



Ilustración: HUGO SALAIS

# Tic-Tac

por CHANTAL FERRER ROCA

**E**n la película *Amarcord*, Fellini despliega su infancia en Rímimi. Un mundo de ayer, poblado de personajes entre grotescos y tiernos, en el que no falta la escuela. La profesora de arte habla de Giotto mojando una galleta en un termo de sospechoso contenido, mientras el de latín se concentra en impedir que caiga la colilla del cigarrillo. Bongioanni, el de ciencias, permanece de pie sujetando una gruesa piedra atada a un hilo y pregunta: «¿Qué es esto?». Respuestas: «una piedra», «una honda», «una pelota de elefante...». «Os lo diré yo: es un péndulo. Habréis visto infinidad de veces en vuestras casas un reloj de péndulo». Será una impresión mía, pero ¿no parece más amable la mirada de Fellini con este profesor que ha bajado de la tarima y ha abierto el aula a las demostraciones y al diálogo?

Se dice que Galileo Galilei quedó fascinado con el péndulo y su funcionamiento desde joven, al observar las oscilaciones de la lámpara de la catedral de Pisa. Quizá, pero creo que el péndulo debió formar parte del léxico familiar desde la cuna, con un padre que, además de dotado músico (práctico y teórico), estudiaba la acústica de cuerdas y tubos mediante experimentos y buscaba explicar el origen de la disonancia. Las contribuciones de Galileo a la comprensión del péndulo se plasmarían en la tecnología de los relojes algunos decenios después. Durante sus años en Padua, instaló uno de 10 metros que podía ver oscilar desde su ventana en la universidad. Hay quien afirma que le habría permitido observar el giro provocado por la rotación de la Tierra, como haría Léon Foucault dos siglos después: ¿una ocasión perdida?

**ATRÉVETE:** Puedes hacer un péndulo con cualquier objeto (una plomada, una pelota, una bola de plastilina o una bolita navideña rellena de sal o lentejas) atado a un hilo ligero. Sujeta el extremo libre del hilo con la mano o a algún saliente con una pinza. **1.** Mide la longitud del péndulo, desde la sujeción al centro del objeto ( $L=32$  cm, por ejemplo) y ponlo a oscilar desviándolo unos  $20^\circ$  de la vertical. **2.** Con el péndulo oscilando, cronometramos 10 oscilaciones completas (ida y vuelta a la posición de partida). Obtengo, por ejemplo,  $t=11,4$  s. Luego el periodo  $T=t/10=1,14$  s. **3.** Acorta el hilo a la mitad y repite la medida. Ahora  $t'=8$  s y  $T'=t'/10=0,8$  s; el periodo es menor. **4.** Podemos ver que  $(T/T')^2=1,43^2=2$  y también que  $L/L'=2$ . Parece que el cuadrado del periodo depende de la longitud.

**Prueba y verifica con otras longitudes y continúa experimentando con la demo 165 de la «Colección de Demos-traciones de Física de la Universitat de València».** <http://go.uv.es/ferrerch/pendulo>

Como afirma Galilei en sus *Discursos y demostraciones matemáticas sobre las dos nuevas ciencias*: «A partir de cosas comunes, y diría que incluso ordinarias, obtenéis noticias muy curiosas y nuevas, y a menudo alejadas de cualquier imaginación». Una de ellas, sorprendente si nos paramos a pensarlo, es que no hay forma de obligar a un péndulo a oscilar a un ritmo diferente del que le es propio y que está determinado exclusivamente por su longitud. Es decir, el péndulo es isócrono: no importan su masa ni (dentro de un cierto margen) la amplitud de su oscilación. El tiempo que emplea en ir y volver, el periodo, es constante y solo cambia si alargamos el hilo (mayor periodo) o lo acortamos (menor periodo). Si tras experimentar con un péndulo llegamos a esta conclusión de forma autónoma, demostraremos haber alcanzado la madurez cognitiva, lo que Piaget denomina la etapa de las operaciones formales. ¿Habrá hecho el experimento Trump?

## «No hay forma de obligar a un péndulo a oscilar a un ritmo diferente del que le es propio y que está determinado exclusivamente por su longitud»

Esto hizo pensar que se podía definir el metro como la longitud de un péndulo cuyo periodo fuera 1 segundo: verificable en cualquier lugar del globo. Pero... cuando Jean Richer viajó en 1671 a la Guayana, tuvo que acortar el péndulo 3 mm para que su periodo fuera el medido en París. Al traste con la universalidad, pero se acababa de inventar la gravimetría: la aceleración de la gravedad  $g$  cambia con la latitud por la forma achatada de la Tierra y afecta al periodo del péndulo. No digamos si cambiamos de planeta: ya alunizados, los astronautas del Apolo XIV soltaron una correa de sujeción de la carga, que se puso a oscilar (visible en los vídeos). Del periodo se deduce que el valor de  $g$  coincide, sin duda, con el de la Luna (por esas teorías «conspiranoicas» que circulan...).

«Habréis visto infinidad de veces en vuestras casas un reloj de péndulo. ¿Y cómo hace? ¿Eh? ¿Cómo hace?», dice Bongioanni. Toda la clase a coro, oscilando al ritmo del péndulo: «Tic-tac, tic-tac, tic-tac». En el fondo del aula, se ve a un pilluelo hacer un corte de mangas. ☺

**CHANTAL FERRER ROCA.** Directora del Departamento de Física Aplicada y Electromagnetismo de la Universitat de València.