

Florin-Cătălin Tofan

CONEXIUNI

Editura PIM

Iași, 2008

Coperta: Florin-Cătălin Tofan
Tehnoredactarea computerizată: Florin-Cătălin Tofan
<http://www.geocities.com/florincybereye>
e-mail: florincybereye@yahoo.com

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

TOFAN, FLORIN CĂTĂLIN

Conexiuni / Florin Cătălin Tofan. – Iași : PIM, 2007

Bibliogr.

ISBN 978-973-716-670-8

001.894

5

Florin-Cătălin Tofan

CONEXIUNI

În memoria mamei mele, Mariana (1946-2006)

Capitolul I – Întemeieri: de la mecanic la cuantic

“Dumnezeu nu joacă zaruri !”

Albert Einstein



Acum mai bine de trei sute de ani în urmă viziunea dualistă a filosofului și matematicianului francez René Descartes (1596–1650) impunea împărțirea realității în două domenii: *material* și *spiritual*. Domeniul material avea să devină obiectul de studiu al științei, pe când cel spiritual revenea religiei și științelor oculte.

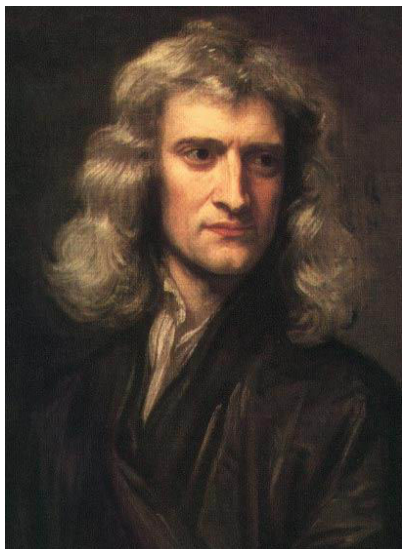
Știința va evolua dezvoltându-și metode științifice de investigare și acumulând noi cunoștințe. Metodele științifice impuneau parcurgerea unui algoritm logic, în patru etape:

- 1.) Observarea și descrierea unui fenomenului studiat;
- 2.) Formularea unei ipoteze pentru explicarea fenomenului studiat (cel mai adesea sub forma unui mecanism causal sau o relație matematică);
- 3.) Predicția existenței altor fenomene sau a unor rezultate cantitative, măsurabile, pe baza ipotezei formulate;
- 4.) Efectuarea, în condiții optime, a unor experimente care să confirme predicția făcută, experimente care trebuie să fie confirmate ulterior de către mai mulți experimenatori independenți, lucrând în condiții similare.

Experimentele impun adesea existența unor *modele* cât mai

asemănătoare cu situațiile reale existente. În final, o ipoteză validată prin acest sistem devine o *teorie științifică* sau o *lege* a naturii. Metoda științifică se bazează pe *determinismul cauzal* (orice fenomen are o cauză), pe *repetabilitatea* fenomenului (fenomenul poate fi reprodus în condiții experimentale), pe *obiectivitatea* experimentatorului și *precizia măsurărilor* efectuate de către acesta. Prin urmare, *știința consideră că fenomenele naturale se manifestă independent de voința și conștiința observatorului*. Mai mult, *observatorul însuși devine un produs al evoluției materiei*.

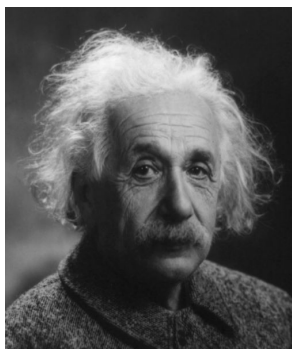
Spre deosebire de știință, religia și științele oculte aveau să se centreze pe subiectivism și existența Divinității, percepută drept cauza supremă a realității. Omul era creat de Divinitate, care îl înzestraseră cu o fărâmbă din scânteia divină, scânteie ce supraviețuia morții fizice atâta timp cât esența sa nu era de natură materială.



