

# **LIMITE CARE DESCHID**

Eseuri despre o lume avidă de înțelesuri și copleșită de  
complexitate

Gheorghe M. Ștefan



# Prolog

*Nu putem pune în comun decât  
intersecția visurilor noastre*

Practicarea oricărei profesii te poate duce în preajma granițelor ei, acolo de unde se întrevăd spațiile celorlalte meserii, dar și spațiul dominat de mirare, îndoială, sugestie sau gesturi insolite. Este spațiul în care încercarea este regulă și reușita miracol. Acolo încercăm și suntem încercați. A poposi uneori în acest loc este un reflex pe care nu ți-l poți reprimă decât cu riscul gândului frustrant că acela este spațiul tău. De aceea, scurte incursiuni în lumea încercărilor reușesc să-ți dea imaginea reconfortantă că pozezi un modest loc ce nu-ți aparține, într-un spațiu în care ideea de "loc" este stupidă.

Există profesii care, prin natura lor, dar și prin conjuncturi momentan favorabile, se află în poziții privilegiate, prin bune vecinătăți, dar mai ales printr-o lungă și sinuoasă graniță cu lumea inefabilă a încercării.

Mai mult, unele domenii nu pot să-și atingă viteza normală de evoluție decât violând imprevizibil, dar obsedant, domeniul în care traiectoria haotică atinge inexplicabil ținte la care un demers sistematic are șanse minime să ajungă.

Spațiul liber dintre profesii a fost asimilat cu unul interdisciplinar, dar el este cel al încercării, în care pătrundem cu speranța că regulile ce guvernează un domeniu pot fi suspendate prin supunerea la gânduri mai profunde care leagă și dezleagă altfel lucrurile. Tot aici, în domeniul ne-regulii, sperăm să găsim punctul de sprijin pentru a înfrânge îndărătnicia cu care unele lucruri nu se lasă devoalate, iar altele nu se articulează.

Dar în lumea încercării nu se poate veni de niciunde. Trebuie, mai întâi, să te fi chinuit îndelung, încercând coerent să găsești sau să construiești ceva. Altfel, nu vei fi relaxat în nesigura lume a gândului și acțiunii gratuite, pentru simplul motiv că nu ai unde să te întorci. Dacă ai de unde veni, dar, mai ales, dacă ai și o țintă "clară", o rătăcire în domeniul ne-regulii este bună pentru că uneori ocolește, chiar cu neștiință, un loc rău.



# Cuprins

## Prolog

### LIMITE CARE DESCHID

Nostalgia formalului

Inteligența artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului

Așteptând anul 2000

Limita ca valoare

Blestemul limitei

### INFORMAȚIA - ÎNTRE CONCEPT ȘI ILUZIE

Știm ce este informatica?

Teoria algoritmică a informației

Conștientizarea limitelor în informatică

De la gândirea structurală la cea funcțională în electronica modernă

### JOCUL CA ATITUDINE

Dialectica - între știință și filosofie

Comentariu la un titlu

Experimentul în lumea formalului

### ROSTUL RESTULUI

Simbol și acțiune

Există o constantă universală a cunoașterii?

Informatica și triada spiritualitate-culturi-civilizație

Coerența mentalului și formalului în experiment

Alternativa dualitate-unitate: paradox al raționalismului?

Imaginarul: prăpastie sau punte între știință și filosofie?

Simbol - Haos - Semn

## Referințe



# LIMITE CARE DESCHID





# Blestemul limitei

În cadrul<sup>1</sup> oferit de stupefiantul parc englezesc al unui colegiu oxonian, dominat de închiderea în care acesta cuprindea deschiderea către universul în care omul se iluzionează cu gândul că spiritul său este liber, ascultam, într-o splendidă dimineață de toamnă, pe S. A. El îmi explica felul în care omul își delegă dreptul și funcția ce-i asigură existența într-o comunitate democratică, unui *representant* ce devine parte a unei structuri politice destinate reglării mecanismelor și interacțiilor sociale. Stimulat, poate, de concentrarea oferită de un spațiu care se închide pentru a se putea, în același timp, deschide, am realizat că delegarea despre care mi se vorbea nu era de fapt decât tot o exteriorizare<sup>2</sup> în sensul celor pe care omul le face în tehnosferă și etnosferă. De această dată spațiul generat prin exteriorizare este cel al politicului. Pornind de la această observație se poate împlini un gând care aruncă o nouă lumină asupra înțelegerii a ceea ce omul este.

În timp ce parcul englezesc se delimitează printr-o vegetație abundentă pentru a putea lăsa în centru un spațiu liber, cel mult accidental marcat de un copac stingher, omul se deschide prin exteriorizare pentru a-și oferi o bună închidere prin concentrarea asupra esenței sale atemporale. Este vorba de două procese distincte: omul se deschide pentru a se putea închide, pe când produsul său în comunitatea ce exersează superior empiricul - parcul englezesc - se închide pentru a se deschide. Omul se izolează punând în comun, în intervalul deschis dintre indivizi, tot ceea ce-l limitează. Ne izolăm unii de ceilalți prin obiectele create, prin gândurile și deprinderile întrupate în cultură sau prin exersarea anumitor relații în arena politică.

*O posibilă definiție a omului ar fi atunci aceea ce-l prezintă ca pe o ființă care-și exteriorizează treptat toate capacitățile și deprinderile ce se află sub blestemul limitei.* Suma tuturor acestor exteriorizări formează lumea omului ce include, printre altele, etnosfera, tehnosfera, spațiul politicului . . . . Lumea se desfășoară în spațiotemporalitatea ce permite tuturor celor limitate să-și atingă limitele.

Ceea ce-i predispus la limitare se împlinește numai prin atingerea limitei. În om spectrul limitei poate apare dar nu se poate împlini. Tocmai acest spectru se pare că se află la originea tendinței naturale de exteriorizare, de segregare într-un spațiu exterior omului. Astfel, lumea omului se constituie ca un spațiu în care se împlinesc limitări ce, prin

---

<sup>1</sup>Acest text a fost publicat în *Academica*, nr. 4(16), februarie 1992.

<sup>2</sup>Termenul de *exteriorizare* este preluat de la A. Leroi-Gourhan [Gourhan '64]. Acest mecanism permite ca o serie de funcțiuni utile omului să fie realizate prin mijloace care presupun structuri exterioare acestuia. Se evită astfel o supraspecializare a organelor umane. Unghiile nu degenerază în gheare pentru a permite dezgroparea unor rădăcini comestibile; acestea vor fi recoltate cu ajutorul unor unelte specifice, în care funcția de a scurma pământul se exteriorizează. Scrisul permite exteriorizarea parțială a funcției de memorie. Calculatoarele preiau o parte din activitățile intelectuale, permițând creierului să-și exerseze funcțiuni superioare, neformale. Prin diferitele exteriorizări omul devine *liber* pentru a exersa funcțiuni specifice.

acțiunile oamenilor, sunt de neevitat. Numai în această lume, a limitelor împlinite, sau în curs de împlinire, omul se poate manifesta liber, cu toate nelimitările și neîmplinirile sale.

Esența omului este spațială și atemporală neputând fi prin aceasta parte a unui tot. Filosoful Constantin Noica sesiza viul acolo unde partea reprezintă mai mult decât totul<sup>3</sup>, iar matematicianul Gregory Chaitin, dintr-o perspectivă mai riguros fundamentată, gândea viul ca fiind acea porțiune a existenței unde informația conținută într-o parte a unui ansamblu poate fi mai mare decât a acestuia din urmă<sup>4</sup>. Îndrăznim să avansăm ipoteza că astfel de comparații, chiar dacă sunt valabile într-o anumită măsură, dau o imagine sărăcită asupra viului și una eronată asupra omului. Umanul, în ceea ce are esențial, nu suportă comparații cantitative. Omul nu poate fi parte a ceva, esența lui neputând suporta delimitări spațiotemporale sau informaționale el nu comportă o definiție ce se bazează pe o comparație. Sugestiile oferite de cei doi autori, anterior menționați, pot rămâne valabile în mare măsură pentru domeniul viului, poate și al ființei, dar nu pot fi extinse asupra omului.

Omul are tendința de a se lăsa pradă ilimitărilor ce-l domină și-i permit să se concentreze, debarasându-se, prin exteriorizări succesive, de comportamente ce intră sub spectrul limitei. Putem sesiza chiar excese în anumite spații culturale. În acest sens am putea spune că, cel puțin în cultura occidentală, omul a exagerat în relația pe care ar fi normal să o exerseze cu sacrul, prin delegarea, oferită de tradiția creștină, sub forma unei exteriorizări atrofiante. Instituționalizarea unei relații atemporale nu poate avea drept consecință decât o sărăcire a omului care este privat de o posibilitate ce nu im-

---

<sup>3</sup>În încercarea de a fundamenta o logică prin care se poate da socoteală și de porțiuni ale existenței ce depășesc structuralul și purul formal, Constantin Noica construiește o logică în care partea poate conține cât sau chiar mai mult decât întregul [Noica '86]. O logică prin care ne putem apropia de înțelegerea viului implică preponderența părții asupra întregului. Astfel avem, după C. Noica, o șansă de a ne apropia de înțelegerea viului. Din textul citat reținem:

*"Față de teoria obișnuită a mulțimilor, în care partea "aparține" întregului, sau un element aparține mulțimii după cum o submulțime "se include" în ea, acum elementul, ca și submulțimea, poartă cu ele întregul. (Aceasta și înseamnă "a înțelege" - cu acel demers de gândire socotit caracteristic pentru științele omului- anume: a vedea întregul în parte)." (pag.144)*

De științele spiritului și demersurile omului ne putem apropia bazați tot pe o nouă logică. Cităm, în acest sens, din același text:

*"O logică a lui Hermes ar avea sens cel puțin pentru științele spiritului: a "înțelege", cum voia Dilthey, filosoful culturii care face deosebirea între științele naturii și cele ale spiritului, înseamnă tocmai a vedea întregul în parte sau a interpreta întregul prin parte. Iar așa "înțelegi" și demersurile omului, în economie, artă, morală, religie." (pag. 25)*

<sup>4</sup>Gregory J. Chaitin, matematician american, contribuie esențial la dezvoltarea unei teorii algoritmice a informației. Din perspectiva acestei teorii, el pune în discuție și esența viului [Chaitin '70, '77]. Din cea de a doua lucrare cităm:

*"There is such an enormous difference between dead and organized living matter that it must be possible to give a quantitative structural characterization of this difference, i.e. of the degree of organisation. One possibility is to characterize an organism as a highly interdependent region, one for which the complexity of the whole is much less than the sum of the complexity of its parts."*

În accepțiunea lui Chaitin complexitatea unei structuri este strict legată de informația pe care ea o conține.

plică o limită. Accesarea sacrului prin intermediul unei instituții apărute în etnosferă este desacralizantă, punând omul într-o poziție proastă în raport cu existența. Sacrul exteriorizat implică o relație trunchiată, redusă la ceea ce în el este neesențial. În mod normal, eliberarea oferită de exteriorizările bune, trebuia să sprijine o cât mai consistentă și nemijlocită cale de acces către profunzimi<sup>5</sup>.

*Deschiderea* presupusă de exteriorizare are drept consecință închiderea în sine ce permite *introdeshiderea*<sup>6</sup>. Prin aceasta umanul se găsește rupt între deschiderea către *lumea omului*, și *introdeshiderea* către *profunzimile existenței*. Omul rămâne suspendat între deschidere și *introdeshidere*, într-un efort disperat de individualizare, de concentrare sau regăsire.

Se pare că omul, pornind din natură și sub presiunea limitelor interioare pe rând conștientizate, a construit lumea, iar acum, eliberat, aspiră la profunzimile existenței într-o manieră ce depășește conștientul. Accesul la profunzimi ar permite împlinirea viselor magicienilor<sup>7</sup> de a umbla la legile Universului Nostru în tentativa de a declanșa "un nou experiment existențial"<sup>8</sup>. Această posibilitate a fascinat mințile tuturor timpurilor. Am putea vorbi de o stare de *supraconștientă* în momentul în care profunzimea este percepută și de una de *transconștientă* atunci când s-ar pune problema acțiunii în această zonă. Dar acțiunea este legată de sincronizarea gândului<sup>9</sup> ce asociază *supraconștientă* starea de *supraconștiință*, iar *transconștientul* starea de *transconștiință* ca un reflex al comuniunii umane. Comunitatea este aceea care permite tranziția de la conștientă la conștiință. Supra sau *transconștiința* nu pot depăși nivelul comuniunii, deoarece în raport cu profunzimile existenței, etic nu se poate acționa decât într-o comuniune. În spațiul

---

<sup>5</sup>Termenul de *profunzime* îl folosim în sensul ce-i este conferit în lucrările lui Mihai Drăgănescu [Drăgănescu '79, 85]. Accesul către profunzimile existenței (preferăm să vorbim de *profunzimile existenței* și nu de *profunzimile lumii materiale*, credem că de comun acord cu autorul citat) se realizează în cadrul Inelului Lumii Materiale pe calea *introdeshiderii*. În Universul Nostru, se pare că numai omul are acces pe această cale.

<sup>6</sup>Vezi nota anterioară.

<sup>7</sup>H. de Balzac, în cel de al treilea studiu dedicat Caterinei de Medicis [Balzac], evocă visul dintotdeauna al magicienilor alchimisti care, numai în ochii mulțimii căutau să fabrice aur, dar de fapt, ei încercau să acceseze locul din care puteau schimba legile lumii în care trăiau.

