

# PROCESAREA MENTALĂ A INFORMATIEI.

Mihai Drăgănescu

Academia Română

## SUMAR

1. [Introducere.](#)
2. [In ce lume, descrisă de știință, trăim?](#)
3. [Creiere biologice și creiere electronice.](#)
4. [Inglobarea științei structurale într-o știință structural-fenomenologică.](#)
5. [Psihologia agenților inteligenți.](#)
6. [Creierul electronic de tip Hugo de Garis.](#)
7. [Nivelele procesării informaționale ale creierului biologic.](#)
8. [Procesarea moleculară a informației și rolul ei în funcționarea creierului natural.](#)
9. [Procesualități informaționale cuantice.](#)
10. [Încheiere.](#)  
[Note și referințe bibliografice.](#)

## 1. INTRODUCERE.

În lucrarea de față se prezintă o conturare a problemelor mentalului ținând seama de teoriile generale științifice care descriu lumea fizică și biologică, de punerea în evidență a posibilității procesărilor informaționale moleculare și cuantice, de construcția în curs a unor creiere electronice care modelează sistemul de neuroni al unui creier natural, precum și de unele idei filosofice noi, nu lipsite de anumite repere științifice, privind natura realității.

Fără îndoială, procesarea mentală a informației sfidează știința structurală de astăzi. Ar fi foarte liniștitor pentru știință dacă mentalul ar putea fi explicat prin cunoaștere structurală.

Numai faptul procesării **non-computaționale** a informației de către creier/minte, pus în evidență recent, fără dubii după părerea mea, ca un fapt științific sigur, de către Roger Penrose[1], arată că nu se pot reduce procesările informaționale ale creierului numai la procese structurale (deși Penrose nu trage o asemenea concluzie) deoarece acestea din urmă sunt echivalente întotdeauna cu computații[2].

Penrose crede că procesarea informațională noncomputațională structurală ar fi posibilă în anumite condiții, nepuse încă în evidență de fizica cuantică. Acest lucru ar impune, după Penrose, o revizuire drastică a fizicii cuantice, greu de susținut în cadrul structural al științei după cum se va constata în secțiunea 8. De fapt, procesarea mentală a informației pune oamenilor de știință problema unei reexaminări a fundamentelor științei actuale.

Dacă non-computationalul, pe care în lucrări anterioare lui Penrose îl numeam procesare **neformală** [3], spre deosebire de procesarea structurală care este formală[4], trimite la fenomene care depășesc realitatea structurală, atunci, cu atât mai mult, manifestări mentale precum constienta, intuiția, creativitatea veritabilă s.a. îndreaptă gândirea și cercetarea într-o asemenea direcție.

## 2. ÎN CE LUME, DESCRISĂ DE ȘTIINȚĂ, TRĂIM ?

Multi dintre cei mai mari fizicieni din a doua jumătate a secolului nostru, de ex. Murray Gell-Mann[5], consideră universul ca fiind un sistem fizic cuantic. Mecanica cuantică, de la începuturile ei și până la încheierea **teoriei standard** a cunoscut verificări experimentale, într-adevăr, de excepție. Teoria standard a pus în evidență 61 de particule elementare care se transformă una în alta, în natură, dar și în condițiile laboratoarelor dotate cu acceleratoare de mare energie.

Teoria cuantică avansează astăzi dincolo de teoria standard, în direcția unificării celor patru forțe fundamentale ale naturii prin conceptul supracorzilor (superstrings) și acceptarea unui număr mai mare de dimensiuni ale realității fizice[6]. Această teorie consideră posibil un număr infinit de particule elementare, deosebite prin stările cuantice diferite ale unei singure forme de realitate, supracorda cuantică. Problema **teoriei supracorzilor** este aceea a verificării experimentale, care este supusă unui mare semn de întrebare, nu numai astăzi, dar și în viitorul previzibil, datorită energiilor uriașe pe care le implică. Totuși, nu poate fi exclusă posibilitatea de a se găsi unele dovezi fizice indirecte ale valabilității ei.

**O altă coordonată a gândirii în fizica cuantică este aceea a interpretării ei.** Modul de interpretare al mecanicii cuantice prezintă importanță și pentru eventuala clarificare a procesării mentale a informației.

Cunoscuta divergență Bohr-Einstein privind descrierea cuantică a realității a fost rezolvată în favoarea mecanicii cuantice. În același timp, teoriile cuantice avansate înglobează și relativitatea generalizată a lui Einstein.

Interpretării școlii de la Copenhaga, condusă de Niels Bohr, privind mecanica cuantică, i-au urmat idei privind:

- existența unei realități subcuantice ( David Bohm, Bernard d'Espagnat - ales recent membru al Academiei Franceze -, Florian Nicolau, Menas Kafatos și Robert Nadeau[7] s.a.);
- descrierea mai multor universuri paralele, toate fiind considerate reale;
- o interpretare numită modernă care admite descrierea mai multor istorii alternative ale universului, fiecare cu probabilitatea sa.

Din acest ultim punct de vedere, M. Gell-Mann afirmă:

**''The quantum state of the universe is like a book that contains the answers to an infinity variety of questions. Such a book is not really useful without a list of those questions to be asked of it. The modern interpretation of quantum mechanics is being constructed by means of a discussion of the appropriate question to ask of the quantum state of the universe''[8].**

Initiatorul interpretării moderne, John Archibald Wheeler, a fost cel care a introdus ideea rolului observatorului prin modul de a pune întrebări realității. Gell-Mann consideră că în cele din urmă întrebările se referă la istoriile alternative ale universului și anume la probabilitățile acestor diferite istorii: care este probabilitatea de a avea loc această istorie a universului, cu tot trecutul, prezentul și viitorul lui, decât o alta?

În ultimă instanță interesează probabilitatea apariției vieții și conștiinței într-un univers. Dar ce poate spune fizica cuantică despre viață și mai ales despre mental și conștiință? Ea se preocupă de unificarea forțelor fizice care nu oferă nimic în plus referitor la explicarea fenomenelor mentale și ale conștiinței.

Teoria unificării forțelor fizice nu duce decât la această unificare, fără să se obțină o ''teorie a toate'' (theory of everything) care ar cuprinde și mentalul și conștiința. De aceea, probabil rămâne ceva în plus în realitate, ceva neexplicabil prin procesele fizice structurale (forțe, câmpuri, particule).

Teoria unificată a **forțelor** naturii, care promite a se realiza, nu va fi o teorie completă a lumii.

Un distins astrofizician, Menas Kafatos, susține că universul este un sistem cuantic, dar în plus mai are și o conștiință a lui, care fără a fi antropomorfă, ar putea completa modelul structural, insuficient, al lumii[7,9].

**Este sigur că nu știm încă, din punct de vedere științific, în ce fel de lume trăim.** Alegem un model științific sau altul, cu care operăm, fără a fi convinși că el exprimă realitatea în toate aspectele ei esențiale.

### **3. CREIERE BIOLOGICE SI CREIERE ELECTRONICE.**

Este posibil să renunțăm a ne preocupa de modul în care este făcută lumea, în întregimea ei, pentru a ne îndrepta atenția numai asupra a ceea ce este mai apropiat?

Într-o primă aproximație acest lucru apare posibil, dar această restrângere se va dovedi foarte adesea nesatisfăcătoare, deoarece nivelele realității nu emerg unele din altele pentru a funcționa separat sau relativ separat, ci în permanentă simbioză și conlucrare, uneori în aspecte esențiale.

Lumea imediată în care trăiește omul este aceea a mediului natural înconjurător și a mediului social, dar și aceea a propriei sale realități.

În această lume mai restrânsă se află creierul biologic, precum și noile creiere electronice, în jurul cărora se desfășoară una dintre cele mai interesante cruciade ale cunoașterii.

