

# O PARADIGMĂ FENOMENOLOGICĂ A DOMENIULUI HARDWARE. APLICAȚII: UN CONCEPT AL PARALELISMULUI

Ing. Ion Mincă

Institutul de Tehnică de Calcul

**Rezumat:** Se prezintă o paradigmă a domeniului hardware, fundamentată pe principii de teoria cunoașterii. Pe această bază se dezvoltă un concept al paralelismului.

**Cuvinte cheie:** hardware, paradigmă, ontologie, noi arhitecturi, paralelism.

## 1. Introducere.

În etapa actuală de evoluție a informaticii în domeniul hardware sînt dezbătute două teme fundamentale (există rațiuni de ce sînt numai două și tocmai acestea [23]):

- obținerea unui nou tip de calculator adecvat noilor tipuri de aplicații (prelucrarea nenumerică, inteligența artificială etc.);
- obținerea unor structuri performante (prin metoda paralelizării îndeosebi).

Aceste teme sînt direcții majore de cercetare pentru care, în țările dezvoltate, sînt investite eforturi însemnate. Rezultatele obținute pînă acum și încercările sistematice de cuprindere a domeniului pun în evidență faptul că paradigma folosită, de obicei în mod neexplicit, nu mai asigură un cadru corespunzător.

Ambele teme trimit la o întrebare mai vastă, care privește înseși fundamentele informaticii. Astfel, prima temă generează suita de întrebări:

- de ce actualele calculatoare "numerice" nu mai sînt adecvate noilor tipuri de aplicații? Ce înseamnă aici "a fi adecvat"?
- dacă nu mai sînt adecvate, cum ar trebui să arate noile sisteme de prelucrare? La ce perspectivă trebuie să facem apel pentru a determina aceste structuri? Există oare o legătură între structura aplicațiilor și structura unui calculator? Dacă da, cum putem presupune în mod intuitiv, se poate determina această conexiune pentru a o putea utiliza apoi?
- dacă vor fi modificări ale structurii von Neumann (fundamentul conceptual al calculatoarelor de astăzi) în ce sens vor fi ele - putem presupune o structură de calcul fără memorie, de exemplu, sau cu alte funcții în plus? de unde survin aceste funcții? cum le putem determina? (Înainte de a abandona structura von Neumann ar trebui dovedit că aceasta nu mai este adecvată pentru noile tipuri

de aplicații. Aceasta presupune explicitarea, în prealabil, a relației dintre structura aplicațiilor și structura von Neumann a calculatoarelor actuale);

- cum putem caracteriza aplicațiile din perspectiva hardware? cîte tipuri de aplicații există? ce înseamnă aplicații numerice și nenumerică din această perspectivă?

Analog, a doua temă generează o altă suită de întrebări care produce, de asemenea, o trimitere directă la fundamentele domeniului:

- cît de mult poate fi prelucrată o problemă în paralel?
- de ce natură sînt limitările ce apar în prelucrarea paralelă ce împiedică obținerea unor sisteme masiv paralele în ciuda eforturilor făcute? pot fi depășite sau sînt principial de nedepășit?
- care este natura paralelismului? putem determina un concept al său?

Toate aceste întrebări care pun în joc legitimitatea construcțiilor teoretice curent folosite indică un moment de criză: este exact ceea ce se întîmplă în mod obișnuit în dezvoltarea științei cînd problemele de rezolvat produc o criză a paradigmei curente trimițînd la o chestionare asupra fundamentelor domeniului [15]. Dacă pînă acum s-a folosit, în domeniul hardware, un orizont conceptual "de la sine înțeles" rezolvarea acestor teme impune conceptualizarea lui, căci căutarea unei soluții, inovarea este solidară cu un sistem de interpretare. Comprehensiunea aparține obiectului, într-o altă comprehensiune avem un alt obiect, un permanent proces de schimbare a obiectului și a comprehensiunii sale are loc.

Rezultatele obținute pînă acum, în abordarea celor două teme, pun în evidență faptul că paradigma folosită în domeniul hardware nu mai asigură un cadru corespunzător. Faptul că nu putem găsi răspunsuri la problemele ridicate se datorește lipsei unei conceptualizări corespunzătoare. Pînă acum ne-am limitat la evidența empirică - este necesară o fundamentare a ceea ce apare ca "evident".

Dacă în domeniul software există mai multe paradigme (programarea funcțională, programarea logică, programarea orientată pe obiecte etc.) în domeniul hardware în afara paradigmei "rețele neurale" (un import din biologie - nu există spațiu pentru o discuție critică asupra acesteia) există, am putea spune, o paradigmă, cu multe accente realiste care, în opinia noastră, și-a epuizat valențele conducînd la simple încercări empirice de rezolvare a problemelor (de exemplu, la a doua temă se caută soluția printr-o simplă aglomerare fizică de echipament cînd de fapt problema este de natură logică). Soluționarea celor două teme ne obligă la elaborarea unei noi paradigme prin abordarea comună a lor - lucru curent în evoluția științei, căci constatăm faptul că la o cercetare mai aprofundată, domenii care la început păreau separate încep să interfereze și sîntem trimiși la o problematică

mai largă, mai complexă decât prevedeam la început, forțându-ne a depăși frontierele domeniului, evidențiind implicații și conexiuni neașteptate cu probleme care păreau cu totul străine inițial. Astfel, studiul sistematic pe care l-am efectuat ne-a condus la construirea unei paradigme hardware bazate pe teoria cunoașterii.

## 2. Prelucrarea cunoștințelor și cunoașterea.

### 2.1. Probleme ale fundamentării științifice. Informatica și ontologia.

Construirea unei paradigme în mod explicit înseamnă trecerea la o abordare metateoretică, în care știința respectivă este în mod conștient supusă unei interogații sistematice, când are loc o autoreflexie asupra fundamentelor, o elaborare și o interpretare explicită a conceptelor sale, o punere în evidență a originii lor. Prin aceasta știința își cucerește efectiv fundamentul și domeniul său.

Dar acest proiect interior se lovește de frontiere necesare - fundamentarea nu poate fi realizată de știința însăși și aceasta din următoarele motive [4]:

- absența unui sol pe care să-și fundamenteze conceptele sale fundamentale;
- lipsa unei metode sigure de interogație privitor la ceea ce este vizat în aceste concepte.

Autofundamentarea operată de știința însăși are nevoie la rândul său de o fundamentare pe care aceasta este incapabilă de a o realiza prin propriile mijloace - o refundamentare care trebuie să facă apel la fundamente ontologice. Aceasta ține de ceea ce de obicei se cheamă epistemologie (eventual epistemologie de ramură).

