

DIHOTOMIA SUBIECT–OBIECT ÎN FIZICĂ ȘI FILOSOFIE

Andreea Elena Mirică

Facultatea de Drept, Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

„Într-adevăr interacțiunea finită dintre obiect și mijloacele de măsurare, condiționate de însăși existența cuantei de acțiune, atrage după sine – datorită imposibilității de a controla reacția obiectului asupra instrumentelor de măsură – necesitatea unei renunțări definitive la ideea clasică de cauzalitate a unei revizuirii radicale a atitudinii noastre față de problema realității fizice. De fapt, așa cum vom vedea, un criteriu al realității așa cum este propus [de Einstein] conține – oricât de precaută ar părea formularea sa – o ambiguitate esențială [...]” (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 paper 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.*

1 CONSIDERATII INTRODUCTIVE

Știința 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 inerțial la altul se realizează cu ajutorul transformării Galilei, transformare ce nu ține cont de viteza cu care se transmit semnalele. În electrodinamică, propagarea luminii de la un sistem la altul este redată științific de transformarea Lorenz.

Dacă acceptăm ideea existenței unui timp absolut, adică a acelui timp care este măsurat la fel de oricare dintre observatori care au ceasuri precise și sincronizate perfect, atunci transformarea lui Galilei funcționează perfect în mecanica clasică. Albert Einstein a demonstrat că acest timp absolut nu există, că nu există corpuri ideal rigide și nici vreun semnal care să se transmită cu o viteză mai mare decât cea a luminii în vid. Toate acestea au ca implicație necesară faptul că timpul este relativ și 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 același 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 referință.

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 și 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).

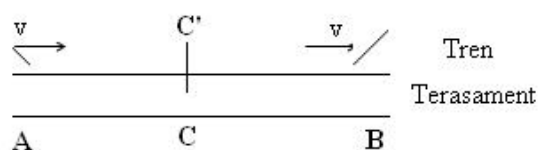


Fig. 1. Relativitatea simultaneității.

Trenul se deplasează cu viteza v pe direcția AB. Din A și din B pleacă, în același timp, câte un semnal luminos (semnalul din A spre B și cel din B spre A). Pentru că punctul C se află exact la mijlocul distanței dintre A și B, semnalele luminoase vor ajunge la C în același timp (simultan), ceea ce corespunde mecanicii clasice; cele două semnale luminoase parcurg aceeași distanță în același 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 , și 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 față de tren se aplică transformarea Lorenz, pentru a afla când ajung la el cele două semnale luminoase. Rezultatul transformării arată că el va vedea același lucru ca și 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 și nu se poate spune că două evenimente sunt simultane, decât cu privire la unul și același observator. Cu alte cuvinte, observă fizicianul elvețian, „orice sistem de referință (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 referință determinat)”¹.

Pentru ca mecanica clasică să fie conformă cu teoria relativității trebuie înlăturate din conținutul acesteia două afirmații: prima, care ne spune că intervalul de timp dintre două evenimente este independent de orice observator, și a doua, conform căreia distanța spațială dintre două lucruri este independentă de orice sistem de referință. Ceea ce ar fi interesant de menționat este că mecanica clasică funcționează perfect cu privire la majoritatea evenimentelor cunoscute și descrie aproape perfect mișcările planetelor sistemului nostru solar, deoarece vitezele pe care le implică aceste mișcări sunt mult mai mici decât viteza luminii. Modificarea realizată de teoria relativității 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 și la ioni; la alte mișcări, 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 ține 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 accepțiunea conceptului de timp introdusă de Albert Einstein, se pot distinge două tipuri de poziții între două evenimente oarecare: poziții de tip spațial și poziții de tip temporal. Deosebirea dintre aceste două tipuri de poziții este esențială și constă în aceea că succesiunea în timp a unor evenimente care se află unul față de altul în poziție de tip temporal este aceeași în toate sistemele de referință, pe când succesiunea evenimentelor de tip spațial depinde de alegerea sistemului de referință².

