



## Cent anys de la mort de Boltzmann

El 6 de setembre de 1906, Ludwig Boltzmann se suïcidà en un hotel de la ciutat de Duino —la població on, setze anys després, Rilke inicià els poemes de les cèlebres *Elegies*—, prop de Trieste. No sabem què provocà la dràstica decisió de Boltzmann. Foren les polèmiques científiques? Foren problemes de salut? Fou alguna decepció profunda i secreta? Així com hi ha novel·les sobre la mort de Virgili o la de Baudelaire, la mort de Boltzmann podria ser el pretext d'una novel·la sobre la ciència, la filosofia, sobre un moment de la història d'Europa.

Si Boltzmann se suïcidà per motius científics, va patir un error de perspectiva: l'any 1906 no es podia considerar de cap manera l'any de la seva derrota, sinó de la seva victòria. La seva obra havia estat fonamental en els inicis de la física quàntica. Planck, Einstein, Nernst en foren grans admiradors. Planck —que fou qui va escriure la cèlebre fórmula  $S = k \ln W$ , que figura com a epitafi a la tomba de Boltzmann, a Viena, tot i que ell mai no l'expressà en aquests termes— s'inspirà en la fórmula de Boltzmann per descriure els hipotètics oscil·ladors de les parets d'un cos negre, tot i que va haver d'anar més enllà i afegir-hi un ingredient de discontinuïtat que el mateix Planck tardà anys a acceptar del tot.

Einstein inicià la seva obra científica sota l'advocació de

Boltzmann, en un sentit doble. El seu primer objectiu científic fou buscar proves de la constitució atòmica de la matèria. Primer, ho intentà a partir de la tensió superficial dels líquids. Tot seguit —el 1902— ho intentà altra vegada estudiant les fluctuacions dels sistemes termodinàmics. Per a això, invertí la fórmula de Boltzmann i expressà la probabilitat de les fluctuacions en funció de les variacions d'entropia. La idea de relacionar entropia, fluctuacions i caràcter discret de la matèria el dugué, el 1905, a l'estudi del caràcter corpuscular de la radiació, a partir de l'entropia d'aquesta, obtinguda integrant la llei de Wien. L'interès per les fluctuacions de posició i de velocitat el dugué a estudiar el moviment brownià per tal de determinar el valor del nombre d'Avogadro. Perrin recopilà i dugué a terme les diverses avaluacions del nombre d'Avogadro, fins a fer irrefutable el caràcter corpuscular de la matèria. Podríem dir que cap al 1906 o 1907, Boltzmann, atomista, havia guanyat la partida a Mach i Ostwald, energetistes —una de les derrotes més sonades del positivisme en ciència.

Però fins i tot els fracassos de Boltzmann van ser fèrtils. La demostració del teorema d'equipartició va ser un èxit de Boltzmann, però la realitat no satisfieia, moltes vegades, el teorema. Lord Kelvin, en un

discurs sobre els problemes oberts de la física l'any 1900, esmentà el problema de les calors específiques. Per què la calor específica dels gasos diatòmics val  $5R/2$  en lloc de  $3R$ ? — $R$ , la constant dels gasos ideals. Per què la calor específica d'alguns sòlids és més petita que el valor indicat pel principi d'equipartició? Einstein aplicà a la física de les vibracions de la matèria el principi de quantificació proposat per Planck. El seu èxit suposà l'empenta decisiva a la física quàntica incipient. Fins al 1924, amb les estadístiques de Bose-Einstein i de Fermi-Dirac, no es va comprendre per què la calor específica dels gasos tendeix a zero a baixes temperatures —disset anys després de comprendre-ho per als sòlids.

Boltzmann ens llegà algunes equacions essencials de la física: la ja esmentada de l'entropia —expressada de manera diferent—, i l'equació per a l'evolució de la funció de distribució de probabilitats. Cansat d'atacs, Boltzmann va escriure al pròleg del seu llibre sobre teoria cinètica: «He lluitat sol contra molts, però el meu treball no serà en va. Quan sigui acceptada universalment la idea atòmica de la matèria, el meu treball permetrà als altres avançar molt més ràpidament.» Així va ser i, cent anys després de la seva mort, li ho agraïm.

David Jou