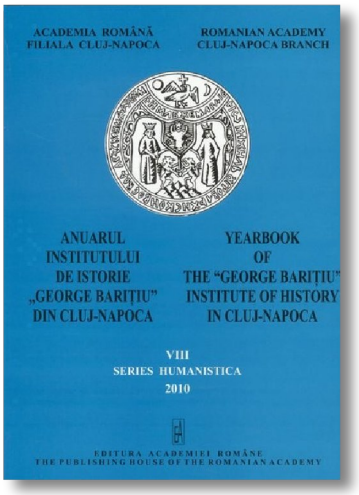

ISSN 1584-4404

Yearbook of the George Barițiu History Institute of Cluj-Napoca
Series *Humanistica*

humanistica.ro

Dihotomia subiect–obiect în fizică și filosofie

Andreea Elena Mirică

How to cite this article:
Mirică, Andreea Elena (2010) *Dihotomia subiect–obiect în fizică și filosofie*, Yearbook of the George Barițiu History Institute of Cluj-Napoca, Series Humanistica, Vol. 8, pp. 215–233. DOI: 10.5281/zenodo.22965990

© 2010: The Publishing House of the Romanian Academy.
Humanistica Yearbook is published online since 2003.
Submit your article to Humanistica Yearbook: secretariat.dcsu@acad-cj.ro

DIHOTOMIA SUBIECT–OBIECT ÎN FIZICĂ ŞI FILOSOFIE

Andreea Elena Mirică

Facultatea de Drept, Universitatea „Dunărea de Jos" din Galaţi

„Într-adevăr interacţiunea finită dintre obiect şi mijloacele de măsurare, condiţionate de însăşi existenţa cuantei de acţiune, atrage după sine – datorită imposibilităţii de a controla reacţia obiectului asupra instrumentelor de măsură – necesitatea unei renunţări definitive la ideea clasică de cauzalitate a unei revizuiri radicale a atitudinii noastre faţă de problema realităţii fizice. De fapt, aşa cum vom vedea, un criteriu al realităţii aşa cum este propus [de Einstein] conţine – oricât de precaută ar părea formularea sa – o ambiguitate esenţială [....]" (Niels Bohr)

Abstract. *This paper consists of a brief analysis of the passing from the concept of classic mechanics to the theory of relativity and quantum mechanics and certain consequences produced by the discoveries of science over philosophical concepts as time, space and causality. Classic mechanics stands that time and space are absolute and this consideration is true for the mathematical equations used in this part of physics. These ideas were taken for granted until Albert Einstein showed that no signal could be transmitted with a higher speed than the speed of light in vacuum. Space and time are relative notions; therefore we can no longer speak about the absolute simultaneity of the events.*

The papers is divided in two parts, one which describes the actual modification of the concepts mentioned above along with the revolutions that took place in physics and the other part is dedicated to the philosophical theories which accompanied classic mechanics (some of the guiding theories elaborated by Plato, Rene Descartes, John Stuart Mill, Simon Laplace).

In the first part we analyzed the debates between the physicians whom considered necessary to develop philosophical theories in order to explain the new discoveries. We refer to Niels Bohr, Albert Einstein, David Bohm, Paul Vigier and others. Building a new philosophy in order to try to explain that existence and the mechanisms of the universe is proving to be, once again, a huge and never-ending process.

Keywords: *modern philosophy, philosophy of science, theories of physics, physical reality, subject-object relationship, relativity, quantum mechanics*.

An. Inst. de Ist. „G. Barițiu" din Cluj-Napoca, Series Humanistica, tom. VIII, 2010, p. 215–233

1 CONSIDERATII INTRODUCTIVE

Ştiinţa ale cărei cercetări au scos la iveală faptul că viteza de deplasare a luminii în vid este viteza limită de transmitere a semnalelor a fost *electrodinamica*. În mecanica clasică, trecerea de la un sistem inerţial la altul se realizează cu ajutorul transformării Galilei, transformare ce nu ţine cont de viteza cu care se transmit semnalele. În electrodinamică, propagarea luminii de la un sistem la altul este redată ştiinţific de transformarea Lorenz.

Dacă acceptăm ideea existenţei unui timp absolut, adică a acelui timp care este măsurat la fel de oricare dintre observatori care au ceasuri precise şi sincronizate perfect, atunci transformarea lui Galilei funcţionează perfect în mecanica clasică. Albert Einstein a demonstrat că acest timp absolut nu există, că nu există corpuri ideal rigide şi nici vreun semnal care să se transmită cu o viteză mai mare decât cea a luminii în vid. Toate acestea au ca implicaţie necesară faptul că timpul este relativ şi că nu se mai poate vorbi de simultaneitate a evenimentelor în sens absolut. Einstein ilustrează această teză printr-un exemplu care a devenit celebru. Astfel, dacă o persoană lasă să cadă o piatră de la geamul unui vagon de tren, traiectoria pietrei în cădere, văzută de persoana din tren, va fi o linie dreaptă; dacă în acelaşi moment (al aruncării pietrei), pe o potecă laterală din apropierea trenului, trece un pieton care vede piatra căzând, traiectoria pietrei pe care o va vedea acest pieton va avea formă de parabolă, nu de linie dreaptă. Astfel, Albert Einstein ajunge la concluzia logică conform căreia nu putem vorbi de traiectorie în sine, ci numai de traiectoria relativă la un sistem de referinţă.

Un alt exemplu ilustrează faptul că nu se poate vorbi nici de simultaneitate temporală în sens absolut, ci numai în sens relativ. Să considerăm o linie de cale ferată pe care se află un tren şi în mijlocul unui vagon oarecare al trenului se află un observator uman. A este un punct al liniei care indică un capăt al vagonului, iar B un punct care indică celălalt capăt; C este mijlocul acestei linii, iar C' locul unde se află observatorul (fig. 1).

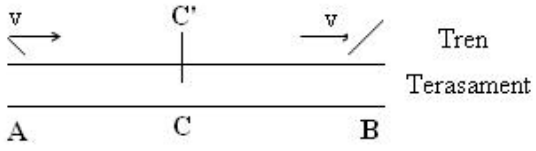

Fig. 1. Relativitatea simultaneităţii.

Trenul se deplasează cu viteza v pe direcţia AB. Din A şi din B pleacă, în acelaşi timp, câte un semnal luminos (semnalul din A spre B şi cel din B spre A). Pentru că punctul C se află exact la mijlocul distanţei dintre A şi B, semnalele luminoase vor ajunge la C în acelaşi timp (simultan), ceea ce corespunde mecanicii clasice; cele două semnale luminoase parcurg aceeaşi distanţă în acelaşi timp. Să

vedem cum va percepe lucrurile un observator aflat în C'; deoarece trenul se deplasează cu viteza v dinspre A spre B, la C' va ajunge mai repede semnalul din B, şi abia apoi semnalul din A. Deci, nu se mai poate vorbi de o simultaneitate a receptării semnalelor pentru un observator aflat în punctul C'. Pentru un observator aflat în repaos faţă de tren se aplică transformarea Lorenz, pentru a afla când ajung la el cele două semnale luminoase. Rezultatul transformării arată că el va vedea acelaşi lucru ca şi un observator aflat în punctul C, adică cele două semnale luminoase vor fi percepute simultan.

Concluzia care se impune, din aceste două experimente, este că nu se poate vorbi decât de simultaneitate relativă şi nu se poate spune că două evenimente sunt simultane, decât cu privire la unul şi acelaşi observator. Cu alte cuvinte, observă fizicianul elveţian, „orice sistem de referinţă (sistem de coordonate) are propriul său timp: o indicare a timpului nu are sens decât atunci când se face în raport cu un corp (sistem de referinţă determinat)"[1].