<sup>8</sup>În "Profunzimile lumii materiale" M.Drăgănescu consideră că posibilitatea accesului, prin *introdeshidere*, la profunzimile existenței va

*"da drepturi mari asupra naturii, posibilități nelimitate de creație, atât de depline încât s-ar putea să hotărâm un nou experiment existențial, un nou univers cu legi pe care noi le vom fi imprimat în "general ortoeistenței." (op. citate, pag. 205)*

<sup>9</sup>Libertatea dobândită prin exteriorizarea unor funcții intelectuale sub forma inteligenței artificiale permite gândului o superioară sincronizare în comunicarea celor ce ar acționa, prin *introdeshidere*, în profunzimile existenței (conform "Inteligența artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului", în acest volum). Spuneam în textul citat că

*"într-o lume în care formalul este ostracizat în tehnosferă vor exista și vor conviețui, sincronizați în gând, oameni cu adevărat noi."*

Din același text transcriem:

*"Sincronizarea în faptă permite acțiunea oamenilor în Universul Nostru, sincronizarea în gând ar putea permite acțiunea în existență la palierele cele mai profunde...."*

Percepția profunzimilor poate fi realizată individual, dar acțiunea în profunzime presupune masa critică a comuniunii celor sincronizați în gând.

comunității riscurile sunt mult prea mari pentru un demers în care chiar ideea de implicație pare pusă în discuție.

Conștiința de sine urmată de conștiința umanității l-ar lăsa pe om la mijlocul drumului. Supraconștiința, stârnită de perceperea propriului daimonion<sup>10</sup>, declanșează împlinirea omului la adăpostul oferit de portalul unei case, într-un spațiu ce este numai parțial delimitat. Într-o casă sau în mijlocul drumului nu se realizează echilibrul între o închidere totală și o deschidere nelimitată<sup>11</sup>. Înțeleptul, sprijinit de un tehnobiect, cu gândul la contactul cultural oferit de etnosfera întrupată într-o comuniune ce-l aștepta, la limita dintre o închidere și o deschidere, trece într-o stare de supraconștiință pe care va încerca, nu putem ști cu cât succes, să o transforme într-una de supraconștiință, odată ajuns în mijlocul celor ce-l așteptau.

Subconștientul și inconștientul se află *dincoace* de om. *Dincolo* de omul conștient se află supra și transconștiința. Poate ar fi mai bine să căutăm esența omului, nu în inconștient sau în subconștient unde riscăm să aflăm numai reflexe ale naturii și ale lumii generate prin exteriorizarea umanului limitat, ci în posibilitățile oferite de percepția supraconștientă și acțiunea transconștientă.

Prea mult omul s-a manifestat și se manifestă ca o ființă dezechilibrată prin pierderea în lume, într-o porțiune din existență pe care tot el a generat-o prin exteriorizare. La o analiză superficială am fi tentați să apreciem că nu este rău ca omul să se concentreze într-un spațiu al omului. Dar, din păcate, este vorba de un spațiu în care sunt depozitate componente ce nu țin de esența lui; umanitatea se regăsește aici maximum diluată.

Reechilibrarea omului presupune exersarea accesului în spațiile supra și transconștienței. Subconștientul și inconștientul sunt epuizate prin contactul, direct sau indirect, cu natura și lumea. Natura este un produs secund al existenței, iar lumea, în egală măsură, unul derizoriu al umanității ca parte a ființei.

Ca orice mecanism spectaculos și de mare eficiență, cel al exteriorizărilor nu este lipsit de excese sau nu este ferit de pericole. Un exemplu a fost deja amintit: crearea prin exteriorizare a unui spațiu instituțional asociat sacrului. S-ar putea da și altele, poate mai puțin grave, dar la fel de evidente. Orice manifestare culturală în care este maximizată performanța, inhibă tendința firească ce ar permite exersarea respectivei deprinderi la nivelul indivizilor medii, cu un efect purificator mai consistent. Este mult mai important ca muzica, spre exemplu, să fie practică cu performanțe moderate în cât mai multe familii decât ca majoritatea familiilor să poată avea acces la ea prin intermediul interpretărilor impecabile, înregistrate pe discuri compacte sau video-casete. Atunci când comportamentul artistic degenerază în spectacol, se produce o scindare, de o parte rămânând o imensă masă uniformizată de spectatori pe care pasivitatea îi inhibă și-i atrofiază. În artă nu performanța ci participarea activă este esențială. Spectaculosul

<sup>10</sup>[Platon B, 174d - 175d]

<sup>11</sup>Un spațiu în care se regăsește o închidere cu o deschidere este și acela al pridvorului din arhitectura românească laică sau bisericească. Se poate cita în acest sens Lucian Blaga cu capitolul "Pitoresc și revelație" din "Spațiul mioritic" [Blaga '69], din care reținem:

*"Acest duh al împreunării celor două lumi, și al legării lor, se manifestă în diverse chipuri, și e omniprezent în lumea românească... Aceeași funcție mijlocitoare între spațiul intern și lumea dinafară îl are peristilul, pridvorul atâtor biserici românești de aproape pretutindeni. Pridvorul, examinat mai de aproape în rosturile lui, răspunde unui sentiment metafizic, care cere o legătură între natură și lumea de dincolo, sau cea lăuntrică a spațiului ritual."* (pag. 197)

și performanța rezultă din tendința de a ne subjugă, imobiliza în atitudinea spectatorului pasiv și din ce în ce mai incapabil de o receptare autentică. Receptăm din ce în ce mai mult performanța (superbele acute ale lui Pavarotti) și din ce în ce mai puțin reușim să amorsăm trăiri individuale. Ceea ce ar rămâne ilimitat în fiecare dintre noi se limitează la performanță în exteriorul nostru, chiar dacă această performanță este autentică.

Lumea pe măsură ce se constituie îl predisține, chiar îl incită pe om la exces. Structura ei este mai simplă, mai dinamică și are o autonomie ce poate surprinde omul mediu, pradă ușoară tentației de a se lăsa complet subjugat de un spațiu al trăirilor superficiale. În ilimitarea sa interioară omul nu poate fi excesiv în măsura în care o poate face în strictele limite ale lumii. Existența limitei, percepută în lume, predisține la gestul prin care, în inconștiența noastră, tindem să ne măcinăm ființa în preajma ei. Lumea tinde să ne domine prin sărăcia ce-i este conferită de sistematicitatea ei formal-structurală. Nu putem veni în lume cu tot ceea ce suntem pentru că ea nu ne poate astfel cuprinde și, cum am pierdut deprinderea de a ne întâlni semenii altundeva decât în lume, rămânem atrași de ea și mai ales, reduși la ea. Ilimitările cu care am rămas încărcăți sunt puternic stingherite de limitele ce s-au împlinit în lumea ce ne este exterioară și totuși prea aproape.

Septembrie 1991



# Limita ca valoare

## Delimitare și eficiență

La un moment<sup>12</sup> dat și dintr-o anumită parte a lumii, oamenii au început să fie obsedați de găsirea unor căi *rapide* și *sigure* pentru a evolua. Cel mai sigur mod de a-ți croi o cale rapidă este acela care presupune *delimitări* cât mai nete. Și astfel, orice demers debutează prin delimitări din ce în ce mai riguroase, spațiile conceptuale sunt dominate de opoziții extreme, întrupate în dualități ireconciliabile. Dacă, la Platon, spre exemplu, *Binele* domina solitar, la numai câteva secole, gândurile, ce încercau să dea socoteală asupra existenței, se aflau sub incidența *opozității dintre Bine și Rău*. Atunci când delimitări rigide caracterizează resorturile intime ale gândului, obsesia *Adevărului* determină intransigențe în fața cărora *adevărurile fiecăruia* pălesc, înregimentarea devine posibilă, magistrarele gândirii trebuie croite, pentru a putea mărșălui sincronizați în faptă - nu în gând - la lumina Adevărului Unic. Omului nu-i rămâne decât să accepte dedublarea, exterior impusă, într-un comportament *spiritual* și unul *rațional*. Această disociere, urmată de altele, va sfâșia individualitatea și va atrofia comportamente firești<sup>13</sup>. Tot ceea ce omul occidental a creat în ultimele două milenii este marcat, în bine sau în rău, de această tendință a *disocierii*. Fără a intra aici în detalii, putem menționa că, dacă modelele cu tentă rațională au fost marcate de *dualități* semnificative, cele spirituale au fost și sunt dominate de o *ciclicitate ternară*, în care delimitările se manifestă la fel de net. *Dualismul* gnostic, spre exemplu, prin tendința lui rațională se opunea eretic, spiritualității creștine dominate de Sfânta Treime.

Dar *orice demers care debutează printr-o delimitare, se va împlini numai prin limitare*. În acest sens, *limita devine o valoare*, pentru că permite, justifică sau impune căutarea unor noi căi. Raționalitatea și, în egală măsură, spiritualitatea occidentală își ating, în acest sfârșit de mileniu, limite spectaculoase ce prefigurează, dincolo de ele, o nouă epocă. Deasupra distincției dintre rațional și spiritual s-ar putea ca Adevărul Unic să nu-și mai găsească rostul într-o lume în care existența nu va mai fi percepută prin dualisme raționale sau triade spirituale.

---

<sup>12</sup>Publicat în *Revista de filosofie*, Tom XL, nr. 2, martie-aprilie 1993. Comunicare la simpozionul "Valorile științei contemporane", organizat de Academia Română în 8-9 decembrie 1992.

<sup>13</sup>Isaac Newton este un raționalist perfect în aproape toată opera publicată în timpul vieții și surprinzător în majoritatea manuscriselor nepublicate, unde îndoelile sale cu privire la calea exclusiv rațională de a înțelege realitatea sunt evidente.

Ludwig Wittgenstein are o evoluție net disjunctă în a doua parte a carierei sale, în care se îndepărtează de la formalismul și rigoarea ce emanau din *Tractatus*.

Noam Chomsky, creatorul teoriei gramaticilor generative, folosită în fundamentarea științei calculatoarelor, după 1970 devine din ce în ce mai preocupat de abordarea filosofică a problemelor limbajului sau de o filosofie realizată din perspectiva limbajelor, dovedind o deschidere spirituală mult mai largă decât un umanist, prin formație și carieră, ca Jean Piaget [Piatelli-Palmarini '82].

*Secolul ce urmează nu va fi unul al spiritualității*, pentru că aceasta ar presupune, în continuare, segregarea comportamentului spiritual față de cel rațional și, în consecință, nu ar implica un alt mod de fințare decât cel al ultimelor două milenii occidentale. Tranziția pe care o presimțim ne va situa deasupra acestei alternative, în tentativa de a reunifica atitudini și comportamente abuziv dissociate în virtutea unei ideologii a evoluției sigure și rapide.

## **Limite ale raționalismului dar și criza spiritualității**

În lumea occidentală știința și tehnologia nu s-au putut sustrage modului de gândire anterior descris, cu consecințe ce se împlinesc, în acest sfârșit de secol și, sperăm, epocă, prin descoperiri care dezvăluie limite fundamentale, forțând, în același timp, noi căi de evoluție. Niciodată limitele nu s-au constituit în valori într-o manieră mai spectaculoasă ca în perioada pe care o parcurgem. Modul de manifestare extrem al științei și tehnologiei este legat de alternativa formal-neformal, din care, acestea două, au cultivat cu obstinție formalul. Știința s-a dezvoltat formal, iar tehnologia a promovat, cu succese remarcabile, formal-structuralul, încurajând o atitudine de încredere nelimitată în posibilitățile de evoluție ale acestor domenii. Chiar dacă neformalul nu este complet eludat în evoluția științelor și tehnologiilor, ele au aspirat tot timpul către împlinirea în formal. Știința se conturează riguros sistemic, iar tehnologiile permit realizarea unor sisteme din ce în ce mai complexe.

Astăzi, știința și tehnologia au un rol foarte important în evidențierea crizei abordării de tip sistemic, criză care nu este numai a lor, dar la nivelul lor se manifestă pregnant și, prin aceasta, eficient. Crizele din zona preponderent spirituală a comportamentului uman se manifestă mai puțin net și-și găsesc mai ușor căi de eludare, mai mult s-au mai puțin reale. O criză spirituală este, de regulă, a unei comunități și poate iradia deformat în comunitate. O criză în domeniul rațional impusă este, din start, a unei comunități și se poate manifesta ca atare, mai puțin distorsionată de un proces de iradiere necontrolabil, ca în cazul anterior. Din acest motiv, o criză spirituală poate căpăta la un moment dat, un caracter peren, dar benign, pe când o criză în spațiul care funcționează cu rigoare formal controlată, nu va putea fi tolerată sau eludată mult timp. De multă vreme artiștii și filozofii ne-au atras atenția asupra limitelor atitudinii excesiv de riguroase pe care o au oamenii de știință în înțelegerea realității, dar un astfel de gând nu se va impune decât atunci când, în lumea celor formal și rațional instituite, va putea fi măsurată amploarea acestui fapt.

Ultimele două milenii de viațuire sub spectrul disocierii ne-au deformat în așa măsură încât, în lumea noastră occidentală, nu se mai pot impune decât adevărurile rațional instituite. Din acest motiv criza generală a lumii occidentale este sortită manifestării și împlinirii spectaculoase în zona rațională a comportamentului uman. Dar, trebuie să avem luciditatea de a nu vedea în aceasta numai o criză a raționalismului, ci una, mai amplă, ce atinge, în egală măsură, comportamentul spiritual. Evidența crizei raționalismului, formalismului, structuralismului, abordării sistemice și a derivatelor lor, maschează o criză mai profundă, pe care nu o putem percepe, ca atare, în spațiul comunitar, dar care este deosebit de acută la nivelul individului, cu șanse de manifestare coerentă, cel mult, în cadrul unor comunități.

