

Tic-tac... ¿Quién le enseñó a contar al reloj?

Santiago Vargas Domínguez

Investigador del Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad Nacional de Colombia

René Restrepo Gómez

Doctor en Física, investigador de la Escuela de Ciencias Aplicadas e Ingenierías EAFIT

Ilustración

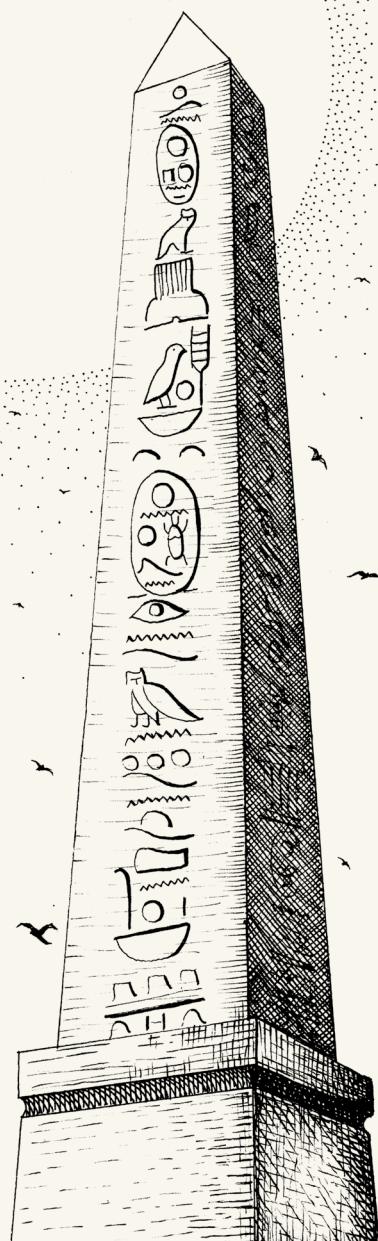
María Clara Jaramillo

Comunicadora social e ilustradora

Antes de los engranajes, los calendarios y las alarmas digitales, incluso antes de que el ser humano pensara en dividir el día en horas y minutos, ya existía un maestro del tiempo en el cielo. Nuestro Sol es la gran referencia que marca el inicio del día, el cambio de estaciones, el ritmo de las cosechas ¡y de la vida misma!

Durante milenios, nuestros antepasados miraron al cielo para entender el paso del tiempo. Observaron la luz y las sombras, la duración de los días, el vaivén de las estaciones. El Sol fue su guía, su reloj natural, su calendario celeste.

Fue nuestra estrella la que nos brindó la primera noción del tiempo, al permitirnos medir los ciclos de muchos fenómenos naturales. Aún hoy, aunque tenemos relojes atómicos, seguimos dependiendo de nuestro Sol, más de lo que imaginamos.



El reloj más antiguo del mundo

¿Qué hora es? Para saberlo, basta una simple, pero aguda mirada al cielo.

Los antiguos egipcios lo sabían. Erigían **obeliscos** cuya sombra proyectada indicaba el paso del día. A medida que la sombra se movía, los observadores atentos podían dividir el día en segmentos y anticipar el momento de realizar ciertos trabajos o rituales.

Un obelisco es, en esencia, un **gnomon** gigante, es decir, un instrumento clavado verticalmente en el suelo que convierte la luz del Sol en la materia prima para medir el tiempo. El obelisco fue uno de los primeros **relojes solares** conocidos, aunque no tenía números ni manecillas.

En la América precolombina, las culturas mesoamericanas marcaban los **solsticios** y los **equinoccios** mediante alineaciones de piedras y estructuras ceremoniales. Sabían que el Sol no siempre salía por el mismo punto en el horizonte y usaban esos desplazamientos para marcar el paso de las estaciones, regular los ciclos agrícolas y celebrar festividades.

En Europa sobrevive Stonehenge, un gran círculo megalítico aún envuelto en misterio que está alineado con la salida del Sol en el solsticio de verano, una prueba de que desde hace milenios los humanos hemos observado al Sol no solo con asombro, sino con precisión.

Nuestra estrella rige los ciclos de la vida. Las cosechas, las migraciones, los rituales religiosos y las actividades cotidianas han estado sincronizados con su posición en el cielo. Solo hasta los días de Einstein y su teoría de la **relatividad especial**, descubrimos que el tiempo es mucho más complejo que los ciclos que percibimos en nuestra escala, y que su transcurso también depende del observador.

Desde nuestra perspectiva terrestre, el Sol parece moverse por el cielo. Sin embargo, es la Tierra la que gira sobre su propio eje. Ese giro, que tarda aproximadamente veinticuatro horas, es lo que define lo que llamamos *un día*. Por su parte, la Tierra, que orbita a casi ciento cincuenta millones de kilómetros del Sol, completa un ciclo completo alrededor de él en poco más de trescientos sesenta y cinco días. Ese ciclo define *un año*, un *año solar*. Hoy en día, los relojes mecánicos y digitales, con

sus engranajes y algoritmos, no hacen más que imitar lo que el cielo lleva milenios enseñándonos: que el tiempo es movimiento, repetición y también cambio.

Al igual que los obeliscos egipcios, los relojes atómicos más precisos en la actualidad se ajustan con referencia a fenómenos astronómicos. De alguna forma, seguimos mirando al Sol para que nuestros relojes no pierdan el ritmo.

Relojes que miran a las estrellas

La luz del Sol tarda ocho minutos y veinte segundos en llegar a la Tierra. Esto significa que todo lo que vemos en el cielo, incluso al Sol, es pasado. Es decir, el presente está ligeramente alterado por la velocidad de la luz.