Pentru ca mecanica clasică să fie conformă cu teoria relativităţii trebuie înlăturate din conţinutul acesteia două afirmaţii: prima, care ne spune că intervalul de timp dintre două evenimente este independent de orice observator, şi a doua, conform căreia distanţa spaţială dintre două lucruri este independentă de orice sistem de referinţă. Ceea ce ar fi interesant de menţionat este că mecanica clasică funcţionează perfect cu privire la majoritatea evenimentelor cunoscute şi descrie aproape perfect mişcările planetelor sistemului nostru solar, deoarece vitezele pe care le implică aceste mişcări sunt mult mai mici decât viteza luminii. Modificarea realizată de teoria relativităţii se referă la corpuri care se deplasează cu viteze foarte mari, apropiate de viteza luminii. În practică, aceste viteze se întâlnesc foarte rar, doar la electroni şi la ioni; la alte mişcări, abaterile de la legile mecanicii clasice sunt atât de mici încât sunt practic neobservabile

Aceasta nu înseamnă însă că modificările nu trebuie luate în considerare, chiar dacă valabilitatea lor ţine mai mult de teorie decât de practică. În concluzie, timpul absolut al mecanicii clasice ar putea să existe doar dacă ar exista o viteză infinită care ar realiza propagarea instantanee a semnalelor.

Având în vedere accepţiunea conceptului de timp introdusă de Albert Einstein, se pot distinge două tipuri de poziţii între două evenimente oarecare: poziţii de tip spaţial şi poziţii de tip temporal. Deosebirea dintre aceste două tipuri de poziţii este esenţială şi constă în aceea că succesiunea în timp a unor evenimente care se află unul faţă de altul în poziţie de tip temporal este aceeaşi în toate sistemele de referinţă, pe când succesiunea evenimentelor de tip spaţial depinde de alegerea sistemului de referinţă[2].

[1] Albert Einstein, *Cum văd eu lumea. Teoria relativităţii pe înţelesul tuturor,* Bucureşti, Edit. Humanitas, 2000, p. 351.

[2] Mittelstaedt Peter, *Probleme filosofice ale fizicii contemporane,* Bucureşti, Edit. Ştiinţifică, 1971, p. 34.

Această situație, a poziției de tip spațial, este descrisă de exemplul anterior cu semnalele luminoase şi diferențele dintre momentele în care semnalele ajung în punctul C şi, respectiv, în C'. Această diferență dintre poziția de tip spațial şi cea de tip temporal poate fi ilustrată printr-o schemă sugestivă (fig. 2).

Fie un eveniment $A(x_1, t_1)$, care se aşază la originea sistemului de coordonate; dacă un al doilea eveniment se află în oricare din cele două părți ale conului de lumină, atunci cele două evenimente se află în poziție de tip temporal. Dacă, însă, al doilea eveniment ocupă o poziție în afara conului de lumină, atunci cele două evenimente se află în poziție spațială unul față de altul. Acest procedeu ilustrează că orice relație cauzală trebuie să lege două evenimente (care au viteze mai mici decât viteza luminii), care se află în conul de lumină.

În caz contrar, între cele două fenomene este imposibil să existe o relație cauzală. După cum indică şi desenul (din fig. 2), partea de sus a conului de lumină reprezintă viitorul, iar cea de jos trecutul.

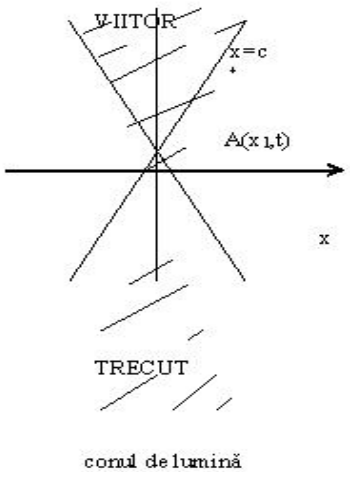

Fig. 2. Poziționarea evenimentului fizic în timp, în funcție de conurile de lumină.

Odată clarificată situația timpului şi a spațiului conform teoriei relativității, se impune să revenim la teoria kantiană a formelor sensibile ale intuiției *a priori* a sensibilității umane externe (spațiul) şi interne (timpul), pentru a vedea dacă se poate realiza vreo apropiere între filosofia kantiană şi teoria relativității. Diferența vizează două chestiuni fundamentale: în teoria relativității nu este admisă decât simultaneitatea relativă, iar Kant susține simultaneitatea absolută (atunci când A este cauza lui B şi B este cauza lui A); cea de a doua problemă provine din faptul că, pentru filosoful german, timpul are ca trăsătură fundamentală unitatea: timpul are o singură dimensiune, există doar un singur şir temporal, iar teoria relativității demonstrează că acest lucru nu este posibil decât dacă ar putea exista o viteză infinită a luminii care să poată transmite instantaneu semnalele.

Teza kantiană rămâne valabilă în măsura în care este vorba de evenimente aşezate în conul de lumină. Toate aceste fenomene (evenimente) pot fi perfect ordonate din punct de vedere temporal. În conul de lumină lucrurile se petrec ca şi cum viteza luminii ar fi infinită şi succesiunea evenimentelor este rezultatul cauzalităţii reciproce. Einstein a demonstrat că relaţiile de cauzalitate pot apărea numai între fenomene care se află în poziţii de tip temporal. Aceasta este limitarea pe care a suferit-o filosofia kantiană.

Este interesant şi ce se petrece între fenomenele aflate, unele faţă de altele, în poziţie de tip spaţial; se pot produce mai multe situaţii, succesiunea lor temporală depinzând strict de sistemul de referinţă ales, dar evenimentele care se află în simultaneitate relativă de tip spaţial nu se pot afla niciodată într-o relaţie de cauzalitate, deoarece unitatea timpului, deci faptul că are sens să se vorbească de o succesiune temporală a evenimentelor, se pierde[3].

Simon Laplace considera că, în cadrul lumii reale, nu există fenomene întâmplătoare, în sensul de fenomene lipsite de cauză. Admite că, de fapt, este vorba de necunoaşterea de către subiectul uman a cauzei fenomenului respectiv. Mecanica cuantică vine şi ne arată că există fenomene absolut întâmplătoare, în sensul de fenomene care nu pot fi determinate integral în raport cu un sistem de condiţii. Din acest punct de vedere, realitatea nu presupune nici evenimente absolut contingente, nici fenomene absolut determinate sau necesare. Ştiinţa actuală ne arată că extinderea cunoaşterii nu anulează contingenţa, ci doar permite ca un anumit fenomen să poată fi considerat necesar în raport cu anumite condiţii diferite de sistemul iniţial. Astfel, conexiunea întâmplătoare devine obiectivă şi se traduce prin aceea că un anumit sistem de evenimente C este insuficient pentru a determina, integral, evenimentul A.

Din cele spuse anterior se poate observa că legile statistice erau acceptate de către comunitatea ştiinţifică, în momentul apariţiei mecanicii cuantice. Se credea că limitele cunoaşterii provin mai ales din limitările cărora li se supune spiritul omenesc[4].

După tot acest periplu în istoria ştiinţei şi a filosofiei, se impune să ne întoarcem la problemele pe care le suscită mecanica cuantică. Dintotdeauna, filosofii şi oamenii de ştiinţă au avut ferma convingere că Universul în care trăim este guvernat de ordine. La început se avea în vedere o ordine instituită de divinitate, pentru ca apoi, încet, încet, în acest tablou să-şi facă loc legile ştiinţei.