∴

Există un al doilea motiv de apel la ontologie în cazul informaticii: depășirea prejudecăților curente, a evidențelor empirice ne impun să apelăm la natura însăși a acestui domeniu pentru a explicita aspectele esențiale care sînt deja "la lucru" în mod implicit (nu putem intra aici în problemele fundamentării, a abandonării prejudecăților - problemele sînt foarte complexe și presupun un mod riguros de organizare a fundamentării [2, 21]. Este necesară în acest sens deschiderea spre un domeniu mai vast, care să ofere mijloacele pentru o construcție sistematică a domeniului (hardware în cazul de față). Orizontul sub care ne plasăm pentru acest lucru este constituit de teoria cunoașterii. Aceasta este una din presupuzițiile noastre:

- P2. Prelucrarea cunoștințelor este o specie de cunoaștere.

Ontologia este știința constituirii obiectului în general.

Informatica este tehnologia manipulării și calculabilității obiectului în general.

Deoarece o argumentare riguroasă depășește cadrul de față vom încerca o argumentare intuitivă. Analiza domeniului prelucrării cunoștințelor pune în evidență faptul că evoluția sa este, în principal, determinată de interacțiunea factorilor specifici din două domenii relativ eterogene:

- universul logic al aplicațiilor,
- universul fizic al suportului tehnologic.

Universul aplicațiilor se subordonează lumii formelor, lucru ușor de observat intuitiv: un program nu are un obiect singular, o situație particulară ca obiect al său, ci o clasă de obiecte, o clasă de situații - el apare ca fiind o construcție sistematică "valabilă pentru mai mulți". Acest aspect pune în evidență caracterul formal al programelor. Suportul tehnologic nu poate fi utilizat în mod direct pentru a da existență acestor forme - formele pe care le susține în mod direct sînt elementare și, în același timp, generale. Eterogenitatea celor două universuri dă naștere unui proces de adaptare, constituit dintr-o ierarhie de forme ce realizează trecerea între două tipuri de structuri.

Forma și conținutul sînt noțiuni relative, o formă putînd fi conținut pentru o altă formă, constituindu-se într-o ierarhie de forme și conținuturi. Vom defini, după Piaget [16]:

- structură logică - orice conexiune logică susceptibilă de a juca alternativ sau simultan, rolul de formă sau conținut;
- conținut - al unei conexiuni logice este constituit prin ceea ce este dat, termenii care pot fi reciproc substituiți;
- formă - ceea ce rămîne neschimbat în cursul unei astfel de substituții.

Efectuînd descompunerea termenilor ce reprezintă conținutul unei structuri logice se pun în evidență aspecte ale formei și conținutului. În sens ascendent, structurile logice se organizează într-o construcție iterativă de forme într-o infinitate deschisă. În sens descendent, descompunerea pune în evidență termenii ultimi: conținutul pur (trebuie să luăm însă conceptul de conținut pur sub titlu de relativ, căci și el pune în evidență o formă, [16]).

Această ierarhie de forme și conținuturi, în care se organizează universul logic, este exploatată pentru construirea nivelelor de trecere de la nivelul utilizatorului spre nivelul hardware și, de aici, la suportul fizic. Astfel, programul constituie o formă pentru datele de intrare. Mulțimea de programe poate fi, la rândul ei, analizată și compilată în funcție de setul de operații de pe un nivel inferior. Acest nivel are structuri de control și de date mai sărace, dar, în același timp, generale - analiza acestui nivel se face considerînd programele de pe nivelul superior drept un conținut,

tratându-le la nivelul formei lor. Urmărind analiza formală descendentă am putea spera să punem în evidență forma sau formele corespunzătoare diferitelor tipuri de aplicații (numerice, simbolice etc.) care apoi să poată fi utilizate în conceperea de noi structuri hardware (prima temă).

O astfel de analiză formală a aplicațiilor presupune un cadru teoretic corespunzător. Vom face în acest sens observația că domeniul formalului este mult mai extins: de la matematica modernă la tehnica deductivă vedem cum formele se lasă manipulate, că putem "calcula" cu ele, fie ele numere, mărimi, propoziții etc. Dacă se analizează conceptele de mulțime și număr, atunci se va recunoaște faptul că teoria mulțimilor și teoria numerelor au un domeniu ontic vid: "obiectul în general" - o generalitate formală, care lasă în afară de orice considerație determinațiile concrete ale obiectelor. Totuși, dacă "obiectul în general" este indeterminat și vid, el nu este construit cu totul arbitrar, fiind controlat de un apriori constituit universal, care determină orizontul posibilităților libere. De aici se naște "ideea universală de știință ... al cărei domeniu se delimitează ca fiind extensia conceptului formal suprem: obiectul în general" și "dacă vom numi ontologia formală știința apriorică a obiectelor în general, atunci aceasta va însemna nimic mai mult decât o știință apriorică de obiecte posibile, luate în acest mod ([9], p. 194).

În acest context nu avem decât să spunem că informatica tratează asupra obiectelor, enunță și prelucrează caracteristicile obiectului în general, ontologia putând fi privită ca disciplina integratoare a sa. Este nevoie de reflexii aprofundate pentru a obține o înțelegere sistematică a acestor probleme și numai apoi cele expuse aici într-un mod intuitiv vor căpăta o justificare.

**Obs.:** Studiul ontologiei materiale ar putea fi de folos în perspectiva abordării aplicațiilor dar, cum sîntem interesați numai de aspectele de hardware, cadrul oferit de ontologia formală este suficient, atît pentru tratarea aplicațiilor, cît și pentru structurile hardware.

••

Vom prezenta acum cîteva considerații succinte dintr-o perspectivă istorică în încercarea de a înțelege mai profund semnificația conexiunii informatică-ontologie.

Fundamentarea și explicitarea conceptelor de bază fac necesar apelul la achiziții prealabile, la un punct de vedere prealabil care aici este constituit, conceptele fundamentale fiind deja forjate de tradiția istorică, filozofică și științifică. Ele fiind "deja la lucru" trebuie numai să fie explicitate. Este exact ceea ce spune Heidegger în "Depășirea metafizicii": "modul cum omul își reprezintă lucrurile este marcat de metafizică și nu găsește peste tot decât lumea construită de metafizică" ... "metafizica este o fatalitate în sens strict, în calitate de caracteristică fundamentală a istoriei

Europei occidentale ...".

