

Ciència i societat

The Privilege of Being a Physicist
Victor F. Weisskopf; 237 pàg.; W. H. Freeman
and Company (Nova York, 1989)

Aquells que vam seguir un curs de física nuclear a les dècades dels seixanta i setanta, associem el nom de V. Weisskopf amb el d'un text avançat del qual és autor (J.M. Blatt i V.F. Weisskopf, *Theoretical Nuclear Physics*, Wiley, 1962). Després de llegir el llibre que ens ocupa, el recordarem també com a un formidable divulgador de la ciència i del paper social d'aquesta.

El llibre és un recull d'assaigs, escrits entre els anys 1969 i 1988, en els que es descriu la concepció que té de la ciència un dels físics més eminents d'aquest segle. Weisskopf és ben conegut pels seus treballs teòrics sobre electrodinàmica quàntica, física nuclear i física de partícules. Va obtenir el títol de doctor a la Universitat de Göttingen l'any 1931. Després va treballar amb N. Bohr i amb W. Pauli (va ser ajudant d'aquest a Zurich); va emigrar a Amèrica el 1937. Entre 1943 i 1945 va participar al projecte Manhattan a Los Alamos. El 1945 és nomenat professor de física al Massachussets Institute of Technology, on ara és professor emèrit. Des del 1961 al 1965 va ser director general del Centre Europeu per la Recerca Nuclear (CERN). Weisskopf s'ha caracteritzat pel seu esforç en fer arribar la profunditat i bellesa del coneixement científic, i els perills de l'abús tecnològic, al gran públic. Ha estat també un defensor incansable de la necessitat de frenar la cursa d'armaments nuclears.

La majoria dels assaigs són de lectura agradable, fins i tot apassionant alguns d'ells. Al llarg de tot el llibre, Weisskopf mostra un coneixement profund del problema més actuals de la física, coneixement que és fa palès en la claredat i simplicitat de l'exposició que fa d'aquests problemes i de les seves implicacions. L'únic aspecte criticable és la repetició de certes idees bàsiques en diferents parts del llibre, encara que això és difícil d'evitar en una obra d'aquestes característiques.

En el primer assaig, que dona nom al llibre, es considera la diversitat de les influències de la ciència en la societat des del punt de vista moderadament optimista del científic, conscient que el seu treball és una de les formes més nobles d'activitat intel·lectual. El segon assaig, "Threats and Promises", és una reflexió sobre els aspectes positius (millora de la qualitat de vida en

general) i negatius (cursa d'armaments entre les superpotències, degradació del medi ambient) de les aplicacions tecnològiques de la ciència.

El capítol II consta de quatre assaigs sobre la relació ciència-cultura: el caràcter humà de la ciència, la necessitat de millorar-ne l'ensenyament per fomentar la curiositat pel "com" i el "per què" del nostre entorn, la dualitat art-ciència i les fronteres de la ciència.

El tercer capítol conté treballs típicament divulgatius. El primer assaig, "What is Quantum Mechanics?", presenta la revolució quàntica com un drama en cinc parts, pròleg i quatre actes, amb una claredat de conceptes extraordinària. Els tres assaigs "What is an Elementary Particle?", "Contemporary Frontiers in Physics" i "The Origin of Universe" completen un interessant viatge pels dominis de la recerca més actual.

El primer assaig del capítol quart, "Wolfgang Pauli", és un reconeixement de la gran influència que aquest va exercir sobre l'autor. Fins i tot les nombroses anècdotes provocades per les peculiars maneres de Pauli, són en boca de Weisskopf un homenatge respectuós al mestre i model. El segon assaig d'aquest capítol és una meditació comprensiva sobre les raons de la permanència de W. Heisenberg a l'Alemanya nazi durant la guerra.

L'últim capítol conté una entrevista i tres assaigs sobre ciència i societat. L'entrevista (realitzada el 1982) se centra en els problemes de l'armament nuclear, la pol·lució i l'energia nuclear pacífica. Els assaigs que completen la col·lecció tracten sobre els perills de la tecnologia i la inutilitat de la cursa d'armaments, incloent-hi la iniciativa de defensa estratègica de Reagan.

En resum, el llibre és mereixedor del comentari que li dedica Hans Bethe a la contraportada: "Una vegada més, llegir el llibre de Weisskopf és una delícia. El recomano a tothom".

Francesc Salvat

Caos

¿Juega Dios a los Dados?
Ian Stewart; 319 pàg.; Drakontos, Ed. Crítica
(Barcelona, 1991)

El caos és un tema que s'ha posat de moda. Es tracta d'una moda relativament nova, de la dècada dels vuitanta. Tanmateix, les contribucions seminals de Poincaré ja tenen prop de cent anys.

Durant molt temps s'havia pensat que l'univers era determinista en els sentit newtonià que expressa

Laplace en la seva famosa cita: “Un ésser intelligent que conegués en un cert instant totes les forces de la natura i les posicions dels éssers que la componen, i que fos prou gran per poder analitzar totes aquestes dades, podria condensar en una única fórmula el moviment de tots els objectes de l’univers [...] tant el futur com el passat serien davant dels seus ulls.”