Teoria cuantică deţine un aparat matematic extrem de riguros, care nu poate fi contestat. Mecanica clasică are drept obiect de studiu macrosistemele. Din acest motiv, influenţa pe care o exercită observatorul asupra sistemului poate fi neglijată, atunci când se calculează starea iniţială a unui sistem, precum şi starea ulterioară a

[3] *Ibidem*, p. 54.

acestuia. Dar pentru a studia un electron, de pildă, trebuie să intrăm în contact cu el, iar acest contact, al microparticulei cu aparatul, are ca rezultat anularea posibilității unei determinări exacte a poziției şi a impulsului acelui electron în sensul mecanicii clasice.

După descoperirea cuantei de acțiune, ştim deja că idealul clasic nu poate fi realizat în descrierea proceselor atomice. Orice tentativă de ordonare spațio-temporală a indivizilor provoacă o ruptură a lanțului cauzal, datorită schimbului neneglijabil de impuls şi energie cu ceasurile şi etaloanele folosite pentru măsurare, iar acest schimb nu poate fi calculat când mijloacele de măsurare îşi ating obiectivul[5].

Interpretarea probabilistă a mecanicii cuantice, oferită de Şcoala de la Copenhaga, nu a fost acceptată de mulți dintre fizicienii vremii. Einstein căuta, de pildă, o teorie care să explice toate datele experienței şi, în acelaşi timp, să fie cât mai simplă din punct de vedere logic. În acest sens, teoria relativității rezistă cel puțin până la un punct critic. Indeterminismul mecanicii cuantice nu este o ficțiune, ci un pricipiu fundamental al acesteia. Dar atât explicația Şcolii de la Copenhaga, cât şi cea oferită de Einstein conțin lacune.

Pentru a introduce teoria cuantică în tabloul realității şi pentru a păstra ideea de ordine în Univers, a mai fost formulată o teorie – *teoria parametrilor ascunşi.*

David Bohm, începând cu anul 1952, a dezvoltat o filosofie a naturii şi a cunoaşterii fizice bazată pe ideea structurării în adâncime a realității fizice pe niveluri şi a interacțiunilor care au loc între aceste niveluri de realitate. Un adept de marcă al acestei filosofii a fost Paul Vigier.

Fiecare ştiință studiază nu întreaga realitate, ci un anumit nivel al acesteia. Acel nivel de realitate este indisolubil legat de alte niveluri, care influențează interacțiunile ce au loc la nivelul care face obiectul studiului şi care, în mod inevitabil, vor duce la imprecizii în măsurarea fenomenelor. Astfel, ceea ce nu a fost încă explicat va putea fi explicat ulterior, folosind noțiuni de o mai mare profunzime, care corespund unui alt nivel de realitate. Prin urmare, legile mecanicii cuantice explică un anumit nivel al realității, şi anume – cel cuanto-mecanic al materiei. Există, la acest nivel, ca la oricare altul dealtfel, o anumită imprecizie, care ar urma să fie explicată de noțiuni şi concepte care aparțin nivelului subcuantic.

Bohm introduce o forță care se manifestă între particule (adică formațiuni materiale delimitate unele de altele) şi care este una de legătură între acestea. Astfel, mecanica cuantică îşi păstrează caracterul probabilist, legat de ipoteze cauzale referitoare la particula individuală, apărând de aceea ca o probabilitate din mecanica clasică de tip statistic.

[5] Niels Bohr, *Opere,* cf. V. Perminov, *Cauzalitatea,* Bucureşti, Edit. Ştiințifică şi Eenciclopedică, 1988, p. 117.

A interzice apariția în ştiință a parametrilor ascunşi este un act de absolutizare a mecanicii cuantice, susține David Bohm, şi înseamnă să cădem în aceeaşi greşeală în care au căzut înaintaşii noştri, atunci când au susținut că legile mecanicii newtoniene exprimă adevărul absolut.

David Bohm începe prin a susține că nu există un substrat unic al tuturor lucrurilor şi, de asemenea, vorbeşte despre maniera fragmentară, în care suntem formați, şi maniera plenitudinară, în care ar fi de dorit să ne formăm.

În susținerea tezei sale, Bohm porneşte de la teoria lui Ptolemeu, conform căreia în Univers lucrurile nu se mişcă decât circular. S-au constatat, în urma observațiilor, discrepanțe între mersul planetei Saturn şi orbita circulară, moment în care oamenii de ştiință ai vremii au corectat orbita, lăsând-o circulară. Pentru a salva teoria, au construit un epiciclu (o altă sferă, o combinație de traiectorii în cerc). Acesta este un exemplu de introducere a unei ipoteze *ad-hoc,* care explică schimbarea integrală a unei teorii. Când confruntăm o teorie cu felul în care este lumea, ne paşte pericolul fragmentării, din cauza multiplicității teoriilor care au fost formulate, fragmentare care nu se găseşte în realitate. Datorită fragmentării, procesul de gândire este suficient de fragmentat față de obiectul său. Ar fi indicat să amintim aici că în Orient *măsura* este considerată ceva fals şi înşelător, ceva care nu există în realitate, un voal care acoperă realitatea. Fragmentarea realității îşi are originea în rigidizarea măsurii.

În capitolul al III-lea al lucrării *Plenitudinea lumii şi ordinea ei,* capitol intitulat *Realitatea şi cunoaşterea considerată ca proces*, David Bohm susține un set de idei foarte interesante.

Astfel, autorul afirmă că toate domeniile cunoaşterii sunt supuse fragmentării, şi că fiecare ştiință în parte se ocupă de un anumit fragment de realitate. Măsurarea este rigidă şi nu mai trimite la esență. Lumea este un sistem unic; nu putem cunoaşte o parte a sistemului fără să cunoaştem lumea în ansamblul ei. Lumea – în concepția acestui filosof – nu este o substanță statică alcătuită din părți, ci este plenitudine în permanentă transformare.

Toate tipurile de cunoaştere au favorizat fragmentarea. Astfel, Bohm îşi pune întrebarea: cum să putem gândi nefragmentar? Cum să putem cunoaşte plenitudinea lumii?

Subiectul cunoscător nu poate fi separat de obiectul cunoscut, spune Bohm, şi extinde postulatul lui Bohr. Nu ne putem sustrage lumii în care trăim. Măsurarea proprietăților părții unui sistem are valoare şi pentru cealaltă parte (experiment al lui Einstein). Particulele elementare pot fi transformate în alte forme, ceea ce înseamnă că nu sunt ultime.

Gândirea este un răspuns activ al memoriei în orice fază a vieții (de exemplu, amintirea plăcerii sau a durerii); deci gândirea este un proces material inseparabil de activitatea sistemului nervos. Intuiția este un act de percepție, deci ține de fiziologia corpului uman şi de limitările pe care le presupune acesta.

Lucrul este o indicație înalt generalizată pentru o formă de existență tranzitorie sau nu, iar realitatea nu este altceva decât capacitatea de a fi un lucru, susține David Bohm.

Cunoaşterea este relația subiect–obiect. Teza gânditorilor clasici era că subiectul are facultăți de cunoaştere care devin active când obiectul le stimulează (cunoaşterea drept găleata lui Popper). Conform teoriei clasice, suprema realizare constă în aceea că subiectul tinde să-şi formeze o concepție despre lume. Bohm schimbă această schemă statică. Relația de cunoaştere nu este una statică: există o relație de continuă circulație dinspre memorie înspre mediu şi invers. Ceea ce este mediu devine o parte a memoriei. Când am văzut prima dată un lucru, memoria a intrat în mediu. Nu se mai ştie unde începe memoria şi unde sfârşeşte mediul. Ceea ce este mediu a fost cândva memorie, şi invers. Avem o singură realitate, care uneori se obiectivează; pentru ca apoi să se interiorizeze.

