, al decir que los dinosaurios se extinguieron hace sesenta millones de años, pues sabremos que el año terrestre ya no sirve para describir lapsos de duración mayor o que ocurrieron en épocas muy remotas.



**Antonio Sarmiento Galán**  
 Instituto de Matemáticas,  
 Universidad Nacional Autónoma de México.

IMÁGENES

P. 4: Gustave Doré, Herr Tripa, grabado para obra de Rabelais. P. 6: Grabado eurocentrista de la Tierra vista desde el espacio, *Terres du Ciel*, Camille Flammarion. P. 7: Estilización del Sistema Solar, grabado, S. XIX. P.

8: El instituto de la astronomía incoherente, dibujo para la película *El viaje a la Luna* de Georges Méliès.