

## Teoria haosului

Teoria haosului are un început în încercările lui Henri Poincaré de modelare matematică a instabilității sistemelor mecanice, pe la începutul secolului. Ea s-a dezvoltat o dată cu perfecționarea calculatoarelor și creșterea consecutivă a puterii lor de calcul. Această teorie a furnizat mijloacele de studiu a sistemelor complexe. Prin aceasta și-a găsit aplicații în multe domenii, din cele mai diverse, și a revoluționat cunoașterea științifică.

Teoria haosului este studiul sistemelor complexe aflate în permanentă mișcare, bazate pe concepte matematice ale recursivității, fie sub forma unui proces recursiv, fie un set de ecuații diferite care modifică un sistem fizic.

Numele de “Teoria haosului” provine de la faptul că sistemele pe care teoria le descrie sunt aparent dezordonate, dar teoria haosului caută de fapt ordinea interioară în aceste aparent intamplatoare date.

**Teoria haosului** porneste de la ideea că trebuie să căutăm în natura termeni contrarii, tensiunea generată de contradicții, de cumulare și relaxare, de învățare și uitare etc. Natura “lucrează neliniară” și implicit haotică. De exemplu, o mică întârziere a autobuzului de dimineață poate să strice întreg programul din aceeași zi (o adevărată catastrofă).

Cea mai des întâlnită concepție greșită în legătură cu teoria haosului este aceea că această teorie se referă la dezordine. Nimic nu e mai departe de adevăr decât această afirmație. “Haosul” din teoria haosului înseamnă ordine în cel mai simplu sens al acestuia.

Astfel, teoria haosului nu pune accent pe dezordine (caracterul imprevizibil moștenit al unui sistem), ci pe ordinea moștenită a sistemului (caracterul universal al sistemelor similare).

Primul adevărat experimentator legat de această teorie a fost meteorologul Edward Lorenz. În 1960, el lucra la o problemă de prezicere a vremii. Lorenz construise un calculator cu un set de 12 ecuații după modelul vremii. Nu prezicea vremea, teoretic, acest computer prezicea cum ar putea să fie vremea. Într-o zi din anul 1961, el a vrut să revadă o anumită secvență. Pentru a salva timp, a pornit de la mijlocul secvenței și nu de la început. A introdus numerele din documentele printate anterior și a așteptat rezultatele. Întorcându-se după o oră, a observat că secvența evoluase diferit. În loc să urmeze același algoritm ca mai devreme, a divagat de la acesta, sfârșind complet diferit față de original. (fig. 1) Într-un final, a realizat că s-a intamplat. Calculatorul a stocat numerele până la 6 zecimale în memorie. Pentru a economisi hârtie, el le-a printat cu numai 3 zecimale. În secvența originală, numărul era .506127, iar el a introdus numai .506.

Conform tuturor ideilor convenționale de timp, rezultatul ar fi trebuit să difere foarte puțin de secvența originală. Lorenz a demonstrat că această idee este greșită. Acest efect a ajuns să fie cunoscut ca și “The butterfly effect”. Diferența inițială între două curbe este atât de mică încât se poate compara cu un fluture care da din aripi.

*“The flapping of a single butterfly's wing today produces a tiny change in the state of the atmosphere. Over a period of time, what the atmosphere actually does diverges from what it would have done. So, in a month's time, a tornado that would have devastated the Indonesian coast doesn't happen. Or maybe one that wasn't going to happen, does.” (Ian Stewart, Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos, pg. 141)*

Acest fenomen, comun teoriei haosului, este de asemenea cunoscut ca o dependență sensibilă de condițiile inițiale. O mică schimbare în condițiile inițiale poate schimba drastic comportamentul unui sistem pe termen lung. Pornind de la această idee, Lorenz a afirmat că este imposibil să se prezică vremea cu exactitate. Totuși, descoperirea l-a condus pe Lorenz la alte aspecte care în cele din urmă au ajuns să fie cunoscute drept teoria haosului.