Fondatorul științei și fizicii moderne, sir Isaac Newton (1642–1727), dezvoltând aceste concepte ajungea la prezumția că însăși conștiința are o cauză materială, ea fiind un produs al complicatelor reacții chimice și procese electrice ce au loc în creierul uman, devenind astfel un produs al creierului fizic, nu o cauză prin sine însăși. Astfel, într-o lume fizică obiectivă și deterministică, orice experiment științific devine independent de

observatorul ce efectuează experimentul. Fizica newtoniană explică foarte bine realitatea lumii înconjurătoare și modul cum ne așteptăm noi să funcționeze realitatea în viața noastră de zi cu zi. Dar este oare

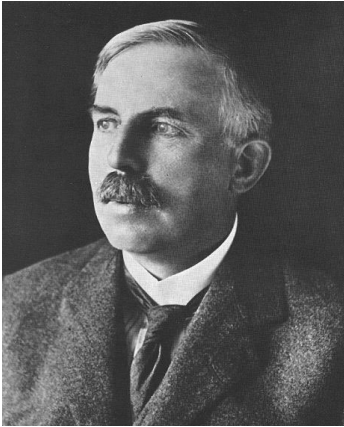
ea corectă pentru toate situațiile ?



În anul 1905 Albert Einstein schimba într-un mod radical viziunea umanității asupra fizicii newtoniene clasice prin introducerea *Teoriei relativității restrânse*, urmată apoi, în anul 1915, de *Teoria generală a relativității*. Prin aceasta el demonstra că legile fizicii devin dependente de obiectul observat și observatorul însuși, în funcție de viteza relativă dintre cei doi. Viteza limită în Univers devine viteza luminii, iar atunci când viteza relativă dintre obiectul studiat și observator se apropie de această limită fizică, legile fizicii suferă modificări. În teoria relativității generalizate timpul și spațiul devin un tot unitar, un *continuum*, toate fenomenele fizice desfășurându-se într-un spațiu-timp limitat (principiul localizării), o acțiune neputându-se propaga mai repede decât *viteza luminii*, considerată *viteză limită* în Univers. Totuși, nici teoria relativității generalizate nu reușește să explice toate fenomenele fizice – în special cele legate de particulele elementare. Acestea fuseseră considerate de către fizica newtoniană ca fiind punctiforme, iar fizica relativistă le considera ca fiind similare unor bile rigide.



Fondatorul fizicii cuantice, fizicianul Max Planck (1858–1947), în urma studierii radiațiilor emise de corpul negru, descoperise în anul 1906 faptul că radiația corpului negru nu se produce în mod continuu, ci este emisă în “pachete” egale și finite de energie, având o frecvență specifică, pe care avea să le denumească *cuante* și a căror energie era direct proporțională cu frecvența radiației emise.

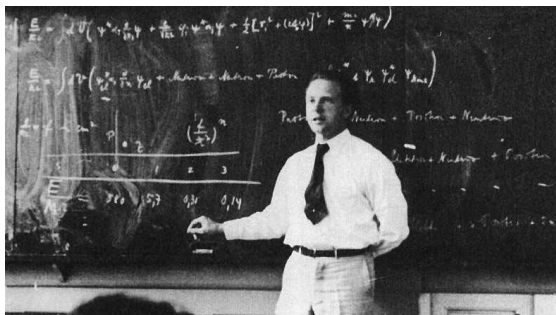


Anul 1905 aducea ca noutate descoperirea nucleului atomic de către Ernest Rutherford (1871–1937), iar Niels Bohr (1885–1962) propunea în anul 1913 un *model atomic similar sistemului solar*, în care electronii orbitau în jurul nucleului asemeni planetelor în jurul soarelui – însă numai pe niște orbite prestabilite. Aceasta impune faptul că într-un atom electronii există în stări energetice discrete și stabile și nu se pot prăbuși pe nucleu, iar trecerea dintr-o stare în alta se realizează prin emisia sau absorbția unui foton de o anumită lungime de undă. Și totuși, care era misterul stabilității atomice ?



Iată însă că în anul 1924 Louis de Broglie (1892–1987) își susține teza de doctorat intitulată “*Cercetări asupra teoriei cuantice*”, teză în care emitea pentru prima dată ideea că electronul, privit până atunci ca particulă, se putea comporta în anumite situații și ca o undă, introducând astfel dualitatea corpuscul-undă. Louis de Broglie deschidea astfel un nou orizont pentru *mecanica cuantică* – una dintre cele mai controversate și interesante domenii ale fizicii –

și aceasta pentru faptul că la nivelul particulelor elementare determinismul cauzal devine incert. La acest nivel observatorul nu mai poate determina exact starea și proprietățile unei particule elementare, ci numai din punct de vedere al *probabilității statistice*.