¹ Albert Einstein, *Cum văd eu lumea. Teoria relativității pe înțelesul tuturor*, București, Edit. Humanitas, 2000, p. 351.

² Mittelstaedt Peter, *Probleme filosofice ale fizicii contemporane*, București, Edit. Științifică, 1971, p. 34.

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

Fie un eveniment $A(x_1, t_1)$, care se așază 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 și desenul (din fig. 2), partea de sus a conului de lumină reprezintă viitorul, iar cea de jos trecutul.

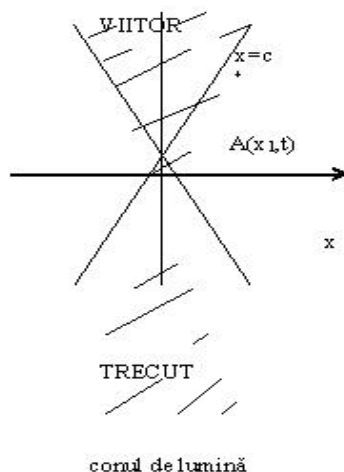


Fig. 2. Poziționarea evenimentului fizic în timp, în funcție de conurile de lumină.

Odată clarificată situația timpului și a spațiului conform teoriei relativității, se impune să revenim la teoria kantiană a formelor sensibile ale intuiției *a priori* a sensibilității umane externe (spațiul) și interne (timpul), pentru a vedea dacă se poate realiza vreo apropiere între filosofia kantiană și 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 și 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 șir 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 așezate 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 și cum viteza luminii ar fi infinită și succesiunea evenimentelor este rezultatul cauzalității reciproce. Einstein a demonstrat că relațiile de cauzalitate pot apărea numai între fenomene care se află în poziții de tip temporal. Aceasta este limitarea pe care a suferit-o filosofia kantiană.

Este interesant și ce se petrece între fenomenele aflate, unele față de altele, în poziție de tip spațial; se pot produce mai multe situații, succesiunea lor temporală depinzând strict de sistemul de referință ales, dar evenimentele care se află în simultaneitate relativă de tip spațial nu se pot afla niciodată într-o relație de cauzalitate, deoarece unitatea timpului, deci faptul că are sens să se vorbească de o succesiune temporală a evenimentelor, se pierde³.

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 necunoașterea de către subiectul uman a cauzei fenomenului respectiv. Mecanica cuantică vine și ne arată că există fenomene absolut întâmplătoare, în sensul de fenomene care nu pot fi determinate integral în raport cu un sistem de condiții. Din acest punct de vedere, realitatea nu presupune nici evenimente absolut contingente, nici fenomene absolut determinate sau necesare. Știința actuală ne arată că extinderea cunoașterii nu anulează contingenta, ci doar permite ca un anumit fenomen să poată fi considerat necesar în raport cu anumite condiții diferite de sistemul inițial. Astfel, conexiunea întâmplătoare devine obiectivă și 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 științifică, în momentul apariției mecanicii cuantice. Se credea că limitele cunoașterii provin mai ales din limitările cărora li se supune spiritul omenesc⁴.

După tot acest periplu în istoria științei și a filosofiei, se impune să ne întoarcem la problemele pe care le suscită mecanica cuantică. Dintotdeauna, filosofi și oamenii de știință 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-și facă loc legile științei.

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

³ *Ibidem*, p. 54.

acestui. 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 și a impulsului acelui electron în sensul mecanicii clasice.

După descoperirea cuantei de acțiune, știm 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 și energie cu ceasurile și etaloanele folosite pentru măsurare, iar acest schimb nu poate fi calculat când mijloacele de măsurare își ating obiectivul⁵.

Interpretarea probabilistă a mecanicii cuantice, oferită de Școala de la Copenhaga, nu a fost acceptată de mulți dintre fizicienii vremii. Einstein căuta, de pildă, o teorie care să explice toate datele experienței și, în același 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 principiu fundamental al acesteia. Dar atât explicația Școlii de la Copenhaga, cât și cea oferită de Einstein conțin lacune.