Vorbim explicit despre o criză a structural-formalului, dar, cu acest prilej, abordăm implicit o criză mai extinsă. În știință putem, deja sau în fine, să evaluăm riguros niște



*limite* al căror sens și, în consecință, *valoare* pentru criza mentalității occidentale depășește mult domeniul în care ele apar. Aceasta este, cred, și rostul pe care-l are discutarea lor într-un mediu mai larg decât al oamenilor de știință.

## Expresivitatea fragmentului

Vom încerca justificarea, măcar parțială, a unor afirmații, poate prea tranșante, anterior făcute, într-o manieră *fragmentară* nesistematică (deci în spiritul lor). Este un exercițiu, care ar putea degenera în metodă dacă elogiul fragmentului, întrupat în ultima carte a lui Gabriel Liiceanu, va avea audiența pe care, după părerea mea, îl merită [Liiceanu '92]. Discursul care încearcă să depășească științificul, pe calea către filosofie, trebuie să-și apropie o expresivitate care tinde către sugestia, tipică demersului neimperativ pe care filosofia-l presupune. Celui ca mine, neexersat, fragmentul îi oferă șansa de a fi sugestiv. (Pentru cei exersați, este prilej de virtuozitate).

Vom începe cu o serie de fapte caracteristice mentalității ce se cere depășită și vom încheia cu atitudini ce prefigurează depășirea crizei.

## Limitarea la concept

Formarea unui *concept* presupune un proces de ” filtrare” (vezi anexa A1) prin care se realizează *delimitări*, practic imposibile, dar mental acceptate. Astfel spațiul mentalului începe să adăpostească, mai mult înspre folosul comunității, o lume a conceptelor și a construcțiilor conceptuale. De la început și mai apoi, apar și se dezvoltă anumite incompatibilități, de care nu vom scăpa decât după o îndelungată folosire păgubitoare.

## Iluzia că un nume se poate substitui infinitului

Un prim exemplu este legat de conceptul de pătrat, care odată cristalizat îl implică pe cel de diagonală a pătratului. Dacă latura pătratului are lungimea exprimabilă prin numărul  $a$ , atunci diagonala lui are o lungime de nerostit într-un timp finit. Riguros vorbind lungimea diagonalei nu-și poate găsi o expresie într-un timp și spațiu finite. Aceasta nu a împiedicat omul să exprime lungimea diagonalei inventând un nume *finit* asociat unei expresii infinite:  $a\sqrt{2}$ . Așa apare  $\sqrt{2}$ , care nu exprimă decât o cale, un algoritm, care ne duce, într-un timp nefinit, la calculul diagonalei. Acest simbol se constituie într-un *nume finit* asociat, ilicit, unei expresii infinite.

Prin jocul formelor pure, apar, în spațiul mentalului, *concepte*, să le spunem *secunde*, care nu au nici o corespondență în afara minții omului. Crește, astfel și nu numai astfel, o lume a formalului care poate fi uneori utilă, dar până la urmă se dovedește a fi lipsită de sens, dacă nu chiar de semnificație<sup>14</sup>.

## Negarea ca metodă

Lumea conceptelor sporește uneori prin acțiunea unor mecanisme formale destul de ușor de evidențiat, care se dovedesc, în același timp, neconsistente cu realitatea. Unul ar fi cel al *negației*, sprijinit de gândul că dacă ceva există, și opusul său este în egală măsură

<sup>14</sup>Vezi primul citat din Umberto Eco în ”Inteligența artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului”, din acest volum.

justificat. Este vorba de obsesia disociantă ce ne domină mentalitatea. Astfel, spre exemplu, pare perfect natural, din această perspectivă, ca, dacă sesizăm porțiuni *finite* ale realului, să ne imaginăm că și atributul de *infini*t va putea fi asociat unei realități. Dacă finitul pare să fie un concept cu o semnificație acceptabilă, consistentă, eventual, cu realitatea, infinitul este o construcție pur mentală, rezultată prin aplicarea unei reguli rudimentare. Printr-un mecanism similar, *discontinuu*, probabil în realitate, a generat conceptul de *continuu*. Aceste concepte și altele asemănător obținute, utilizate cu grijă, pot sprijini anumite reprezentări sau procese mentale, dar cu siguranță, prin ultimele lor consecințe, vor proba inconsistența lor cu realitatea.

În clasa conceptelor perechi limită, de genul celor anterior exemplificate, există o *asimetrie* pe care aici o semnalăm numai. Discontinuu, finitul, spre exemplu, contrazic mai puțin violent realitatea decât continuul și infinitul: sunt la fel de puțin reale dar mai puțin periculoase prin consecințe<sup>15</sup>.

### Inutilitatea conceptelor eficiente

Întruparea unor demersuri formale în obiecte tehnice scoate la iveală, uneori, lucruri foarte interesante referitor la oportunitatea unor concepte sau a unor construcții conceptuale. Există situații când pentru a fundamenta mecanismele de structurare ale unor obiecte tehnice, sunt folosite teorii formale bazate pe un set de concepte și procedee mult mai extinse decât pot justifica în final obiectele reale construite pe baza lor. Dacă un anumit concept nu-și găsește un corespondent real în construcția pe care a fundamentat-o, ne putem pune cu îndreptățire întrebări referitor la rostul lui. El a slujit o cale posibilă, dar nu este sigur că este indispensabil pentru a reprezenta teoretic o realitate în care nu se regăsește<sup>14</sup>.

Ce putem spune despre o teorie care utilizează numere imaginare, iar în final slujește, printre altele, la conceperea unor structuri reale care conțin numai circuite de întârziere, sumatoare și multiplicatoare pentru numere întregi și pozitive<sup>16</sup>?

Nu cumva, atunci, spațiul conceptual pe care-l lărgim continuu se poate transforma într-un fluviu poluant care atentează la posibilitățile naturale ale minții omului? Din această perspectivă, ideea de *ecologie a minții*, de bună gospodărire a acestui rafinat spațiu real, devine esențială pentru epistemologia contemporană. Un formalism poate deveni poluant dacă folosește construcții care nu se reflectă în rezultatele finale pe care le condiționează: el reprezintă o cale ocolită care poate perturba echilibrul realității mentale.

### Absurditatea căutării sistematice

Căutarea unei soluții în domeniul formelor, prin procedee pur formale, este o cale sigură dar numai rareori rapidă. Tipică pentru o soluție formală este ideea de algoritm. Abordarea algoritmică oferă soluții care își pot găsi astfel o exprimare simplă și elegantă, fără ca prin aceasta să-și dovedească întotdeauna și utilitatea, deoarece orice algoritm trebuie analizat și din punctul de vedere al *complexității*.

Un algoritm are rost numai în măsura în care se întrupează într-un program rulat pe o mașină de calcul. În acest context complexitatea lui este legată de *dimensiunea*

<sup>15</sup>O discuție din perspectiva "contradicției unilaterale" a lui Constantin Noica ar putea fi interesantă.

<sup>16</sup>Teoria ce fundamentează construcția filtrelor digitale folosește funcții de variabile complexe. Se pune problema, dacă fundamentarea teoretică nu s-ar putea sprijini și pe un formalism mai simplu, care să presupună numai noțiuni ce-și găsesc un corespondent în realitatea descrisă.

resurselor de memorie folosite și de *timpul* de lucru folosit. Nu puține și neimportante sunt problemele ce presupun complexități inacceptabile. Spre exemplu, putem fi confrunțați cu probleme la care timpul de calcul, pentru algoritmi ce se scriu pe câteva rânduri și au mărimi de intrare rezonabile, poate atinge sute de secole pe mașinile cele mai rapide (vezi anexa A2).

Calea algoritmică oferă *siguranța* găsirii unor soluții, dar prețul plătit pentru această siguranță este *complexitatea* inacceptabil de mare pe care uneori o presupune. De multe ori și pentru probleme importante, *degeaba știm* cum să obținem o soluție *dacă nu avem timp* să așteptăm ca ea să fie calculată cu cele mai rapide computere. Timpul devine o resursă deficitară.

## Blocarea în rigoare

Complexitatea formelor și manifestărilor acestora pune o nouă problemă: cum se poate proba corectitudinea lor? Complexitatea nu este numai o problemă cantitativă. Ea are implicații concrete și teoretice fundamentale deoarece resursele din preajma omului sunt limitate și o bună gospodărire se impune. Una dintre cele mai critice este *timpul*, nu numai pentru că omul se grăbește, ci pentru că lumea de care s-a înconjurat impune un anumit ritm.

Corectitudinea și consistența unei construcții formale ce depășește o anumită complexitate nu poate fi probată decât folosind instrumente formale de o complexitate comparabilă. Se pune, însă, în egală măsură problema corectitudinii acestor din urmă instrumente ș.a.m.d. Nu ne aflăm în fața unui artificiu sofistic, ci în fața unei realități foarte presante: atunci când construcțiile formale depășesc o anumită complexitate în definire sau manifestare, acuratețea lor nu mai poate fi exhaustiv probată.

Omul a inventat formele pentru a putea controla mai bine lumea, dar se trezește în fața unei lumi a formelor care nu mai este total controlabilă. În riguroasa lume a formelor, complexitatea ne obligă să tolerăm eroarea.

## Împlinirea în paradox

Dar, chiar atunci când formele sunt manipulate cu acuratețe totală, verificabilă sau nu, pot rezulta structuri asupra adevărului cărora să nu putem decide într-o manieră strict formală.

Încă din antichitate au apărut în limbajul natural formulări realmente indecidabile, paradoxale. Dar, numai în prima jumătate a secolului trecut, odată cu apariția geometriilor neeuclidiene, s-a declanșat un proces care a dus la evidențierea unor contradicții inevitabile în interiorul științelor strict formal constituite. Căutarea eventualelor erori sau a unor soluții a dus, în cele din urmă, la demonstrarea caracterului contradictoriu sau incomplet al teoriilor formale<sup>17</sup>. Este un moment foarte important deoarece se demonstrează riguros posibilitatea unor construcții formale indecidabile. Se evidențiază o *limită fundamentală* acolo unde se căuta o eroare.

Există și un reflex al acestei limite în lumea tehnobiectelor. Este vorba despre indecidabilitatea problemei opririi unui calculator. Nu există un algoritm cu ajutorul căruia

<sup>17</sup>Este vorba de celebra teoremă a lui Gödel [Gödel '31] care demonstrează că se poate construi în aritmetică o propoziție corectă, a cărei corectitudine nu poate fi nici demonstrată nici infirmată. Gödel nu construiește această propoziție. Numai tehnologiile informaționale au permis reformularea teoremei lui Gödel și construirea efectivă a unor forme simbolice indecidabile.

să putem decide dacă un calculator se oprește, din rularea unui program oarecare, într-un timp finit<sup>18</sup>. Ne asumăm, prin aceasta, declanșarea în tehnosferă a unor procese necontrolabile ca evoluție. Chiar o structură corect construită se poate dovedi impredictibilă, în virtutea rigorii cu care este fundamentată.

### Dimensiunea indecidabilului

Dacă pe la mijlocul secolului, teorema lui Gödel și problema opririi mașinii erau privite ca singularități limită, ce nu pot fi ignorate, dar care, totuși, nu reprezintă regula, la sfârșitul secolului constatăm că și din punctul de vedere al ponderii, aceste fenomene sunt importante. *Teoria algoritmică a informației* oferă posibilitatea de a măsura spațiul pe care-l putem stăpâni cu mijloace formale. Spre surprinderea noastră, acest spațiu este foarte mic dacă impunem o *rigurozitate maximă* în interiorul lui. Conform acestei teorii, dacă dimensiunea expresiei scade liniar, realitatea la care se poate referi scade exponențial. Atunci când o expresie, o formulă, este mai elegantă prin simplitatea ei, realitatea la care se poate riguros referi, tinde să fie cantitativ nesemnificativă (vezi anexa A3).

Ambițiile oamenilor de știință și ale tehnicienilor au atins limite de la care, mai departe, nu se poate progresa gândind și acționând strict formal. Acest lucru a fost resimțit ca o piedică și riguros demonstrat ca o limită a expresiei condensate într-o formulă.

Să exemplificăm! Dacă vom considera expresia:  $x(t) = \sin \omega t$ , ea se va referi, maximum condensat, la un ipotetic proces ce durează infinit, are o regularitate stupefiantă, dar este imposibil de izolat din multitudinea manifestărilor realului. Pe de altă parte, relația  $E = mc^2$  se referă la ansamblul substanței, golită de orice distincție și particularitate locală. În primul caz un eveniment este izolat, iar în celălalt, orice eveniment este ignorat. Suntem în fața unor exemple limită care ne arată că întruparea în formulă nu este posibilă decât prin *eludarea complexității*.

Alternativa științei structural-formale este aceea de a se concentra asupra unor fapte riguros decupate din realitate sau de a aborda realitatea global, dar golită de diversitatea manifestărilor ei.

Ne aflăm, iarăși, în fața unei nete disocieri, tipică evoluției ultimelor două milenii. Riguros, nu putem aborda decât o porțiune infimă net delimitată, sau un tot căruia-i ignorăm detaliile. Numai bunul instinct al omului de știință dintotdeauna a atenuat această opoziție tranșantă, făcând știința posibilă și utilă, dar fără a reuși să o sustragă aspirației obsedante către împlinirea în forme riguroase și sisteme grandioase totodată.