Acest fapt este binecunoscut în fizică sub numele de *principiul de incertitudine al lui Heisenberg*, fiind botezat astfel după numele fizicianului

Werner Heisenberg (1901–1976). Trebuie specificat aici că non determinismul la nivel atomic nu se datorează impreciziei aparatelor de măsură, ci este o proprietate a naturii însăși. La nivel cuantic electronii pot “tunela” printr-o barieră de potențial care în mod normal nu le-ar permite trecerea. Acest comportament aleator al naturii la nivel cuantic a șocat și a bulversat savanții, făcându-l pe Einstein, care nu credea că acest lucru este posibil, să exclame: “Dumnezeu nu joacă zaruri !”



Erwin Schrödinger (1887–1961) descoperea în anul 1926 ecuația prin care se determina fie viteza (momentul), fie locația exactă a unui electron în norul electronic din atom, ambele neputând fi determinate exact, conform principiului de incertitudine enunțat deja de Werner Heisenberg.

Dualismul corpuscul-undă și principiul de nedeterminare

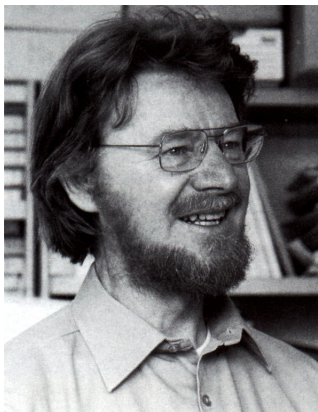
existent la nivel cuantic aveau să conducă în anul 1927 la *interpretarea de la Copenhaga* asupra mecanicii cuantice, interpretare formulată de Niels Bohr și Werner Heisenberg, conform căreia actul observării conștiente de către un observator determină *colapsarea* dintr-o multitudine de stări într-o unică stare a particulei observate. Acest fapt aduce însă sfârșitul obiectivității și a determinismului causal din fizica newtoniană, de vreme ce conștiința observatorului joacă un rol activ în manifestarea obiectului observat !

Mecanica cuantică este cel mai ciudat domeniu al fizicii de până acum, care demonstrează că la nivel subatomic comportamentul particulelor elementare încetează de a se mai supune întru totul legilor cauzalității, așa cum se petreceau lucrurile în mecanica newtoniană. La nivel microcosmic se pare că realitatea este alta decât cea cunoscută de noi în viața de zi cu zi. Fluctuații cuantice apar permanent la acest nivel, fluctuații care nu pot fi precise. Conform interpretării de la Copenhaga o particulă elementară nu ar exista în lumea reală înainte ca observatorul să-și înceapă actul observației, ea existând anterior observației numai sub forma unui continuum de posibilități. În momentul observației însă ea “îngheață” sau colapsează în doar una dintre aceste posibilități, cea percepută de observator.

Mecanica cuantică prezice existența așa numitelor acțiuni non-locale, aceste acțiuni părând a se produce instantaneu între particule separate în spațiu și timp. Acest lucru implică însă faptul că nu există o durată de timp între cauză și efect, ceea ce este în totală neconcordanță cu teoria relativității generalizate a lui Einstein care presupune că nimic din Univers nu poate depăși viteza luminii.

Trei fizicieni – Einstein, Podolsky și Rosen – propuneau în anul 1935 o corelație (EPR) pentru a putea înțelege comportamentul particulelor elementare din punct de vedere cuantic. Astfel, două particule cuplate la nivel cuantic acționau precum un tot unitar, ca și

cum între ele nu ar exista nici o separație. Când o particulă colapsează (în urma observării) într-o anumită stare, cealaltă o urmează și colapsează exact în aceeași stare cuantică. Pentru ca acest lucru să producă, comunicarea între cele două particule trebuie să fie instantanee, sau în alte cuvinte, non-locală. Acest fapt implica, după Einstein, existența unor *variabile ascunse*, sau cu alte cuvinte, mecanica cuantică era incompletă. Einstein exprima acest fapt spunând: “Luna este aici, deși nimeni nu o observă”.