Limbajul nostru privilegiază substantivul, ceea ce are drept rezultat crearea unei imagini statice a realității. Nu putem surprinde realitatea curgătoare prin intermediul unui limbaj static. Astfel, observă Bohm, limbajul este un obstacol în calea înțelegerii lumii.

Subiectul acționează atât asupra obiectului, separat, cât şi asupra sa. Şi nu mai avem o viziune unificată asupra lumii. Implicitarea presupune o imagine despre lume ca realitate înfăşurată. Totul este o permanentă curgere indivizibilă şi nedefinibilă. Însăşi limba ar trebui să se înfăşoare într-un singur concept. Bohm încearcă să observe funcția gândirii. Trebuie găsit un nou mod de a utiliza limbajul, un mod curgător. Substantivele au rădăcina verbală şi deci putem readuce un substantiv la ceva care să reprezinte mişcarea. Toate cuvintele sunt identice.

Interjecția plenitudinală ar trebui să constituie unicul cuvânt care va alcătui limbajul. Reomodul a fost implicit prezent în limbajul comun. Toți spunem acelaşi lucru, dar în limbaj diferit. Reomodul presupune căutarea în structura cuvintelor a unui mod de transformare a lui în verbe; el exprimă mişcarea.

David Bohm emite o idee foarte interesantă: aceea că realitatea, universul întreg este guvernat de ordine, dar nu o ordine oarecare, direct perceptibilă, ci o *ordine înfăşurată*, iar pentru a-şi ilustra teza, foloseşte un exemplu devenit clasic: experimentul cu cilindrul şi picătura de vopsea albastră introdusă în lichidul alb aflat în cilindru.

Realitatea fizică este o noțiune extrem de complexă, care se caracterizează prin mai multe trăsături, şi anume:

- este de o varietate calitativă infinită;
- are un număr nelimitat de niveluri distincte, dispuse ierarhic;
- fiecare nivel are un set de reguli şi caracteristici specifice, distincte de ale celorlalte;
- fiecare nivel intră în infrastructura nivelului superior, iar caracteristicile lui depind de condițiile determinate, în parte de interacțiunile ce au loc la acel nivel şi, în parte, de interacțiunile care au loc la nivelurile inferioare şi superioare;

- nu există legi fizice cu valabilitate generală, care adică să poată fi aplicate tuturor nivelurilor de realitate;
- legile fizice consideră un anumit număr de entităţi şi proprietăţi ce sunt specifice unui anumit nivel de realitate; aceste legi fac abstracţie de o infinitate de factori care există atât în infrastructura entităţilor de bază ce intră în sistemul de legi, cât şi în ambianţa generală în care există ele;
- efectele legilor cauzale, care acţionează la un anumit nivel, sunt supuse perturbaţiilor întâmplătoare;
- pentru predicţii satisfăcătoare, sunt necesare atât legile deterministe, cât şi cele probabiliste.

În termenii infinităţii naturii, putem spune mai degrabă că orice lege este, la un numit nivel, deterministă, iar la alt nivel statistică; orice lege omite o infinitate de factori aflaţi la niveluri mai profunde. Acest lucru este cel care face ca o lege să fie o aproximaţie, să aibă caracter statistic. Dar dacă mergem ceva mai adânc, vedem cauza fluctuaţiilor şi, prin urmare, legea devine deterministă; mai apoi, la un nivel mai profund ea se află sub influenţa unor factori care au fost omişi, şi va deveni, de asemenea, o lege de tip statistic. Deci, din acest punct de vedere, orice lege trebuie să aibă atât o latură deterministă, cât şi una statistică[6].

Cercetătorii (Niels Bohr, Paul Vigier etc) care s-au ocupat cu studiul fizicii cuantice, aflaţi în situaţia de a enunţa o explicaţie pentru noile descoperiri din ştiinţă, au criticat filosofia mecanicistă, tradiţională, conform căreia există entităţi, proprietăţi şi legi ultime, susceptibile de a fi formulate în termeni cantitativi, care ar putea explica diversitatea aparentă a lumii fizice.

Există limite în care entităţile pot fi aplicate cu succes. Poate exista un nivel subcuantic la care relaţiile de imprecizie sunt doar limite.

Fizicianul von Neumann a demonstrat că nu există parametri ascunşi, cu condiţia să nu existe un nivel subcuantic.

Bohm şi Vigier nu pun în discuţie validitatea mecanicii cuantice, ci doar interpretarea ei filosofică, considerând că generalizarea relaţiilor de imprecizie nu se justifică. Cei doi au sperat că legile de la nivelul subcuantic vor restabili cauzalitatea şi continuitatea mişcării, precum şi individualitatea microobiectelor. Descoperirea noilor legi nu va suprima determinarea probabilistică a evoluţiilor la nivelul mecanicii cuantice, dar va contesta valoarea principială atribuită acestei determinări în interpretarea standard.

Proiectul lui Bohm a fost formulat în următoarea manieră şi conţine câteva obiective şi idei bine determinate, şi anume:

- atunci când o particulă şi o undă electromagnetică interacţionează, influenţa particulei asupra undei este neglijabilă la nivel cuantic, dar sensibilă la nivel subcuantic;

[6] David Bohm, *Plenitudinea lumii şi ordinea ei,* Bucureşti, Edit. Humanitas, p. 60–61.

- fluctuațiile subcuantice determină mişcarea aleatorie a particulei la nivel cuantic;
- acestor forțe li se opune unda subcuantică, care caută să localizeze particula acolo unde câmpul este mai intens;
- determinismul şi indeterminismul pot să coexiste, dar la niveluri diferite de realitate.

Louis de Broglie gândise acelaşi lucru, dar a abandonat teza pentru că nu a putut combate nişte obiecții de ordin ştiințific, care s-au adus concepției sale. În anul 1924 a declarat că „întreaga teorie nu va deveni cu adevărat clară decât dacă se va ajunge să se definească structura undei şi natura singularității constituite de corpusculul a cărui mişcare ar trebui să fie prevăzută, plasându-ne exclusiv pe punctul de vedere ondulatoriu".

În anii 1926–1927, Louis de Broglie a formulat două ipoteze bazate pe modul său de gândire: *teoria dublei soluții* şi *teoria undei pilot*. *Teoria dublei soluții* încearcă realizarea sintezei undă – corpuscul, prin integrarea corpusculului în undă. Conform acestei teorii, corpusculii sunt considerați a fi singularități cu caracter permanent în cadrul unei unde extinse. Această teorie nu a rezistat din punct de vedere matematic.

În ceea ce priveşte *teoria undei pilot*, conform acesteia, corpusculul emite o undă care îi influențează apoi mişcarea; înconjurat de o undă, corpusculul se propagă, manifestându-se, în funcție de condițiile experimentale, fie ondulatoriu, fie sub aspect corpuscular. Sub aspectul orientării ei filosofice fundamentale, această a doua teorie nu se deosebeşte de prima, fiindcă păstrează noțiunea de corpuscul individual bine localizat în spațiu şi determinismul riguros al mişcării sale. Această a doua teorie este mai uşor de apărat, dar mai slabă în conținutul euristic.