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

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

Fiecare știință 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 și 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, și anume – cel cuanto-mecanic al materiei. Există, la acest nivel, ca la oricare altul de altfel, o anumită imprecizie, care ar urma să fie explicată de noțiuni și concepte care aparțin nivelului subcuantic.

Bohm introduce o forță care se manifestă între particule (adică formațiuni materiale delimitate unele de altele) și care este una de legătură între acestea. Astfel, mecanica cuantică își 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*, București, Edit. Științifică și Enciclopedică, 1988, p. 117.

A interzice apariția în știință a parametrilor ascunși este un act de absolutizare a mecanicii cuantice, susține David Bohm, și înseamnă să cădem în aceeași greșală în care au căzut înaintașii noștri, 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 și, de asemenea, vorbește despre maniera fragmentară, în care suntem formați, și maniera plenitudinară, în care ar fi de dorit să ne formăm.

În susținerea tezei sale, Bohm pornește de la teoria lui Ptolemeu, conform căreia în Univers lucrurile nu se mișcă decât circular. S-au constatat, în urma observațiilor, discrepanțe între mersul planetei Saturn și orbita circulară, moment în care oamenii de știință 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 paște pericolul fragmentării, din cauza multiplicității teoriilor care au fost formulate, fragmentare care nu se găsește 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 și înșelător, ceva care nu există în realitate, un voal care acoperă realitatea. Fragmentarea realității își are originea în rigidizarea măsurii.

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

Astfel, autorul afirmă că toate domeniile cunoașterii sunt supuse fragmentării, și că fiecare știință în parte se ocupă de un anumit fragment de realitate. Măsurarea este rigidă și nu mai trimite la esență. Lumea este un sistem unic; nu putem cunoaște o parte a sistemului fără să cunoaștem 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 cunoaștere au favorizat fragmentarea. Astfel, Bohm își pune întrebarea: cum să putem gândi nefragmentar? Cum să putem cunoaște plenitudinea lumii?

Subiectul cunoscător nu poate fi separat de obiectul cunoscut, spune Bohm, și extinde postulatul lui Bohr. Nu ne putem sustrage lumii în care trăim. Măsurarea proprietăților părții unui sistem are valoare și 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 și 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.

Cunoașterea este relația subiect–obiect. Teza gânditorilor clasici era că subiectul are facultăți de cunoaștere care devin active când obiectul le stimulează (cunoașterea drept găleata lui Popper). Conform teoriei clasice, suprema realizare constă în aceea că subiectul tinde să-și formeze o concepție despre lume. Bohm schimbă această schemă statică. Relația de cunoaștere nu este una statică: există o relație de continuă circulație dinspre memorie înspre mediu și 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 știe unde începe memoria și unde sfârșește mediul. Ceea ce este mediu a fost cândva memorie, și 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 și asupra sa. Și nu mai avem o viziune unificată asupra lumii. Implicitarea presupune o imagine despre lume ca realitate înfășurată. Totul este o permanentă curgere indivizibilă și nedefinibilă. Însăși limba ar trebui să se înfășoare 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 și deci putem readuce un substantiv la ceva care să reprezinte mișcarea. 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 același lucru, dar în limbaj diferit. Reomodul presupune căutarea în structura cuvintelor a unui mod de transformare a lui în verbe; el exprimă mișcarea.

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 înfășurată*, iar pentru a-și ilustra teza, folosește un exemplu devenit clasic: experimentul cu cilindrul și 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, și anume:

- este de o varietate calitativă infinită;
- are un număr nelimitat de niveluri distincte, dispuse ierarhic;
- fiecare nivel are un set de reguli și 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 și, în parte, de interacțiunile care au loc la nivelurile inferioare și 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 entități și proprietăți ce sunt specifice unui anumit nivel de realitate; aceste legi fac abstracție de o infinitate de factori care există atât în infrastructura entităților de bază ce intră în sistemul de legi, cât și în ambianța generală în care există ele;
- efectele legilor cauzale, care acționează la un anumit nivel, sunt supuse perturbațiilor întâmplătoare;
- pentru predicții satisfăcătoare, sunt necesare atât legile deterministe, cât și cele probabiliste.