În anul 1964 fizicianul irlandez John Bell (1928–1990) demonstrează că efectele non-locale ale particulelor cuplate sunt reale, fapt ce avea să fie cunoscut ulterior drept teorema lui Bell: “Nici o teorie fizică ce implică variabile ascunse nu poate descrie toate predicțiile mecanicii cuantice.” Astfel, realismul local susținut de corelația EPR (ce presupunea că particula observată avea toate proprietățile

înainte de a fi observată), se prăbușea.



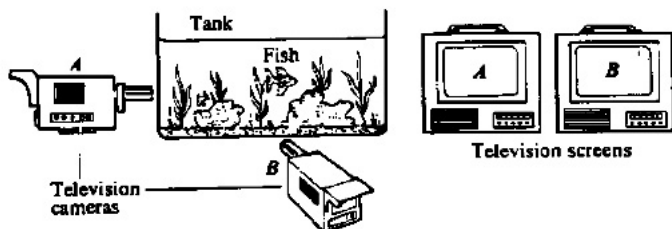
Complicațiile cuantice aveau să se accentueze și mai mult atunci când Alain Aspect de la Institutul de Optică al Universității din Paris demonstra pentru prima dată în laborator, în anul 1992, existența conexiunilor cuantice existente între particulele elementare, respectiv între perechi de fotoni emiși în direcții opuse. Experimentul arăta

că atunci când starea cuantică a unuia dintre fotoni era măsurată, simultan și fotonul geamăn colapsa exact în aceeași stare – faptul

producându-se indiferent de distanța existentă între cei doi fotoni ! Acest experiment a demonstrat clar existența unei comunicații non-locale existente între cele două particule – cum altfel ar fi “știut” cel de-al doilea foton starea exactă a geamănului său ? Această descoperire a cutremurat din temelii comunitatea științifică internațională.



Fizicianul David Bohm (1917-1992) venea cu o explicație complet diferită – ceea ce percepem noi ca fiind doi fotoni este doar o iluzie – în realitate ei alcătuiesc o singură entitate la un anumit nivel fizic, iar Universul întreg, așa cum îl percepem noi, este de natură holografică. David Bohm folosea următoarea analogie pentru a explica acest lucru: să presupunem că avem un acvariu cu pești și două camere video, una situată în fața acvariului, iar cealaltă în lateral.



Dacă proiectăm acum imaginea unui pește luată de cele două camere video pe două ecrane diferite în fața unui spectator, după un timp de studiu intensiv acesta va trage concluzia logică că sunt doi pești care se mișcă sincronizat unul față de altul, de vreme ce mișcările celui de al doilea pește le reflectă pe cele ale primului pește. Bohm sugerează prin această analogie că există un nivel mai

profund al realității în care cei doi fotoni nu sunt separați, propunând o ordine implicită a Universului și o unificare la un nivel profund a existenței. Alte fapte aveau să bulverseze și mai mult mințile cercetătorilor.

Un grup internațional de șase ingineri și oameni de știință, printre care Fellow Charles și H. Bennett confirmau în anul 1993 intuiția scriitorilor de romane SF prin realizarea *teleportării la nivel cuantic a două particule elementare*, pentru ca ulterior și alți cercetători să confirme experimental realizarea teleportării cuantice la nivelul particulelor elementare în diferite sisteme. Din punct de vedere practic, teleportarea promite să fie extrem de folositoare prin facilitarea comunicării pe distanțe astronomice (un fel de Internet cuantic) și pentru realizarea unor computere cuantice. Din păcate însă pentru fanii serialelor SF, teleportarea se poate realiza în acest moment numai pentru particule elementare – și acest lucru din motive tehnice, pur ingineresti, chiar dacă acest lucru nu ar viola legile fizice fundamentale cunoscute.



Trebuie să specificăm că tot ceea ce s-a realizat până în prezent

în domeniul teleportării nu implică teleportarea materiei în sine, ci numai stările cuantice ale acesteia (informația). Chiar și acest lucru a fost destul de greu de realizat, pentru că observarea originalului ar cauza colapsarea stării cuantice a acestuia, degradându-l astfel la o stare clasică. Echipa de cercetători de la IBM a folosit un truc pentru a evita acest lucru.