De Broglie a renunțat la teoriile sale, deoarece nu constituiau o alternativă de cercetare ştiințifică, cel puțin nu pentru moment. De Broglie a fost preocupat de realizarea unei descrieri intuitive în spațiu şi timp a tranzițiilor de la o stare cuantică la alta, introducând ipoteza unor procese tranzitorii foarte rapide care ar putea fi descrise prin ecuații nelocale. De asemenea, apreciază ideea mediului subcuantic care:

1) explică caracterul probabilist prin intermediul perturbărilor subcuantice;

2) explică crearea şi anihilarea de particule elementare.

Legile de probabilitate oferă explicații destul de concludente, dar nu ating fondul problemei. Trebuie „săpat" pentru a se găsi o realitate fizică la o scară foarte mică, compatibilă cu rezultatele statistice foarte bine definite. Pentru acest fizician, dacă teoria fizică nu respectă exigențele clasice, atunci ea nu oferă înțelegere.

Cunoaşterea lumii subcuantice, cu termodinamica ei, ne-ar deschide perspectiva reală de a reprezenta toate realitățile fizice prin imagini în cadrul spațiu–timpului şi de a atribui un determinism riguros evoluției lor. Mecanica cuantică descrie realitatea aşa cum este ea observată cu ajutorul unor instrumente, nu aşa cum este ea de fapt.

Heisenberg utilizează argumentul istorico-filosofic împotriva teoriilor cu parametri ascunşi. Conform acestui gânditor, teoriile cu parametri ascunşi reprezintă o salvare a prejudecăţilor filosofice ale unor fizicieni, cel puţin atât timp cât nu au fost probabile prin succesul experimental al predicţiilor derivate. Teoria cu parametri ascunşi apare ca şi cum în spaţiul şi timpul absolut, în loc de teoria relativităţii, se introduce o teorie cu parametri ascunşi. Împotriva acestei afirmaţii, adepţii teoriei cu parametri ascunşi au susţinut că încă nu s-a demonstrat că spaţiul şi timpul nu sunt absolute.

David Bohm rămâne la ideile sale şi afirmă că teoria cuantică nu este destul de completă pentru a trata toate detaliile mişcării electronilor individuali, care pot fi explicate la un nivel mai ascuns. Paul Vigier a invocat argumente din istoria ştiinţei, în care fapte care nu aveau iniţial suport experimental au dus la rezultate foarte bune.

Louis de Broglie, în argumentarea sa, pune următoarea întrebare: ce înseamnă, de fapt, că localizarea unei particule într-o undă, care umple o regiune a spaţiului, este incertă şi nu poate fi aproximată decât cu probabilitate? Iar răspunsurile posibile sunt două:

a) particula are, în fiecare moment, o poziţie pe care noi nu o cunoaştem;
b) poziţia ei este, în mod real, nedeterminată, cu toate că, într-un anumit sens, este omniprezentă.

Critica metodologică a teoriei cu parametri ascunşi a fost formulată de către W. Pauli în anul 1935. Acest fizician susţine că parametrii ascunşi nu au sens decât dacă teoria actuală ar permite o asemenea generalizare, încât aceşti parametri ascunşi să se poată manifesta şi rezultatele mecanicii ondulatorii să fie şi ei conţinuţi în teorie; or, acest lucru nu se întâmplă.

Bohm, Vigier şi Louis de Broglie au acceptat provocarea că trebuie să se producă rezultate fizice noi, şi au încercat pe cale experimentală să-şi doveseacă susţinerile, dar nu au reuşit să obţină rezultatele scontate.

Einstein, prin teoriile şi experimentele sale, şi teoria parametrilor ascunşi au urmărit acelaşi scop, dar Einstein credea că teoriile cu parametri ascunşi nu constituie direcţia corectă. Despre David Bohm, Einstein scria că a oferit o interpretare facilă, superficială lacunelor mecanicii cuantice. Einstein nu credea în posibilitatea întoarcerii la reprezentările concrete, microfizice, promovate de teoria parametrilor ascunşi. Conform lui Einstein, este necesară dezvoltarea unei teorii generale a câmpului, dar nici acest proiect nu a fost vreodată dus la îndeplinire.

Nu întâmplător am ales, dintre toate teoriile filosofice care încearcă să explice mecanica cuantică şi modul în care apariţia acesteia afectează ceea ce omenirea considera a fi ordinea lumii, teoria privind parametrii ascunşi. Fireşte că toate îşi regăsesc locul şi importanţa lor în spaţiul gândirii umane, dar aceasta, mai mult decât toate celelalte, pare a respecta logica gândirii noastre şi modul nostru de a privi lumea.

Şi în acest sens, se aseamănă cel mai mult cu cea mai importantă trăsătură a gândirii orientale, şi anume conştiinţa unităţii şi intercorelării tuturor lucrurilor şi evenimentelor, experienţa feomenelor ca manifestări ale unei unice entităţi primordiale. Filosofia orientală priveşte toate lucrurile ca fiind părţi interdependente şi inseparabile ale întregului cosmic, ca manifestări diferite ale aceleiaşi realităţi ultime. Am văzut anterior că ştiinţa nu a oferit încă un răspuns satisfăcător, motiv pentru care ne întoarcem, într-un demers final în cadrul acestei scrieri, către o filosofie ale cărei principii se aseamănă cu teoria cuantică: *filosofia orientală.*

De regulă, nu suntem conştienţi de unitatea lumii şi o percepem ca fiind fragmentată în lucruri şi fenomene. Divizarea – ne spune filosofia orientală, asemănător cu teza susţinută de David Bohm – este utilă pentru a învinge dificultăţile zilnice, dar nu constituie trăsătura cea mai importantă a realităţii. Intelectul nostru, construit pentru a diviza şi clasifica, împarte lumea în mii de bucăţi, pentru a o înţelege mai bine şi pentru a face comunicarea mai uşoară. Lucrurile şi evenimentele nu sunt realităţi ale naturii, ci produse ale ignoranţei – *avidya* –, atunci când mintea noastră se află sub influenţa răului.

În acelaşi sens, David Bohm scria că suntem conduşi spre noţiunea de întreg indestructibil, noţiune opusă ideii clasice de realitate separabilă în părţi ce pot fi analizate independent... Ideile clasice de realitate constituită din „componente elementare" fundamentale şi sistem alcătuit prin alăturarea şi aranjarea părţilor au fost părăsite. Spunem acum că interdependenţa cuantică a întregului constiuie realitatea fundamentală şi că părţile care se comportă doar în mod relativ independent sunt forme particulare integrate ale acestei unităţi[7].

La nivel atomic, obiectele materiale solide ale fizicii clasice se dizolvă în structuri probabilistice, iar aceste probabilităţi înseamnă probabilităţi de realizare a interconexiunilor. Teoria cuantică face ca Universul să arate ca un sistem complex de *relaţii* stabilite între diferitele părţi ale unui întreg unic.

Ipoteza bootstrap este una dintre cele mai interesante ipoteze menite să explice ordinea lumii şi reprezintă rezultanta tuturor punctelor de vedere care au apărut în cadrul teoriei cuantice, odată cu înţelegerea interconectării universale, şi au căpătat conţinutul dinamic în cadrul teoriei relativităţii. Ipoteza *bootstrap* neagă existenţa constituenţilor fundamentali ai materiei, nu acceptă niciun fel de entitate fundamentală – de orice natură: legi, principii sau ecuaţii, fiind astfel prima încercare reală de a abandona ideea care a stat atâta timp la baza oricărei investigaţii ştiinţifice.

Acest scop nu a fost atins, în sens că veridicitatea ipotezei *bootstrap* nu a fost confirmată, dar drumul pe care s-a pornit, prin intermediul mecanicii cuantice şi al tuturor teoriilor filosofice generate de aceasta, oferă cadrul pentru o nouă viziune asupra ordinii în univers. Pentru că, totuşi, această ordine există.