În SUA, în special, s-au declansat acțiuni de amploare privind constituirea unei **științe a conștiinței**, ultima nefiind, până în urmă cu câțiva ani, considerată un obiect al științei. În ultimii șapte ani au apărut o serie de asociații științifice, lucrări, congrese și volume care abordează problemele minții și conștiinței din diferite puncte de vedere, prezentându-se uneori propuneri sau idei îndrăznețe și interesante. Până la această campanie, mentalul și conștiința priveau mai mult filosofia și psihologia (care este totuși o parte a științei).

Fără îndoială, **creierul biologic** este un dispozitiv informational. De la tranzistor la circuitul integrat, la microprocesor, automate celulare și rețele neurale, agenți inteligenți, calculatoare moleculare și calculatoare cuantice, până la **creiere electronice** de tip Hugo de Garis, toate acestea sunt dispozitive și sisteme informationale. Ele procesează informație.

Într-o lume în care nu ar exista decât forțele fundamentale ale fizicii, deosebirea de principiu dintre dispozitivele informationale vii și cele tehnice se estompează. Diferențele ar proveni numai din gradul de complexitate: o mare complexitate auto-organizată prin evoluție în cazul creierului biologic și complexitatea mult mai mică a dispozitivelor și sistemelor tehnice, cel puțin până în prezent. Dacă acestea din urmă, ca sisteme tehnice fără elemente vii, fără ADN, pot fi aduse printr-o evoluție rapidă, bine condusă de specialiști, la o complexitate similară creierului viu, atunci se consideră uneori că artefactele ar putea avea proprietăți similare cu ale creierului natural, inclusiv manifestări mentale.

Aceasta este calea pe care au mers cercetările în domeniul vieții artificiale, foarte interesante și foarte utile pentru comportamentul structurilor în evoluție, dar care nu au putut explica natura reală a viului și nici a proceselor mentale [10].

Aceasta este calea adoptată la Institutul Santa Fe pentru studiul complexității, unde s-a introdus conceptul de **sistem adaptiv complex** [11,12,13].

Privind acest concept, mai jos se vor puncta numai câteva aspecte legate de tema abordată în această lucrare.

## **In primul rând**

**noțiunea de complexitate** nu este, cel puțin până în prezent, un concept științific definit în mod unic, dar deși îmbracă diferite înțelesuri, el este util în descrierea sistemelor [15]. După cum remarcă Gell-Mann, unul din principalii fondatori ai Institutului Santa Fe, ”Orice definiție a complexității este în mod necesar dependentă de context, chiar subiectivă” [16].

Scoala complexității de la Santa Fe respinge noțiunea de complexitate înțeleasă prin informație algoritmică (Kolmogorov, Chaitin) care pare a se institui într-o bună măsură a complexității. Motivul este foarte rafinat. După cum se știe, informația algoritmică este determinată de lungimea programului minim (în biți) care descrie un sistem. Deși se poate găsi un program cât mai scurt pentru descrierea unui sistem, nu este sigur, în principiu, că acesta este cel mai redus. De aceea, complexitatea sub forma informației algoritmice este ”uncomputabilă” (necalculabilă), trăgându-se concluzia drastică că nu poate fi definită prin informația algoritmică.

În schimb, școala de la Santa Fe definește, prin Gell-Mann, **o complexitate efectivă prin lungimea unei descrieri concise a regularității unui sistem** [17]. Pentru un organism, spre exemplu, complexitatea efectivă se găsește în genom. Lungimea părții relevante a genomului reprezintă o măsură a complexității efective.

În al doilea rând, **regularitățile** sistemelor depind nu numai de legile fundamentale ale fizicii, evident structurale, dar și de condițiile inițiale ale universului (care permit sau nu constituirea de sisteme complexe, **neadaptive** precum galaxiile, stelele, planetele sau **adaptive**, precum organismele), precum și de anumite **fenomene de sansă**. Acestea din urmă se bazează pe legile mecanicii cuantice care oferă numai probabilități pentru istorii alternative[18]. Fenomenele de sansă duc la ramuri istorice diferite în puncte unde se desfac multiple posibilități. De aceea Gell-Mann afirmă:

**”The indeterminacy of quantum mechanics thus goes far beyond the famous uncertainty principle of Heisenberg. Moreover, that indeterminacy can be amplified in nonlinear systems by the phenomena of chaos, which means that the outcome of a process is arbitrarily sensitive to the initial conditions...”**[19].

În al treilea rând, sistemele adaptive complexe sunt sisteme constituite dintr-o multitudine de agenți cu memorie sau model intern, cu proprietăți de adaptare, cum sunt organismele, sistemul imunitar, sistemele economice etc.

**Clasei sistemelor adaptive complexe i se acordă o mare atenție cu speranța că prin acest mod de a înțelege și descrie realitatea se vor putea explica complet și fenomenele vieții, cele mentale și de conștiință.**

### **Eu nu prea văd cum**

Se vor explica aspecte foarte importante privind latura structurală a fenomenelor de mai sus, dar nu vor fi cuprinse și aspectele fenomenologice (în sensul acordat fenomenologicului de filosofi, psihologi și în ortofizică).

Părerea mea este aceea că agenții structurali ai multor sisteme adaptive complexe trebuie să fie de fapt agenți structural-fenomenologici. Aceasta înseamnă că ar putea exista două clase de asemenea sisteme:

structurale și structural-fenomenologice. Sistemele adaptive complexe structural-fenomenologice sunt probabil și mai complexe decât cele structurale. Probabil, deși au o puternică parte sistemică, cu o anumită complexitate efectivă structurală, ele depășesc proprietățile sistemelor pentru a produce viața, mentalul și conștiință. Importantă apare însă posibilitatea, pentru explicarea vieții, mentalului și conștiinței, de a considera o lume în care pe lângă forțele fizice fundamentale acționează și altfel de procese.

## **4. ÎNGLOBAREA ȘTIINTEI STRUCTURALE ÎNTR-O ȘTIINȚĂ**

# STRUCTURAL-FENOMENOLOGICĂ.

Se impune o examinare și mai aprofundată a realității decât aceea pe care o realizează fizica structurală.

Acest lucru poate fi susținut prin următoarele considerații:

I. Stabilirea unui **principiu al insuficienței științei structurale (I)** în raport cu întreaga realitate[20,21].

Știința structurală este mărginită nu numai datorită faptului că nu poate reflecta ceea ce se găsește în natură dincolo de structural, dar și din interiorul ei atunci când folosește metode formale. Acestea, la rândul lor, sunt supuse unui principiu de incompletitudine (Gödel), probabil o reflectare a existenței unei realități neformale, singura care o completează pe cea structurală.

Nimeni nu a demonstrat, sau justificat în mod argumentat, faptul că știința structurală este suficientă pentru explicarea întregii realități. Din contră, David Chalmers reușește să demonstreze[22] insuficiența fizicii actuale, deci structurale, în raport cu explicarea proceselor mentale și ale conștiinței, ceea ce, de fapt confirmă principiul (I).

II. Dacă principiul (I) este valabil, atunci pe lângă cele patru forțe fundamentale (cu cortegiul lor de câmpuri, particule și particule virtuale) mai intervine ceva în natură, ceva care cuplează altfel cu materia din univers, decât prin forțe. Cum ar fi putut să fie pusă în evidență această parte a realității prin experimente bazate, în esență, pe măsurători de forțe? Imposibil. Mai mult, considerându-se că totul se reduce la forțele fundamentale, orice realitate neexprimată de acestea este negată. Are știința acest drept?

III. În lucrările mele de filosofie a științei din anii 1979-1985 am introdus câteva noțiuni exprimând realități care pot fi privite, în urma unor noi analize în contextul lărgirii metodologiei științei[23], ca repere științifice sigure[24] și anume:

- sensul fenomenologic;
- informateria;
- cuplajul structural-fenomenologic.