Mai recent, în anul 2004, fizicieni austrieci și americani, lucrând independent, au demonstrat pentru prima dată, teleportarea cuantică a atomilor ! Acest fapt ar putea constitui un uriaș pas înainte în realizarea *computerului cuantic* – un computer care ar putea procesa informația cu o viteză practic infinită ! Cercetătorii din San Jose și colegii lor din Germania au reușit deocamdată să „îmbânzească” particulele cuantice. Unul dintre cele cinci calculatoare cuantice existente la ora actuală în lume se află la nord de München, la Institutul Max-Planck pentru Optică Cuantică (MPQ) din Garching. Odată cu noile cercetări s-ar putea ca performanța de calcul a tuturor calculatoarelor din lume să încapă într-un dispozitiv de mărimea unui pachet de țigări !

În jurul anului 2020 se estimează că structurile din cipurile calculatoarelor vor atinge dimensiunea unui atom, iar *bit*-ul – cea mai mică unitate de informație cu care operează un computer va deveni *qbit* – bit cuantic. Calcularea cu atomi, care va fi folosită în viitorul calculator cuantic, se bazează pe un sistem cu două stadii. Fiecare particulă cuantică, electron sau nucleu de atom poate avea un spin (mișcare de rotație în jurul axei proprii, n.a.) orientat în sus sau în jos. La fel ca și conectarea/deconectarea unui tranzistor, diferitele spin-uri pot fi interpretate ca 0 și 1, iar biții se transformă în biți cuantici, pe scurt q-biți. Spinii sunt cuplați: dacă unul este definit, al doilea ia valoarea opusă. Astfel nu se obține ca rezultat o cifră, ci o „superpoziție” de soluții posibile, acest lucru putând fi valorificat pentru prelucrarea paralelă, punctul forte al acestei tehnologii.

Rezultatul devine o construcție matematică abstractă, numita *Hilbertraum*. Elementele acesteia sunt recalulate cu ajutorul metodei statisticii cuantice pentru a obține rezultatele dorite.

Aceste descoperiri uluitoare au schimbat profund concepțiile asupra realității fizice în întreaga comunitate științifică internațională. Din moment ce efectele non-locale sunt reale, respectiv informația se poate transmite cvasi-instantaneu, atunci trebuie să existe alte dimensiuni ale spațiului, alte plane de existență în afara lumii noastre fizice, unde să aibă loc aceste fenomene – în caz contrar prezumția lui Einstein precum că nimic nu se poate propaga cu o viteză mai mare decât viteza luminii în Univers este greșită – iar implicațiile conduc automat la faptul că și teoria relativității generalizate este greșită !

Mecanica cuantică ne arată că, cel puțin la nivel microcosmic, noi suntem co-creatorii propriei noastre realități, din moment ce observatorul joacă un rol important în procesul observației. Însuși Niels Bohr, unul dintre cofondatorii mecanicii cuantice spunea: “Cine nu este șocat de mecanica cuantică nu o înțelege !”

În aceste condiții, ne putem pune întrebarea legitimă: până unde merge influența observatorului asupra realității ? Este ea limitată doar la nivel microcosmic, sau influențează și realitatea noastră de zi cu zi ?



În anii '70 o nouă ramură a științei avea să apară – *teoria haosului*. Și dacă mecanica cuantică înfierbântase deja mințile savanților, noua descoperirea avea să meargă mai departe – dezaprobându-l încă o dată pe Einstein care credea că

“Dumnezeu nu joacă zaruri !”

Teoria haosului arată că incertitudinea din știința cuantică este adevărată pentru cei care cred în *predictibilitatea* evenimentelor.

Astfel, savanții s-ar fi înșelat timp de secole, ignorând deviații ale măsurătorilor și numindu-le *erori de măsurare*, ceea ce i-a împiedicat să unească piesele de puzzle ale realității într-un tot unitar care să permită explicarea modului de funcționare a realității.

