

# El tiempo



Los relojes están por todas partes, incluida nuestra muñeca.

**Julia Tagüeña**

Centro de Investigación en Energía, UNAM  
Academia de Ciencias de Morelos

*Vamos a guardar este día  
entre las horas para siempre*  
**Jaime Sabines**

**T**odos tenemos una idea intuitiva de qué es el tiempo, pero como suele suceder con todo lo cotidiano, sentirlo y explicarlo son dos cosas muy diferentes. Hay un tiempo objetivo y uno subjetivo, de ahí viene tanta riqueza. Hay un tiempo que mide el reloj y un tiempo que mide el estado de ánimo. Nuestra experiencia del tiempo depende de nuestra edad, de nuestro estrés, de nuestra cultura. ¿A dónde va el tiempo? ¿Qué hacemos con el ocio, con el tiempo libre? Hay expresiones artísticas que son en cierta manera temporales, como la poesía y la música, con su ritmo y sus repeticiones, a diferencia de las artes espaciales, como la escultura y la arquitectura. Tanto en la ciencia,

como en el arte, como en la vida cotidiana, más que el tiempo nos interesan los cambios en el tiempo, qué pasa en los intervalos, en los momentos. La diferencia de tiempos nos lleva a las matemáticas y al concepto de límite, cuando el intervalo de tiempo se hace cada vez más pequeño.

En física las propiedades deben de cuantificarse, medirse, para poder hablar de ellas. Lo más fácil es explicar el tiempo a partir de su medición. Para medir hay que definir unidades y aparatos. Lo que es interesante del concepto tiempo es que para medirlo tenemos que usar un movimiento periódico, es decir un movimiento que se repite. La Tierra girando alrededor de ella misma, girando alrededor del Sol, un péndulo yendo y viniendo. Los relojes se han ido perfeccionando. Antes eran todo referencias astronómicas. Ahora los relojes atómicos se calibran con las vibraciones de átomos de cesio y ese sí es un reloj único, más confiable que el basado en los planetas. Podemos medir nanosegundos. Pero nuestra mente no puede detectar eso. En

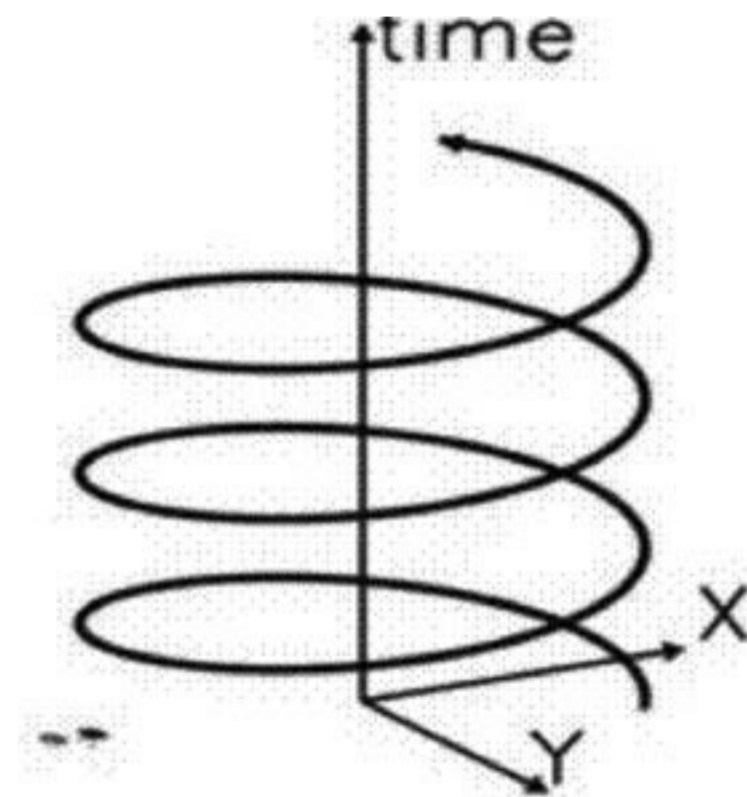
un milisegundo un bat golpea una bola y una piedra entra al agua. No podemos distinguir qué pasa en menos tiempo que eso. Para nosotros en un nanosegundo la pelota y la piedra no se mueven, pero sí es una unidad importante para un GPS (por *Global Positioning System* que localiza la posición mediante las señales de los satélites de comunicación), que podría dar un error de casi medio metro. Esa capacidad de medir el tiempo nos ha hecho ir cada vez más rápidamente, buscar cada vez más récords de velocidad en los deportes y hablar de diferencias de fracciones de segundo. Medir el tiempo en forma tan precisa ha cambiado nuestro estilo de vida. Entonces, lo más fácil para hablar del tiempo es hablar de relojes. Es bastante común ver exposiciones en museos de ciencia de diferentes relojes y de los diferentes mecanismos para medir el tiempo, a lo largo de la historia de nuestra especie. Es impresionante cómo los relojes que estaban sólo en poder de unos cuantos personajes en el pasado, se han vuelto un instru-