În termenii înfinității naturii, putem spune mai degrabă că orice lege este, la un anumit nivel, deterministă, iar la alt nivel statistică; orice lege omite o infinitate de factori aflați la niveluri mai profunde. Acest lucru este cel care face ca o lege să fie o aproximație, să aibă caracter statistic. Dar dacă mergem ceva mai adânc, vedem cauza fluctuațiilor și, prin urmare, legea devine deterministă; mai apoi, la un nivel mai profund ea se află sub influența unor factori care au fost omiși, și 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 și una statistică⁶.

Cercetătorii (Niels Bohr, Paul Vigier etc) care s-au ocupat cu studiul fizicii cuantice, aflați în situația de a enunța o explicație pentru noile descoperiri din știință, au criticat filosofia mecanică, tradițională, conform căreia există entități, proprietăți și legi ultime, susceptibile de a fi formulate în termeni cantitativi, care ar putea explica diversitatea aparentă a lumii fizice.

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

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

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

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

- atunci când o particulă și o undă electromagnetică interacționează, influența particulei asupra unde este neglijabilă la nivel cuantic, dar sensibilă la nivel subcuantic;

⁶ David Bohm, *Plenitudinea lumii și ordinea ei*, București, Edit. Humanitas, p. 60–61.

- fluctuațiile subcuantice determină mișcarea 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 și indeterminismul pot să coexiste, dar la niveluri diferite de realitate.

Louis de Broglie gândise același lucru, dar a abandonat teza pentru că nu a putut combate niște obiecții de ordin științific, 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 și natura singularității constituite de corpusculul a cărui mișcare 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* și *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 privește *teoria undei pilot*, conform acesteia, corpusculul emite o undă care îi influențează apoi mișcarea; 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 deosebește de prima, fiindcă păstrează noțiunea de corpuscul individual bine localizat în spațiu și determinismul riguros al mișcării sale. Această a doua teorie este mai ușor de apărut, dar mai slabă în conținutul euristic.

De Broglie a renunțat la teoriile sale, deoarece nu constituiau o alternativă de cercetare științifică, cel puțin nu pentru moment. De Broglie a fost preocupat de realizarea unei descrieri intuitive în spațiu și 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 și 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.

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

Heisenberg utilizează argumentul istorico-filosofic împotriva teoriilor cu parametri ascunși. Conform acestui gânditor, teoriile cu parametri ascunși reprezintă o salvare a prejudecăților filosofice ale unor fizicieni, cel puțin atât timp cât nu au fost probabile prin succesul experimental al predicțiilor derivate. Teoria cu parametri ascunși apare ca și cum în spațiul și timpul absolut, în loc de teoria relativității, se introduce o teorie cu parametri ascunși. Împotriva acestei afirmații, adepții teoriei cu parametri ascunși au susținut că încă nu s-a demonstrat că spațiul și timpul nu sunt absolute.

David Bohm rămâne la ideile sale și afirmă că teoria cuantică nu este destul de completă pentru a trata toate detaliile mișcării electronilor individuali, care pot fi explicate la un nivel mai ascuns. Paul Vigier a invocat argumente din istoria științei, în care fapte care nu aveau inițial 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 spațiului, este incertă și nu poate fi aproximată decât cu probabilitate? Iar răspunsurile posibile sunt două:

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

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

Bohm, Vigier și Louis de Broglie au acceptat provocarea că trebuie să se producă rezultate fizice noi, și au încercat pe cale experimentală să-și dovedească susținerile, dar nu au reușit să obțină rezultatele scontate.