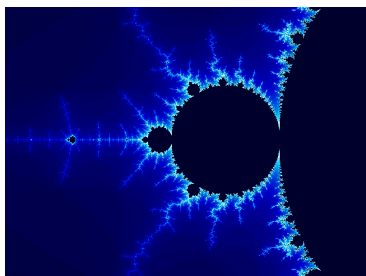


Teoria haosului ne arată că haosul, *impredictibilul*, se manifestă chiar și în sistemele considerate în mecanica newtoniană strict predictibile, cum ar fi mișcarea unui pendul. Universul nostru nu rămâne deloc fidel legilor fizicii, aceste legi operând cu anumite limite, ca și cum ar avea un anumit grad de libertate, fiind mai degrabă creativ și în continuă evoluție decât strict deterministic. În acest înțeles trebuie să considerăm că legile fizicii nu sunt predeterminate, ele evoluând în timp, termenul mai corect fiind acela de deprinderi fizice, deprinderi ce au evoluat în miliarde și miliarde de ani, devenind modul în care “funcționează” universul în prezent.

Universul însuși poate fi privit ca un sistem evolutiv de asemenea deprinderi, legile fizice așa cum le cunoaștem noi fiind un fel de memorie universală a modului cum trebuie să se desfășoare lucrurile. Totuși, chiar dacă la prima vedere haosul pare să domine totul, teoria haosului explică faptul că, la un nivel mai profund al realității există o anumită *ordine ascunsă*. Există multe exemple în natură de evenimente haotice: căderea picăturilor de apă pe o suprafață, cristalizarea apei ș.a. De exemplu, cristalele de gheață sunt similare, dar nu identice, fiind imposibilă prezicerea modului cum va arăta cristalul de gheață înaintea momentului cristalizării – însă teoria haosului arată că formarea cristalelor de apă demonstrează existența unei ordini ascunse.



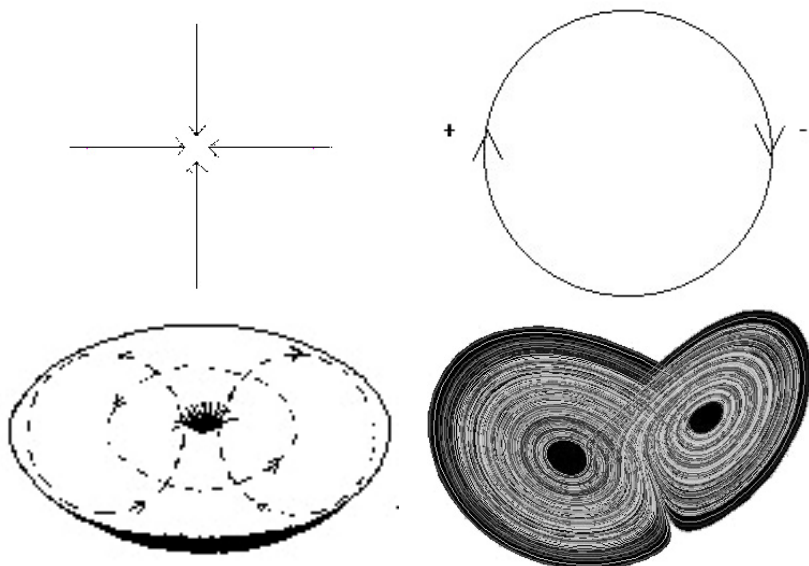
Fondatorul teoriei haosului, Benoit Mandelbrot s-a născut în Polonia în anul 1924 și a lucrat ca matematician la IBM, unde avea să descopere ordinea ascunsă în aparenta fluctuație a prețurilor la bumbac, studiind cantitatea enormă de date acumulată timp de sute de ani. Descoperirea sa a fost revoluționară și a nedumerit profund economiștii, care nu credeau că prețul bumbacului poate fi precis. Ceea ce descoperise Mandelbrot a fost numit ulterior *fractal*.



Un *fractal* reprezintă o serie recursivă de șabloane repetate la infinit pe diferite scale. Cel mai cunoscut fractal este fractalul Mandelbrot. Formele și procesele din natură reflectă diferitele iterații ale acestor fractali, fiind întâlniți în sistemul circulator, bronhiile din plămâni, frunzele plantelor,

țărurile insulelor, forma rocilor, a galaxiilor ș.a. Când mărim sau micșorăm un astfel de fractal descoperim același șablon, aceeași schemă fundamentală repetată și reiterată pe diferite scale.

Teoria haosului a descoperit existența a patru *atractori* cosmici: *punctul*, *cercul*, *torul* și *atractorul straniu*.