Apelul la tradiția gândirii europene reprezintă, deci, o necesitate ce se impune: interpretarea informaticii în acest context a dus la explicitarea caracteristicilor acesteia, bazate esențial pe mutația ce a survenit în zorii epocii moderne, cînd ființa fiindului ni se livrează ca obiectivitate.

Integrarea și explicarea informaticii în contextul gândirii europene presupune o perspectivă istorică, ea apărînd ca un episod într-un lung proces în care notațiile și algoritmi operatorii (scrierea, algebra, calculul integral și diferențial, geometria analitică etc.) cît și dispozitivele folosite (abacul, tiparul, calculatorul etc.) reprezintă jaloane esențiale. Analiza acestui proces pune în evidență mutația survenită în zorii epocii moderne în modul de a interpreta lumea, cînd relația subiect/obiect este de acum considerată ca hotărîtoare, cînd Natura devine obiect al unei activități reprezentative ce face să prezinte procesele naturale ca un fond calculabil. Dintr-o asemenea rădăcină, din această mutație au ieșit științele moderne ale naturii, matematica și tehnica modernă și metafizica modernă, apreciază Heidegger. Eliberarea puterilor Naturii nu a devenit posibilă decît o dată ce Natura a devenit obiect al activității reprezentative ce face să prezinte procesele naturale supuse sub domnia calculului. Obiectivitatea, matematica în sens larg, s-a impus drept caracteristică fundamentală a gândirii. Lucrurile devin obiecte, obiectualizarea își are locul în interiorul conștiinței care calculează. Astfel, Rațiunea a devenit Calcul, Calcul cu obiecte.

Înțelegerea acestui Proiect matematic al Naturii necesită înțelegerea fundamentelor posibilității sale interne. Răspunsul este dat de Kant în "Critica Rațiunii Pure" care răspunde la întrebările: cum este posibilă natura în general? cum este posibilă experiența în general? După lucrările pregătitoare efectuate de Descartes și Leibnitz, Kant realizează etapa decisivă în constituirea ontologiei generale ca fiind obiectivitatea, [3, 4, 5, 6].

Apelul pe care l-am făcut la Kant apare, în acest context, a nu fi forțat ci, din contră, acesta ne-a permis să subordonăm informatica cunoașterii și să derivăm din principiile acesteia principiile prelucrării cunoștințelor, a semnificației calculului și limitelor sale. Putem sintetiza cele expuse într-o presuposiție metodologică:

P1. Obiectul și conceptele fundamentale ale informaticii vor fi stabilite și fondate printr-o investigație prealabilă a genezei sale. Numai integrarea structurilor proprii în structuri mai cuprinzătoare evidențiază semnificația structurilor proprii.

**Obs.:** Pentru a nu produce confuzie, fără însă a intra în detalii metodologice, patru planuri cu caracterele lor specifice ar trebui menționate:

- planul atitudinii metodologice (sintetizat în

presupozițiile P1, P2);

- planul atitudinii metateoretice, epistemologice;
- planul paradigmatic;
- planul atitudinii teoretice.

Fiecare plan solicită un tip de discurs specific. Întregul studiu este practic dezvoltat pe penultimele două planuri și va avea evident un nivel, metoda și limbajul specific domeniului cadru utilizat: teoria cunoașterii la care are loc reducția, deconstrucția și reconstrucția domeniului hardware.

## 2.2. Prelucrarea cunoștințelor. Delimitări.

În măsura în care gândirea, în perspectivă kantiană, este în mod necesar raportată la intuiție (gândirea fiind relația mediată la obiect: prin intuiție se dă obiectul, prin concept el este gândit) când, deci, intuiția este momentul fundamental, care suportă cunoașterea umană, ce va reprezenta atunci prelucrarea cunoștințelor?

**Prelucrarea cunoștințelor este o specie de cunoaștere în care are loc producerea de cunoștințe fără a face apel la experiență, dar în acord cu condițiile formale ale acesteia.**

Condițiile formale definesc în mod propriu tot ceea ce aparține esenței experienței și esenței obiectului.

Fără a intra în detalii de argumentare vom observa că această caracteristică de anihilare a referinței la lumea reală este prezentă și în alte producții umane: textul scris se deosebește evident de dialog, unde la limită referința la lumea reală tinde să se confunde cu o desemnare ostensivă ([20], p. 140). Dar, matematica oferă exemplul cel mai stăluțit al unei rațiuni pure, care se extinde de la sine cu succes fără ajutorul experienței.

Conform primului postulat al gândirii empirice în general "ceea ce se acordă cu condițiile formale ale experienței (conform intuiției și conceptelor) este posibil", iar conform celui de al doilea postulat "ceea ce se acordă cu condițiile materiale ale experienței (senzația) este efectiv" ([12], p.226). Deci, efectivitatea apare numai în conexiune cu senzația, care lipsind în cadrul prelucrării, aceasta rămâne să se manifeste numai în domeniul posibilului. Modalitatea posibilului pune totdeauna obiectul într-un raport față de condițiile sale de opozant, care sînt condiții ale experienței, deci de actele subiectului, obiectul fiind luat în raportul său posibil la subiect, la modurile sale de reprezentare intuitiv - gânditoare (dar numai gânditoare - ale intelectului - în cazul prelucrării cunoștințelor).

Intelectul își manifestă puterea sa în judecată - aceasta fiind actul său. Pentru scopul nostru de a delimita mai precis specificul calculului vom introduce distincția între aspectele subiective și cele obiective. Ceea ce aparține domeniului obiectiv este obținut prin acte subiective, ce pot fi repetate de același individ sau de un altul, dar persistă cu titlu de posesiune spirituală:

odată generate ele capătă o existență de sine stătătoare, putem reveni asupra lor, le putem repeta după dorință, le putem manipula ca pe lucruri reale. Acest domeniu obiectiv, domeniul sensului, este autonom. Din nou se poate face o analogie cu textul ([20], p.140, 184). Într-o a doua aproximație vom spune că **în prelucrarea cunoștințelor se face abstracție de aspectele subiective individuale, de actele subiectului individual (dar nu de cele ale subiectului epistemic).**

Formațiunile de sens se prezintă ca obiectivități gata de a fi examinate, întotdeauna identificabile și accesibile la un nou examen, asemănător obiectelor experienței externe. Dar, în timp ce acestea din urmă au o existență spațio-temporală, formațiunile de sens au una omnitemporală, putînd fi produse și reproduse în mod liber în orice moment de timp. Aceste formațiuni logice admit o încarnare fizică prin intermediul semnelor sensibile, a cuvîntului - planul expresiei. Gîndirea umană se realizează în mod normal în limbaj, toate manifestările rațiunii sînt legate în mod absolut de discurs. Trebuie considerate, deci, două domenii care-și corespund reciproc: domeniul sensurilor și domeniul discursului, aceste domenii se întretes formînd o unitate cu dublă față: domeniul discursului cu sens. Studiul formelor de sens are două aspecte complementare după cum ne orientăm:

- dinspre partea obiectului - prin judecată sîntem orientați către obiect, asupra predicatelor sale, relațiilor în care se află, stărilor de lucruri etc.; se obțin categoriile de obiect, proprietate, relație, parte etc.;
- dinspre partea expresiei - modificînd orientarea putem lua ca temă judecata însăși, elementele sale constituante, obținîndu-se categoriile de propoziție, adjectiv, subiect, predicat etc. și de sintaxă a sa [7, 9].