Rigoarea formei și amploarea sistemului care tinde către completitudine au rămas de neconciliat într-un demers bimilenar a cărui împlinire nu o vedem decât în statuarea riguroasă a imposibilității acestei concilierii.

### Alternativa ca obsesie disociantă

În bună tradiție dualistă, critica perspectivei extrem raționaliste poate implicit argumenta și existența uneia simetrice, în spațiul celor spirituale. Din acest motiv nu putem fi interesați de o *alternativă* spirituală. Călea soluțiilor alternative este tipică mentalității care *prin disociere crează premisa unei soluții extremiste*. Formalul nu-și va găsi niciodată o alternativă în neformal, iar o simplă conciliere cu acesta nu aduce nimic nou.

<sup>18</sup>Vezi nota 61 din "Coerența mentalului și formalului în experiment", în acest volum.

În spațiul delimitat de rațiune și spiritualitate, formal și neformal, spirit și materie, continuu și discontinuu, bine și rău, finit și infinit, sau alte astfel de obsedante perechi, omul se zbate epuizat și dezamăgit. Acțiunile și gândurile lui vor mai purta mult timp amprenta atitudinilor extreme, bimilenar exersate, sub imperiul unei ideologii ce a fragmentat comportamente originar unitare. Pe calea către regăsirea măcar parțială a unei unități pierdute, vor conviețui în om segregate, atitudini extreme, până la o eventuală anihilare regeneratoare. Înainte ca acest lucru să apară evident în ființa umană, el se va putea manifesta în obiectele create de oameni. Ne vom întoarce, deci, iarăși către producțiile științei și tehnologiei, unde acest lucru se va putea realiza mai ușor.

## Dincolo de limite

Noi obsesii vin să creeze contextul în care o nouă epocă va irumpe. Vom prezenta iarăși numai o serie de fapte, fără a articula cu ele un discurs, rămânând astfel tot la nivelul sugestiei.

### Matematică și timp

Un prim fapt important este acela al "temporalizării" unor domenii care, până nu demult, erau atemporale. Exemplul cel mai interesant ar putea fi matematica. Dezvoltarea milenară a acestui domeniu nu a luat niciodată în seamă timpul ca variabilă esențială. Odată cu informatica, însă, matematicienii sunt obligați să-și reconsidere atitudinea față de timp. Informaticienii aduc în atenția matematicienilor *complexitatea calculului*, ca pe o problemă crucială. Aceasta se referă și la *timpul de calcul*. Nu mai este suficient ca, pentru o problemă, să găsim un algoritm de rezolvare; este în egală măsură important ca acesta să poată fi rulat pe o mașină de dimensiuni rezonabile și într-un timp util la scara omului sau a societății. Timpul devine o coordonată pe care se va consuma foarte multă energie intelectuală.

În fizică, timpul apărea ca o variabilă esențială, dar nu incomodă, el fiind o simplă coordonată ce facilitează descrierea unor evoluții. La un moment dat, însă, timpul începe să fie legat de procese ireversibile, el se transformă, dintr-un context oferit procesualității, într-un proces supus acțiunilor din lumea fizică. Timpul clasic facilita reprezentarea unor realități dar, mai nou, perturbă, prin evoluții imprevizibile, descrierea acestora.

Vom fi obligați să încercăm o definiție și o înțelegere din ce în ce mai aprofundată a timpului, pe care până acum l-am ignorat, în matematică, sau l-am gândit ca pe un receptacol pasiv, în fizică.

### Echilibrul ca iluzie

Ilya Prigogine spunea într-un interviu ["Le Monde" '82] că:

*"aproape de echilibru, legile naturii sunt specifice". Echilibrul oferă tihna necesară disocierilor, pe când departe de echilibru dinamica proceselor nu ne permite să găsim "reguli utile și clare pentru îndrumarea minții în cercetarea adevărului". (pag. 52)*

În acest context, însăși ideea de lege poate fi pusă în discuție, pentru că va trebui să ne exersăm din ce în ce mai mult în a sesiza lumea așa cum ea este și nu cum am tot încercat să o surprindem, în imaginare stări de echilibru.

## Calea de la haos la ordine este formală sau neformală?

Teoria algoritmică a informației ne-a dat o imagine a ceea ce este aleatorul, prezentându-ni-l drept un mod ce caracterizează realități în care nu se pot distinge forme și, în consecință, nu se pot insinua formalisme. Dar uneori în haos se pot contura forme prin tranziții ce se supun unor "legi" care nu pot fi formale dar nici neformale. Un proces ce debutează în haos și se stabilizează într-o formă este unul formal sau neformal? Cu siguranță este vorba de un proces care nu se poate supune acestei distincții, nu numai pentru că ar fi prea netă, ci și pentru că este neadecvată. Numai în afara alternativei formal-neformal vom putea găsi o explicație și o descriere pentru astfel de fenomene. Nu cred că avem un termen adecvat, pentru a descrie astfel de tranziții, și nici nu încercăm acum să propunem unul. În cazuri particulare am putea vorbi de *autoorganizare*.

Aleatorul intră în atenția noastră nu pentru că am epuizat aspectele deterministe, ci pentru că este, conform teoriei amintite, dominant în realitate. Aceasta este tot timpul departe de echilibru și nu ne mai putem mulțumi să ne-o imaginăm temporar în echilibre instabile, pentru a încerca obținerea unor informații cu care să dăm trunchiat socoteală de ansamblul manifestărilor ei.

Oricum, abordarea din perspectivă informațională presupune complexități prea mari pentru a nu încerca găsirea unor soluții în afara actualelor alternative.

## Pregnanța derizoriului

O viziune excesiv dialectică a obturat mult timp rolul pe care-l poate avea uneori *derizoriul*. Aspecte ne semnificative cantitativ pot condiționa realități cu manifestări pregnante, pot regla chiar procese universale.

Se poate da un exemplu foarte spectaculos ce apare în teoria *big-bang*-ului. La un interval foarte mic de timp după "inițializarea" Universului Nostru, temperatura a scăzut până la limita la care particulele și antiparticulele nu mai puteau coexista, anihilându-se cu emisie de fotoni. Analiza cantitativă arată că la  $10^9$  perechi particulă - antiparticulă, exista o particulă fără antiparticula corespunzătoare. Acest infim dezechilibru se află la originea substanței din Universul Nostru. Deci o abatere de  $10^{-9}$  de la egalitate a determinat un aspect esențial al acestui univers. Existența noastră este dominată, dintr-o infimă eroare, de manifestarea materială. Suntem și câmp, dar într-un plan secund pentru modul în care ne percepem. Și dacă ne gândim bine, la originea câmpului se află contribuția celor  $10^9$  perechi particulă-antiparticulă, iar la originea substanței o particulă stingheră. Percepem, deci, dominant, efectul derizoriului.

Tehnica ne oferă exemple de același tip. Un circuit electronic care generează un semnal de forma  $A \sin \omega t$  se bazează, în funcționare, pe eroarea cu care generează această formă de undă. Abaterea față de forma ideală trebuie să fie ne semnificativă cantitativ, dar nu poate deveni nulă pentru că ea este cea care întreține procesul de generare. Deci vom putea genera un semnal sinusoidal numai cu condiția de a accepta o eroare, cât de mică, în acest proces. În momentul în care procesul de generare ar deveni perfect, s-ar crea condiția încetării lui; el există numai tolerând infima eroare ce se comportă cauzal.

## De la neliniar la formal

Acceptarea într-o măsură din ce în ce mai mare a *neliniarității* structurilor reale ne apropie treptat de o reprezentare *neformală* a acestora (vezi anexa A4). Într-adevăr, o

funcție care pentru orice două valori "adiacente" are o altă expresie formală, este, de fapt, o funcție neformală.

Liniaritatea presupune că un sistem este sensibil la o cauză externă, dar legea după care reacționează nu depinde de mărimea cauzei. În momentul în care tipul reacției depinde și de amplitudinea cauzei, sistemul capătă o "sensibilitate" suplimentară, generând o reacție mai nuanțată. Imensa majoritate a tehnobiectelor pe care omul le-a construit, este caracterizată prin funcții de transfer liniare în domeniul de utilizare. De aici și o parțială justificare a sărăciei comportamentului asociat.

De asemenea, în cunoaștere, încercăm să delimităm porțiuni cât mai mari pe care putem da descrieri liniare. Avem tendința de a minimaliza și localiza neliniaritatea. Acceptăm ușor neliniaritatea nu ca domeniu, ci numai ca graniță între domenii descrise liniar. Evităm cu această ocazie zone în care realitatea este superior expresivă.

Putem risca afirmația generală că, orice proces în realitate nu poate fi generat și controlat decât prin sisteme care nu eludează comportamentul neliniar. Autonomia structurilor reale nu se poate baza decât pe sensibilitatea lor.

Înțelegem în măsura în care percepem neliniaritatea și putem construi numai dacă ținem cont de ea. Putem evalua performanțele cunoașterii și acțiunii constructive într-o măsură strict determinată de acceptarea neliniarității, cu manifestarea ei limită: neformalul.

Comportamentul neliniar, la limită neformal, are asociat o complexitate maximă atunci când este echivalat prin mecanisme exclusiv liniare. Din acest motiv, ignorarea lui în structura sistemelor de calcul, spre exemplu, nu permite depășirea anumitor complexități în funcționare. Succesul pe care-l au rețelele neurale artificiale în rezolvarea unor probleme considerate intratabile cu mașinile de calcul convenționale, se justifică prin faptul că neliniaritatea impusă funcțiilor de transfer ale neuronilor este echivalabilă cu un proces de calcul de foarte mare complexitate. Mihai Drăgănescu atrăgea atenția<sup>19</sup> asupra faptului că, din punct de vedere cantitativ, limita lui Bremermann poate fi pusă oricând în discuție, deoarece a fost calculată într-un context teoretic prea rigid, ce presupune modele de calculabilitate oricând perfectibile. Această nouă paradigmă, ce acceptă, chiar presupune neliniarul și la limită neformalul, va impune recalcularea limitei lui Bremermann, care va defini transcompuționalul la o valoare mult mai mare.

## Fuziunea dintre etnosferă și tehnosferă: informatica

Lovitura decisivă dată vechii mentalități este marcată de accelerarea la maximum a procesului evolutiv declanșat de obsesia căilor rapide și sigure. Momentul în care tehnologia s-a întors dictatorial către știință, impunând reorientări esențiale, marchează declanșarea acestui proces. Mai apoi, știința și tehnologia, fuzionând organic, și-au permis aroganța de a impune reformulările filosofice ce vor condiționa noua mentalitate.

Care a fost acest moment decisiv? Credem că este vorba de întâlnirea benefică dintre lumea semnelor și cea a obiectelor pe care omul le-a construit în afara sa. Ce este altceva informatica, decât fuziunea dintre tehnosferă și etnosferă. Calculatorul este un sistem fizic în care semnul *acționează* semnificând.

Tehnologiile informatice au permis științei o introspecție lucidă, forțând reorientări filosofice sub presiunea limitelor conștientizate. Devine posibilă o sinteză filosofică, de

<sup>19</sup>Vezi secțiunea "Limite fizice" din "Conștientizarea limitelor în informatică", în acest volum. Punerea în discuție a valorii acestei limite este accesibilă în [Drăgănescu '91, p. 71].

tipul celei propuse de Mihai Drăgănescu, în care dualitatea materie-informație coexistă cu ciclicitatea ternară a unui model existențial (*în-din-întru*), supunând ființa la o tensiune ce va forța o comutare de mentalitate. Distincția dintre structural și fenomenologic apare numai pentru a sugera calea structural-fenomenologică, nu ca pe o soluție intermediară, ci ca pe una care se sustrage spațiului delimitat prin distincția inițială [Drăgănescu '79, '85].

Demersuri similare, precum cel al lui David Bohm, sunt mai puțin realizate, tocmai prin lipsa ingredientului pe care l-ar fi putut oferi informația [Bohm '80, '85], [Krishnamurti '85]. Iar acolo unde perspectiva a fost prea îngustă, informația nu a putut salva un model prea simplu, ca în cazul celui propus de John Archibald Wheeler [Wheeler '88]. Nu suntem scutiți nici de abordări dintr-o perspectivă informațională fundamental eronată, cum este lucrarea lui Tom Stonier [Stonier '90].

Esențial rămâne faptul că se manifestă o tendință centrifugă față de construcțiile și obsesiile sistemizante. Unele căi nu duc nicăieri, dar aspirația ce le propulsează ne va duce cu certitudine undeva.

## Anexe

### A1. Filtrarea semantică

Teoria algoritmică a informației (vezi și "Teoria algoritmică a informației", în acest volum), promovată, în principal, de Gregory Chaitin ([Chaitin '87], în care se află și o bibliografie amplă a problemei), sugerează o abordare a mecanismului de cristalizare conceptuală, într-o manieră foarte riguroasă.

*Orice* porțiune din realitate poate fi reprezentată, cu o acuratețe suficientă, printr-o secvență de simboluri binare (0 și 1).

*Unele* secvențe binare pot fi, la rândul lor, reprezentate condensat în secvențe mult reduse ca dimensiune. Spre exemplu, secvența binară " 0101 ... 01 " formată dintr-un milion de simboluri, poate fi reprezentată binar prin șirul binar asociat expresiei: "se repetă de 500.000 ori secvența 01". Această din urmă reprezentare se poate construi dintr-un șir de numai câteva sute de simboluri binare. Regularitatea unor subșiruri, ale reprezentării inițiale, a permis această expresie condensată.