En realidad, cuando levantamos la mirada para admirar un amanecer o una puesta de Sol, lo que vemos ya sucedió. En otras palabras, hacemos **arqueología cósmica**.

Este desfase se vuelve aún más impresionante cuando observamos otros astros. La luz de la estrella más cercana luego del Sol, Próxima Centauri, tarda más de cuatro años en llegar a nuestro planeta. ¡Observar esa estrella hoy es ver cómo era hace poco más de cuatro años!

Cuando estudiamos galaxias distantes a través de **telescopios espaciales** como el James Webb, estamos viendo luz emitida hace miles de millones de años, incluso antes de que existiera la Tierra. La astronomía es una ciencia del pasado, una verdadera máquina del tiempo que nos permite ver el universo como fue, no como es.

Gracias a estas observaciones, hemos logrado descubrir el tiempo a escalas que van más allá de la experiencia humana. Sabemos, por ejemplo, que el Sol nació hace unos cuatro mil seiscientos millones de años, cuando una nube interestelar de gas y polvo colapsó bajo su propia gravedad. En su interior se encendieron las reacciones nucleares que alimentan a nuestra estrella hasta el día de hoy.

También sabemos que dentro de unos cinco mil millones de años nuestro Sol se transformará en una **estrella gigante roja**, engullirá a Mercurio y a Venus, y tal vez a la Tierra. Luego expulsará sus capas externas y quedará como una enana blanca,

un corazón estelar que se irá enfriando lentamente durante muchísimos años.

Estas escalas temporales no se miden con relojes, sino con modelos, observaciones y extrapolaciones físicas, pero también con paciencia: cuando estudiamos las estrellas, el tiempo se vuelve otro, se transforma en un **tiempo profundo**, donde una vida humana es apenas un parpadeo.

Los relojes más exactos del mundo, aquellos que se utilizan hoy para la navegación con Sistemas de Posicionamiento Global —GPS por sus siglas en inglés—, también para sincronizar Internet y para realizar experimentos científicos de altísima precisión, están sintonizados con relojes atómicos que, a su vez, se comparan con fenómenos cósmicos.

Un **reloj atómico** óptico emplea un láser que emite luz visible o ultravioleta, a una frecuencia extremadamente alta, la cual resuena exactamente con la transición atómica óptica de materiales como el cesio o el estroncio.

Un átomo de estroncio, enfriado a temperaturas cercanas al cero absoluto —doscientos setenta y tres grados centígrados bajo cero—, permite que la sincronización entre las frecuencias del láser y las transiciones electrónicas atómicas puedan contarse con altísima precisión, y así medir el tiempo, garantizando una mayor resolución y un menor error acumulado.

Algunos investigadores incluso proponen usar púlsares, estrellas de neutrones que giran cientos de veces por segundo y emiten pulsos regulares de radio, para sincronizar relojes atómicos. Se espera que estos cuerpos celestes sean relojes naturales para futuras **naves interestelares**.

Si el Sol fue nuestro primer reloj, las estrellas pueden ser nuestros relojes del futuro a escalas cósmicas, fuera de nuestro vecindario solar.

Mientras tanto, aquí seguimos, en esta pequeña esfera azul que gira en torno a una estrella promedio, en un brazo espiral de una galaxia cualquiera.

¿Tiempo para qué?

Cuando el tiempo se nos escapa entre pantallas, notificaciones y agendas saturadas, volver la mirada al Sol es un acto poético. Pero es también un acto profundamente científico, biológico... y necesario.

Hemos perfeccionado métodos para medir el tiempo hasta fracciones inimaginables, de milmillonésimas de segundo, que definen operaciones bancarias, procesos de sincronización satelital y pruebas de física de partículas.

Sin embargo, en medio de la exactitud extrema, algo se perdió: la conexión con los ritmos naturales, con el día que comienza cuando el Sol asoma y con la noche que invita al descanso. Perdimos la experiencia de **sentir el tiempo**, no solo de contarla.

La influencia del Sol va más allá de la luz. Su actividad durante los picos del ciclo solar cada once años, puede desencadenar fenómenos como eyecciones de masa coronal y **tormentas geomagnéticas** que afectan directamente el clima espacial. Estas tormentas pueden interferir con las comunicaciones satelitales, dañar instrumentos en órbita e incluso alterar los sistemas de navegación global.

Nuestros relojes más precisos, los atómicos, están alojados en satélites que orbitan la Tierra y sincronizan toda la infraestructura digital, desde los cajeros automáticos hasta los vuelos comerciales. Una perturbación solar puede afectarlos y tener un efecto en cascada sobre la sincronización global del tiempo.

Paradójicamente, una explosión en la atmósfera del Sol puede llegar a desordenar los segundos más exactos de nuestra civilización. Estudiar el Sol, como lo han hecho astrónomos, campesinos, culturas ancestrales y contemporáneas, es también estudiar cómo nos organizamos como sociedad. Porque el tiempo no es solo una dimensión física: es también un **acuerdo social**, una experiencia subjetiva, un pulso que nos une a todo lo que nos rodea.

Quizás la pregunta no sea solo cómo medimos el tiempo, sino para qué lo medimos. ¿Lo hacemos para estar más conectados, o más apurados? ¿Para comprender los ciclos de la vida o para dominarlos? ¿Nos servirá para entender que la medida del tiempo es relativa? ¿O para construir máquinas que nos permitan establecer sociedades en planetas alejados del nuestro? ¿Puede el Sol enseñarnos una forma más sabia de vivir el tiempo?

Hay un ritmo más profundo que late en el universo, en nuestro cuerpo y en la Tierra misma. Un ritmo que no inventamos, pero que podemos aprender a escuchar, impulsados por la curiosidad humana y el conocimiento de la física, que nos ha permitido llegar hasta donde estamos.