În al treilea rînd vom spune: **în abordarea prelucrării cunoștințelor trebuie să ne păstrăm în cadrul atitudinii imediate, atitudine în care avem numai obiecte, ontologia constituind astfel fundamentul său teoretic.**

Obs. Orientarea mediată, orientată asupra expresiei, bazată pe logica generală, este uneori folosită în cadrul prelucrării, de ex. în cadrul paradigmei "programarea logică". Nu vom insista nici asupra acestor orientări care își au rădăcina într-un mod fundamental diferit de a privi logica - fiind interesați numai de a introduce termeni strict necesari unui discurs orientat spre tema paralelismului.

Circumscrierea prelucrării cunoștințelor dată mai sus asigură o detaliere a presupoziției P2 ținînd cont de trei aspecte esențiale: relația la lumea reală, la subiectul cunoscător și relativ la caracterul de formații de sens. O justificare corespunzătoare presupune o lungă prezentare efectuată în lucrările [21-24], prezentare care se bazează pe lucrările lui Kant și mai ales pe

interpretările lui Heidegger asupra acestora [4 - 6] în care logica transcendențială kantiană, care studiază posibilitatea gândirii de a se raporta în mod pur la obiecte, posibilitatea naturii în sens formal, este privită ca o altă prezentare a problemelor ontologiei. Logica transcendențială studiază și fundamentează relațiile gândirii la obiecte prin care acestea sînt determinate în obiectivitatea lor înaintea oricărei experiențe, în orice cunoaștere ontică particulară.

### 2.3. Schema unei structuri de calcul.

Studiul formațiunilor de sens trebuie continuat, ținînd cont și de modul lor concret de manifestare, într-o manieră reductivă astfel încît să devină clar ce anume poate fi mecanizat și cum anume.

Analiza reductivă pune în evidență faptul că **schematismul este fundamentul posibilității cunoașterii ontologice**, cunoașterea apărînd ca rezultatul unei organizări în care intervine în grade diferite sistemul total de scheme de care dispune subiectul, ca organizare ce precede orice experiență posibilă.

**Timpul apare a fi forma universală a tuturor reprezentărilor [4], forma total pură** care constituie un spațiu de joc, de invenții libere, de raporturi. Schemele pure, ca determinări transcendentale de timp, formează orizontul de obiectivitate și reprezintă determinații care constituie obiectul în general. Grație schematismului noțiunile și categoriile se găsesc date ca determinări de timp făcute după reguli. Astfel, **forma constituită din timpul pur și sistemul total de scheme reprezintă un teatru de joc al imaginației productive, care determină condițiile regulative ale realității empirice.**

Aceste condiții formale ale experienței definesc cadrul exact al realității - posibilul. Orizontul de obiectivitate constituie fundamentul experienței, ansamblul care îmbrățișează realul avînd o funcție normativă, controlînd posibilitatea experienței, a naturii în general.

Relația dintre intuiție și gândire este cea care definește cunoașterea reală, iar relația apriorică a intuiției și a gândirii pure este cunoașterea reală, sintetic pură. Imaginația pură unește în sine intuiția pură și gândirea pură, pura receptivitate și pura spontaneitate - ea este rădăcina puterilor subiectivității. În măsura în care liberează timpul pur ea este temporalitatea originală și astfel puterea radicală a cunoașterii ontologice. Cunoașterea ontologică, diferită de cunoașterea ontică, va avea în imaginația transcendențială fundamentul esențial.

Sinteza se înrădăcește în imaginația pură raportată la timp, iar sinteza pură în timpul pur. Sinteza pură constituie spațiul de joc al invențiilor libere, raporturi temporale pe baza cărora se poate realiza parcursul ansamblului regiunii "natură", ea este forma

pură a oricărei cunoașteri posibile. Regulile sintezei pure determină apriori toate obiectele. "Obiect semnifică ceea ce dă dinainte o reglare apriorică la toate cunoștințele empirice.

Regulile sintezei apriori orientează întreaga cunoaștere spre o unitate a unei determinări prealabile și această unitate, care se opune la orice arbitrar și reglează cunoașterea empirică, este **conceptul de obiect în general.**

Prelucrarea cunoștințelor nu poate avea loc decît în acest cadru supunîndu-se condițiilor formale ale experienței (cum s-a argumentat în 2.2.). În vederea **prelucrării cunoștințelor va trebui să fim în măsură a "figura" orizontul temporal total, timpul fiind forma universală a tuturor reprezentărilor, să putem "figura" în acest univers temporal liber schematismul, astfel încît orice obiect empiric să poată fi transpus în acest orizont.**

Imaginația productivă este orientată prin trei sinteze spre cele trei dimensiuni temporale: viitor, prezent, trecut. În primul rînd, **sinteza productivă - prezentul - este punctul sursă, modul cum obiectul începe a fi.** În timp ce prezentul se schimbă în trecut, căzînd uniform în profunzimea trecutului, un nou prezent apare. Sinteza este cea care face ca mulțimea de momente izolate, unice să devină o unitate. Legătura stabilă trebuie să se sprijine pe timp, are fundament în esența prezentului productiv și seria timpului prin care pluralitatea poate fi parcursă și unificată. **Sinteza reproductivă** este necesară pentru ca spiritul să poată ieși din prezent, pentru ca să existe posibilitatea restituirii unui lucru care nu este produs în prezent. Această reproducție face posibilă sinteza dincolo de momentul prezent și o deschide către trecutul conservat. A treia sinteză, **sinteza de identificare**, se bazează pe anticiparea unei înlănțuiri unitare a fiindului și reprezintă proiectul anticipativ a unui tot care trebuie dezvăluit. În măsura în care cele trei moduri ale sintezei sînt relative la timp și cînd aceste momente ale timpului constituie o unitate, cele trei sinteze își găsesc fundamentul unității proprii în timp și își coapartîn, sinteza pură anticipativă fiind fondul care poartă unitatea celorlalte două, [4].