mento que cualquiera puede llevar hoy en la muñeca.

Por un lado, en el desarrollo científico y tecnológico, está la capacidad de medir el tiempo cada vez con más precisión. Sin embargo, por otro lado, el propio concepto del tiempo ha ido cambiando a medida que sabemos más. También han surgido nuevas preguntas, como siempre sucede cuando avanza el conocimiento. Es importante hacer notar que en la llamada física clásica de Newton, la que aprendemos en la preparatoria, no hay una direccionalidad en el tiempo. Las ecuaciones que describen el movimiento son simétricas e iguales si el tiempo avanza o retrocede. Sin embargo, nosotros sabemos bien que el tiempo tiene una direccionalidad y nunca amanecemos siendo más jóvenes que el día anterior. Esta direccionalidad en el tiempo, la

llamada flecha del tiempo, la da la segunda ley de la termodinámica. Ciertos fenómenos suceden en un orden, un orden irreversible. Esto está relacionado con el concepto de entropía y en un sistema aislado la entropía aumenta y eso define la orientación temporal. Si se rompe un objeto lo hace en mil pedazos, la entropía aumenta, la posibilidad de que caiga igual que era antes de la rotura es tan pequeña, que nunca sucede, esta falta de reversibilidad da la direccionalidad en el tiempo. En el estudio de los sistemas fuera del equilibrio, de los sistemas vivos, la irreversibilidad se considera una característica del tiempo (para leer más sobre termodinámica y la entropía, se sugiere leer las contribuciones de Francois Leyvraz del 21 y 28 de diciembre de 2009, en esta misma sección). Hay también una flecha psicológica del tiempo, pues hay memoria del pasado, pero no del futuro, además se habla de una flecha cosmológica del tiempo, que viene desde la gran explosión y está dada por la expansión del universo.

Antes del siglo XX el tiempo se consideraba absoluto. Es decir, mi reloj marca lo mismo si estoy quieto en una silla o si me muevo a una cierta velocidad. La teoría especial de la relatividad acabó



La Tierra se mueve alrededor del Sol en una elipse, pero esta elipse se desplaza el tiempo: nunca vuelve a pasar por el mismo espacio-tiempo.

# ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

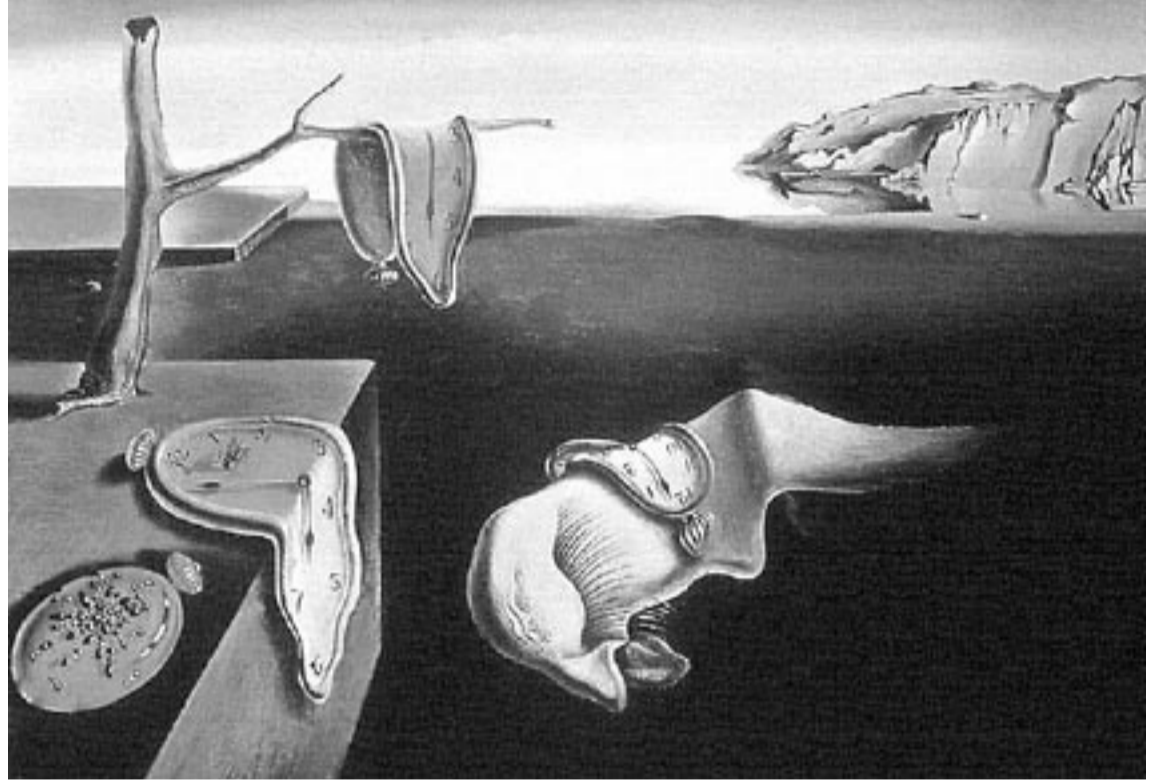


con este absoluto. Los sistemas de referencia inerciales están en reposo o moviéndose con velocidad constante. El principio galileano de relatividad dice que las leyes de la mecánica son equivalentes en sistemas inerciales, es decir, en sistema moviéndose con velocidad uniforme entre ellos. Se pensaba que el tiempo valía lo mismo en ambos sistemas, pero no. Lo que es constante es la velocidad de la luz. Entonces todos los conceptos fundamentales, longitud, masa y tiempo tuvieron que revisarse. El tiempo se dilata cuando aumenta la velocidad, por eso sucede la paradoja de los gemelos. El que se va de viaje a una velocidad cercana a la de la luz, regresa mucho más joven que el que se queda en la Tierra.

Además, la teoría general de la relatividad que se refiere a los sistemas de referencia acelerados, unió al tiempo con el espacio. Una de sus principales características es la curvatura del espacio-tiempo. La gravedad es una consecuencia

de esta curvatura. La Tierra no se mueve en una elipse alrededor del Sol, sino en una espiral pues hay una dimensión más: la del tiempo. Ambas teorías, la especial y la general, debidas a Albert Einstein, cambiaron completamente la definición del tiempo.

Para terminar, no hay que olvidar un punto de contacto entre la literatura y la ciencia, esto es la ciencia ficción, donde los viajes en el tiempo son un tema favorito, no necesariamente sustentado en principios físicos. Por ejemplo, recordemos el precioso cuento de Ray Bradbury, *El ruido de un trueno* (*A sound of Thunder*) escrito en 1952. En él, unos cazadores viajan en el tiempo hasta llegar a la prehistoria y sin darse cuenta matan a una mariposa. Cuando vuelven al presente se dan cuenta que el mundo en que se encuentran es totalmente diferente al que conocían. La muerte de esa mariposa provocó un efecto en cadena que impidió la existencia de millones de sus descendientes.



La persistencia de la memoria, Salvador Dalí (1931).

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: [www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)

## La Unión

DE MORELOS

### División Impresos

Tiene para usted:

- Toda clase de impresión,
- Periódicos, Revistas,
- Trípticos, Volantes, Poster, etc.
- En papel, bond, couché, estándar (papel periódico), etc.
- En blanco y negro y a Todo Color



Llámenos o visítenos:  
Av. Vicente Guerrero #777 Col. Tezontepec,  
Tel. 311 4631 al 34 ext 235

[pizalup@hotmail.com](mailto:pizalup@hotmail.com) • [juan\\_hobart@hotmail.com](mailto:juan_hobart@hotmail.com)  
[alejandraespinalopez@hotmail.com](mailto:alejandraespinalopez@hotmail.com)

La Unión, el periódico más leído en Morelos.