În privința sensului fenomenologic, o punere în evidență a acestuia, ca fapt științific și ca realitate pe plan mental, o realizează și David Chalmers[25]. Acesta îl numește fenomen experiential, pornind de la faptul că este pus în evidență prin experiență (mentală), continuată prin raționamente de mare finete.

Pentru prima oară existența sensului fenomenologic este afirmată, cu totul independent, de doi autori, ca o realitate care trebuie luată în considerare de știință.

#### **IV. Realitatea universului apare atunci, fără dubiu, a fi structural- fenomenologică.**

Modelul ontologic al universului trebuie să fie altfel decât cel admis, în oricare variantă, de stiinta structurală.

Noul model ontologic trebuie să cuprindă și o realitate mai profundă decât universul, din care acesta să provină. Bernard d'Espagnat sustine, pornind de la datele fizicii cuantice[26], existenta unui nivel profund al existentei, sub lumea cuantică, o realitate voalată (voilée), pe care el o consideră oarecum ascunsă pentru cunoastere. Ideea unei " *deep underlying reality*" este puternic susținută și de Menas Kafatos.

Ce fel de fenomene se petrec în existența profundă? Fenomenologicul, ca proces fizic și informational, prezent fără îndoială în realitatea lumii, ar fi normal să provină din zona profundă a lumii, din momentul în care nici aceasta nu poate fi pusă la îndoială. Atunci, informația, primordial fenomenologică în natura ei originară și secundară sub formă structurală, devine universală din punctul de vedere ontologic[27] și o noțiune fundamentală a științei.

V. Între domeniile structural și structural-fenomenologic se manifestă deosebiri importante și pe planul procesării informației.

În domeniul structural, la care aparțin dispozitivele și sistemele electronice, cuantice și moleculare nevii, se aplică următorul principiu[28]:

**Orice proces fizic structural este echivalent cu o computație și orice computație poate fi realizată printr-un proces fizic structural.**

În domeniul structural-fenomenologic se aplică următoarele principii[29]:

- **Orice proces fizic structural-fenomenologic este echivalent cu o procesare informațională;**
- **Orice procesare informațională poate fi realizată de un proces fizic (structural, structural-fenomenologic sau fenomenologic, după caz.**

Procesarea informațională poate fi computațională sau non-computațională. Se poate observa echivalența dintre computațional și structural, dar

- **Orice procesare informațională non-computațională nu poate fi strict structurală, implicând întotdeauna procese fenomenologice.**

VI. Problema care se pune este aceea a trecerii de la o știință structurală la una structural-fenomenologică, prin înglobarea celei dintâi în cea de doua. Acesta este un drum lung pe care s-au făcut numai primii pași timizi.

## **5. PSIHOLOGIA AGENTILOR INTELIGENȚI.**

Agentul inteligent este un sistem de inteligență artificială. Proprietățile sale rezultă din următoarea definiție cuprinzătoare dată de Gheorghe Tecuci:

**''An intelligent agent is a knowledge based system that perceives its environment (which may be the physical world, a user via a graphical user interface, a collection of other agents, the Internet, or other complex environment; reasons to interpret perceptions, draw inferences, solve problems, and determine actions; and acts upon that environment to realize a set of goals or tasks for which it was designed. The agent interacts with a human or some other agent via some kind of agent-communications language and may not blindly obey commands, but may have the ability to modify requests, ask clarification questions, or even refuse to satisfy certain requests. It can accept high-level requests indicating what the user wants and can decide how to satisfy each request with some degree of independence or autonomy, exhibiting goal-directed behavior and dynamically choosing which actions to take, in what sequence. It can collaborate with its user to improve the accomplishment of his/her tasks or can carry out such tasks on user's behalf, and in so doing employs some knowledge or representation of the user's goal or desires. It can monitor events or procedures for the user, can advise the user on how to perform a task, can train or teach the user, or can help different users collaborate''[30].**

Această definiție cuprinzătoare descrie comportamentul agentului inteligent ca sistem de inteligență artificială. Ea clarifică noțiunea de agent inteligent în cadrul sistemelor de inteligență artificială.

Definițiile mai restrânse care se găsesc în literatură nu reușesc încă să cuprindă bine conținutul noțiunii.

Acad. prof. Gheorghe Tecuci care și-a început cercetările sale în domeniul sistemelor expert instruibile la începutul anilor 1980 la Institutul Central de Informatică din București și le-a continuat din 1990 la Univ. George Mason din SUA și la Centrul Academiei Române pentru învățare automată, tehnologia limbajului natural și modelare conceptuală, a creat sistemul DISCIPL, devenit astăzi un atrăgător agent inteligent. Omul de știință român a reușit să-l concretizeze printr-un învelis software general (Disciple Learning Agent Shell'') pe calculatoare Macintosh și să construiască pe această bază, împreună cu doctoranzii și colaboratorii săi, câteva tipuri de agenți inteligenți specializați în diferite domenii[31].

Fără a avea un creier electronic modelat după creierul uman, agentul inteligent se constituie, ca și inteligența unui copil, pe fondul unei inteligențe înnăscute (agentul general), prin interacțiune cu minti umane, precum și cu alți agenți inteligenți.

Legătura dintre mintea omului și agentul inteligent **apare** ca o legătură de la minte la minte:

**'' The defining feature of this approach to building agents is that a person teaches the agent how to perform domain-specific tasks. This teaching of the agent is done in much the same way as teaching a student or apprentice, by giving the agent examples and explanations, as well as supervising and correcting its behavior. This approach, called Disciple, in which the agent learns his behavior from his teacher, integrates many machine learning and knowledge acquisition techniques, taking advantage of their complementary strengths to**



compensate for each other weaknesses.

**As a consequence, the Disciple approach significantly reduces (or even eliminates) the involvement of the knowledge engineer in the process of building an intelligent agent. (...) This work is part of a long term vision where personal computer users will no longer be simple consumers of ready-made software, as they are today, but also developers of their own software assistants''[32].**

Nu este totusi vorba de o legătură de la minte la minte, cum am mai observat cu multi ani înainte, ci între o minte si un software asistent inteligent. Este, fără îndoială, o legătură între două inteligente având, în mare măsură, naturi si proprietăți diferite. Agentul inteligent este un **psihic**, dar un psihic structural informatic. Notiunea de psihic informatic[33] a fost dezvoltată într-o anumită măsură într-o lucrare recentă[34], din care sunr redate mai jos câteva elemente:

- **Orice obiect (structură, organizare) cu înțelegere si comportament este un psihic.**
- **Un psihic poate fi informatic (computational) sau mental (structural-fenomenologic, fiind în parte necomputational).**
- **Un psihic este un procesor informational semantic. Psihicul informatic este un automat semantic.**
- **Psihicul poate avea, sau nu, un eu. Eul este o înțelegere privilegiată si poate fi informatic sau mental. Psihicul poate fi atunci exprimat prin**

**P = < procesorul informational, M (înțelegerea), eul >**

- **Psihicul informatic uzual nu are eu.**

Un agent inteligent poate avea un eu informatic dacă acesta a fost programat. In mod normal eul agentului inteligent lipseste, desi agentul poate lăsa impresia unei anumite personalități psihice.

Omul are o minte sau un psihic mental. Colaborarea dintre mintea omului si psihicul agentului inteligent poate deveni ex-trem de eficientă:

**''For instance, the expert may select representative examples to teach the agent, may provide explanations, and may answer an agent's questions. The agent, on the other hand, will learn general rules that are difficult to be defined by the expert, and will consistently integrate them into the knowledge base''[35].**

Schimbul de informatii între creier/minte si agentul inteligent are loc la nivel psihologic. Prelucrarea informatiei de către fiecare din parteneri, la nivel psihologic, este, în cele mai multe privinte, similară, dar sunt si deosebiri după cum rezultă din citatul de mai înainte, agentul inteligent având posibilități de a construi reguli pe care expertul uman nu le poate descoperi.