Lorenz a dorit ca creeze un sistem mai simplu decat cel cu 12 ecuatii care sa depinda la fel de mult de factorii initiali. Astfel, a reusit sa creeze un sistem cu numai 3 ecuatii dependente de factorii initiali. Mai tarziu, s-a descoperit ca aceste ecuatii descriau precisa a morii de apa. Cand a reprodus graphic rezultatele, Lorenz a observat ca acesta se incadra mereu intr-o spirala dubla. Astfel, ecuatiile lui Lorenz nu se intalneau in acelasi punct niciodata, dar pentru ca nici nu se repetau nu erau nici periodice. A numit aceasta imagine Atractorul Lorenz.(fig 2)

In 1963, Lorenz a publicat ceea ce a descoperit, dar pentru ca nu era nici matematician, nici fizician, descoperirile sale nu au fost luate in considerare decat dupa ce au fost redescoperite de altii.

Mandelbrot se intreba despre lungimea linie de tarm, asa ca s-a ghidat dupa o harta care cuprindea multe golfuri. Cu toate acestea, masurand lungimea coastei direct de pe harta, el a pierdut din vedere micile golfuri care erau considerate prea mici pentru a fi trecute pe harta. Oricat de mult ar fi marita harta, tot ar exista multe golfuri vizibile doar daca s-ar mari mai mult. Matematicianul Helge von Koch, a folosit aceasta idee pentru a crea curva Koch. Pornind de la un triunghi echilateral, la care a adaugat inca un triunghi echilateral pentru fiecare a treia parte a triunghiului initial(fig 4) Acesta curba aduce cu sine un paradox: de fiecare data cand sunt adaugate triunghiuri noi, lungimea liniei creste. Totusi, zona interioara a curbei ramane mai mica decat aria unui cerc desenat in jurul triunghiului original.

### Exemple

aruncarea unei monede. Sunt doua variabile de care depinde: cat de repede loveste pamantul si cat de rapid se invarte. Teoretic, ar fi posibil sa se controleze aceste variabile pentru a controla moneda. Este posibil sa se puna variabilele intr-o anumita ordine, dar este imposibil sa fie controlate destul de bine astfel incat sa se cunoasca rezultatul final o problema similara se intalneste in ecologie, in prezicerea populatiei. Ecuatia ar fi simpla daca populatia ar creste indefinit, dar efectul unui stoc limitat de mancare face aceasta ecuatie incorecta.

### Aplicatii in viata de zi cu zi:

Tehnicile teoriei haosului au fost folosite pentru crearea de sisteme biologice, care sunt unele din cele mai haotice sisteme imaginabile. Sisteme de ecuatii dinamice au fost folosite pentru aflarea a orice de la cresterea populatiei la bataile neregulate ale inimii. Inima omului urmeaza un model haotic. Timpul intre bataile inimii nu ramane constant, ci depinde de activitatea cardiaca, printre alte lucruri. Analiza batailor inimii, care pot incetini sau se pot intensifica, pot ajuta cercetatorii stiintifici sa gaseasca cai sa readuca un ritm anormal intr-o rata stabila.

De fapt, aproape orice sistem haotic poate fi imitat cu usurinta — piata de specialitate ofera tehnologii usor de utilizat. Arta computerizata a devenit mult mai realistica folosind haosul si fractalii. Acum, cu o simpla formula, un computer poate crea un copac realist. Fractalii au rasarit peste tot, dar cel mai evident este in aplicatiile grafice cum ar fi renumitele serii de productie Fractal Design Painter. Industria efectelor speciale folosite in filme ar fi fost mult mai putin realistica fara tehnologia “fractal graphic”.

De asemenea, teoria haosului ii face pe oameni sa devina mai interesati de matematica, pana de curand acest domeniu fiind unul din cele mai nepopulare.

Haosul a avut un effect de durata asupra stiintei, dar inca este mult de descoperit. Multi oameni de stiinta cred ca secolul al XX-lea va ramane cunoscut pentru 3 mari teorii: relativitatea, mecanica cantica si haosul.