Einstein, prin teoriile și experimentele sale, și teoria parametrilor ascunși au urmărit același scop, dar Einstein credea că teoriile cu parametri ascunși nu constituie direcția 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 ascunși. 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 și modul în care apariția acesteia afectează ceea ce omenirea considera a fi ordinea lumii, teoria privind parametrii ascunși. Firește că toate își regăsesc locul și importanța lor în spațiul gândirii umane, dar aceasta, mai mult decât toate celelalte, pare a respecta logica gândirii noastre și modul nostru de a privi lumea.

Și în acest sens, se aseamănă cel mai mult cu cea mai importantă trăsătură a gândirii orientale, și anume conștiința unității și intercorelării tuturor lucrurilor și evenimentelor, experiența feomenelor ca manifestări ale unei unice entități primordiale. Filosofia orientală privește toate lucrurile ca fiind părți interdependente și inseparabile ale întregului cosmic, ca manifestări diferite ale aceleiași realități ultime. Am văzut anterior că știința 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 conștienți de unitatea lumii și o percepem ca fiind fragmentată în lucruri și fenomene. Divizarea – ne spune filosofia orientală, asemănător cu teza susținută de David Bohm – este utilă pentru a învinge dificultățile zilnice, dar nu constituie trăsătura cea mai importantă a realității. Intellectul nostru, construit pentru a diviza și clasifica, împarte lumea în mii de bucăți, pentru a o înțelege mai bine și pentru a face comunicarea mai ușoară. Lucrurile și evenimentele nu sunt realități ale naturii, ci produse ale ignoranței – *avidya* –, atunci când mintea noastră se află sub influența răului.

În același sens, David Bohm scria că suntem conduși spre noțiunea de întreg indestructibil, noțiune opusă ideii clasice de realitate separabilă în părți ce pot fi analizate independent... Ideile clasice de realitate constituită din „componente elementare” fundamentale și sistem alcătuit prin alăturarea și aranjarea părților au fost părăsite. Spunem acum că interdependența cuantică a întregului constituie realitatea fundamentală și că părțile care se comportă doar în mod relativ independent sunt forme particulare integrate ale acestei unități⁷.

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

Ipoteza bootstrap este una dintre cele mai interesante ipoteze menite să explice ordinea lumii și reprezintă rezultanta tuturor punctelor de vedere care au apărut în cadrul teoriei cuantice, odată cu înțelegerea interconectării universale, și au căpătat conținutul dinamic în cadrul teoriei relativității. Ipoteza *bootstrap* neagă existența constituenților fundamentali ai materiei, nu acceptă niciun fel de entitate fundamentală – de orice natură: legi, principii sau ecuații, fiind astfel prima încercare reală de a abandona ideea care a stat atâta timp la baza oricărei investigații științifice.

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 și al tuturor teoriilor filosofice generate de aceasta, oferă cadrul pentru o nouă viziune asupra ordinii în univers. Pentru că, totuși, 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 ȘI OBIECT ÎN ȘTIINȚA CLASICĂ

În concordanță cu maxima că „pentru a constitui cunoaștere sigură și neîndoielnică, numai acelor obiecte trebuie să le acordăm atenție, cu care puterile noastre mentale par să se potrivească. Știința în întregul ei este cunoaștere adevărată și evidentă”. René Descartes era de părere că noi ar trebui „să respingem orice cunoaștere care este doar probabilă” și „să facem o regulă din a avea încredere numai în ceea ce este pe deplin cunoscut și 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, și anume dragostea față de înțelepciune, de cunoaștere. Ulterior, *ea* a căpătat, datorită lui Platon, conotații mult mai riguroase, acest filosof dându-și seama că există o diferență netă între *opinie* și *știință*. Idealul cunoașterii umane este, firește, știința. În dialogul *Republica*, Platon arată că filosofii trebuie să aspire la cunoașterea adevărului și a realității, iar adevărata cunoaștere trebuie să fie reală, stabilă și neschimbătoare. Tot în *Republica*, Platon arată că statul ideal trebuie să fie condus de acești filosofi care s-au dedicat cunoașterii adevărului.