Totul merge aproape la egalitate între cei doi parteneri, spre exemplu în cazul colaborării dintre un utilizator uman și un agent inteligent dezvoltat ca un asistent personal (acesta este unul din cele patru cazuri de agenți inteligenți elaborați prin DISCIPL), cu excepția creativității care aparține specialistului uman:

**”The human designer and the assistant create designs together. The level of interaction between them depends on the quantity and quality of the assistant’s knowledge. Initially, the agent will behave as a novice that is unable to compose the majority of designs. In this case the designer takes the initiative and creates the designs, and the assistant learns from the designer. Gradually, the assistant learns to perform most of the routine (but usually more labor intensive) designs within an application domain. Because of its plausible reasoning capabilities, the assistant can also propose innovative designs that are corrected and finalized by the designer. Creative designs are specified by the designer. As a result of learning, designs that were innovative for the assistant become routine, and designs that were creative become first innovative and later routine ones. This process constantly increases the capabilities of the design team consisting of the human expert and the computer assistant” [36].**

Se observă o deosebire esențială și de principiu: creativitatea veritabilă nu aparține decât unui psihic mental. Agentul inteligent nu este o minte. El nu are nici prelucrări informaționale moleculare sau eventual cuantice care ar putea fi întâlnite în creierul omului. Și nici procese fenomenologice.

Hardware-ul acestui tip general de agent inteligent nu intervine în mod intrinsec în funcționarea sa.

În cazul creierului natural, hardware-ul, oricum ar fi constituit, din oricâte nivele, participă în mod intrinsec, esențial, la procesarea informației, atât sub formă computațională (algoritmă sau non-algoritmă [37]), cât și sub formă non-computațională. Ultima modalitate de procesare a informației este aceea care poate aduce creativitate, implicând fenomenologicul, poate, într-o măsură mai mare decât structuralul.

## **6. CREIERUL ARTIFICIAL DE TIP HUGO DE GARIS.**

Evident, ar fi nevoie de un experiment care să verifice dacă un creier electronic cât mai apropiat de complexitatea și structura creierului natural prezintă sau nu fenomene mentale.

Fapt este că ne apropiem de construcția unui asemenea creier electronic, cel puțin în ce privește structura la nivel neural, la Kyoto în Japonia sub conducerea lui Hugo de Garis, influențat în mare măsură de lucrările Institutului Santa Fe privind sistemele adaptive complexe.

Proiectul în curs, denumit ”Japan Brain Project”, are, se pare, toate premisele pentru a fi realizat. El va fi un experiment științific excepțional, atât pentru disponibilitatea inteligenței pe care o va prezenta, cât și pentru verificarea apariției sau neapariției fenomenului mental.

Acest ultim test este o problemă în sine. Fiecare om știe că are fenomene mentale și este convins că declarațiile celorlalți oameni despre fenomenele lor mentale sunt adevărate, deoarece creierul uman are aceeași constituție biologică. Dar **declarațiile** unui creier electronic, chiar dacă ar afirma că are procese mentale, despre care a aflat mai curând de la specialistii din jurul său, sau de la utilizatorii săi, nu pot fi considerate neapărat adevărate, deoarece ceea ce este de fapt psihic informatic poate să apară ca mental, cum este și cazul prezentat în exemplul din secțiunea precedentă. Testul **mentalului** este un test dificil.

Probabil va trebui să se bazeze pe o observare atentă a comportamentului creierului electronic, criteriul mentalului depinzând de apariția unor procese creative, de intuiție ș.a.

Pentru moment, Hugo de Garis nu este direct preocupat de acest test, ci numai de construcția unui creier electronic complex și performant, precum și de lansarea unor aplicații, chiar pe parcursul proiectului:

**'' He expects, with the help of his group and international collaborators (from 6 countries), to build an artificial brain with a billion artificial neurons, with evolved cellular automata (CA) base neural circuits, by the year 2001. His group has already created neural circuits containing 10 million neurons, and expects to achieve its target on time. By evolving neural net modules with roughly 100 neurons each, at electronic speeds (e.g. in less than a second) in special FPGA (Xilinx XC6264 chip) base evolvable hardware (called a CAM-Brain Machine (CBM)), the group will be able to download these CA based neural circuit modules (each with its own evolved user specified function) into user specified brain architecture embeded in a RAM based space of trillions of CA cells. The same CBM (programmable) hardware then updates the whole RAM CA space frequently enough (e.g. 30 times a second, i.e. at over 120 billion CA cells a second) for real time operation. This CBM is currently being designed and built by Dr. Michael Korkin of Genotype Inc. of Colorado, USA. By the end of 1997, ATR's Brain Builder Group (BBG) expects to see the completion of 3 parallel tasks, namely the design and fabrication of the CBM (which was started in January 1997), the construction of a robot kitten called ''ROBOKONEKO'' (in Japanese), and the creation of a 10.000 module artificial brain architecture to control the robot kitten's many behaviors. The modules for the artificial brain will be evolved in 1998 with the CBM, and put into the (life sized) kitten robot. After 1998, the BBG hopes to work on more ambitious projects, such as household cleaner robots, and with substantially more brain builder researchers on the team. (One of de Garis's goals for Japan is to see the country create a ''J- Brain Project'' (J = Japan), which would aim to build a 10.000.000 module artificial brain with 2000 human ''EEs'' (Evolutionary Engineers) over the time period 2000-2005). 20 years from now, brain-like computers should generate a trilliondollar industry''[38].**

Structura acestui creier electronic se bazează pe neuroni artificiali constituiți din automate celulare supuse unor procese de evoluție artificială rapidă conduse de ''ingineri de evoluție''; de asemenea se bazează pe o structură modulară a grupelor de neuroni, imitând modul în care sunt grupați neuronii în creierul natural[39].

Între timp însă, înțelegerea creierului natural avansează dincolo de neuroni, prin punerea în evidență a unor structuri complexe de procesarea informației în interiorul neuronilor

(citoscheletul fibrelor de tubulină), precum și prin prelucrarea moleculară și eventual cuantică a informației. Hugo de Garis se gândește de fapt și la nivelele nanometrice pentru construcția unui creier electronic în viitor[40], care s-ar putea apropia și mai mult de structura creierului natural.

Intr-o comunicare din anul 1995, referitor la proiectul unui creier electronic structural afirmam:

**''Dans le mois de janvier 1995, on a annoncé, dans la presse, que des hommes de science japonais vont construire jusqu'au 2001, à Kyoto, un cerveau artificiel par l'interconnection de 1000 millions de circuits électroniques intégrés, en espérant de découvrir le mode de fonctionnement de l'esprit humain. L'idée de base est la même, celle de la Vie Artificielle. Mais on n'obtiendra pas un cerveau vivant (...) On ne peut pas obtenir, de même, la vie, en augmentant le nombre des éléments hardware et software et leurs interconnexions (...) De même, avec le modèle de la biologie structurale on ne pourra jamais obtenir un cerveau vivant, un esprit. Mais il faut s'y préparer pour la partie structurale d'un futur cerveau artificiel vivant, d'un esprit artificiel. Je crois qu'on ne doit pas attendre les résultats finaux de ces recherches pour constater qu'on ne peut pas obtenir la vie ou l'esprit par voie purement structurale, et seulement à ce moment là de commencer à explorer de nouvelles possibilités. Il y a beaucoup de raisons d'essayer de bâtir en parallèle avec la science neo-structurale (la science structurale contemporaine) une science structurale-phénoménologique'' [41].**

Nu văd motive pentru schimbarea acestui punct de vedere, decât în cazul în care un creier electronic ar trece cu adevărat testul mentalului. Ceea ce nu pare posibil atât timp cât un asemenea creier nu folosește părți vii, în care caz ar deveni un creier mixt, un creier organismic. Să așteptăm însă construirea acestor creiere electronice pentru ca acest experiment al științei să elucideze dacă sistemele adaptive complexe pot produce mentalul sau nu.