Vom spune că schema unei structuri de calcul este constituită din stări, transformări și coordonarea lor, elemente relative la cele trei sinteze temporale, ultimul element fiind cel care poartă unitatea celorlalte două, o unitate de sens supusă condițiilor expuse în paragraful 2.2.

**Schema** nu este o imagine imediat perceptibilă ci numai prin transpoziție sensibilă se obține o **image-schemă**. Imaginea-schemă are totdeauna o figură particulară, în timp ce schema vizează unitatea regulii generale ce cuprinde toate prezentările posibile. "Figurarea" presupune un suport fizic care va introduce o serie de elemente străine: caracteristicile fizice ale suportului tehnologic. Față de ordinea

finalistă prezentă la nivelul unei scheme (în care viitorul este cel care dictează) la nivelul suportului, ordinea causală este cea care dictează (evenimentele suportând greutatea trecutului). Propriu unei cauze este de a exprima ordinea care este în lucruri, care ne constrânge, dar care servește numai de materie: ea trebuie integrată și depășită în ordinea finalistă specifică unei structuri de prelucrare.

Acest mod de figurare al orizontului de obiectivitate are însă anumite limite: în cadrul structurilor de prelucrare, procesul de modificare "en dégradé", specific timpului (când un prezent se schimbă în trecut, căzând uniform în profunzimea trecutului), nu are loc. De aceea, nu putem vorbi de o memorie propriu-zisă, retenția fiind constituită din obiectivități care durează, ținute ca prezente, disponibile. Apar și alte limite asupra cărora nu mai insistăm, [21].

Se observă ușor că sub schema structurii de calcul, introdusă mai sus, pot fi subordonate imaginile-schemă constituite de mașina Turing sau calculatorul von Neumann, coordonarea realizată prin relația de ordine totală, folosită de acestea, neputând fi explicată decât prin apelul la timp căci, așa cum afirmă Kant, "nu pot înțelege ce înseamnă expresia unul după celălalt decât prin conceptul de timp". În același timp, această schemă poate subordona și imaginile-schemă în care coordonarea se realizează prin relația de ordine parțială (de ex. mașinile data-flow).

### 3. Principiile organizării nivelului hardware

#### 3.1. Aspectele fundamentale ale structurii de calcul

Figurarea orizontului temporal total, forma universală a tuturor reprezentărilor, ne permite să ne angajăm în direcția construcțiilor pure, care pot continua în mod indefinit, punând în evidență o complexitate crescândă, raportată la sărăcia surselor de plecare. Trebuie subliniat că această construcție nu se angajează într-o lume de himere, ci se acordă din ce în ce mai mult cu lumea reală. Cheia misterului acestei adaptări ține în primul rând de faptul fundamentării prelucrării cunoștințelor pe forma universală a orizontului de obiectivitate-timpul-și organizării apriorice a acestui orizont.

Transpunerea acestei scheme presupune un suport fizic, primul pas fiind constituit de instituirea semnului care marchează o oprire în schimbarea perpetuă a conținuturilor fizice și constituirea unei semnificații ideale care persistă. Prin instituirea semnului se instituie un mediu universal de expresie. Semnul reprezintă aici elementul necesar și esențial, dar introduce totodată cadrele spațio-temporale, specifice suportului fizic, ce vor interfera cu aspectele pure ale prelucrării.

Eterogeneitatea profundă dintre cele două

domenii, cel al aplicațiilor și cel al suportului fizic, dă naștere la un proces de adaptare sub forma unor nivele intermediare prin care se realizează trecerea de la structura suportului fizic la cea a aplicațiilor. Vom numi aceste nivele intermediare, inclusiv pe cel al aplicațiilor, **universul logic** ca opus **universului fizic**. Această dualitate, suport tehnologic/aplicații din domeniul informaticii reflectă o dualitate mai profundă din domeniul cunoașterii: dualitatea sensibilitate/intelect. Așa cum aceasta din urmă este depășită printr-un al treilea termen - imaginația - care asigură, ca termen intermediar, sinteza celor doi, la fel în domeniul informaticii schema este elementul care realizează această sinteză (termenul de schemă este folosit în sens kantian).

Suportul tehnologic, privit din punct de vedere logic, nu permite instituirea decât de structuri logice elementare și generale în comparație cu nivelele superioare bogate în conținut. Abordarea fenomenelor fizice este posibilă numai în conformitate cu legile mecanice, subordonate ordinii causale. Causalitatea mecanică explică totalitatea prin părți, admite preexistența părților și reduce totalitatea la un agregat. În cazul ordinii causale prezentul este determinat de trecut.

La rândul său, universul logic are un domeniu propriu - domeniul sensului, structurile din acest univers nu tratează direct forțe, energii, obiecte fizice, ci sensuri. (Studiul acestui nivel pune în evidență o dualitate de planuri: planul schemelor și planul sensurilor. Asupra acestui aspect vom reveni mai jos). Abordarea aspectelor logice nu este posibilă în conformitate cu legile mecanice, ci necesită una specifică domeniului formelor: legea cauzelor finale. Finalitatea explică totalitatea prin întreg care preexistă părților, care acționează ca o cauză, forma servind ca principiu de determinare a compusului, unul care organizează multiplul. Fără a face de prisos explicația mecanic causală, aici este necesar să intervină explicația finalistă, formală, deoarece competența primei încetează în acest domeniu al formelor care depășește domeniul sensibilului. Însă, cum spune Kant, "rămîne fără răspuns întrebarea dacă, în fondul intim al naturii relația fizico-mecanică și cea finală nu s-ar putea reuni într-un singur principiu" ([13], p.281).

Pe baza celor expuse, se poate enunța următoarea presupozitie:

- P3. Universul structurilor informatice se organizează în două tipuri de structuri: structuri fizice și structuri logice. Studiul structurilor fizice se face prin reducerea la fenomene. Universul logic, domeniul sensului este organizat într-o ierarhie de scheme controlate de raportul formă/conținut. Studiul fiecărui nivel din ierarhie presupune un cadru de abordare corespunzător.