Dacă nici filosofia naturii, nici teoriile științifice 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 și în direcții fundamentale noi. E firesc, fiindcă savantul este –conștient sau nu – și un filosof (prea adesea unul care se ignoră, dar în ultimul timp lucrurile s-au schimbat), iar teoriile științifice nu pot să nu includă viziuni filosofice asupra realității investigate⁸.

Platon și 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 și, în acest sens, se referea la Lumea Ideilor, pe când Aristotel considera că obiectele pe care le percepem senzorial constituie realitatea primară. Tot Aristotel considera că orice cunoaștere veritabilă se realizează prin deducție logică.

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

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

Știința trebuie să înceapă de la un set de principii prime obținute de mintea umană prin intuiție (care constituie un proces de însușire a acelor cunoștințe pe care o minte clară și disciplinată le consideră sigure). Cunoașterea sigură este la Descartes, ca și la Aristotel, un proces deductiv, prin care se pleacă de la principii prime și certe, pentru ca apoi, cu ajutorul raționamentelor logice valide, să se obțină și alte propoziții adevărate, sporindu-se astfel cunoașterea. Cea mai sigură cunoaștere este cea obținută prin intuiție, deoarece aceasta este mai simplă și 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 și își va crește treptat și continuu cunoașterea, ajungând astfel la o înțelegere adevărată a tot ce nu-i depășește puterile.

În cadrul demersului său filosofic, Descartes acorda o importanță deosebită axiomelor și 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 și, de aceea, toate teoremele care sunt demonstrate cu ajutorul acestei axiome sunt și ele adevărate. Dar există și așa-numitele spații neeuclidiene, în care, de exemplu, suma unghiurilor unui triunghi nu este de 180° , ci mai mare sau mai mică. Descartes a sesizat și el, destul de repede, că numai pe baza raționamentului de tip logic se pot trage concluzii eronate și a acceptat că rolul experienței este, de asemenea, destul de important în cunoaștere. 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 și de experiență pentru a cunoaște adevărul despre lumea în care trăim.

Raționalismului cartezian i s-a opus, în filosofie, empirismul. Empiriști ca David Hume, John Locke și alții considerau că, la baza cunoașterii nu poate sta altceva decât experiența, iar tipul de raționament logic prin care putem dobândi tot mai multă cunoaștere este inducția, adică, de la particular (de la cazuri individuale pe care le percepem prin simțuri) către o concluzie generală. Desigur că și această teorie, care are foarte mulți susținători printre oamenii de știință, 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 cunoaștem și 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.” Și deoarece o știință 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 cunoaștere este necesar să respecte un anumit set de reguli. Astfel, sintetizând, teoria lui René Descartes susține că o cunoaștere sigură și neîndoieală ne poate fi oferită numai de către obiecte cu care puterile noastre mentale par să se potrivească. Știința în întregul ei este cunoaștere adevărată și evidentă. Prin urmare, trebuie să respingem orice cunoaștere care este doar probabilă și să facem o regulă din a avea încredere numai în ceea ce este pe deplin cunoscut și nu lasă loc la îndoială.

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

Concepția lui Aristotel despre Univers este expusă în lucrările *Fizica* și *Despre ceruri* și se distinge prin caracterul ei organicist. Filosoful grec explică comportarea obiectelor lipsite de viață prin analogie cu organisme 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 ușor să se înalțe (de exemplu focul) și a unui element greu să coboare (de exemplu, pământul). Natura Pământului constă în a căuta centrul Universului și, 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 științei mai mult de 2000 de ani, constă în aceea că există în cercetarea de tip științific o diferență fundamentală între subiectul care realizează observația, adică omul de știință, și obiectul studiului științific. S-a considerat că natura este aceeași și se comportă la fel, indiferent dacă există cineva care să o observe sau nu.

Pentru știința clasică, există o lume fizică – *obiectivă* – situată în afara noastră, pe care o putem cunoaște 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 și nu este influențată în mersul și legile ei de modul în care noi o putem observa. În acest mod a fost gândită fizica clasică de către oameni de știință ca Newton, Maxwell și Einstein.