Això es tenia per cert, si més no en la física newtoniana, en la qual, per obra dels teoremes d’existència i unicitat de solucions per als sistemes diferencials, les lleis de força juntament amb les dades de posició i velocitat inicials determinen una única evolució. La física quàntica era tota una altra cosa, ja que mai no es podia tenir un coneixement complet de l’estat inicial.

Però el fenomen del caos és un comportament aleatori que ja es dona en sistemes clàssics. És conseqüència de la nostra incapacitat de donar les dades inicials amb una precisió absoluta, combinada amb el fet que en determinats sistemes, molt més freqüents que no sembla, una petita variació en les dades inicials produeix a llarg termini una gran desviació en les solucions. De fet són rars els sistemes clàssics que no en presenten, de caos. I no cal que es tracti de sistemes molt complicats, en els quals intervinguin molts cossos i lleis de força complexes. Si que és important però que el sistema no sigui lineal.

En aquesta obra, Ian Stewart ens proposa un passeig pel caos. L’autor és un excel·lent divulgador, com testimonien altres obres divulgatives seves sobre altres camps de la matemàtica —*Les fractals, Oh! Catastrophe*— i sense gaire coneixements previs per part del lector, el vol és interessant i aclaridor.

Comença mostrant-nos com un sistema senzill, el moviment d’Hiperió, el satèl·lit de Saturn, és totalment impredecible, per bé que les seves lleis són simples: les de la gravitació i la mecànica clàssiques. I tot seguit mostra un sistema més senzill encara, la iteració de la funció $f(x) = kx^2 - 1$, que presenta comportament caòtic, aparentment aleatori, per a determinats valors de k , el paràmetre, mentre que per a d’altres té un comportament determinista.

Especialment interessant és el capítol dedicat a Henri Poincaré, l’estudi del problema dels tres cossos, i la introducció de conceptes fonamentals per a l’estudi qualitatiu de les solucions, com ara la secció de Poincaré, que permet de relacionar els sistemes dinàmics i les aplicacions iterades, del tipus $x_{n+1} = f(x_n)$.

En l’estudi d’un model reduït del problema dels tres cossos, en què un d’aquests té una massa molt petita en comparació amb els altres dos, Poincaré va trobar un comportament tan complicat i sorprenent que va renunciar a dibuixar-lo. Actualment podem disposar sobre la taula d’una capacitat de càlcul i de representació gràfica que eren inimaginables en el temps de Poincaré. Aquesta és una de les raons que han permès un desen-

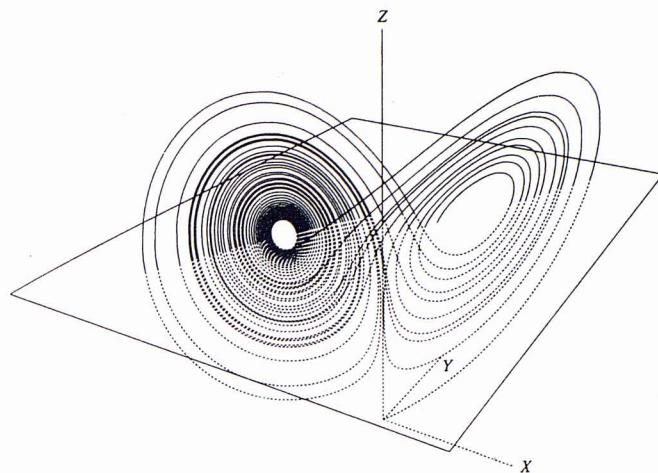


Figura 1: Una trajectòria caòtica per a l’atractor estrany de Lorenz

volupament tan gran del tema en els últims temps.

La visita al caos ens porta per conceptes típics de la teoria qualitativa dels sistemes dinàmics, com ara els atractors (llocs en què el sistema s’estabilitza a llarg termini), els atractors estranys i les fractals.

També ens porta a l’aplicació logística $x_{n+1} = kx_n(1 - x_n)$, que presenta comportaments diferents per a diferents dominis de k : punts fixos estables, cicles de període 2, de període 4, i tota una cascada de duplicació del període fins arribar a $k = 3,58$, aproximadament, en què sorgeix el comportament caòtic. El fenomen de duplicació del període presenta una estructura d’arbre autosemblant: cada ramificació és semblant a tot l’arbre a una escala més petita. La raó de semblança, 4,669, és associada al nom de Feigenbaum, el qual va demostrar la universalitat d’aquesta constant, és a dir, que no és exclusiva de l’aplicació logística sinó d’una família molt àmplia de funcions no lineals.

El llibre recull també una gran col·lecció d’aplicacions i exemples reals que presenten comportaments caòtics, en què és impossible fer prediccions a llarg termini: des del sistema de Lorenz (un sistema simplificat en meteorologia) fins a la turbulència i els experiments de Libchaber de convecció d’heli líquid. Aquests experiments van representar una materialització de l’arbre de Feigenbaum i van permetre de mesurar el valor de la constant d’autosemblança esmentada. Al mateix temps van obrir el camí de realitzacions semblants amb sistemes òptics, electrònics i, fins i tot, biològics.

Josep Llosa