[7] David Bohm & B. Hiley, *On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Theory,* "Foundations of Physics", vol. 5, 1975, p. 57.

2. SEPARAȚIA DINTRE SUBIECT ŞI OBIECT ÎN ŞTIINȚA CLASICĂ

În concordanță cu maxima că „pentru a constitui cunoaştere sigură şi neîndoielnică, numai acelor obiecte trebuie să le acordăm atenție, cu care puterile noastre mentale par să se potrivească. Ştiința în întregul ei este cunoaştere adevărată şi evidentă". René Descartes era de părere că noi ar trebui „să respingem orice cunoaştere care este doar probabilă" şi „să facem o regulă din a avea încredere numai în ceea ce este pe deplin cunoscut şi nu lasă loc la îndoială".

Grecii antici au contribuit în mod esențial la fundamentarea filosofică a culturii occidentale. *Filosofia* s-a impus ca un domeniu de activitate care se caracteriza prin ceea ce înseamnă cele două cuvinte care îi compun denumirea, şi anume dragostea față de înțelepciune, de cunoaştere. Ulterior, *ea* a căpătat, datorită lui Platon, conotații mult mai riguroase, acest filosof dându-şi seama că există o diferență netă între *opinie* şi *ştiință*. Idealul cunoaşterii umane este, fireşte, ştiința. În dialogul *Republica,* Platon arată că filosofii trebuie să aspire la cunoaşterea adevărului şi a realității, iar adevărata cunoaştere trebuie să fie reală, stabilă şi neschimbătoare. Tot în *Republica*, Platon arată că statul ideal trebuie să fie condus de aceşti filosofi care s-au dedicat cunoaşterii adevărului.

Dacă nici filosofia naturii, nici teoriile ştiințifice nu s-au putut dispensa de viziuni speculative în fața existenței, tot atât de adevărat este că la ora actuală un astfel de interes nu s-a stins, dimpotrivă, a sporit de pe poziții şi în direcții fundamental noi. E firesc, fiindcă savantul este –conştient sau nu – şi un filosof (prea adesea unul care se ignoră, dar în ultimul timp lucrurile s-au schimbat), iar teoriile ştiințifice nu pot să nu includă viziuni filosofice asupra realității investigate[8].

Platon şi apoi Aristotel au fost adepții unei teorii de tip realist, în sensul că există o lume exterioară, independentă de mintea observatorului; Platon susținea că adevărata realitate este foarte îndepărtată de lumea senzorială imediată şi, în acest sens, se referea la Lumea Ideilor, pe când Aritotel considera că obiectele pe care le percepem senzorial constituie realitatea primară. Tot Aristotel considera că orice cunoaştere veritabilă se realizează prin deducție logică.

Una dintre cele mai interesante teze filosofice îi aparține lui René Descartes. Conform acesteia, cunoaşterea trebuie să pornească de la principii prime obținute prin intuiție. Principiile prime, care stau la baza oricărei cunoaşteri, sunt acele adevăruri pe care o minte clară şi disciplinată le consideră sigure. În cadrul demersului său, Descartes porneşte de la a elimina din cunoaştere toate acele seturi de propoziții care ar putea fi îndoielnice, printr-o metodă pe care o numeşte *îndoiala metodică*. Astfel, se elimină din cunoaştere datele oferite de simțuri, pentru că simțurile ne pot înşela.

[8] Vezi Ionuț Isac, *Aspecte ale istoricului problemei realității fizice*, cap. III (*Ideea de realitate fizică şi presupozițiile cognitive*), manuscris de cercetare, Institutul de Cercetări Socio-Umane al Academiei Române, Filiala din Cluj-Napoca, 1993, p. 2–3.

Ştiința trebuie să înceapă de la un set de principii prime obținute de mintea umană prin intuiție (care constituie un proces de însuşire a acelor cunoştințe pe care o minte clară şi disciplinată le consideră sigure). Cunoaşterea sigură este la Descartes, ca şi la Aristotel, un proces deductiv, prin care se pleacă de la principii prime şi certe, pentru ca apoi, cu ajutorul raționamentelor logice valide, să se obțină şi alte propoziții adevărate, sporindu-se astfel cunoaşterea. Cea mai sigură cunoaştere este cea obținută prin intuiție, deoarece aceasta este mai simplă şi mai clară decât procesul deductiv. Conform acestei filosofii, dacă un om respectă cu strictețe regulile gândirii, el nu va presupune niciodată că ceea ce este fals este adevărat şi îşi va creşte treptat şi continuu cunoaşterea, ajungând astfel la o înțelegere adevărată a tot ce nu-i depăşeşte puterile.

În cadrul demersului său filosofic, Descartes acorda o importanță deosebită axiomelor şi teoremelor din geometrie, considerând că adevărul acestora este dincolo de orice îndoială. De exemplu, axioma paralelelor ne spune că două drepte paralele nu se intersectează niciodată. Acest lucru este perfect adevărat în geometria plană de tip euclidian şi, de aceea, toate teoremele care sunt demonstrate cu ajutorul acestei axiome sunt şi ele adevărate. Dar există şi aşa-numitele spații neeuclidiene, în care, de exemplu, suma unghiurilor unui triunghi nu este de 180°, ci mai mare sau mai mică. Descartes a sesizat şi el, destul de repede, că numai pe baza raționamentului de tip logic se pot trage concluzii eronate şi a acceptat că rolul experienței este, de asemenea, destul de important în cunoaştere. Fără a realiza observații, nu putem fi siguri care dintre geometrii este caracteristică spațiului în care trăim. Numai gândirea logică nu poate să ne ofere informații despre lumea reală, este nevoie şi de experiență pentru a cunoaşte adevărul despre lumea în care trăim.

Raționalismului cartezian i s-a opus, în filosofie, empirismul. Empirişti ca David Hume, John Locke şi alții considerau că, la baza cunoaşterii nu poate sta altceva decât experiența, iar tipul de raționament logic prin care putem dobândi tot mai multă cunoaştere este inducția, adică, de la particular (de la cazuri individuale pe care le percepem prin simțuri) către o concluzie generală. Desigur că şi această teorie, care are foarte mulți susținători printre oamenii de ştiință, poate fi criticată din mai multe puncte de vedere. Cel mai pertinent ni se pare acela conform căruia experiențele, lucrurile observate pot fi interpretate diferit de către diferiți observatori.

Dintre toate faptele pe care le cunoaştem şi pe care le putem comunica unul altuia, care este cel mai cert, nefiind supus nici celei mai mici îndoieli? La această întrebare nu există decât un singur răspuns: „Acela pe care îl simțim cu propriul nostru corp.” Şi deoarece o ştiință exactă are de-a face cu explorarea lumii exterioare, putem continua spunând: „Acestea sunt impresiile pe care ni le formăm din lumea exterioară direct prin organele de simț, cu ochii, urechile, etc.” Dacă vedem, pipăim sau auzim ceva, acesta este clar un fapt dat, pe care nici un sceptic nu-l poate pune la îndoială.

Pentru ca omul să ajungă la adevărata cunoaştere este necesar să respecte un anumit set de reguli. Astfel, sintetizând, teoria lui René Descartes susține că o cunoaştere sigură şi neîndoielnică ne poate fi oferită numai de către obiecte cu care puterile noastre mentale par să se potrivească. Ştiința în întregul ei este cunoaştere adevărată şi evidentă. Prin urmare, trebuie să respingem orice cunoaştere care este doar probabilă şi să facem o regulă din a avea încredere numai în ceea ce este pe deplin cunoscut şi nu lasă loc la îndoială.