⁹ René Descartes, *Discurs asupra metodei*, București, Edit. Mondeo, p. 24.

În baza acestei imagini, pe care știința 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 apariția fizicii cuantice, la începutul secolului al XX-lea, ca urmare a observării unor nepotriviri între comportarea lumii înconjurătoare și descrierile fizicii clasice, s-a creat impresia generală că a intervenit un factor de imprecizie, probabilitate și nesiguranță în felul în care știința, în general, dar mai ales fizica descriu lumea, aspect care a afectat, firește, și gândirea de tip filosofic.

Reprezentarea pe care o oferă fizica cuantică a fost interpretată în diferite moduri de către oamenii de știință și filosofi. Niels Bohr susținea, 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 măsurărilor noastre. Cu alte cuvinte, după cum spunea Roger Penrose, „[...] fizica cuantică ne oferă doar un procedeu de calcul și nu încearcă să descrie lumea așa cum *este* ea în realitate. Această atitudine față de teorie mi se pare prea defetistă și eu voi urma punctul de vedere mai pozitiv care atribuie o *realitate fizică obiectivă* descrierii cuantice, și anume – *starea cuantică*.”¹⁰

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

Fizicianul Niels Bohr (1925–1930) a făcut o observație extrem de interesantă, potrivit căreia „cuanta de acțiune a introdus un element nou în fizica teoretică, irațional”. Cuanta elementară de acțiune („acțiunea înseamnă o cantitate fizică ce corespunde unei energii înmulțite cu un timp”¹¹) se exprimă printr-o constantă universală – constanta lui Planck – care are o valoare bine determinată și intervine prin multipli întregi.

Observația are drept scop sporirea gradului de cunoaștere și, pentru a fi realizată corect, ea presupune respectarea unor metode științifice, dar nu afectează sistemul.

Acest lucru este un principiu de bază în procesul cunoașterii în domeniul fizicii clasice, de exemplu. Un alt principiu de bază în cercetarea științifică 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 susținut multă vreme că toate evenimentele sunt înlănțuite cauzal, chiar și acelea care, din cauza micimii lor, par că se sustrag ordinii, spunea Laplace. Cauzele finale și hazardul nu exprimă altceva decât propria noastră ignoranță.

¹⁰ Roger Penrose, *Mintea noastră cea de toate zilele*, București, Edit. Tehnică, 2001, p. 247.

¹¹ Basarab Nicolescu, *Noi, particula și lumea*, Iași, Edit. Polirom, 2002, p. 9.

Necunoașterea tuturor cauzelor se datorează faptului că, uneori, acestea sunt atât de mici și neregulate încât ne scapă. Acțiunea cauzelor regulate se imprimă în efectul total sub forma unor modificări, care pot fi înregistrate printr-un lung șir de observații. Deoarece este imposibilă în anumite situații observarea tuturor cauzelor care stau la baza producerii anumitor fenomene, în știință a fost introdus conceptul de probabilitate.

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

De asemenea, în aceeași direcție, sunt foarte elocvente și reflecțiile 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 rațiunii suficiente, se extinde până și la acțiunile pe care le credem indiferent[...] Intelectul care, la un moment dat, ar cunoaște toate forțele care acționează în natură și poziția tuturor corpurilor, ar cuprinde – presupunând că ar avea capacitatea de a analiza atâtea informații – într-o aceeași ecuație mișcările celor mai mari corpuri din Univers și pe acelea ale celor mai firavi atomi; nimic n-ar fi mai nesigur pentru el, ar cunoaște deopotrivă trecutul și viitorul.”¹³

Ulterior, a apărut ideea sau, mai corect spus, teoria *probabilității subiective*, conform căreia relației de probabilitate îi corespund în natură raporturi reale, obiective, ca oricărei legi. Dintre teoreticienii acestei idei îi amintim pe J. V. Kries și 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 față apare de 100 de ori. Și exact acest lucru ni-l spune calculul de probabilitate. Nu putem susține că există vreo ignoranță în acest proces. Se pare că natura respectă legile de probabilitate; un zar are șase fețe și poate să apară oricare dintre cele șase fețe, nu pentru că nu există niciun motiv de discriminare sau de a da preferință unei fețe sau alteia, ci pentru că există un motiv pozitiv și anume, *omogenitatea zarului*.