## **7. NIVELELE PROCESĂRII INFORMAȚIONALE ÎN CREIERUL NATURAL.**

Problema cea mai dificilă a creierului natural, în privința procesărilor informaționale de care acesta este capabil, este aceea a mentalului și conștiinței.

Legile fizice structurale ale universului care au la bază cele patru forțe fizice fundamentale, sau chiar una singură în cazul marii unificări, au drept complement legități fizico-informaționale fenomenologice având de asemenea un caracter fundamental. Viziunea structural-fenomenologică implică o asemenea complementaritate.

Reacția neurobiologilor la ideea unei explicații structural-fenomenologice a minții și conștiinței este, în general, negativă. Reciproca nu este însă valabilă. Filosofia structural-fenomenologică recunoaște toate cunostințele științifice asupra creierului obținute de neurobiologie, astăzi structurală, afirmă, ca și neurobiologia, că mintea aparține creierului și este o funcțiune a acestuia, mintea nefiind o entitate separată de creier[41]. Viziunea structural-fenomenologică

ortofizică declară însă insuficientă cunoașterea structurală, nu numai în privința mentalului și conștiinței, dar și în raport cu întreaga realitate.

Mintea nu este nici pur structurală, nici pur fenomenologică. S-au acumulat argumente și dovezi pentru a-i conferi un caracter structural-fenomenologic[42]. Neurobiologia structurală rămâne nedumerită în fața fenomenelor qualia, considerate mult timp a fi numai subiective, uneori fiind convinsă că acestea vor fi explicate odată cu progresul științei structurale, altele având îndoieli asupra acestei posibilități.

Un caz interesant îl oferă Patricia Smith Churchland, de la University of California, San Diego Salk Institute, care într-o lucrare intitulată **Poate neurobiologia să ne învețe ceva despre conștiință?** [43] menționează existența unor nivele înalte ale funcționării creierului care, “într-un sens foarte profund”[44] nu sunt înțelese. Nivelul cel mai înalt este considerat nivelul psihologic, pe care crede a putea fi explicat numai prin reducerea la structurile creierului. Propune însă un mod de atac al problemelor care este fără îndoială promițător:

**“So far as neuroscience and psychology are concerned, my view is simply that it would be wisest to conduct research on many levels simultaneously, from the molecular, through to networks, systems, brain areas, and, of course, behavior”**[45].

Ideea este excelentă. Problema care rămâne este aceea de a stabili nivelele de luat în considerare. Se știe că în ultimii ani s-a sugerat și existența unor procese cuantice specifice, necunoscute până în prezent, în funcționarea creierului[46,47,48]. De aceea și nivelul cuantic, urmând a se dovedi că el intervine într-adevăr în funcționarea creierului, trebuie avut în vedere alături de celelalte.

La acestea ar trebui să se adauge și nivelul fenomenologic ca realitate fizică și informațională specifică.

Nedumerirea neurobilologilor se referă la întrebarea ”cum este posibil ca dintr-o bucată de carne cum este creierul să se obțină fenomenele de ” awareness” (de conștiință)?” atât de prezente pe plan mental.

Și totuși ele se produc invocând principiile ale substanței vii care nu au fost puse în evidență până acum, tocmai datorită faptului că fizica a fost construită numai structural în jurul celor patru forțe fundamentale.

**Reductionismul structural** nu servește explicării funcționării creierului în toată complexitatea lui. Va trebui să se recurgă, probabil, la un alt reductionism, cel structural-fenomenologic, deși acesta trebuie să fie moderat și să țină seama că o cuplare cu informateria fenomenologică nu este posibilă decât de la un anumit grad în sus de complexitate structurală efectivă. Dacă creierul este structură și informaterie, funcționarea lui poate ar trebui privită și altfel: nu ca o structură cu informaterie atașată, ci mai curând ca o sferă informaterială centrală înconjurată de o structură adecvată[49]. Creierul fiind un **dispozitiv semantic** vom observa că **semanticul creierului se bazează în cea mai mare măsură pe fenomenologic**, pe sensurile fenomenologice ale minții, și atunci acestea joacă un rol central în funcționarea creierului.

Ele nu sunt efecte de ordinul doi, nici epifenomene, ci participante cu drept egal la functionarea creierului si mintii.

Acesta este un punct de vedere global în raport cu multiplele nivele de functionare ale creierului cercetate astăzi. De aceea bănuim posibilă, în paralel cu o disecare a tuturor nivelelor de functionare ale creierului cercetate astăzi, si constituirea unei **teorii generale structural-fenomenologice a mentalului ca proces informational**.

## **8. PROCESAREA MOLECULARĂ A INFORMATIEI SI ROLUL EI ÎN FUNCTIONAREA CREIERULUI NATURAL.**

Până în prezent au fost luate în considerare si propuse câteva forme de procesare a informatiei cu ajutorul biomoleculor[50] prin: recunoastere conformatională între două molecule (Michael Conrad - 1985); circuite logice moleculare (A.Aviram si M.Ratner - 1974, Forrest L. Carter - 1982, K.Eric Drexler); prin automate celulare moleculare (Stuart R.Hameroff - 1987); si prin calcule cu molecule ADN realizate chiar experimental (Leonard Adleman - 1994). Cum toate biomolecele sunt structurale, cu exceptia posibilă a moleculei ADN (si ARN), dar si aceasta, într-un context pur tehnic, nu prezintă probabil decât aspecte structurale, procesarea informatională cu ajutorul biomoleculor, sau altele similare lor, în aranjamente tehnice, este structurală. Asemenea procesări informationale sunt computatii, fie ele algoritmice sau nealgoritmice, conform principiului general "orice proces fizic structural este echivalent cu o computatie".

Ar fi greu de crezut ca natura vie în evolutia ei să nu fi recurs la procesări moleculare informationale, altele decât prin ADN. Diverse procesări moleculare de natura computatiei pot avea loc în orice celulă, inclusiv într-un neuron. Christof Koch, care a elaborat împreună cu Francis Crick o teorie structurală a constiintei[51], si care conduce astăzi Laboratorul Koch cu proiectul "What is Mind?", arată recent [52] că neuronii individuali nu sunt chiar atât de simpli cum s-a presupus, deoarece experimentele din ultimul timp dovedesc că ei pot realiza calcule complexe surprinzătoare si să înregistreze discriminări foarte fine. Mai mult, el consideră posibil ca retele de molecule în interactiune, dintr-un neuron, să execute computatii specifice[53].

Rolul moleculelor informationale, în special al celor care **transmit semnale**, este pus în evidentă în organisme, de mult timp, si se cunosc multe tipuri de asemenea molecule. Acum este cazul unor alte procese, al **computatiilor moleculare** care ar putea fi puse în evidentă în celule si mai ales în neuroni.

Asemenea computatii moleculare pot constitui unul din nivelele functionării creierului.

La ce pot servi astfel de computatii? Ele ar putea fi subrutine ale computatiilor creierului si neuronului, dar ar putea avea un rol important si în pregătirea functionării structural-fenomenologice a creierului.

Nu ar fi exclus ca asemenea computatii moleculare să ducă la generarea unor molecule informationale, neluate până acum în seamă, care să fie purtătoare simbolice a anumitor

semnificatii. S-ar putea ca prin contactul acestora cu alte zone ale neuronului (bănuim ADN-ul genomului din neuron unde eventual ar putea avea loc un cuplaj structural-fenomenologic) să se producă sensuri fenomenologice[54].

Este hazardat acest lucru? Posibil, dar cuplajul dintre structural si fenomenologic este un fenomen natural, care macroscopic vorbind este fără dubiu. Cum se realizează acest cuplaj rămâne o problemă deschisă.