De asemenea, filosoful arată că o cunoaştere cât mai riguroasă trebuie să se bazeze pe un număr cât mai mic de legi şi principii. „Primul precept era de a nu primi ca adevărat niciun lucru de care să nu mă fi încredințat în mod evident că este aşa, adică de a înlătura cu grijă graba şi prejudecata şi de a nu cuprinde în judecățile mele nimic altceva decât ce s-ar prezenta minții atât de clar şi precis, încât să nu am niciun prilej de a-l pune la îndoială. Al doilea, de a împărți fiecare din dificultățile pe care le-aş examina în atâtea părți câte ar fi posibile şi necesare spre a le dezlega mai bine. Al treilea, să-mi călăuzesc gândurile în ordine, începând cu lucrurile cele mai simple şi mai uşor de cunoscut, ca să urc încet, încet, treptat, până la cunoaşterea celor mai complexe, presupunând ordine chiar între cele care nu se preced firesc unele pe altele. Şi ultimul, să fac pretutindeni enumerări atât de complete şi revederi atât de generale, încât să fiu sigur că nu am omis nimic.”[9]

Concepția lui Aristotel despre Univers este expusă în lucrările *Fizica* şi *Despre ceruri* şi se distinge prin caracterul ei organicist. Filosoful grec explică comportarea obiectelor lipsite de viață prin analogie cu organismele vii, nu pentru că le-ar fi considerat pe primele ca fiind vii, ci, mai ales, deoarece le consideră pe toate ca fiind orientate către un scop. Orice obiect are propria sa natură, tendință sau scop. Astfel, este în natura unui fenomen uşor să se înalțe (de exemplu focul) şi a unui element greu să coboare (de exemplu, pământul). Natura Pământului constă în a căuta centrul Universului şi, din acest motiv, se află chiar în centrul acestuia. Motivul pentru care Pământul are formă sferică este acela că toate părțile sale tind către centru, se lovesc una de alta.

Ideea, care a dominat lumea ştiinței mai mult de 2000 de ani, constă în aceea că există în cercetarea de tip ştiințific o diferență fundamentală între subiectul care realizează observația, adică omul de ştiință, şi obiectul studiului ştiințific. S-a considerat că natura este aceeaşi şi se comportă la fel, indiferent dacă există cineva care să o observe sau nu.

Pentru ştiința clasică, există o lume fizică – o*biectivă* – situată în afara noastră, pe care o putem cunoaşte prin intermediul experienței, care este guvernată de legi de tip determinist, a căror expresie matematică este precis formulată. Lumea exterioară, natura există independent de noi şi nu este influențată în mersul şi legile ei de modul în care noi o putem observa. În acest mod a fost gândită fizica clasică de către oameni de ştiință ca Newton, Maxwell şi Einstein.

[9] René Descartes, *Discurs asupra metodei,* Bucureşti, Edit. Mondeo, p. 24.

În baza acestei imagini, pe care ştiinţa a elaborat-o referitor la universul exterior, s-au formulat unele dintre cele mai importante argumente filosofice cu privire la natura lumii reale, de aceea, odată cu apariţia fizicii cuantice, la începutul secolului al XX- lea, ca urmare a observării unor nepotriviri între comportarea lumii înconjurătoare şi descrierile fizicii clasice, s-a creat impresia generală că a intervenit un factor de imprecizie, probabilitate şi nesiguranţă în felul în care ştiinţa, în general, dar mai ales fizica descriu lumea, aspect care a afectat, fireşte, şi gândirea de tip filosofic.

Reprezentarea pe care o oferă fizica cuantică a fost interpretată în diferite moduri de către oamenii de ştiinţă şi filosofi. Niels Bohr susţinea, de exemplu, că nici nu există ceea ce în sens clasic înseamnă o reprezentare obiectivă asupra lumii exterioare, că nu există nimic în afara noastră la nivel cuantic, iar realitatea se creează în urma măsurătorilor noastre. Cu alte cuvinte, după cum spunea Roger Penrose, „[...] fizica cuantică ne oferă doar un procedeu de calcul şi nu încearcă să descrie lumea aşa cum *este* ea în realitate. Această atitudine faţă de teorie mi se pare prea defetistă şi eu voi urma punctul de vedere mai pozitiv care atribuie o *realitate fizică obiectivă* descrierii cuantice, şi anume – *starea cuantică*."[10]

Discontinuitatea cuantică demască limitele electromagnetismului clasic ca teorie fizică. Dacă electronul ar emite energie în mod continuu, conform ecuaţiilor clasice, el ar cădea în interiorul atomului într-un timp infim. Nu ar mai fi posibilă existenţa atomilor, a moleculelor, a tuturor elementelor chimice cunoscute.

Fizicianul Niels Bohr (1925–1930) a făcut o observaţie extrem de interesantă, potrivit căreia „cuanta de acţiune a introdus un element nou în fizica teoretică, iraţional". Cuanta elementară de acţiune („acţiunea înseamnă o cantitate fizică ce corespunde unei energii înmulţite cu un timp"[11]) se exprimă printr-o constantă universală – constanta lui Planck – care are o valoare bine determinată şi intervine prin multipli întregi.

Observaţia are drept scop sporirea gradului de cunoaştere şi, pentru a fi realizată corect, ea presupune respectarea unor metode ştiinţifice, dar nu afectează sistemul.

Acest lucru este un principiu de bază în procesul cunoaşterii în domeniul fizicii clasice, de exemplu. Un alt pricipiu de bază în cercetarea ştiinţifică clasică este cel al determinismului, conform căruia pentru fiecare clasă de fenomene există un sistem fizic în care fenomenele se produc, astfel încât starea sistemului, caracterizată la un moment dat de valorile variabilelor proprii, este determinată de stările sale precedente.

S-a susţinut multă vreme că toate evenimentele sunt înlănţuite cauzal, chiar şi acelea care, din cauza micimii lor, par că se sustrag ordinii, spunea Laplace. Cauzele finale şi hazardul nu exprimă altceva decât propria noastră ignoranţă.

[10] Roger Penrose, *Mintea noastră cea de toate zilele,* Bucureşti, Edit. Tehnică, 2001, p. 247.
[11] Basarab Nicolescu, *Noi, particula şi lumea,* Iaşi, Edit. Polirom, 2002, p. 9.

Necunoaşterea tuturor cauzelor se datorează faptului că, uneori, acestea sunt atât de mici şi neregulate încât ne scapă. Acţiunea cauzelor regulate se imprimă în efectul total sub forma unor modificări, care pot fi înregistrate printr-un lung şir de observaţii. Deoarece este imposibilă în anumite situaţii observarea tuturor cauzelor care stau la baza producerii anumitor fenomene, în ştiinţă a fost introdus conceptul de probabilitate.