Într-o manieră riguroasă, unor realități distincte li se asociază reprezentări distincte. Dar, există mulțimi de reprezentări care posedă următoarele două caracteristici:

- (a) diferă printr-un număr relativ mic de simboluri;
- (b) dacă se anulează diferențele, anterior specificate, rezultă o reprezentare unică ce poate avea asociată o expresie condensată.

Pentru exemplificare vom considera cazul, foarte simplu, al următoarelor patru secvențe binare:

```
0000001000100010,
0010001001100010,
0011001000100010,
0010001000101010,
```

și vom modifica al treilea simbol din prima secvență, pe al zecelea din cea de a doua, pe al patrulea din cea de a treia și pe al 13-lea din ultima și ele vor deveni identice cu 0010001000100010, în care identificăm repetarea de patru ori a subsecvenței 0010.

Deci, putem asocia reprezentări asemănătoare unor realități distincte, ce pot fi, după ce au fost anulate "mici" diferențe, compactate în expresii mai simple. Se poate folosi termenul de



*filtrare* pentru mecanismul de anulare a unor distincții.

Astfel, procesul de formare a conceptelor poate fi descris prin două operații realizate asupra reprezentărilor binare: *filtrarea* și *compactarea*. Prima anulează diferențe, "neesențiale", cea de a doua condensează, reprezentarea unică rezultată, într-o secvență mai expresivă.

În termenii teoriei algoritmice a informației, prin filtrare se micșorează cantitatea de informație din reprezentările directe, primare, pentru ca mai apoi, constatându-se identitatea reprezentărilor obținute, să se încerce condensarea lor corespunzătoare cantității reduse de informație algoritmică pe care o mai au. Dacă ambele operații sunt posibile, atunci spunem că a fost definit formal un concept asociat unei mulțimi de procese reale.

Am descris, astfel, formal, un proces care, în realitate, este mult mai complex. Am explicat ce se întâmplă nu și *cum* de se întâmplă.

## A2. Complexitatea exponențială

Raportat la o funcție oarecare,  $f$ , se poate vorbi de complexitatea pe care o pot avea variabilele de care depinde. În funcție de complexitatea variabilelor sale, o funcție poate fi calculată pe o mașină de calcul mai simplă sau mai complexă, într-un timp mai mic sau mai mare. Complexitatea variabilelor de intrare, să o considerăm proporțională cu  $n$ . Vom nota complexitatea mașinii, în consecință, cu  $S_f(n)$ , timpul necesar calculului cu  $T_f(n)$ . O funcție este intratabilă dacă pe o mașină cu  $S_f(n)$  independent de  $n$ ,  $T_f(n)$  nu poate deveni mai mic de  $c2^n$ , unde  $c$  este o constantă oarecare.

Spre exemplu: problema *satisfiabilității* (*realizabilității*) unei funcții booleene. Dându-se  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , o funcție booleană de  $n$  variabile, algoritmul prin care decidem dacă există cel puțin o combinație  $x_1, \dots, x_n$  pentru care  $f(x_1, \dots, x_n) = 1$ , rulează pe un calculator standard un timp proporțional cu  $2^n$ . Pentru  $n = 64$  și pentru un calculator capabil să calculeze valoarea funcției  $f$  într-o milionime de secundă (o performanță notabilă!) putem să așteptăm, în cazul cel mai defavorabil, aproximativ 5000 de secole pentru aflarea rezultatului.

Un alt exemplu: problema *comis-voiajorului*. Un comis-voiajor are de vizitat  $n$  orașe, cunoscând distanțele ce separă aceste orașe între ele. Se cere să se stabilească un traseu, astfel încât, plecând din orașul de reședință, comis-voiajorul să treacă prin toate orașele câte o singură dată și să se întoarcă acasă parcurgând un traseu cu lungime totală minimă. Soluția este foarte simplă din punct de vedere teoretic, dar necesită un timp de calcul proporțional cu  $n!$ . Deci, degeaba cunoaștem un algoritm de soluționare, pentru că nu avem timp să așteptăm soluția pentru situații ce pot fi uzuale.

În aceeași categorie intră și calculul funcției lui Akermann.

O limită în acest sens este și cea a lui Bremermann [Bremermann '62] (vezi secțiunea "Limite fizice" din "Conștientizarea limitelor în informatică", în acest volum).

## A3. Limitele condensării expresiei

Conform *teoriei algoritmice a informației* (vezi și textul omonim din acest volum) [Chaitin '87], *informația algoritmică* conținută într-un șir de biți (simboluri ce pot lua două valori: zero și unu) este proporțională cu lungimea celui mai scurt program care, pe o mașină dată, generează acel șir. Acest program se exprimă tot printr-un șir de biți care, în unele cazuri, poate fi mult mai scurt decât șirul căruia-i este asociat. În acest caz putem vorbi de o condensare a expresiei într-o formă sau chiar o *formulă*. Formalizarea presupune evidențierea acestor forme, și, mai apoi, jocul lor în descrierea unor realități mai complexe. Dar atenție la acest joc, ce poate genera forme ce nu au corespondent în realitate sau sunt prea complexe pentru realitatea pe care pretind că o descriu.

Să considerăm șirurile de  $n$  biți, unde  $n$  este foarte mare. Ele sunt în număr de  $2^n$ . Câte dintre acestea pot fi condensate într-un șir cu lungimea  $m$ , unde  $m < n$  sau chiar mult mai mic. Șirurile de  $m$  biți vor fi în număr de  $2^m$ . La cel mult  $2^m$  șiruri de  $n$  biți putem asocia univoc unul de  $m$  biți. Deci numai cel mult  $2^m$  șiruri din cele  $2^n$  șiruri de  $n$  biți vor putea fi exprimate condensat într-un șir de  $m$  biți. Frațiunea șirurilor de  $n$  biți ce-și găsesc expresia compactată la  $m$  biți este de  $2^{-(n-m)}$ . În majoritatea cazurilor concrete ea tinde către zero.

Un exemplu foarte simplu ar putea fi cel în care  $n = 10^6$  iar  $m = 10^3$ , pentru care frațiunea în cauză ar fi  $2^{-999.000}$ . Deci, practic această frațiune este nulă. La ce ar putea corespunde  $n$ -ul și  $m$ -ul luate ca exemplu? O imagine pe un ecran TV reprezentată în alb, negru și două tente de gri poate fi reprezentată cu aproximativ  $n = 10^6$  biți. Pe de altă parte,  $m = 10^3$  biți reprezintă un text de aproximativ 170 de caractere alfanumerice cu care, în limba română, putem scrie un text de aproximativ 30 de cuvinte. Deci, numărul imaginilor distincte la care ne putem referi riguros cu maximum 30 de cuvinte este nesemnificativ de mic față de cel al imaginilor posibile.

Despre imensa majoritate a realității nu putem spune nimic într-o manieră riguroasă. Noroc cu procesul de "filtrare" amintit în anexa A1.

## A4. Complexitatea ca neliniaritate

Să considerăm cazul simplu al următoarei funcții:

$$f(x) = \begin{cases} -1 & \text{dacă } x \leq -1 \\ x & \text{dacă } x \in (-1, 1) \\ 1 & \text{dacă } x \geq 1 \end{cases}$$

în care:

- valorile pe care le poate lua sunt *limitate* în intervalul  $(-1, 1)$
- relația funcțională depinde și de valorile pe care le ia variabila  $x$ .

Obişnuim să spunem că  $f(x)$  este neliniară. Sistemul pe care-l descrie este neliniar datorită limitării valorilor pe care le poate lua funcția lui de transfer.

Ne putem imagina o funcție  $f(x)$  a cărei definiție presupune în continuare valori limitate ale ieșirii și un număr foarte mare de subdomenii pe care-i este specificată forma. Să presupunem o funcție  $f(x)$  și valorile  $x_0, \dots, x_n$  unde  $x_i, i = 0, \dots, n$ , aparțin domeniului de definiție, fiind îndeplinită condiția  $x_{i-1} < x_i$  pentru  $i = 1, \dots, n$ . Definiția funcției poate avea forma de mai jos:

$$f(x) = \begin{cases} k_0 & \text{dacă } x \leq x_0 \\ g_1(x) & \text{dacă } x \in (x_0, x_1] \\ \cdot & \\ \cdot & \\ \cdot & \\ g_n(x) & \text{dacă } x \in (x_{n-1}, x_n] \\ k_1 & \text{dacă } x > x_n \end{cases}$$

Dacă  $n$  depășește o anumită valoare, atunci definiția funcției devine mai complexă decât descrierea ei într-o manieră ce nu presupune formalismul matematic. Deci, există un  $n > n_0$  pentru care putem spune că funcția  $f(x)$  este neformală, chiar dacă o formă este posibilă.

Acest mod de abordare concordă și cu teoria algoritmică a informației în sensul că putem vorbi de o formulă, un formalism generator, numai dacă este posibilă condensarea expresiei asociată unei reprezentări.

Neliniaritatea degenerază în neformal pentru  $n > n_0$  din reprezentarea anterioară a unei funcții  $f(x)$ . O discuție mai riguroasă depășește cadrul lucrării de față.





# Simbol și acțiune

*I-a fost întotdeauna limpede omului că  
a gândi înseamnă a prescurta.*

Constantin Noica

**Preambul** Cunoașterea profundă este inseparabilă de acțiune. Dacă ele mai pot fi distinse în realitatea imediată, într-una profundă cunoașterea și acțiunea devin indiscernabile. Semnul nu poate decât declanșa o acțiune în contexte vag delimitate, unde și subiectivul mai poate juca un rol, pe când simbolul, în spațiul în care alternativa subiectiv - obiectiv își pierde sensul, poate acționa direct, într-un cadru ce-i este superior adecvat.

Intr-o<sup>20</sup> lume a delimitărilor rigide, ne-am acomodat cu ideea că știința se instituie în acea parte a cunoașterii care poate da socoteală de realitate prin modalități obiective. Evoluții recente în spațiul arondat în acest fel științei ne obligă să reconsiderăm asocierea ei foarte strânsă cu obiectivitatea. Omul de știință a devenit o personalitate prea complex implicată în realitate ca să mai putem vorbi distinct de cunoașterea științifică ca despre o formă specifică, fără a-i răpi, prin aceasta, modalități de acțiune și spații de manifestare. Procesul prin care știința se instituie parcurge, mai mult sau mai puțin succesiv, spațiile în care:

- domină atitudinea individuală,
- prevalează acceptarea într-o comuniune,
- esențială este recunoașterea din partea comunității, tradițional numită ”științifică”.

Omul, zis, de știință trebuie privit ca practicând cunoașterea, în egală măsură, ca un individ, ca aparținând unei comuniuni și ca membru al unei comunități științifice (sau mai mult decât științifice). Dacă acceptăm această premisă, atunci vom fi obligați să vorbim despre cunoașterea cu finalitate științifică și nu numai, simplu, despre cunoașterea științifică. Pentru ușurință, vom folosi, în acest text, termenul de cunoaștere.

## Cunoaștere și comunicare

Alternativa subiectiv-obiectiv<sup>21</sup> se impune în analiza cunoașterii ca o consecință a procesului de comunicare. Vom putea înțelege ce este cunoașterea obiectivă, pornind de la comunicare, privită ca procesul prin care se structurează cunoașterea în comunitatea

---

<sup>20</sup>Acest text a fost publicat în *Revista de filosofie*, tom XLI, nr. 4, iulie-august 1994.

<sup>21</sup>Acest text reprezintă o comunicare la simpozionul ”Obiectiv și subiectiv în cunoașterea științifică” organizat de Academia Română în 14-15 octombrie 1993.

științifică. Instrumentul pe care-l vom folosi este teoria algoritmică a informației [Chaitin 90, 92].

**Comunitatea științifică** se formează condiționat de procesul explicit de comunicare, prin care este posibilă statuarea riguroasă a unor adevăruri. Mesajele se propagă încapsulate în forme cât mai riguros concepute, astfel încât univocitatea mesajului să poată fi garantată. Formalismul apare, inițial, ca o consecință a necesității de a comprima mesajele pentru a crește eficiența transferului și stocării informației; mai apoi se constată că formalismele sunt utile și pentru a crește expresivitatea care stimulează aprofundarea cunoașterii. Expresivitatea, obținută prin compactarea expresiei în formă, este principala capcană în care se prind cei care văd în comunitatea științifică unicul spațiu în care știința se poate manifesta.

Care ar putea fi modalitatea de a înțelege riguros (formal) formalul? O soluție ne este oferită de *teoria algoritmică a informației*. Vom expune pe scurt (pentru o prezentare extinsă se poate consulta anexa A1) principalele idei care permit o definiție a formalului pornind de la această teorie:

- folosind o codificare adecvată, orice porțiune din realitate poate fi reprezentată primar, cu o acuratețe dată, printr-o secvență de caractere binare (semnele 0 și 1);
- există secvențe de caractere binare care se pot compacta, astfel încât, fără a se pierde nimic din acuratețea reprezentării, se obține o formă (formulă) compactă asociată unei realități mult extinse în spațiu sau în timp;
- vom numi această reprezentare compactată, atunci când este posibilă, reprezentarea formală asociată unei reprezentări primare, sau, simplu, formulă;
- procesul de compactare a reprezentărilor primare în formule, poate fi asimilat procesului de formalizare.

Spre exemplu, dacă reprezentarea primară este următoarea: 110111011101... 1101, obținută prin repetarea de  $n$  ori a secvenței binare 1101, pentru un  $n$  foarte mare, se poate obține reprezentarea compactată, formula, sub forma expresiei: "*repetarea de  $n$  ori a secvenței 1101*".