Nu putem exclude faptul ca fiecărui sens fenomenologic mental să-i corespundă o moleculă structurală informatională. Asemenea molecule sunt, de regulă, proteine si este cunoscută capacitatea organismului de a genera un număr urias de molecule (proteine) cu o mare varietate de conformatii.

Modul concret de realizare a cuplajului structural-fenomenologic, si a procesărilor structural-fenomenologice rămâne încă de examinat si cercetat. Dar importanta procesărilor moleculare, atât pentru computatii, cât si pentru pregătirea generării sensurilor mentale prin cuplaj structural-fenomenologic, în nici un caz nu poate fi subestimată.

## 9. PROCESUALITĂȚI INFORMATIONALE CUANTICE.

Principiul ”orice proces fizic structural este echivalent cu o computatie” se aplică si proceselor fizice cuantice, atât timp cât acestea rămân în cadrul structural. Până acum stiinta nu a pus în evidentă decât procese cuantice structurale, dar nu putem exclude si posibilitatea unor fenomene cuantice structural-fenomenologice din momentul în care structural-fenomenologicul apare a fi o proprietate a naturii. Pornind de la principiul enuntat mai înainte, **sisteme cuantice** (sistemele sunt întotdeauna structurale) pot fi folosite pentru computatii si deci pentru realizarea de calculatoare cuantice.

În anii 1980-1985, au fost prezentate primele idei pentru realizarea de calcule cuantice de către Paul Benioff, Richard Feynmann, David Albert si David Deutsch[55]. Astăzi se urmărește realizarea de calculatoare cuantice construite din porti logice cuantice, folosind atomi, ioni într-un cristal ionic, puncte cuantice (quantum dots) cu un electron, fotoni, fenomene de spin s.a. O poartă cuantică elementară ascultând de ecuatia lui Schrödinger este reversibilă, ceea ce oferă avantaje deosebite din punct de vedere energetic. Dar ceea ce este mai important este faptul că starea unui sistem cuantic este constituită dintr-o suprapunere de stări. Starea unui sistem clasic este întotdeauna una din stările unei multimi definite de stări. Un bit clasic se găsește fie în starea 0, fie în starea 1, cele două stări excluzându-se una pe alta. Un bit cuantic (”qubit”) rezultă dintr-o suprapunere cuantică: nu este nici 0, nici 1, dar va avea o componentă 0 si o componentă 1 în acelasi timp. Pentru un sistem cuantic, deci si pentru un calculator cuantic, lucrurile pot fi astfel aranjate încât intrarea să fie o suprapunere de stări clasice. Procesarea se face în continuare în paralel după regulile mecanicii cuantice, pentru a obtine la iesire o suprapunere de iesiri (output-uri). Este de subliniat faptul că se pot obtine astfel un mare număr de procesări în paralel, ceea ce oferă posibilitatea de a se depăși nivelul uzual polinomial al calculelor clasice, pentru a se atinge nivelul problemelor exponentiale, pe care calculatoarele clasice nu le pot rezolva[56,57].

Cât timp sistemul cuantic ascultă de ecuația lui Schrödinger (sau de oricare formalism cuantic echivalent), el se va găsi într-o suprapunere de stări și va opera cu toate aceste stări simultan. Dar dacă sistemul cuantic interacționează cu un sistem macroscopic, fie pentru o măsurare, fie, în mod nedorit, cu mediul macroscopic, atunci are loc fenomenul reducerii cuantice. Acest lucru întrerupe suprapunerea de stări și procesul calculului cu multitudinea de stări în paralel, ceea ce se poate întâmpla și în cazul unui sistem cu un mare număr de porți cuantice care se apropie el însuși de un sistem macroscopic. Este un impediment de depășit pentru construirea de calculatoare cuantice și se pare că încep să se contureze asemenea posibilități.

Din contră, pentru inputul și outputul calculatorului cuantic se impune cuplarea cu un sistem macroscopic de introducere a datelor și de recuperare a rezultatului calculului. Și aceste probleme sunt foarte dificile, în special extragerea rezultatului calculului.

Până acum s-au realizat experimental mici sisteme cu un număr redus de porți cuantice. Deși sunt și păreri că speranțele pentru a construi astfel de calculatoare sunt excesive [58], trebuie ținut seama de faptul că domeniul se găsește abia la început, iar cercetările în curs, unele cu caracter fundamental, pot oferi noi posibilități pentru solutionarea dificultăților actuale.

Sunt oare semnificative pentru funcționarea creierului procesele de computație cuantică descrise succint mai înainte? Este creierul, în ansamblul lui sau parțial, un sistem cuantic?

Supraconductibilitatea este un fenomen cuantic în condițiile unui corp macroscopic. Poate apare un comportament cuantic specific și în condițiile structurii creierului?

Interesul pentru o teorie cuantică a creierului s-a manifestat în ultimii ani datorită imposibilității de a explica funcționarea mentală a acestuia prin fizica clasică [59]. Roger Penrose (1989, 1994), Henry P. Stapp (1993), S. R. Hameroff (1994), M. Jibu and K. Yasue (1996) sunt promotorii [60-64] acestui curent de gândire. Penrose și Stapp își bazează demersurile lor pornind de la cele două tipuri de procese cuantice cunoscute: tipul I (după von Neumann), în care evoluția sistemului are loc conform ecuației lui

Schrödinger care nu lasă loc posibilității apariției mentalului și conștiinței; tipul II, în care are loc reducerea vectorului de stare (reprezentând suprapunere de stări), după cum am reamintit și în prima parte a acestui capitol. Penrose numește "procesul U" și respectiv "procesul R" cele două procese de mai înainte. Și Penrose și Stapp cred că procesul de conștiință poate fi legat de fenomenul reducerii vectorului de stare (altfel spus, al colapsului funcției de undă din procesul U, prin procesul R). Stapp afirmă:

**"The assumption is that there exists in nature a wave-function, or state vector, that represents the matter-like aspect of reality, and that each experienced idea or thought coresponds, within this representation, to a quantum event, i.e., to a collapse of the wave function"** [65].

Funcția de undă este un câmp cuantic colectiv în creier:

**"The essential point, hier, is that quantum description is automatically holistic, in the sense that its individual registers refer to states of the entire brain,(...).Moreover, the quantum**



**jump associated with the thought is also a holistic entity: it actualizes as a unit state of the entire brain that is associated with thought”[66].**

Fenomenul mental sau de conștiință se produce, în această imagine, la scara întregului creier, dar prin reducerea funcției de undă. Pentru Stapp aceasta este totul, deoarece din momentul în care se acceptă creierul ca un sistem fizic, atunci el trebuie tratat, în principiu, ca un sistem cuantic.

În aceeași direcție, dar ceva mai departe, merge și Penrose. Reducerea vectorului de stare este foarte importantă, dar nu vede cum procesul **R** în sine poate produce procesul informațional non-computabil, mentalul și conștiința. El consideră, în mod justificat, că fizica cuantică actuală nu poate explica de fapt procesele informaționale mentale, fiind nevoie de o depășire sau completare a teoriei cuantice cu principii noi, care să rezulte din natura specifică a mentalului. De aceea el presupune că în fenomenele mentale are loc în creier o altfel de reducere decât în procesul **R**. Penrose propune o nouă fizică cuantică la nivelul procesului **R**, care pentru creier și minte ar deveni un proces **OR** (de la “objective reduction”).

Această presupune de fapt o fizică nouă și o teorie a procesului **OR** bazată pe această nouă fizică.

