



Il·lustració: HUGO SALAIS

# Tic-Tac

per CHANTAL FERRER ROCA

**E**n la pel·lícula *Amarcord*, Fellini desplega la seua infància en Rímimi. Un món d'ahir, poblat de personatges entre grotescos i tendres, en el qual no falta l'escola. La professora d'art parla de Giotto sucant una galeta en un termos de contingut sospitós, mentre el de llatí es concentra a impedir que caiga la punta del cigarret. Bongioanni, el de ciències, roman dempeus subjectant una pedra ben grossa lligada a un fil i pregunta: «Què és això?». Respostes: «una pedra», «una fona», «una pilota d'elefant...». «Us ho diré jo: és un pèndol. Deveu haver vist infinitat de vegades a les vostres cases un rellotge de pèndol». Deu ser una impressió meua, però no sembla més amable la mirada de Fellini cap a aquest professor que ha baixat de la tarima i ha obert l'aula a les demostracions i al diàleg?

Diuen que Galileu Galilei va quedar fascinat amb el pèndol i el seu funcionament des de jove, en observar les oscil·lacions del llum de la catedral de Pisa. Potser, però trobe que el pèndol degué formar part del lèxic familiar des del bressol, amb un pare que, a més de músic dotat (pràctic i teòric), estudiava l'acústica de cordes i tubs mitjançant experiments i buscava explicar l'origen de la dissonància. Les contribucions de Galileu a la comprensió del pèndol es plasmarien en la tecnologia dels rellotges alguns decennis després. Durant els seus anys a Pàdua, va instal·lar-ne un de 10 metres que podia veure oscil·lar des de la seua finestra a la universitat. Hi ha qui afirma que li permeté observar el gir provocat per la rotació de la Terra, com faria Léon Foucault dos segles després: una ocasió perduda?

**ATREVEIX-TE:** Pots fer un pèndol amb qualsevol objecte (una plomada, una pilota, una bola de plastilina o una boleta nadalenca farcida de sal o llentilles) lligat a un fil lleuger. Subjecta l'extrem lliure del fil amb la mà o a algun sortint amb una pinça. **1.** Mesura la longitud del pèndol, des de la subjecció al centre de l'objecte ( $L=32$  cm, per exemple) i posa'l a oscil·lar desviant-lo uns  $20^\circ$  de la vertical. **2.** Amb el pèndol oscil·lant, cronometrem 10 oscil·lacions completes (anada i tornada a la posició de partida). Obtinc, per exemple,  $t=11,4$  s. Així, el període  $T=t/10=1,14$  s. **3.** Escurça el fil a la meitat i repeteix la mesura. Ara  $t'=8$  s i  $T'=t'/10=0,8$  s; el període és menor. **4.** Podem veure que  $(T/T')^2=1,43^2=2$  i també que  $L/L'=2$ . Sembla que el quadrat del període depèn de la longitud.

**Prova i verifica amb altres longituds i continua experimentant amb la demo 165 de la «Col·lecció de Demostracions de Física de la Universitat de València».** <http://go.uv.es/ferrerrch/pendulo>

Com afirma Galilei en els seus *Discursos i demostracions matemàtiques sobre les dues noves ciències*: «A partir de coses comunes, i diria que fins i tot ordinàries, obteniu notícies molt curioses i noves, i sovint allunyades de qualsevol imaginació». Una de les quals, sorprenent si ens pensem a pensar-ho, és que no hi ha manera d'obligar un pèndol a oscil·lar a un ritme diferent del que li és propi i que està determinat exclusivament per la seua longitud. És a dir, el pèndol és isòcron: no importen la massa que tinga ni (dins d'un cert marge) l'amplitud de l'oscil·lació. El temps que tarda a anar i tornar, el període, és constant i només canvia si allarguem el fil (major període) o l'escurcem (menor període). Si després d'experimentar amb un pèndol arribem a aquesta conclusió de manera autònoma, demostrarem haver aconseguit la maduresa cognitiva, allò que Piaget denomina l'etapa de les operacions formals. Deu haver fet l'experiment Trumpf?

## «No hi ha manera d'obligar un pèndol a oscil·lar a un ritme diferent del que li és propi i que està determinat exclusivament per la seua longitud»

Això va fer pensar que es podia definir el metre com la longitud d'un pèndol el període del qual fora 1 segon: verificable en qualsevol lloc del globus. Però... quan Jean Richer va viatjar en 1671 a la Guaiana, va haver d'escurçar el pèndol 3 mm perquè el seu període fora el mesurat a París. La universalitat se'n va anar en orris, però s'acabava d'inventar la gravimetria: l'acceleració de la gravetat  $g$  canvia amb la latitud per la forma aplatada de la Terra i afecta el període del pèndol. No diguem si canviem de planeta: ja allunats, els astronautes de l'Apol·lo XIV van soltar una corretja de subjecció de la càrrega, que es va posar a oscil·lar (visible en els vídeos). Del període es dedueix que el valor de  $g$  coincideix, sens dubte, amb el de la Lluna (per aquelles teories «conspiranoiques» que circulen...).

«De segur que heu vist infinitat de vegades a les vostres cases un rellotge de pèndol. I com fa? Eh? Com fa?», diu Bongioanni. Tota la classe a l'uníson, oscil·lant al ritme del pèndol: «Tic-tac, tic-tac, tic-tac». En el fons de l'aula, es veu un bordegàs fer botifarra. ☺

**CHANTAL FERRER ROCA.** Directora del Departament de Física Aplicada i Electromagnetisme de la Universitat de València.