John Stuart Mill scria, în acest sens, că „probabilitatea unui eveniment nu este o calitate a evenimentului însuşi, ci numai un nume care exprimă gradul de încredere pe care noi sau alţii pot să-l aibă în realizarea lui[...] În sine, un eveniment nu este numai probabil; el este sigur. Dacă am şti tot, am şti în mod pozitiv că el se va întâmpla; probabilitatea lui însă nu ne exprimă decât gradul de siguranţă pe care-l putem avea în realizarea lui în funcţie de ceea ce ştim în prezent.”[12]

De asemenea, în aceeaşi direcţie, sunt foarte elocvente şi reflecţiile gânditorului francez, Simon Laplace: „Evenimentele actuale se leagă de cele anterioare pe baza principiului evident că un lucru nu poate să apară fără o cauză care să-l producă. Această axiomă, cunoscută sub denumirea de principiul raţiunii suficiente, se extinde până şi la acţiunile pe care le credem indiferent[...] Intelectul care, la un moment dat, ar cunoaşte toate forţele care acţionează în natură şi poziţia tuturor corpurilor, ar cuprinde – presupunând că ar avea capacitatea de a analiza atâtea informaţii – într-o aceeaşi ecuaţie mişcările celor mai mari corpuri din Univers şi pe acelea ale celor mai firavi atomi; nimic n-ar fi mai nesigur pentru el, ar cunoaşte deopotrivă trecutul şi viitorul.”[13]

Ulterior, a apărut ideea sau, mai corect spus, teoria *probabilităţii subiective,* conform căreia relaţiei de probabilitate îi corespund în natură raporturi reale, obiective, ca oricărei legi. Dintre teoreticienii acestei idei îi amintim pe J. V. Kries şi Hans Reichenbach. Unul dintre cele mai importante argumente, în acest sens, este acela referitor la aruncarea zarului. Din 600 de aruncări cu zarul, s-a constatat că o anumită faţă apare de 100 de ori. Şi exact acest lucru ni-l spune calculul de probabilitate. Nu putem susţine că există vreo ignoranţă în acest proces. Se pare că natura respectă legile de probabilitate; un zar are şase feţe şi poate să apară oricare dintre cele şase feţe, nu pentru că nu există niciun motiv de discriminare sau de a da preferinţă unei feţe sau alteia, ci pentru că există un motiv pozitiv şi anume, *omogenitatea zarului.*

Astfel, probabilitatea unui eveniment nu ar depinde de gradul de desăvârşire al cunoaşterii, ci de condiţiile determinante ale apariţiei acelui fenomen. Nu est vorba de un procedeu de cunoaştere lacunar sau aproximativ, ci de o modalitate cognitivă independentă şi definitivă. „Probabilitatea nu este raportul dintre cauzele

[12] J. S. Mill, *Sistem de logică deductivă şi înductivă,* L. Preisse (trad.), Paris, 1896, IV ed. II, p. 59–60 (apud Petre Botezatu, *Cauzalitatea fizică şi panquantismul,* Iaşi, Edit Universităţii „Al. I. Cuza”, 2002, p. 60).

[13] Simon Laplace, *Essai philosophique sur les probabilités,* Paris, 29, p. 6.

favorabile evenimentului şi totalitatea cazurilor egal de posibile, ci valoarea limită a frecvenţei relative înlăuntrul colectivului."[14]

Fizica cuantică a adoptat teoria probabilităţii obiective, iar statistica de tip cuantic se opune celei clasice. Probabilitatea subiectivă este caracteristică teoriei cinetice, iar cea obiectivă este caracteristică teoriei cuantice. Statistica boltzmanniană este expresia unei cercetări incomplete a fenomenului.

În anul 1872 entropia a fost introdusă în ecuaţiile ştiinţifice de către Ludwig Boltzmann, care a demonstrat că, în cadrul unui sistem izolat, aceasta creşte sau rămâne constantă dacă sistemul a atins starea de echilibru.

Ludwig Boltzmann a definit o funcţie a vitezei de distribuţie şi a arătat că, atât timp cât funcţia nu atinge valoarea sa minimă, viteza distribuirii nu va fi staţionară. Distribuţia lui Maxwell era singura soluţie staţionară a ecuaţiei. S-a demonstrat de ce un gaz care nu este la echilibru tinde către acesta şi, odată ce îl atinge, rămâne aşa, dar pentru că erau respectate legile dinamicii clasice între molecule, Poincaré a obiectat că sistemul care a început cu o anumită stare dinamică se va întoarce la stări similare cu starea iniţială. Cum se poate susţine în aceste condiţii că sistemele rămân la echilibru?

Un alt rezultat al dinamicii clasice stipula că dacă sistemul trece de la o stare S_1 la altă stare, S_2, se va întoarce înapoi la S_1, efectuând toate mişcările iniţiale invers; sistemul este reversibil. Date fiind aceste argumente, nu se mai poate susţine că un sistem va rămâne la echilibru, iar ecuaţia lui Boltzmann nu este valabilă.

În acest punct al divergenţei dintre oamenii de ştiinţă, Boltzmann a introdus conceptul de probabilitate. Astfel, ecuaţiile lui Boltzmann descriu posibile evoluţii ale sistemului. Teorema de recurenţă a lui Poincaré susţine că un sistem aflat departe de echilibru poate evolua către starea de echilibru pentru ca apoi să revină într-o stare similară cu cea iniţială. Pentru fiecare evoluţie către echilibru este posibilă o evoluţie inversă.

Răspunsul lui Boltzmann, completat de Ehrenfest, a fost unul complex: el a descoperit un nou mod de a deriva viteza de distribuţie. Să presupunem că avem un gaz în mai multe cutii legate între ele. După multe permutaţii se ajunge la o stare de echilibru a gazului în cutii indiferentă de câte molecule sunt în fiecare cutie. Distribuţia de echilibru este o stare care corespunde celui mai mare număr de permutări posibile. Combinaţiile care corespund stărilor macroscopice departe de echilibru sunt mult mai puţine. Dacă vom considera că orice permutare este la fel de probabilă, folosind apoi principiul simetriei, rezultă că starea de echilibru este cea mai probabilă.

[14] R. V. Mises, *Wahscheinlichkeit, Statistik und Warheit,* Wien, 1928, p. 9–29, apud Petre Botezatu, ..., p. 62.

Un sistem dat, izolat, va fi aproape tot timpul în echilibru. Vor exista anumite deviaţii, dar din ce în ce mai rare. Situaţia va fi simetrică din punct de vedere temporal, cu tranziţii de la neechilibru la echilibru şi invers. Fiecare stare de neechilibru va fi urmată de una şi mai aproape de echilibru.

Dacă este folosit un număr mare de molecule şi natura specială a funcţiilor folosite pentru a calcula trăsăturile observate macroscopic, ar fi disponibilă o raţionalizare completă a probabilităţii stărilor în care se va afla sistemul. Apoi, dacă luăm starea de echilibru ca fiind cea mai probabilă stare, am avea o justificare valabilă pentru considerarea ei ca stare medie. Boltzmann nu a putut demonstra această teorie, dar o modificare a ei s-a dovedit fructuoasă.

Noua teorie susţine că, dacă începem cu o colecţie a tuturor sistemelor posibile departe de echilibru şi le urmărim evoluţia în timp, va rezulta curba evoluţiei generale a sistemului, curba lui Boltzmann. Comportamentul efectiv al sistemelor depinde de două lucruri: starea microscopică în care au început şi legile dinamicii în conformitate cu care vor evolua. Teoria ne va spune ce probabilitate să atribuim unei clase de sisteme aflate departe de echilibru şi va explica de ce se întâmplă aşa ceva în lume. Pe parcurs, fiecare stare a sistemului seamănă, din ce în ce mai mult, cu starea de echilibru.

Teoria fizicianului austriac se bazează pe o asumpţie crucială: frecvenţele coliziunilor şi vitezelor dintre molecule sunt proporţionale cu numărul de molecule care au acea viteză. Înainte de coliziune nu există o stare specială între molecule. Se enunţă, astfel, *postulatul haosului molecular: coliziunile sunt supuse întâmplării în fiecare moment.* Acest lucru este posibil având în vedere că se pleacă de la o stare iniţială dată şi se respectă legile dinamicii. Starea moleculei, înainte de ciocnire, este întâmplătoare.