Pentru Penrose, procesul **OR** este o reducere a funcției de undă, dar mai intervine și ceva în plus. Pentru el non-computabilitatea, datorită procesului **OR**, este o parte esențială a procesării informaționale pe planul conștiinței, implicând, într-un câmp cuantic neuronii creierului, citoschelete neuronilor (o idee conformă cu teoria lui Hameroff), formarea unei stări cuantice coerente a acestui ansamblu, fenomenul conștiinței producându-se de fapt la nivelul microtubulelor citoscheletului. Propune-riile sale reprezintă, evident, o ipoteză, recunoscând faptul că detaliile procesului sunt încă necunoscute. Având, totuși, nevoie de un suport pentru manifestarea datului mental nu găsește altă soluție decât să considere că acesta se manifestă datorită câmpului gravitațional, schițând, cu rafinament, elemente de început ale unei asemenea teorii. Cu alte cuvinte, recurge pentru natura mentalului la cea de a patra forță fundamentală a naturii. Noua teorie cuantică sugerată **rămâne structurală** și nu va putea explica totuși fenomene specifice ale conștiinței cum sunt intenționalitatea, culoarea, sensul mental, în general toate procesele “subiective” denumite generic qualia. Dacă principiul “insuficienței științei structurale” este valabil, atunci nu este de așteptat ca procesul **OR** structural să continue o procesare non-computațională și nici fenomene specifice mentalului. Rămânem la punctul de vedere că o fizică nouă, prin extinderea celei existente, este necesară, dar aceasta trebuie să depășească domeniul structural. Am putea enunța principiul,

**O teorie a mentalului și conștiinței bazată numai pe structuri și pe forțele fundamentale ale naturii nu este posibilă. La acestea trebuie să se adauge procesele fenomenologice și realitatea fenomenologică pentru a obține o asemenea teorie.**

Inseamnă acest lucru că nu acordăm un rol proceselor cuantice din creier sau ale creierului? Acest lucru nu se poate afirma.

Remarcăm însă că au apărut și luări de poziție împotriva unei teorii cuantice a creierului[67,68]. Acestea combat de fapt fizica cuantică structurală în abordarea fenomenelor mentale. Dar nu

putem exclude constituirea unei fizici cuantice structural-fenomenologice care să fie, poate, esențială, pentru procesele mentale. Această fizică ar putea îngloba nu numai fizica cuantică structurală actuală, dar să și meargă în întâmpinarea unor procese de natură cuantică în creier pe care mulți cercetători le întrevăd și caută să le pună în evidență. S-ar putea ca fenomenul de cuplaj structural-fenomenologic să implice și anumite efecte cu caracter cuantic, ceea ce, în mod speculativ, am sugerat încă din anul 1985 în **Ortofizica** . Nivelul cuantic al funcționării creierului rămâne o realitate posibilă și, în consecință, de cercetat în continuare.

## 10. ÎNCHEIERE.

În această lucrare, pornind de la ideea că **procesele mentale sunt procese informaționale**, precum și de la **principiul realizării acestora pe un suport fizic**, au fost trecute în revistă diferitele moduri de procesări informaționale și diferitele suporturi fizice care ar putea interveni în procesarea mentală a informației.

La limită, acest mod de a ataca procesarea mentală duce la întrebări privind natura realității fizice și natura informației din punct de vedere fundamental.

Problemele fundamentale și ale nivelelor procesării informației în creier/minte nu pot fi separate. Din aceste puncte de vedere s-au expus considerații care încadrează procesualitatea mentală în cadrul cel mai larg cu putință în condițiile cunoașterii și explorărilor filosofice contemporane. Elementele de noutate și de sinteză se îmbină într-o suită de probleme, poate o rețea de probleme, cu părți mai clare și altele mai puțin clare. Fără o luminare a ansamblului acestora nu este de așteptat ca procesualitatea informațională mentală să fie clarificată. Iar o asemenea luminare probabil nu va fi posibilă dacă știința nu va reuși să depășească domeniul structural.

**Conceptia informațională a mentalului și conștiinței** este recent susținută de A. P. Zeleznikar[69], care explorează ideile lui David Chalmers în această direcție. Chalmers nu susține în mod hotărât o viziune informațională a conștiinței, el îmbrăcând prin spații informaționale de tip Shannon, pe de o parte procesele structurale ale creierului, pe de altă parte procesele experiențiale (fenomenologice) mentale, stabilind legătura necesară dintre aceste spații, lăsând deschisă și posibilitatea interpretării informaționale a fenomenologicului. Zeleznikar pune accentul pe o îmbrăcăminte formală a proceselor semantice informaționale intrinseci. Dar și el se întreabă asupra naturii acestora din urmă.

Gândirea asupra proceselor mentale avansează, după părerea mea, într-o direcție pe care am descris-o începând acum douăzeci de ani.

Lucrarea de față a fost elaborată în cadrul programului de cercetare *”Modelarea structural-fenomenologică”* al *Centrului de cercetări avansate pentru învățare automată, tehnologia limbajului natural și modelare conceptuală* al Academiei Române.

## **Note si referinte bibliografice.**

- 1. R.Penrose, Shadows of the Mind, Oxford, Oxford University Press, 1994.**
- 2. Mihai Drăgănescu, A Few Principles Relating Information Processing And Physics, 12 aprilie 1997, trimis spre publicare la Frontier Perspectives (SUA). Vezi si Mihai Drăgănescu, Concepte generale si probleme cuantice ale procesării informatiei, 28 martie 1997, Comunicare la Simpozionul organizat de fac. de Automatică si Calculatoare, Universiatatea “Politehnica” Bucuresti, cu ocazia împlinirii a 30 de ani de existență, 28 martie 1997.**
- 3. Mihai Drăgănescu, Ortofizica, Bucuresti, Editura Stiintifică si Enciclopedică, 1985.**
- 4. Mihai Drăgănescu, Sisteme formale, cap.IV., p.152 - 174, în vol. M. Drăgănescu, Gh. Stefan, C. Burileanu, Electronica Funcțională, Bucuresti, Editura tehnică, 1991.**
- 5. Murray Gell-Mann, The Quark and the Jaguar. Adventures in the simple and the complex, New York, Freeman and Co, 1994.**
- 6. Michio Kaku, Hyperspace, New York, Anchor Books, Doubleday, 1994.**
- 7. Menas Kafatos, Robert Nadeau, The Conscious Universe, New York, Springer Verlag, 1990.**
- 8. Murray Gell-Mann, The Quark and the Jaguar. op.cit, p.140.**
- 9. Mihai Drăgănescu, Deep Reality, Conscious Universe and Complementarity , the NOETIC JOURNAL , vol.1, No.1, 1997.**
- 10. Mihai Drăgănescu, Sur la notion et le domaine de la Vie Artificielle, Bulletin de la Classe des Sciences, Academie Royale de Belgique, 6e serie ,Tome VI, No.7-12, 1995, 13 pages.**
- 11. Stuart Kauffman, At Home in the Universe. The Search for Laws of Self-Organization and Complexity, New York, Oxford, Oxford University Press, 1995.**
- 12. Peter Coveney, Roger Highfield, Frontiers of Complexity. The Search for Order in a Chaotic World, New York, Fawcett Columbine, 1995.**

13. John H. Holland, **Hidden Order. How Adaptation Builds Complexity**, Readingh, Massachusetts, Helix Books, Addison-Wesley Publishing Co, 1995.
14. **Editors**  
Har Morowitz, Jerome L. Singer, **The Mind, the Brain, and Complex Adaptive Systems**, Proceedings vol. XXII, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, 1995.
15. Mihai Drăgănescu, **Complexitatea**, p.132-141, în vol. M. Drăgănescu, Gh. Stefan, C. Burileanu, **Electronica Funcțională**, Bucuresti, Editura tehnică, 1991.
16. Murray Gell-Mann, *op.cit.*, p.33.
17. *Idem*, p.227.
18. *Idem*, p.368.
19. *Ibidem*.
20. Mihai Drăgănescu, **Informatia materiei**, Bucuresti, Editura Academiei, 1990.
21. Mihai Drăgănescu, **Principes d'une science structurale-phénoménologique**, Bulletin de la Classe des Lettres et des Sciences Morales et Politiques, Academie Royale de Belgique, 6e série, Tome IV, 7-12, p.255-311, 1993.
22. David J. Chalmers, **The Conscious Mind**, New York, Oxford, Oxford University Press, 1996.
23. Mihai Drăgănescu, **The Method of Structural-Phenomenological Recognition** , 1997, spre publicare la Frontier Perspectives.
24. Mihai Drăgănescu, **De la filosofia la stiinta mentalului**, Academica, iunie 1997, p.11-12.
25. David J. Chalmers, **The Conscious Mind**, *op.cit.*
26. Bernard d' Espagnat, Étienne Klein, **Regards sur la matiĉre. Des quanta et de choses**, Paris, Fayard,1993.
27. Mihai Drăgănescu, **L'universalité ontologique de l'information**, préface et notes par Yves