Punerea în evidență a acestei ierarhii de scheme arată înrudită de natură logică a celor două domenii specifice informaticii ce împart între ele universul logic, hardware și software, existând în același timp și deosebiri și studiul acestei dualități presupune cadre de abordare corespunzătoare. Structurile hardware reprezintă domeniul de întâlnire a două universuri eterogene: universul logic al aplicațiilor cu universul fizic al suportului pe care îl organizează pentru a asigura un cadru adecvat aplicațiilor, această organizare supunându-se principiului specific semnului: "semnificația este indiferentă față de semnificant", adică trebuie eliminate complet caracteristicile suportului fizic - sarcina structurilor hardware. Semnul prin funcția sa trebuie să-și suprime propria ființă de lucru și să treacă în semnificația sa pentru a dispărea - aceasta reprezintă esența sa de mediator.

În ceea ce privesc aplicațiile, studiul acestora din punct de vedere al determinării unui sistem de prelucrare este diferit de studiul făcut din punct de vedere al aplicațiilor înseși. Vom deosebi de aceea două direcții complementare: este manifestă în primul rând direcția de dezvoltare a aplicațiilor care se îndreaptă spre complexitatea obiectului încercând o dominare a acestei complexități, o apropiere cât mai mare de universul logic al utilizatorului. Studiul acestui proces ascendent presupune un apel la noțiunile specifice ale ontologiei regionale respective - tratarea acestui aspect iese însă din cadrul de față. Procesul invers complementar, orientat în direcția descendentă presupune o atitudine diferită, sensibilă la aspectele formei pure, care face apel la noțiunile proprii ontologiei formale (este vorba de o dihotomie care se poate subordona dihotomiei formal/material, [8]). În cadrul demersului de față se urmărește caracterizarea aplicațiilor numai din perspectiva hardware pentru a determina acea caracteristică comună tuturor aplicațiilor sau tipurilor de aplicații de care să se țină cont în organizarea și dezvoltarea structurilor hardware. Caracterizarea trebuie să fie generală, la un nivel corespunzător nivelului elementar și general al structurilor logice, care pot fi direct suportate de suportul fizic. Pe baza celor expuse, se poate enunța următoarea presuposiție:

P4 Studiul nivelului hardware presupune o abordare a aplicațiilor, care face abstracție de conținutul acestora și se interesează numai de aspectele pur formale, abordare desfășurată la un nivel de generalitate corespunzător structurilor suportului tehnologic actual.

Nu vom aborda acest aspect mai în detaliu, ci ne vom mulțumi cu ceea ce am expus deja în capitolul 3, și anume, relativ la reducerea tuturor aspectelor formale la forma universală a tuturor reprezentărilor, forma totală pură-timpul.

În domeniul structurilor hardware are loc o

compunere a aspectelor semnificative cu cele fizice, obținându-se un univers hibrid în care fenomenele se produc într-un timp lipsit de irepetabilitate riguroasă - putem spune că este vorba de un quasi-timp, diferit de timpul fizic absolut al suportului, sau, într-o accepțiune mai largă, de un quasi-univers diferit de universul perceptiv unic caracterizat de un spațiu și un timp unice. Acestui quasi-univers nu-i aparține proprietatea ca fenomenele proprii să se producă în mod necesar într-o înlănțuire continuă, riguros irepetabilă, riguros unică. Astfel, procesele pot fi reluate de mai multe ori și apar riguros identice, ceea ce nu se întâmplă în universul fizic. În acest quasi-univers nu intervine sinteza specifică universului sensibil, forma de conexiune nu este sensibilă, ci mai degrabă sintactică, dar nu pur simbolică, ca într-un spațiu logic pur, ci cu aspecte spațio-temporale. De aceea tratarea structurilor hardware devine imposibilă în afara unei semantici specifice. Putem face în acest sens o analogie cu aspectele fizice ale limbajului sau mai degrabă cu textul scris, un text însă cu o organizare spațială pronunțată față de organizarea liniară a textului scris obișnuit.

Pentru construirea acestei semantici hardware important apare a nu fi aspectul semiologic, de combinații de semne, de forme fără semnificație, permițând o ruptură între sintaxă și semantică, ci trebuie considerată o sintaxă semantică; aceasta studiază sisteme de forme semnificative, de scheme, căci nu există forme fără semnificații. Pe un plan general, această poziție reflectă opțiunea pentru obiect (iar nu pentru planul expresiei), pentru ontologie ca știință a constituirii obiectului în general (iar nu pentru logica propoziției). Important apare a fi nu semnele, ci schemele care organizează întreg universul cunoașterii. În acest sens, vom face distincția între planul scheme/sens-urilor și planul expresiei, schema și sensul fiind totdeauna susceptibile de a fi exprimate, de a primi o expresie (v. în acest sens [7], mai ales asupra planului expresiei în general, a complicatelor probleme pe care le ridică, expresia nefiind un soi de veșmînt supraadăugat). Relația dintre schema/sens și expresie este diferită:

- la nivelele hardware expresia transpune (încarnează) o schemă care are caracterul de a deveni productivă, de aici caracterul hibrid al structurilor hardware, cu proprietăți atât fizice cât și logice totodată;
- la nivelele software există o detașare netă între schema/sens și expresie, ajungînd ca o expresie să denote o schemă și nu să o transpună efectiv; expresia nu este productivă, acțiunea sa "se epuizează în a exprima și în forma conceptuală care se introduce odată cu această funcție" ([8], tome I, p.421). Sîntem astfel constrînși în a postula un plan ideal al scheme/sens-urilor pe care expresia îl descrie doar. Conexiunea dintre cele două planuri,

conexiunea expresie-eveniment productiv (procesele care au loc în structurile hardware) impune introducerea unui instrument de gândire: vom numi **interpretare** actul care realizează articularea acestor planuri. Productivitatea nefiind posibilă decât în plan fizic, pe cînd dezvoltarea schemelor numai în planul logic al expresiei se impune un mijloc de a asigura această conciliere: sarcina structurilor hardware (vezi mai sus conexiunea dintre sinteza productivă și prezent).

Se poate spune că schemele dezvoltate la nivele hardware au o dublă față:

- immanentă - universul ideal al scheme/sensuri-lor;
- manifestă - ca proces fizic semnificativ dezvoltat de agentul hardware în urma procesului de interpretare.