Se pune întrebarea: pentru câte din secvențele binare de  $n$  biți, asociate la  $2^n$  realități distincte, pot fi găsite reprezentări compactate, formale, în sensul celor anterior enunțate? Răspunsul riguros la această întrebare este dramatic: dacă lungimea reprezentării formale scade proporțional față de lungimea celei primare, atunci numărul de reprezentări compacte posibile scade exponențial. (Pentru detalii se poate consulta anexa A1.) Conform aserțiunii anterioare formalizarea ar deveni inutilă, deoarece este posibilă numai pentru o porțiune neglijabilă din realitate. Cum de este totuși posibilă și utilă formalizarea? *În procesul de tranziție de la reprezentările primare la cele formale (compactate) este generos tolerată eroarea.*

Unui număr, uneori imens, de reprezentări formale ce diferă cantitativ foarte puțin, i se asociază o singură reprezentare formală, să o numim reprezentare semnificativă. Astfel, se poate recupera pentru o reprezentare compactată (formală) un spațiu pe care o abordare cu ambiții de rigurozitate maximă ar fi trebuit să-l ignore. Cum denumim, de regulă, o atitudine care, dintr-un motiv vag explicat, tolerează reprezentări aproximative? Cred că un termen potrivit ar putea fi: *atitudine subiectivă*.

Obiectivă poate fi o reprezentare care nu depinde de opțiunile celui care o construiește. În acest sens, reprezentările primare au o mai mare șansă de a fi obiective, față de cele semnificante, obținute printr-o compactare, uneori, voit neglijentă. Astfel, în comunitatea științifică, subiectivitatea provine din ambiția de a lărgi sfera de manifestare a formalului peste limitele impuse de o atitudine strict obiectivă.

**Comuniunea științifică** reprezintă un mediu în care se atenuează efectele distincției obiectiv-subiectiv. Comunitatea este a celor într-o faptă, pe când comuniunea este a celor într-un gând. Sincronizarea în faptă presupune în primul rând comunicarea prin reprezentări cât mai bine formulate. Sincronizarea în gând este condiționată de experiențe comune. În comunitate acțiunea este o consecință, iar în comuniune acțiunea este o premisă. Comunitatea respectă convenții care impun un formalism, în timp ce comuniunea obiectivează la nivelul ei percepția subiectivă a realității. La nivelul comuniunii științifice simbolul tinde să se substituie semnului. "Formalismele" comuniunii folosesc simboluri care evocă, spre deosebire de formalismele comunității unde se utilizează semne care semnifică numai. Obiectivitatea vine să împlinească demersul științific al comuniunii pemițând subiectivității indivizilor să se sincronizeze. Astfel, obiectivitatea tinde să lărgescă sfera în care simbolurile evocă subiectiv.

**Individul** implicat, ca individ, în cunoaștere nu mai poate fi afectat de alternativa obiectiv-subiectiv deoarece am putea spune că, la nivelul lui, cunoașterea se obiectivează prin exclusivitatea atitudinii subiective. Cunoașterea obiectivă nu mai are sens pentru că nu se mai pune problema comunicării, iar cea subiectivă nu mai este utilă pentru că nu mai este necesară nici o aproximare.

Am putea concluziona că subiectivitatea are un rol de maximă importanță în comunitatea științifică, unul secund în comuniunile științifice și nici unul în cunoașterea individuală. De fapt, la nivelul cunoașterii individuale este depășită alternativa obiectiv-subiectiv. Cunoașterea nu se mai supune unei clasificări care o limitează, ci se impune ca o realitate ce acționează. Depășind stadiul de reprezentare prin structuri formale, cunoașterea poate aspira, bine susținută de individualități puternice, la un rol mult mai important decât cel secund pe care i-l oferă jocul trunchiant al semnelor. Întrupată în simboluri, într-un context superior adecvat, cunoașterea poate acționa. Definitiv pentru cunoaștere nu este caracterizarea în raport cu alternativa subiectiv-obiectiv, ci măsura în care ea se poate institui într-un agent care se manifestă acționând.

## Acțiune și cunoaștere

Cauzalitatea este o consecință a delimitării contextului în care întreprindem cunoașterea. În absența oricăror delimitări, cauzalitatea nu mai poate fi evidențiată, sincronismul proceselor reale impunându-se. Cunoașterea cauzală presupune comunitatea științifică constituită prin intermediul reprezentărilor formale semnificante, într-un context în care subiectivitatea are un rol maxim. Dacă *sincronicitatea* se substituie cauzalității, atunci numai reprezentările simbolice sunt cele care pot susține cunoașterea. Pot fi puse, astfel, în evidență două tipuri de formalisme:

- formalismele semnificante, asociate cunoașterii cauzale într-un spațiu delimitat;
- formalismele simbolice, în spațiul nerestricționat al proceselor sincrone.

Primele se constituie în sisteme de semne care semnifică, iar următoarele în ansambluri de simboluri care evocă. În spațiul în care cauzalitatea este posibilă, cunoașterea, întrupată în reprezentări formale și/sau semnificante, este, preponderent, o consecință a realității cunoscute. Totalitatea în care sincronicitatea domină, nu permite însă nici măcar cunoașterii să fie o pură consecință, astfel încât, aceasta coexistă prin interacțiune sincronă cu existența de cunoscut. Cunoașterea ca acțiune devine evidentă măcar în calitatea ei de parte a unei interacțiuni.

Cunoașterea individuală, sprijinită de comuniuni în care "sincronizarea gândului" devine posibilă<sup>22</sup>, este singura care-și poate permite accesul nerestricționat la existență în spațiul sincronicității, unde se poate institui într-un agent care acționează putând determina "un nou experiment existențial" [Drăgănescu '79].

## Simbol și completitudine

Atat timp cât cunoașterea se menține sub incidența formalismelor semnificante, în spații trunchiate reprezentate prin semne, incompletitudinea sistemelor formale este o consecință firească. Limitele formalului reflectă delimitări inițiale prin care cunoașterea s-a instalat, prea confortabil, sub incidența comunității. Acceptarea subiectivă a unor reprezentări formale s-a dovedit utilă cu prețul paradoxului. O atitudine pragmatică, prin care ne limităm pretențiile, ne permite, la nivelul comunității științifice, să tolerăm efecte limită care, până acum, nu au scăpat de sub control. Dar, starea paradoxală în care se complace lumea formalismelor, mai mult sau mai puțin riguroase, a suferit în decursul timpului o acutizare accelerată. Să evidențiem numai momentele cele mai semnificative [Casti '92]:

- Epimenide cretanul se întreba dacă "această propoziție corect formulată este falsă";
- Kurt Gödel își pune problema dacă "această construcție formală este demonstrabilă";
- Alan Turing este preocupat de răspunsul la întrebarea dacă "acest calcul se oprește";
- Gregory Chaitin se întreabă dacă "acest număr este prea complex pentru a fi calculabil".

Succesiv, *adevărul*, *demonstrabilitatea*, *calculabilitatea*, și *complexitatea* reprezentărilor semnificante sunt puse în discuție într-un alarmant crescendo al implicațiilor concrete.

Poate fi întrerupt oare acest proces care apropie limitarea prin paradox din ce în ce mai mult de spațiul problemelor reale pe care nu le mai putem ocoli? Credem că da. Pentru aceasta va trebui să apelăm la toate formele de reprezentare, astfel încât și sensurile, nu numai semnificațiile, să fie puse în jocul cunoașterii.

Propunem, în consecință, în anexa A2, o supralicitare a mecanismelor de tip paradoxal prin propoziția:

**"există propoziții cu sens care nu au semnificații".**

Această propoziție este paradoxală, dar nu se manifestă blocant, deoarece nu este formală. La nivelul la care cunoașterea folosește reprezentări simbolice starea paradoxală poate fi suspendată.

---

<sup>22</sup>Vezi "Inteligența artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului", în acest volum.



Cunoașterea se eliberează de incompletitudine pornind de la nivelul cunoașterii individuale, acolo unde simbolurile acționează eludând rațional alternativa obiectiv-subiectiv. Rațiunea nu are o alternativă reală, așa cum au formalul, obiectivul, ..., ea se constituie într-o punte ce leagă spații pe care alternativele le separă (anexa A2). Rațiunea ocrotește paradoxul și ne permite să-l ignorăm constructiv.

O dată textul scris, cu anexe cu tot, se pare că acesta poate fi susținut și de următorul post-titlu:

## Depășirea alternativelor

### Anexe

#### A1 Teoria algoritmică a subiectivității

*Animalele nu bănuiesc că le dăm nume.  
Ori poate că totuși bănuiesc și atunci asta  
este cauza pentru care se tem de noi.*

Elias Canetti

Vom încerca să definim premisele cantitative ale subiectivității pornind de la mediul conceptual oferit de teoria algoritmică a informației. Comunitatea științifică se formează în procesul de comunicare. Transferul de informație se realizează condiționat de:

- convenții (restricții) sintactice impuse,
- relații semantice formal definibile prin convenții acceptate,
- ambianța oferită de senzori percepute

la nivelul unui grup. Dimensiunea critică a spațiului în care se desfășoară acest proces este cea semantică. Restricțiile sintactice sunt, de regulă, ușor de definit sau de modificat, iar sensurile nu pot juca un rol controlabil și, prin aceasta, determinant la nivelul comunității.

Constituirea reprezentărilor semnificante pornind de la reprezentările primare și trecând prin cele formale este un proces care presupune acțiuni formale dirijate neformal, printr-un ansamblu de atitudini subiective. Abordarea formal-neformală pe care ne-o propunem are la bază conceptele formale ale teoriei algoritmice a informației [Chaitin '90, '92] și iluzia că depășirea formalului se poate uneori sprijini pe sugestia pe care formele o pot avea într-o minte superior predispusă să se întoarcă spre sine.

**Propoziția 1** Orice realitate perceptibilă prin mărimi cuantificabile poate fi reprezentată primar printr-o secvență binară.  $\diamond$

**Propoziția 2** Orice reprezentare primară de  $n$  biți poate fi condensată într-o reprezentare formală cu o dimensiune de  $m$  ori mai mică, unde:  $m_{min} = 1$  și  $m_{max} = n/O(\log n)$ .  $\diamond$

Pentru  $m_{min}$  condensarea este nulă și spunem că reprezentarea nu a putut fi formalizată, iar șirul asociat reprezentării primare este aleator. Cu cât  $m$  crește, gradul de formalizare se accentuează, existând o limită dată de valoarea lui  $m_{max}$ . Problema care se pune este: pentru câte din cele  $2^n$  reprezentări primare de  $n$  biți se pot găsi reprezentări formale de  $s$  biți, unde  $s$  este suficient de mic, astfel încât formalizarea să fie utilă.

**Propoziția 3** În mulțimea reprezentărilor primare de  $n$  biți, o fracțiune  $p$  pot avea reprezentări formale, condensate, de  $s$  biți, unde  $p = 2^{-(n-s)}$ .  $\diamond$

Deci, dacă prin formalizare reprezentarea scade liniar în dimensiune cu  $n - s$  biți, atunci numărul reprezentărilor primare formalizabile scade exponențial. Ne aflăm în fața unui rezultat descurajant, dar se pare că realitatea ne oferă nuanțe suplimentare. Propozițiile 2 și 3 presupun o tranziție riguroasă de la reprezentările primare, la cele formale, astfel încât corespondența dintre ele este biunivocă. În realitate, știința operează cu reprezentări semnificante. Formarea acestora din urmă nu presupune un mecanism riguros. În știință se lucrează cu rigoare formală maximă, dar asupra unor reprezentări formate printr-un proces în care și opțiunile subiective joacă un rol foarte important.

**Propoziția 4** Dacă, prin *neglijarea* valorii oricăror maximum  $s$  biți ai unor reprezentări primare distincte de  $n$  biți, se pot defini  $q$  reprezentări formale identice, atunci, se formează clasa de echivalență ce are asociată acea reprezentare ca *reprezentare semnificantă*, unde  $q$  poate fi aproximat inferior prin:  $q = (n/s)^s$  dacă este îndeplinită condiția:  $n \gg s$ .  $\diamond$

**Demonstrație** Dacă într-o reprezentare binară de  $n$  biți se dorește modificarea oricăror  $s$  biți, atunci aceasta trebuie să fie prelucrată realizând funcția XOR cu un cuvânt de  $n$  biți care are pe  $s$  poziții valoarea 1. Se vor putea obține  $N$  astfel de cuvinte distincte, unde  $N$  este numărul de configurații binare de  $n$  biți care au  $s$  biți cu valoarea 1. Valoarea lui  $N$  rezultă, calculând permutările cu repetiție ce se pot forma cu 2 semne (1 și 0) în care 1 este luat de  $s$  ori, iar 0 este luat de  $(n - s)$  ori:  $N = n!/s!(n - s)!$ . Aproximând prin minimizare valoarea lui  $N$ , obținem inegalitatea:  $N < (n/s)^s$ . Pentru a calcula câte configurații binare de  $n$  biți se pot obține prin modificarea a maximum  $s$  biți, va trebui calculată suma:  $q = (n/s)^0 + (n/s)^1 + (n/s)^2 + \dots + (n/s)^s$ , care, pentru  $n/s \gg 1$ , se poate aproxima inferior prin:  $q = (n/s)^s$ .  $\diamond$

**Exemplu** Să considerăm un spațiu pătrat format din 256 "linii" ce conțin fiecare 256 "puncte" (care poate fi ecranul unui monitor TV cu o rezoluție modestă). În acest spațiu de  $2^{16}$  puncte se poate desena o tablă de șah, fiecare pătrat fiind reprezentat printr-o suprafață de 32 linii și 32 de coloane de puncte, deci prin 1024 de puncte care pot fi albe (codificate cu 0) sau negre (codificate cu 1). Dacă vom nota cu  $0^n$  sau cu  $1^n$  o secvență de  $n$  zerouri sau de  $n$  simboluri de 1, atunci secvența de peste 65000 de biți asociată reprezentării primare a tablei de șah (care ar putea fi explicit scrisă pe aproximativ 32 de pagini) va fi:

$$(((0^{32}1^{32})^4)^{32}((1^{32}0^{32})^4)^{32})^4 \quad (1)$$

Secvența (1) este reprezentarea formală a șirului binar asociat tablei de șah în spațiul anterior definit ("ecranul TV"). Ce se întâmplă dacă un singur punct din spațiul celor 65536 nu are valoarea corespunzătoare? Reprezentarea formală (1) nu mai este posibilă. Vom renunța la a spune că pe monitorul TV este o tablă de șah? Am putea-o face dacă imaginea cu un bit modificat ar avea o semnificație deosebită. Dar dacă nu, atunci vom neglija valoarea reală a unui bit și vom declara imaginea ca fiind tot o tablă de șah, asociindu-i aceeași reprezentare formală ca și imaginii perfecte. Dar, dacă în fiecare pătrat al tablei de șah există 2 - 3 biți diferiți de imaginea riguros corectă? S-ar putea ca și atunci folosirea aceleiași reprezentări să nu aibă consecințe inacceptabile. Dacă din cei 65.536 de biți, câteva sute, relativ uniform distribuiți pe suprafață, nu au valoarea corectă, am putea conveni că reprezentarea formală (1) poate rămâne valabilă.