**Kodratoff, prof., Université de Paris-Sud, Directeur de recherche au CNRS, Bucuresti, Editura Academiei Române, 1996, 159 pages. Cu o editie INTERNET: <http://www.racai.ro/books/draganescu> .**

**28. Mihai Drăgănescu, A Few Principles Relating Information Processing And Physics, spre publicare la Frontier Perspectives (SUA).**

**29. Idem.**

**30. Gheorghe Tecuci, Building intelligent agents. An Apprenticeship Multistrategy Learning Theory, Methodology, Tools and Case Studies, London, New York, Academic Press (under printing), cap.1, p.1.**

**31. Gheorghe Tecuci, Building intelligent agents, op.cit. Cap.1-5 tratează agentul inteligent general, iar cap. 6-9, agenti inteligenti specializati.**

**32. Idem, preface, p.3.**

**33. Mihai Drăgănescu, Ortofizica, 1985, op.cit.**

**34. Mihai Drăgănescu, Notes on the Notions of Understanding and Intelligence, 2 ianuarie 1997, E-preprint, spre publicare la Noesis.**

**35. Gheorghe Tecuci, Building intelligent agents, op.cit., preface, p.4.**

**36. Idem, p.5-6.**

**37. Vezi nota 2.**

**38. Hugo de Garis, ATR's Billion Neuron Artificial Brain Project, conference , Krasnow Institute, USA, 16 aprilie 1997. Citatul reprezintă "abstract-ul" conferintei, primit prin e-mail de la Krasnow Institute, 14 aprilie 1997.**

**39. Susan Greenfield, Journey to the Centers of the Mind. Toward a Science of Consciousness, New York, Freeman and Co., 1995.**

**40. Hugo de Garis, Web Site <http://www.hip.atr.co.jp/> de garis/**

41. Mihai Drăgănescu, Sur la notion et le domaine de la vie artificielle PRIVATE ,  
Bulletin de la  
Classe des Sciences, Academie Royale de Belgique, 6e serie, Tome VI, No.7-12, 1995, 13  
pages.
42. Mihai Drăgănescu, Mind and Artificial Intelligence, NOESIS, vol.XII, 1986, p.129-183.
43. Mihai Drăgănescu, De la filosofia la stiinta mentalului, Academica, iunie 1997, p.11-12;  
Mihai  
Drăgănescu, On the Structural-Phenomenological Theories of Consciousness, The Noetic  
Journal, Vol  
1, No. 1, June 1997.
44. Patricia Smith Churchland, Can Neurobiology Teach Us Anything About  
Consciousness?, p. 99-121  
în vol. The Mind, the Brain, and Complex Adaptive Systems, Eds. H. Morowitz and J.  
Singer, vol. XXII -  
Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Addison-Wesley, Reading,  
Massachusetts,  
1995.
45. Idem, p.101.
46. H.P. Stapp, Mind, Matter, and Quqntum Mechanics, Berlin, Springer Verlag, 1993.
47. H.P.Stapp, Why Classical Mechanics Cannot Naturally Accommodate Consciousness  
but Quantum  
Mechanics Can, PSYCHE, electronic journal, 2(5), May 1995, Filename:  
psyche-95-2-05-qm\_stapp-1-stapp.
48. Roger Penrose, Shadows of the Mind, Oxford, Oxford University Press, 1994.
49. Mihai Drăgănescu, Disponibilitatea informatională (1988), în vol.autorului Eseuri ,  
Bucuresti,  
Editura Academiei Române, 1993, p.18 - 32.
50. Mihai Drăgănescu, Concepte generale si probleme cuantice ale procesarii informatiei,  
28 martie  
1997, op.cit.
51. F.H.C.Crick and C.Koch, Towards a neurobiological theory of consciousness, Seminar  
in the  
Neurosciences, 2, 263-75, 1990, apud F.H.C. Crick, The Astonishing Hypothesis: The  
Scientific Search  
for the Soul, New York, Scribner, 1994.

52. Christoff Koch, Nature, January 16, 1997 ( informatii preluate prin Internet).
53. Idem.
54. Mihai Drăgănescu, Electronica moleculară, p.349-419, în vol. M. Drăgănescu, Gh. Stefan, C. Burileanu, Electronica Funcțională, Bucuresti, Editura tehnică, 1991.
55. Timothy P. Spiller, Quantum Information Processing: Cryptography, Computation and Teleportation, Proceedings of the IEEE, vol.84., December 1996, p.1719-1746.
56. Adriano Barenco, Artur Ekert, Chiara Machiavello, Anna Sanpera, L'Ordinateur sous le charme quantique; un saut d'échelle pour les calculateurs, La Recherche, novembre 1996, p.52-60.
57. M. Draganescu, Gh. Stefan, C. Burileanu, Electronica funcțională (in Romanian), Bucuresti, Editura Tehnica, 1991, p.132-140.
58. Serge Haroche, Jean-Michel Raymond, L'Ordinateur quantique, rêve ou cauchemar?, La Recherche, novembre 1996, p.58-60.
59. H.P.Stapp, Why Classical Mechanics Cannot Naturally Accommodate Consciousness but Quantum Mechanics Can, op.cit.
60. Roger Penrose, The Emperor's Mind. Concerning Computers, Minds and the Laws of Physics, New York-Oxford, Oxford University Press, 1989.
61. H.P. Stapp, Mind, Matter, and Quantum Mechanics, op.cit.
62. Roger Penrose, Shadows of the Mind, op.cit.
63. S.R. Hameroff, Quantum coherence in microtubules: A neural basis for emergent consciousness, Journal of Consciousness Studies, 1994, vol.1, p.91-118, apud Gordon Globus, Quantum Consiousness is Cybernetic, PSYCHE: an interdisciplinary journal of research on consciousness, electronic journal, 2 (21), January, 1996, filename: psyche-96-2-21-cybernetic-1-globus.
64. M. Jibu and K. Yassue, Quantum brain dynamics and consciousness. Amsterdam and Philadelphia, John Benjamins ( in press 1996, apud Gordon Globus op.cit.).

**65. Vezi ref. 59, pct.E.3.**

**66. Idem, pct. 3.11.**

**67. Gregory L. Mulhauser, On the End of a Quantum Mechanical Romance, PSYCHE: an interdisciplinary journal of research on consciousness, electronic journal, 2 (19), November, 1995, filename: psyche-95-2-19-decoherence-1-mulhauser.**

**68. Kirk Ludwig, Why the difference between Quantum and Classical Physics is irrelevant to the Mind/Body Problem, PSYCHE: an interdisciplinary journal of research on consciousness, electronic journal, 2 (16), September, 1995, filename: psyche-95-2-16-qm\_stapp-2 ludwig.**

**69. A. P. Zeleznikar, (ó(((( of Consciousness. The informational in the Conscious Mind, Informatica (The Slovene Society Informatika, Ljubljana, Slovenia), vol.20, No. 4, December 1996, p.475-484.**

**Comunicare la Zilele Academice Iesene, Iasi, 9 octombrie 1997( publicată în ACADEMICA, oct.1997 (p.I-a), noiembrie 1997, p. 26-27 (p.II-a), decembrie 1997, P. 31-32 (p.III-a).**