Un atractor poate fi descris ca o forță în natură ce creează ordine din haos. Haosul este astfel “învins” de atractor, fapt ce determină formarea unei ordini ascunse. Cei *patru atractori* se manifestă la fiecare nivel al realității, smulgând Universul din haos. Totodată, teoria haosului aduce sfârșitul vechiului *principiu al doilea al termodinamicii*, acea fatală lege a *entropiei* care stipula că toată ordinea din Univers va sfârși în dezordine și haos. Atractorii demonstrează că *negentropia* (entropia negativă) ce creează ordine din haos trebuie să existe în Univers. De fapt, se pare chiar că negentropia este regula și nu excepția de la regulă, așa cum considera fizica noastră până de curând. De asemenea, atractorii determină

reevaluarea determinismului cauză-efect, respectiv a faptului că fiecare efect trebuie să aibă o cauză anterioară, întrucât în teoria haosului cauza reală este constituită de atractor, care asemeni unei forțe nevăzute determină efectele trecute, prezente și viitoare.

Cum se aplică teoria haosului în viața de zi cu zi ? În anul 1963 meteorologul Edward Lorentz, vrând să facă o simulare pe computer a unor evenimente meteorologice a folosit niște ecuații pentru modelarea acestora. După mai multe teste a realizat că rezultatele simulării difereau foarte mult după o perioadă de timp, chiar dacă datele de intrare erau identice. La o privire mai atentă, Lorentz a constatat că datele de intrare nu erau chiar identice, existând niște diferențe foarte mici, care păreau a fi ne semnificative. Însă aceste mici diferențe făceau ca, după un scurt timp de simulare, rezultatele testelor să difere semnificativ între ele. Mecanica newtoniană afirmă că se poate determina starea unui sistem în viitor dacă este cunoscută starea sa la un moment dat bazându-ne pe principiul cauză-efect, fiind deci complet deterministă. Pentru a cunoaște starea unui sistem trebuie să folosim aparate de măsură, aparate care au o anumită *precizie*. Timp de sute de ani s-a crezut că pentru a spori precizia unui măsurători este necesar și suficient să mărim acuratețea aparatului de măsură, adică numărul de zecimale al rezultatului măsurătorii. Prin urmare, conform fizicii clasice, precizia evoluției unui sistem poate fi estimată în funcție de precizia de aparatului de măsură folosit la determinarea condițiilor inițiale.

Există însă unele sisteme, numite *sisteme dinamice neliniare*, ale căror evoluția nu poate fi prezisă, pentru că mici variații ale condițiilor inițiale vor produce variații importante pe termen lung. Evoluția unui asemenea sistem fizic depinde atât de tare de condițiile inițiale încât, oricât de precis ar fi acestea măsurate, eroarea propagată în timp va fi imposibil de corectat. Pentru a prezice evoluția unui asemenea sistem ar trebui introdusă ca și condiție

inițială măsurătoarea cu o infinitate de zecimale, lucru imposibil de realizat. Un exemplu de asemenea sistem dinamic neliniar îl reprezintă evoluția vremii.



În finalul acestui capitol să observăm similitudinea atractorului din gândirea modernă cu gândirea filosofului antic grec Aristotel (384-322 î. Hr.) care introducea termenul *entelehia* ca forța ce animă desfășurarea evenimentelor în Univers spre un scop; apoi cu gândirea vedică, care îl consideră pe Brahma drept creator al Universului din Haosul primordial.

* *
*

Aș vrea să cred că acest prim capitol v-a deschis apetitul intelectual pentru căutarea unor răspunsuri dincolo de problemele curente ale zilei de mâine – și atunci vă invit să treceți la următorul capitol. Sau, poate că am reușit doar să vă plictisesc și atunci vă gândiți deja la week-end sau concediu, când veți merge la munte sau la mare ... iar ca să ajungeți acolo, trebuie să parcurgeți o anumită distanță. Cu alte cuvinte, trebuie să vă deplasați prin spațiu spre o anumită locație. V-ați gândit însă vreodată ce reprezintă spațiul și ce proprietăți are ? Poate că, înainte de a merge în fantastica dumneavoastră călătorie, mai aveți puțin timp să dați pagina și să citiți următorul capitol ...