Să considerăm că, spre exemplu, 128 de biți, distribuiți relativ uniform, pot fi tolerați cu valori ce se abat de la cele riguros corecte. În acest caz, conform *Propoziției 4*, un număr de aproximativ  $q = (2^{16}/2^7)^{128} = 2^{1152}$  de reprezentări primare ar putea beneficia de aceeași reprezentare formală, care ar forma, astfel, o reprezentare semnificantă pentru tabla de șah reprezentată pe ecranul TV de 256 linii și 256 coloane. Deci, opțiunea subiectivă de a tolera o eroare de  $2^{-9}$  (aproximativ doi biți eronați la fiecare o mie de biți) ne-a permis să introducem sub incidența unei singure reprezentări formale un număr imens de manifestări concrete, care

pot fi acceptate ca fiind formal identice. Expresia (1) este numele pe care-l putem da unui număr foarte mare ( $2^{1152}$ ) din imensitatea ( $2^{65536}$ ) reprezentărilor grafice realizabile pe ecranul TV anterior definit. Dacă nu am fi tolerat o minimă eroare acest nume ar fi putut fi utilizat pentru a desemna numai o singură realitate și poate nu ar fi avut sens să ne străduim a-l găsi. ◊

Numele (1) nu este un concept, ci mult mai puțin: o *reprezentare semnificantă*. Trecerea de la reprezentări *riguros formale* la cele *semnificante* cu care, apoi, operează riguros știința este posibilă numai cu condiția unor neglijări ne semnificante, ce pot fi cantitativ motivate în virtutea unor opțiuni subiective. (Conceptul necesită o discuție care depășește scopul acestei anexe, implicând o discuție "în spațiul ecranelor TV posibile".)

O abordare care ar rămâne la nivelul manipulării unor reprezentări formale ar putea da socoteală de o infimă parte din realitatea care se află sub incidența aspirației comunității științifice. Subiectivitatea, care tolerează imprecis eroarea, permite ca știința să-și poată găsi un rost în comunitate. În concluzie, efectul Propoziției 3 este anulat prin posibilitatea oferită de acceptarea efectelor Propoziției 4.

**Atenție!** Discuția făcută în această anexă nu se referă la acele reprezentări primare care prin modificarea unui singur bit (sau a unui număr ne semnificativ de mic de biți) devine altceva! Este cazul unor reprezentări asociate unor realități unice<sup>23</sup> (spre exemplu unor creații artistice).

## A2 Depășirea paradoxului în teoria generală a informației

*Ceva din civilizația științifică a zilelor noastre ar sta sub blestem dacă ea n-ar păstra un rest."*

Constantin Noica

Rigoarea unei definiții este consecința delimitărilor care o permit. Delimitările presupun întotdeauna existența unui rest [Noica 70; pag. 161], și, astfel, paradoxul devine posibil. O teorie formală care nu acceptă un rest, pentru a se putea contura finit, este imposibilă. Nu ne rămâne decât șansa de a depăși coerent formalul în tentativa de a da un rost gândului peste tot.

### Sintactic - Semantic

Lumea semnelor poate intra în două tipuri de relații formale:

- relații sintactice,
- relații semantice.

Relația de tip sintactic este o relație internă, pe când relația de tip semantic este o relație externă. În primul caz semnele intră în relație cu ele însele, pe când în cel de al doilea semnele intră în relație cu o mulțime de obiecte. Spre exemplu, o relație sintactică poate fi una de ordine, pe când cea semantică se stabilește între mulțimea semnificantă a unor semne și cea semnificată a unor obiecte [Ștefan 93].

Relația de tip semantic apare ca o funcție definită într-o mulțime dată de semne, cu valori într-un spațiu delimitat al realității. În această situație funcția de semnificare poate fi una formală, cu toate avantajele și limitările ce decurg de aici.

Relația semantică poate fi de două feluri:

- o relație care stabilește semnificații de referință, asociind un semn cu o semnificație;

---

<sup>23</sup>Vezi definiția complexității semantice din "Coerența mentalului și formalului în experiment", în acest volum.

- o relație care stabilește semnificația unui semn (obiect) și în funcție de un context dat printr-o delimitare.

Alocarea semnificației de context presupune, implicit, și o relație internă în mulțimea semnificațiilor. De fapt această relație există întotdeauna, dar în cazul semnificației de referință ea este neglijată. (Nu este posibil ca întotdeauna această relație internă să poată fi definită formal, caz în care semnificația de context este stabilită printr-o funcție neformală.)

Am putea spune că semnificația de context o include pe cea de referință, care apare numai atunci când relația internă în mulțimea semnificațiilor este "slabă", putând fi neglijabilă.

Putem concluziona evidențiind relațiile ce apar în și între mulțimea semnificațiilor și cea a semnificațiilor:

- relații interne:
  - relații sintactice formale în mulțimea semnelor (semnificațiilor),
  - relații formale sau neformale în mulțimea obiectelor (semnificațiilor),
- relații externe:
  - relația semantică referențială,
  - relația semantică de context.

Toate aceste relații pot fi formale, în primul rând în virtutea delimitărilor impuse definirii mulțimilor pe care le presupun.

## Semnificație - Sens

Distincția dintre semnificație și sens nu poate fi făcută într-o manieră strict formală. Semnificația este un concept formalizabil, dar sensul nu poate fi definit formal. În consecință, trecerea de la semnificație la sens nu poate fi formală. Vom încerca o delimitare coerentă a celor două concepte deoarece nu ne putem limita numai la a spune că unul este formal, iar celălalt este neformal.

O posibilă definiție, formal-neformală, a sensului ar putea fi: *semnificația în contextul totalității*. Altfel spus, sensul este dat de semnificația de context în absența oricăror delimitări ale contextului. "Definiția" anterioară debutează cu un concept formal (semnificația) și se încheie cu unul neformal (totalitatea). Aparent, distincția dintre semnificație și sens este numai una cantitativă, dar trebuie să ne fie foarte clar că la **tot** nu se ajunge prin extinderea părții!

Tranziția de la o lume a relațiilor marcate de delimitări, către relații în care spectrul acestora dispare, ne permite tranziția de la semnificație la sens.

## Informația generalizată

Folosind distincțiile anterior evidențiate vom putea defini informația în cazul cel mai general [Drăgănescu '83].

**Definiția 1** Informația generalizată,  $N$ , este:

$$N = \langle S, M \rangle$$

unde:

- $S$  este o mulțime de obiecte (eventual semne) între care sunt definite relații de tip sintactic,
- $M$  este înțelesul asociat elementelor din  $S$ .

◇

Deci, informația este înțelesul pe care-l poate avea un ansamblu de semne care posedă o anumită coerență internă (relație sintactică). Acest înțeles se poate raporta, în cazul general, la un individ, la o comunitate sau la o comuniune, la o mașină de calcul sau la părți ale ei, dar și la porțiuni ale existenței mai mult sau mai puțin percepute ca atare de individ, comunitate, comuniune, mașină de calcul ... . Este evident că  $N$  nu poate dobândi o reprezentare formală decât dacă-i restrângem domeniul de aplicabilitate, nuanțând pe  $M$ .

**Definiția 2** Structura informațională (sau informația de tip sintactic) este:

$$N_0 = \langle S \rangle .$$

◇

Structura informațională nu este informație, ea se constituie numai în mediul (suportul) organizat care va permite manifestarea relației ce dă naștere informației. Necesitatea unui spațiu organizat se impune datorită necesității de a oferi o descriere de o complexitate minimală mulțimilor de obiecte utilizate ca semnificanți. Nu de puține ori  $S$  este o mulțime infinită care nu poate fi descrisă finit, deci descrisă, decât dacă posedă o organizare internă.

**Definiția 3** Informația semantică este:

$$N_1 = \langle S, \mathbf{S} \rangle$$

unde prin  $\mathbf{S}$  s-a notat mulțimea semnificațiilor asociate structurii sintactice  $S$ . ◇

**Definiția 4** Semnificația  $\mathbf{S}$  are două componente:

$$\mathbf{S} = \langle R, C \rangle$$

unde:

- $R$  este semnificația de referință,
- $C$  este semnificația de context.

◇

**Definiția 5** Informația fenomenologică este:

$$N_2 = \langle \sigma \rangle$$

unde  $\sigma$  este sensul. ◇

În mod evident, înțelesul, în cazul general:  $M = \langle \mathbf{S}, \sigma \rangle = \langle R, C, \sigma \rangle$ , apare ca fiind dat de semnificația de referință, semnificația de context și sens (semnificația în contextul totalității).  $R$  este o entitate formală,  $C$  poate fi formală, iar  $\sigma$  este neformală.

## Forma paradoxală

*"If there's any message at all for humankind in the results of Gödel, Turing, and Chaitin, it's that there is a forever unbridgeable gap between what's true and what can be proved."* [Casti '92]

Între spațiul adevărului și cel al demonstrabilității există un rest ce nu poate fi parcurs prin procedee formale. Există situații în care s-ar putea defini o reprezentare semnificativă, dar numai cu neglijări care, chiar dacă sunt cantitativ foarte mici, alterează esențial conținutul reprezentării primare. Esențialul este determinat, în acest caz, de o parte cantitativ nesemnificativă din reprezentarea primară. Unicitatea reprezentării primare nu poate tolera o reprezentare semnificativă, care se extinde peste o clasă de echivalență. Deci, reprezentarea formală nu este posibilă,

iar cea semnificantă ar fi cantitativ posibilă, dar calitativ inacceptabilă. Este cazul unei realități cu sens, dar fără semnificație. Esențialul se află în acea mică parte a reprezentării prin eliminarea căreia ar fi posibilă reprezentarea semnificantă. Uneori derizoriul joacă un rol dominant, poate "regla chiar procese universale"<sup>24</sup>.

Există, deci, realități în a căror reprezentare primară individul, comuniunea și, uneori, comunitatea științifică recunosc o ordine (o posibilă semnificație evidențiabilă printr-o reprezentare semnificantă) peste care se suprapune, integrat indestructibil, un rest. Dar acest rest nu mai poate fi înlăturat pentru a permite o reprezentare semnificantă.

De ce acest rest nu poate fi înlăturat? Pentru că ține de conexiuni ce un pot fi evidențiate într-un spațiu delimitat. Atunci când restul este conectat la tot, orice neglijare are consecințe imprevizibile și, prin aceasta, catastrofale. Nimeni nu și le va asuma. Și astfel omul păstrează lângă sine, îngrijorat, sensurile, chiar atunci când nu le găsește nici o semnificație. (Să fie vorba de teama pe care o avem de o posibilă acțiune a sensurilor fără semnificație?) Cu această introducere putem risca propoziția următoare.

**Teză** Există cel puțin un obiect  $P$ , ce aparține unei structuri sintactice  $S$ , care poate satisface Definiția 5 fără a satisface și Definiția 3.  $\diamond$

Această teză nu se bazează în totalitate pe concepte formale, depășind coerent formalul. Complexitatea lui  $P$  nu permite asocierea unei semnificații printr-o reprezentare semnificantă, dar diferența minoră, subiectiv sesizabilă, face astfel încât sensul să fie posibil. Mental, restul, care nu permite semnificația, poate fi conștientizat, astfel încât posibilă semnificație plus restul să poată genera sensul. Deci, restul face ca sensul să nu poată tolera semnificația pe care acesta din urmă se bazează. Sensul este o formă limită a semnificației, atât timp cât restul nu este implicat. Teza anterioară poate fi reformulată astfel încât "paradoxul" să poată fi evidențiat.

**Paradox 1** Conform teoriei generale a informației, există cel puțin un obiect  $P$  cu sens și fără semnificație.  $\diamond$

Diferența esențială între paradoxul anterior și cele cunoscute este aceea că l-am formulat conștienți de cauza ce-l generează: restul. Astfel, credem că starea paradoxală este suspendată, paradoxul putând fi tolerat fără a ne mai strădui să-l înlăturăm. El este o limită pe care ne-am asumat-o, delimitându-ne pentru a permite comunitatea științifică. Ceea ce ignoram, restul, pentru a putea avea ceva în comun, se răzbuna sub forma paradoxului. Dar, gândind cu rest cu tot, ne putem relaxa în preajma paradoxului. El poate fi integrat într-un demers circular, mai mult decât bimilenar, dacă-l reformulăm, după cum urmează, adăugându-i și perspectiva teoriei algoritmice a informației.