Privind dinspre suportul fizic, sarcina structurilor hardware constă în eliminarea aspectelor fizice, spațio-temporale, de a asigura un mediu strict logic care să permită dezvoltarea planului expresiei, plan lingvistic în care să se dezvolte texte strict lineare cît mai apropiate de universul utilizatorului. Vom numi acest proces complementar interpretării **virtualizare**. Astfel, spațiul, care reprezintă schema generală a pluralității și a dispersiei la nivel fizic, va fi principalul obstacol în dezvoltarea structurilor hardware, lupta cu spațiul reprezentînd una din direcțiile pe care se concentrază eforturile în dezvoltarea structurilor hardware (v. pentru o analiză detaliată lucrările [22-24]).

Deși structurile hardware elimină în final aspectele fizice ale suportului, acesta impune totuși o anumită organizare a schemelor primare: structuri de date la nivel cuvînt, structuri de control explicit, imperativ și ireversibil. Evidențierea acestor aspecte este foarte importantă, deoarece ele ne vor permite o comparație cu structurile specifice aplicațiilor și răspunsul la prima temă. Virtualizarea nu este totuși totdeauna perfectă: vom nota în acest sens prezența relațiilor spațiale dintre procesor și memorie pe care schemele von Neumann nu au reușit să le elimine, relație care se manifestă la nivel software sub forma instrucțiunilor de încărcare și memorare, impurificîndu-le deci cu aspecte spațiale. În mod analog, tratarea paralelismului va evidenția manifestarea aspectelor spațiale și problema eliminării acestora, ceea ce nu totdeauna reușește (vezi mai jos tratarea acestui aspect).

Este deci necesară dezvoltarea unui cadru pentru tratarea structurilor hardware în care să se poată trata atît influența aplicațiilor cît și a suportului tehnologic, de a obține un numitor comun pentru a organiza un discurs omogen, pentru a determina legile care acționează aici, modul cum să se organizeze

aceste structuri:

- P5 Tratarea aspectelor hardware, a sistemelor de prelucrare a cunoștințelor presupune studiul formelor logice, care organizează suportul fizic - trebuie dezvoltată o semantică a structurilor hardware, care să țină cont de aspectele logice și fizice ale acestora.

Deoarece spațiul nu permite expunerea acestei semantici, dezvoltată în [23] pe baza noțiunii de schemă (în sens kantian), vom trece la expunerea unui concept al paralelismului bazîndu-ne numai pe noțiunile introduse pînă acum.

### 3.2. Productivitatea și aspectele economice. Definiția paralelismului

Am întîlnit problema productivității atît în paragraful 2.2 cît și în paragraful 3.1. Prelucrarea, nefăcînd apel la experiență nu pune problema efectivității dar, o dată cu interpretarea, are loc trecerea din planul expresiei neproductive al schemelor-program în planul productiv al schemelor-hardware pentru ca universul posibilului, al sensului să devină accesibil - apare astfel un nou aspect al relației dintre posibil și efectiv. O parte dintre aceste probleme trimite la probleme specifice logicii, privitoare la constructivism, limitele formalizării, complexitatea calculului etc. și care arată că acest univers al posibilului, controlat apriori, presupune o construcție efectivă pentru a deveni accesibil. Dar, cum aici sîntem interesați nu de aceste construcții, ci de agentul care realizează această construcție, structura de calcul, vom urmări productivitatea din această perspectivă.

O dată cu productivitatea își manifestă influența asupra structurii, pe lîngă factorii de natură funcțională prezențați mai sus, o nouă categorie de factori - factorii de natură economică - a căror acțiune se exprimă sintetic sub forma raportului performanță/cost. Nu ne vom opri aici decît asupra paralelismului.

Se constată, în domeniul paralelismului, că o dată depășită o anumită cantitate de echipament, utilizarea acestei metode pentru creșterea performanțelor ridică probleme insurmontabile: simpla aglomerare de echipament nu este suficientă pentru a construi un sistem masiv paralel. Obținerea unui sistem de prelucrare masiv paralelă devine o problemă de logică, iar nu una tehnologică. Astfel, cercetările asupra sistemelor de prelucrare masiv paralelă, rețele neurale etc. ridică problema sintezei unui număr masiv de fenomene fără a pune în mod explicit problema schemei, sintezei și sensului.

Într-un sistem de calcul clasic putem spune că există un paralelism masiv la nivelul elementar al structurii (registre, magistrale, operatori): o cantitate apreciabilă



(registre, magistrale, operatori): o cantitate apreciabilă de echipament care compune unitățile de prelucrare, memorie, intrare/ieșire funcționează în paralel. Ce permite existența acestui paralelism masiv? Schema este aceea care realizează sinteza tuturor acestor elemente semnificative într-o totalitate cu sens. Dar, creșterea acestei cantități de elemente semnificative, puse să funcționeze în paralel, este posibilă până la o anumită limită. Dacă se face o analiză a paralelismului schemei de calcul von Neumann după nivelele sale de organizare (nivel instrucțiune, nivel unități, nivel elementar), se constată că aceasta prezintă un potențial limitat de paralelism latent [23], adică schema nu poate realiza sinteza decît a unei cantități limitate de fenomene simultane.

Într-un sistem de calcul vectorial, deci prelucrări de date cu o structură regulată, cantitatea de echipament/fenomene integrată este incomparabil mai mare decît în cadrul prelucrărilor scalare. Deci, utilizînd același tip de echipament, aceleași mijloace de coordonare a fenomenelor se reușește să se sintetizeze o cantitate incomparabil mai mare de fenomene - aceasta se datorește schemei. Dar putem oare trage concluzia că numai pentru anumite tipuri de date, deci numai pentru anumite scheme specifice, este posibilă prelucrarea masiv paralelă și pentru altele nu? Nu există oare posibilități de a obține sisteme masiv paralele și pentru prelucrările scalare? Aceste întrebări ne trimit la întrebările enumerate în introducere. Putem vorbi, în acest context, de existența unei crize a sintezei la nivelul structurilor hardware masiv paralele. Pentru a o rezolva va trebui să studiem sinteza la nivel logic, mijloacele de coordonare pe care le folosește, tipurile de structuri etc. Prin această analiză am putea spera în obținerea unor informații utile în domeniul paralelismului: în ce măsură această sinteză a multiplicității poate fi extinsă la o multiplicitate masivă de fenomene.