Astfel, probabilitatea unui eveniment nu ar depinde de gradul de desăvârșire al cunoașterii, ci de condițiile determinante ale apariției aceluia fenomen. Nu est vorba de un procedeu de cunoaștere lacunar sau aproximativ, ci de o modalitate cognitivă independentă și definitivă. „Probabilitatea nu este raportul dintre cauzele

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

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

favorabile evenimentului și totalitatea cazurilor egal de posibile, ci valoarea limită a frecvenței relative înăluntru colectivului.”¹⁴

Fizica cuantică a adoptat teoria probabilității 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 ecuațiile științifice de către Ludwig Boltzmann, care a demonstrat că, în cadrul unui sistem izolat, aceasta crește sau rămâne constantă dacă sistemul a atins starea de echilibru.

Ludwig Boltzmann a definit o funcție a vitezei de distribuție și a arătat că, atât timp cât funcția nu atinge valoarea sa minimă, viteza distribuirii nu va fi staționară. Distribuția lui Maxwell era singura soluție staționară a ecuației. S-a demonstrat de ce un gaz care nu este la echilibru tinde către acesta și, odată ce îl atinge, rămâne așa, 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 inițială. Cum se poate susține în aceste condiții 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 mișcările inițiale invers; sistemul este reversibil. Date fiind aceste argumente, nu se mai poate susține că un sistem va rămâne la echilibru, iar ecuația lui Boltzmann nu este valabilă.

În acest punct al divergenței dintre oamenii de știință, Boltzmann a introdus conceptul de probabilitate. Astfel, ecuațiile lui Boltzmann descriu posibile evoluții ale sistemului. Teorema de recurență a lui Poincaré susține că un sistem aflat departe de echilibru poate evolua către starea de echilibru pentru ca apoi să revină într-o stare similară cu cea inițială. Pentru fiecare evoluție către echilibru este posibilă o evoluție inversă.

Răspunsul lui Boltzmann, completat de Ehrenfest, a fost unul complex: el a descoperit un nou mod de a deriva viteza de distribuție. Să presupunem că avem un gaz în mai multe cutii legate între ele. După multe permutații se ajunge la o stare de echilibru a gazului în cutii indiferentă de câte molecule sunt în fiecare cutie. Distribuția de echilibru este o stare care corespunde celui mai mare număr de permutări posibile. Combinațiile care corespund stărilor macroscopice departe de echilibru sunt mult mai puține. 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, *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, Wien, 1928, p. 9–29, apud Petre Botezatu, ..., p. 62.

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

Dacă este folosit un număr mare de molecule și natura specială a funcțiilor folosite pentru a calcula trăsăturile observate macroscopic, ar fi disponibilă o raționalizare completă a probabilității 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 susține că, dacă începem cu o colecție a tuturor sistemelor posibile departe de echilibru și le urmărim evoluția în timp, va rezulta curba evoluției generale a sistemului, curba lui Boltzmann. Comportamentul efectiv al sistemelor depinde de două lucruri: starea microscopică în care au început și legile dinamicii în conformitate cu care vor evolua. Teoria ne va spune ce probabilitate să atribuim unei clase de sisteme aflate departe de echilibru și va explica de ce se întâmplă așa 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 asumție crucială: frecvențele coliziunilor și vitezelor dintre molecule sunt proporționale cu numărul de molecule care au acea viteză. Înainte de coliziune nu există o stare specială între molecule. Se enunță, 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 inițială dată și se respectă legile dinamicii. Starea moleculei, înainte de ciocnire, este întâmplătoare.