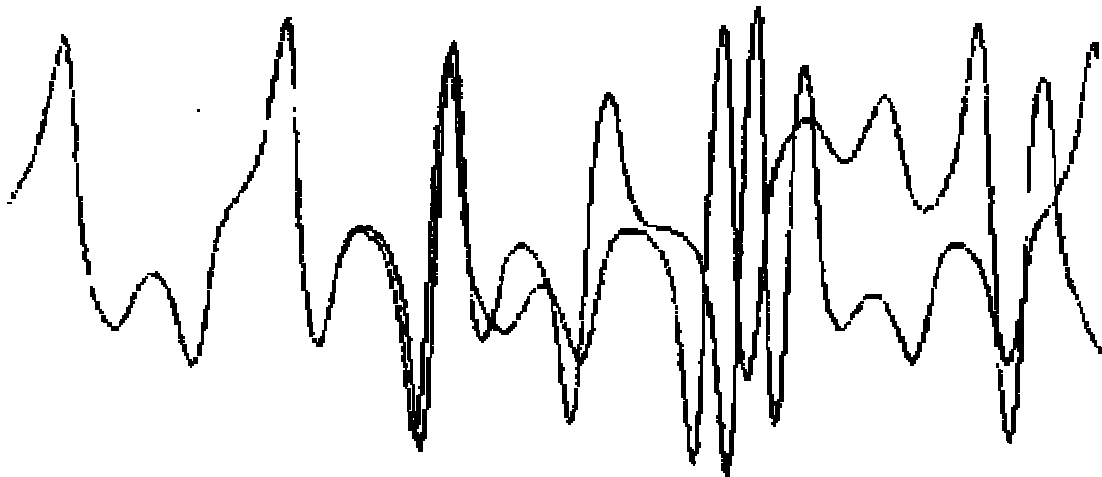
Aspecte ale haosului se regasesc oriunde in lume, de la curentii oceanici la dumul sangelui prin vasele de sange, la crengile unui copac. Haosul a devenit o parte a stiintei moderne.

Teoria haosului a schimbat directia in stiinta: in ochii publicului, fizica nu mai e un simplu studiu asupra particulelor subatomice intr-un accelerator de particule care valoreaza bilioane, ci este un studio asupra sistemelor haotice si cum functioneaza acestea.

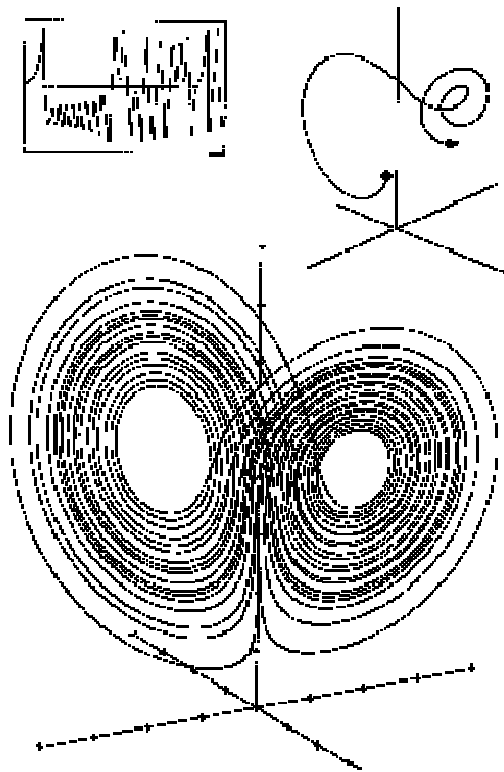


Lorenzo

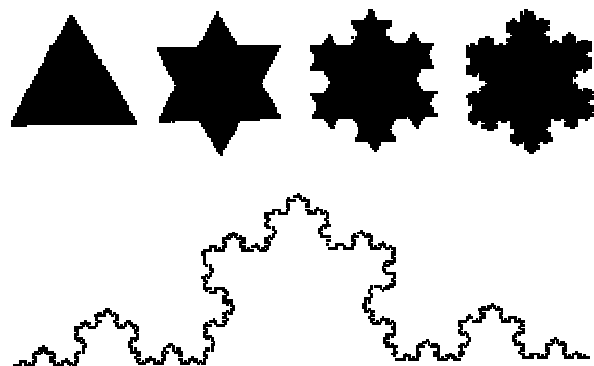
Fractal



*Figure 1. Lorenz's experiment. the difference between the start of these curves is only .000127. (Ian Stewart, Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos, pg. 41)*



*Figure 2: the Lorenz Attractor (James Gleick, Chaos - Making a New Science, pg.29)*



*Figure 4: the Koch curve (James Gleick, Chaos - Making a New Science, pg. 99)*