Avem nevoie, în abordarea sistemelor masiv paralele, de un model logic prin care să reușim a sintetiza o cantitate masivă de fenomene într-o unitate de sens. De aceea într-o primă aproximație vom spune că: **paralelizarea înseamnă exploatarea extensivă a potențialului de simultaneitate de care dispune o schemă dată.**

Conexiunea dintre paralelism și simultaneitate ne permite să-l situăm într-un orizont nou, care trimite către noi conexiuni: simultaneitatea nu reprezintă decît un raport temporal alături de permanență și succesiune [12]. Comuniunea dinamică, specifică simultaneității, presupune acțiunea reciprocă necesară realizării raporturilor de timp și formării astfel a unui întreg. Acțiunea reciprocă, care la nivelul hardware se desfășoară în quasi- universul fizico-logic hardware presupune comunicarea, circulația stărilor:

**fără o circulație corespunzătoare a stărilor nu poate fi realizată simultaneitatea (deci paralelismul).**

Circulația stărilor nu reprezintă decît manifestarea aspectelor spațiale, aspecte care trebuie apoi eliminate prin sinteză, prin virtualizarea spațiului fizic - apare astfel evidentă relația strînsă care există între problema paralelismului și problemele sintezei, ale schemei și sensului etc. Simultaneitatea este deja prezentă în structurile hardware (alături de succesiune și permanență), dar acum se încearcă a fi exploatată în mod extensiv din considerente de natură economică. Ori, tratarea acestui aspect al schemei, simultaneitatea, nu poate fi abordată fără a ține cont de aceasta, de posibilitatea pe care o are schema la un anumit nivel al său de a realiza sinteza multiplicității de fenomene într-un întreg cu sens. Vom spune deci: **tratarea paralelismului este relativă la o schemă dată și la sensul corespunzător al său.**

Se observă că numai într-o abordare fenomenologică, prin care se pune în evidență relația dintre simultaneitate și timp, comunicație, sinteză, schemă și sens, noțiuni dependente de activitatea subiectului, putem spera la obținerea definiției paralelismului, la un concept al său.

#### 4. Concluzii

În mod obișnuit paradigma nu este obiect de drept al cercetării, elementele și presupuzițiile sale, constituția și modul său de fundamentare devin obiect al cercetării numai în momentele de criză ale științei respective - aceasta este ceea ce ni se pare a se întîmpla acum în domeniul hardware.

Împrumutarea modelelor dintr-o altă știință, de obicei mai dezvoltată, este specifică științei tinere. Asistăm în cadrul informaticii la diverse împrumuturi și la constituirea de modele cu nuanță fizică, biologică (rețele neurale) sau antropomorfică (inteligenta artificială) etc. În acest sens, am încercat a realiza un împrumut din domeniul teoriei cunoașterii deoarece am considerat că numai printr-o abordare fenomenologică se poate pune în evidență relația dintre simultaneitate (paralelism) și timp, comunicație și sinteză, schemă și sens etc. - într-un cuvînt o paradigmă care să țină cont și de activitatea subiectului explicitînd astfel structurile mentale prezente deja în constituirea structurilor de calcul, înrudirea dintre acestea și gîndire, cum acestea din urmă le poate justifica și, mai ales, produce.

Am încercat, de aceea, să utilizăm o metodă cît mai riguroasă, procedînd în acest sens la abandonarea naivității precritice pentru o atitudine istorico-critică (în sens kantian) explicitînd presupuzițiile (P1-P5) în încercarea de a evidenția fundamentele domeniului. Spațiul nu ne-a permis o discuție asupra acestora.

## Bibliografie

1. CASSIRER, E., HEIDEGGER, M. - Débat sur le kantisme et la philosophie et autres textes de 1929-1931, Paris, Beauchesne, 1972, 134 p.
2. GADAMER, H. G. - Vérité et méthode, Editura Seuil, Paris, 1976, 350 p.
3. HEIDEGGER, M. - Les problèmes fondamentaux de la phénoménologie, Editura Gallimard, Paris, 1985, 416 p.
4. HEIDEGGER, M. - Interprétation phénoménologique de la "Critique de la raison pure" de Kant, Editura Gallimard, Paris, 1982, 393 p.
5. HEIDEGGER, M. - Qu'est-ce qu'une chose?, Editura Gallimard, Paris, 1971, 254 p.
6. HEIDEGGER, M. - Kant et le problème de la métaphysique, Editura Gallimard, deuxième édition, Paris, 1953, 308 p.
7. HUSSERL, Ed. - Recherches logiques, Editura PUF, Paris, tome 1 (1959), 285 p, tome 2 (1961, 1965) 284 p, tome 3 (1974) 322 p.
8. HUSSERL, Ed. - Idées directrices pour une phénoménologie, Editura Gallimard, Paris, tome 1 (1950) 567 p, tome 2 (1975) 418 p,
9. HUSSERL, Ed. - Logique formelle et logique transcendentale, Editura PUF, Paris, 1957, 447 p.
10. HUSSERL, Ed. - Expérience et jugement, Editura PUF, Paris, 1970, 497 p.
11. HUSSERL, Ed. - Chose et espace, Editura Gallimard, Paris, 1989, 493 p.
12. KANT, I. - Critica rațiunii pure, Editura Științifică, București, 1969, 700 p.
13. KANT, I. - Critica facultății de judecare, Editura Științifică, București, 1981, 571 p.
14. KANT, I. - Logica generală, Editura Științifică, București, 1985, 226 p.
15. KUHN, Th. - Structura revoluțiilor științifice, Editura Științifică și enciclopedică, București, 1976, 254 p.
16. PIAGET, J. - Essai de logique opératoire, Editura Dunod, Paris, 1972, 399 p.
17. PIAGET, J. - Introduction à l'épistémologie génétique, Paris, 1950, 3 vol., 361 p, 355 p, 344 p.
18. PIAGET, J. - Epistemologia genetică, Editura Dacia, Cluj, 1973, 103 p.
19. PIAGET, J. - Logique et connaissance scientifique, Encyclopedie de la Pleiade, Paris, NRF, 1967, 1105 p.
20. RICOEUR P. - Du texte à l'action, Essay d'herméneutique II, Editura Seuil, Paris, 1986, 403 p.
21. MINCĂ, I. - Analiza aspectelor fundamentale ale domeniului hardware și constituirea unei paradigme a acestuia. Raport de cercetare T25.1.2/1991, ICI, București, 52 p.
22. MINCĂ, I. - Cadru conceptual pentru structurile hardware. Raport de cercetare T1.1.5/iunie 1992, ICI, București, 15 p.
23. MINCĂ, I. - Cadru conceptual pentru structurile hardware. Raport de cercetare T1.1.5/dec. 1992, ICI, București, 45 p.
24. MINCĂ, I. - Către o paradigmă fenomenologică a domeniului hardware. Revista Română de Informatică și Automatică, vol. 1, nr.2, 1991, p 37-40.