**Paradox 2** Există propoziții cu sens,  $P$ , cu o complexitate atât de mare încât semnificația lor nu poate fi decisă.  $\diamond$

Decizia privitor la semnificație nu se poate lua decât în baza unei reprezentări semnificante (Propoziția 4, Anexa 1), care nu poate fi construită decât pentru o reprezentare primară simplă (Propoziția 2) sau simplificabilă (Propoziția 4). Deci, complexitatea algoritmică [Chaitin '90] prea mare, datorată restului ce nu poate fi neglijat, nu ne permite să decidem în privința semnificației. (Reprezentarea primară nu este pur aleatoare decât strict formal.)

În decursul timpului, de fiecare dată când paradoxul a bântuit sistemele formale, a putut fi găsită o propoziție  $P$ , astfel încât, succesiv, s-a concluzionat că:

- "nu se poate *decide* dacă propoziția  $P$  este *adevărată*" (Epimenide);
- "*adevărul* acestei propoziții nu este *demonstrabil*" (Gödel);
- "nu se poate *demonstra* că această propoziție este *calculabilă*" (Turing);
- "nu se poate *calcula* un număr mai *complex* ca cel specificat de propoziția  $P$ " (Chaitin);

---

<sup>24</sup>Vezi "Limita ca valoare", în acest volum.

- ” *complexitatea* propoziției P, cu sens, nu permite ca semnificația ei să fie *decisă*”.

Pe rând, conceptele:

**decidabil - adevărat - demonstrabil - calculabil - complex - decidabil - ...**

se înlănțuie, pînă când, prin decidabilitate, se închide un cerc care permite ieșirea din paradox.

### Ieșirea din paradox

De câte ori gânditorii nu și-au putut reprimă pornirile disociative, paradoxul s-a manifestat amenințător sau stimulant. Disocierile s-a manifestat la două niveluri:

- disocierea de rest, să o numim disocierea fenomenologică;
- iar în spațiul rămas, disocierea între adevărat și fals, între demonstrabil și nedemonstrabil, între calculabil și necalculabil, între complex și simplu, între decidabil și nedecidabil, ..., să le numim disocieri semantice.

Cauza principală a blocării în paradox a fost disocierea celor două tipuri de disocieri, a celor fenomenologice de cele semantice. Admițând că ambele există se poate ieși din paradox. Este această decizie formală sau neformală? Credem că este rațională. Atunci când și restul are un rost, rațiunea se substituie alternativei formal-neformal. Mai mult, prezența restului suspendă necesitatea disocierii alternativelor. Din acest motiv, am dori ca rațiunea să fie privită nu ca o alternativă, ci ca punte între *formă* și *devenire* [Platon T], între *ființă* și *Dasein* [Heidegger '47], între *în* și *întru* [Noica '70], între *structural* și *fenomenologic* [Drăgănescu '79], între *civilizație* și *cultură* [Malița '93].

Rațiunea, sprijinită de rest, ne-ar putea scăpa de caruselul alternativelor.

Noiembrie 1993





# Așteptând anul 2000

*Nu știi, pentru că nu îndrăznești să-ți imaginezi.*

Mircea Eliade, *Podul*, 1963

O luciditate<sup>25</sup> răutăcioasă ne duce cu gândul la faptul că anul 2000 capătă o semnificație distinctă numai în virtutea unei simple convenții. Faptul că baza de numerație curent folosită este cea de zece, face ca 2000 să fie o cifră rotundă. Dacă am fi fost și cotidian sub incidența binarității un număr rotund de ani s-ar fi împlinit în 2048 și poate ne-am fi simțit obligați să-i așteptăm cu 4096 de zile înainte, nu cu 3000 cum o facem acum<sup>26</sup>. Alegerea unui an ca fiind mai semnificativ numai în virtutea unei convenții formale este caracteristică pentru obsesiile structural-formale pe care civilizația europeană le are, într-un crescendo ce își are originea, într-adevăr, în urmă cu 2000 de ani.

Poate ar fi mai corect să spunem că nu așteptăm anul 2000, ci marcăm sfârșitul unui proces ce, în Occident, durează de aproximativ două milenii. Perioada pe care o parcurgem este caracterizată printr-o acută conștientizare a limitelor unui mod de gândire ce s-a dorit, într-un proces rapid de creștere, la îndemâna tuturor. Depășirea elenismului a însemnat o înregimentare pe calea *sigură* a unei evoluții *rapide*. Atunci când "Adevărul sunt Eu" devine cuvântul călăuzitor, adevărurile din oameni pălesc și reflexul lor jalnic se întrupează în adevărul formal sau în cel absolut, ușor de mânuit, de impus sau de manipulat.

Exersarea *adevărului*, într-o lume în care *adevărurile* individuale contează din ce în ce mai puțin, a permis impunerea formal-structuralului ce a acaparat umanitatea până la uitare de sine. Și așa ajungem să fim obsedați de diverse ciclicități.

Există însă și coincidențe care ar putea justifica atenția pe care o acordăm acestui sfârșit de mileniu. Caracteristica cea mai importantă a etapei prin care trecem este dată de o *pregnantă sesizare a limitelor* în domenii în care gândirea structural-formală este determinantă.

La o analiză mai atentă, civilizația occidentală este practic egal distanțată și de cea orientală și de vechea civilizație greacă. Ne revendicăm din ce în ce mai puțin justificat ca urmași ai elenismului antic în cadrul căruia raționalitatea și spiritualitatea fuzionau până la indistinție. Mentalitatea creștină a segregat aceste două forme, aproape am putea spune că le-a creat, introducând umanismul occidental pe o dublă traiectorie: una a raționalismului formal fundamentat și alta a spiritualității ca atitudine dată nemijlocit. Dinamismul exacerbant al primei traiectorii nu a permis în nici un moment spiritualității

---

<sup>25</sup>Acest text a fost publicat, sub titlul "Șansele depășirii limitelor", în *Academica*, nr. 3 (15) din ianuarie 1992.

<sup>26</sup>Ideile cuprinse în acest text au fost expuse cu ocazia mesei rotunde, cu tema "Mai sunt 3000 de zile până în anul 2000", organizată de Academia Română în 14 octombrie 1991.

să-și pună amprenta pe creații ce rezultau din faptul că omul occidental dorea să evolueze rapid și sigur către un scop pe care nu mai avea timp să-l precizeze.

Antichitatea elină percepea demersul științific în două maniere distincte dar strâns legate. O primă modalitate este cea *theoretică* ce presupune o cunoaștere nemijlocită, iar cea de a doua este cea *epistemică* reprezentând abordarea deductivă, mijlocită de procedee raționale. O bună îmbinare a celor două maniere poate garanta cunoașterea consistentă cu realități oricât de profunde. Orice balansare în favoarea uneia sau alteia afectează consistența sau profunzimea. Civilizația occidentală a ales pentru știință calea *epistemică*. Componenta *theoretică* s-a prezervat, atrofiată, în afara științei, sub forma unui iluzoriu demers care încerca să mențină omul în preajma sacralului.

În ultimele două milenii, pentru noi occidentalii, știința a însemnat o cale preponderent *epistemică*, ce a asigurat consistența construcțiilor științifice cu o realitate superficială. Cartezianismul dă un impuls definitiv acestei tendințe, împlinită în ultimele decenii printr-o profundă criză rezultată din sesizarea unor limite fundamentale. Știința își argumentează acum incapacitatea de a pătrunde realități ce depășesc o anumită profunzime, iar tehnologia se află în imposibilitatea de a stăpâni complexități peste un anumit nivel.

Calea *epistemică* este încununată de formal-structuralismul ce domină știința contemporană. În cadrul acesta avem însă privilegiul ca, la acest final de mileniu, să demonstrăm riguros că limitele de care suntem marcați sunt foarte jos. Există probleme curente, banale, ce nu-și pot găsi soluții formale; există funcțiuni esențiale ce nu pot fi realizate tehnologic într-o manieră pur structurală. Chaitin<sup>27</sup> și Bremermann<sup>28</sup> aduc argumente incontestabile în acest sens.

Spațiile în care căutăm soluții prin mijloace formale sunt uneori atât de mari încât, chiar dacă posedăm un algoritm de calcul, nu ne putem permite să-l folosim pentru că pe cele mai rapide sisteme de calcul, soluția poate fi găsită de multe ori numai în sute sau mii de secole<sup>29</sup>. Dar este foarte interesant că o soluție "ghicită", prin nu știu ce procedee, poate fi validată sau invalidată, în majoritatea cazurilor, într-un timp nesemnificativ de mic<sup>30</sup>.

Deci, căutarea *epistemică* este uneori inutilă, pe când verificarea unei intuiții *theoretice* se poate face foarte ușor. Dar, din păcate, am pierdut abilitatea de a îmbina eficient *epistemicul* cu *theoreticul*. Singura noastră șansă, acum când suntem și conștienți de limitele ce ne domină, este aceea de a reînnoa vechea deprindere elină de a face știință prin validarea (*epistemică*) a unor inspirații (*theoretice*) fericite sau bine stimulate.

Recuperarea se va putea face printr-un proces educațional stimulat pentru capacitatea *theoretică* de acces nemijlocit la realități profunde sau la soluții ce se găsesc scufundate într-un spațiu oricât de complex. Procesele educaționale care *formează* vor trebui înlocuite cu altele ce *deschid* accesul către modalități ce presupun intuiție, capacitate nemijlocită de abordare [Ștefan '90]. Ne-am obișnuit să educăm astfel încât să stimulăm

<sup>27</sup>Vezi anexa A3 din "Limita ca valoare", în acest volum.

<sup>28</sup>Vezi secțiunea "Limitări fizice" din "Conștientizarea limitelor în informatică", în acest volum.

<sup>29</sup>Vezi anexa A2 din "Limita ca valoare", în acest volum.

<sup>30</sup>Majoritatea soluțiilor problemelor complexe sunt distribuite într-un spațiu ce se ordonează arborescent. Căutarea unei soluții, pentru o variabilă de intrare dată, presupune, de regulă, parcurgerea, în cel mai defavorabil caz, a întregului spațiu. Un spațiu arborescent structurat are o complexitate exponențială, presupunând un timp foarte mare de căutare. Dar, dacă, printr-un procedeu neformal "ghicim" o soluție poziționată într-una din "frunzele" arborelui, atunci validarea ei se face parcurgând arborele pe cel mai scurt drum către tulpină, într-un timp care este, de regulă, proporțional cu logaritmul complexității arborelui. Validarea presupune deci un timp nesemnificativ de mic în comparație cu căutarea soluției.

numai capacitatea de a găsi sigur soluții într-un spațiu limitat. Va trebui să ne obișnuim cu gândul că trebuie să căutăm soluții în spații mult extinse, cu riscul asumat de a nu găsi nimic sau de a găsi lucruri imprevizibile, utile sau nu, iar uneori chiar nocive. Am dezvoltat tehnici educaționale ce asigurau rezultate sigure și previzibile. Va veni timpul în care să ne asumăm riscul unui proces educațional mai puțin controlat; astfel, ne vom mărgini la ceea ce obținem acum prin procesul de iredponsabilă atrofiere a unor capacități naturale inimaginabil de mult extinse peste granița celor ce ne-am obișnuit să exersăm în lumea noastră multilateral limitată.

Se vorbește din ce în ce mai mult, și din perspectiva limitelor pe care le are știința contemporană, de o profundă criză a spiritualității. Nu de spiritualitate ducem însă lipsă, ci de capacitatea de a îmbina raționalitatea și spiritualitatea în cadrul oricărui demers cognitiv sau constructiv, astfel încât să depășim blocajul în care ne-a adus raționalitatea pură, în tendința pe care a avut-o de a monopoliza manifestările comunitare ale omului. Disjuncția dintre rațional și spiritual a permis dezvoltarea unor comportamente ce au sărăcit umanul până la limita degenerării într-o specie la care aceste două componente să se excludă.

De fapt raționalitatea și spiritualitatea sunt comportamente limită la care, să sperăm că nici un individ real nu a putut ajunge. *Refacerea unității, pierdute într-o rătăcire bimilenară, între rațional și spiritual, constituie șansa depășirii limitelor pe care știința și le-a descoperit.* (S-ar putea ca și pura spiritualitate să fie marcată de limitări pe care nu le exteriorizează). În acest sens Mihai Drăgănescu distinge între structural, fenomenologic și structural-fenomenologic [Drăgănescu '79, 85]. Credem că omul se poate împlini numai printr-un demers structural-fenomenologic. El are o relație superficială, directă și una profundă cu oamenii și cu existența, este legat atât structural cât și fenomenologic. De aceea gândul și acțiunea omului devin consistente numai într-o variantă structural-fenomenologică.

Să ne pregătim pentru mileniul următor încercând să redăm omului o *unitate* ce a fost sistematic subminată în numele unor unități ce se doreau constituite în afara și deasupra lui. Unitatea științei și cea a credinței au subminat unitatea omului pentru că și-au clădit edificiile fragile eludându-l și minimalizându-l.

La vechii greci *theoreticul* și *epistemicul* constituiau o unitate pentru că slujeau *adevărul fiecăruia om în parte*. Raționalitatea și spiritualitatea se referă, fiecare, la câte *un singur adevăr* ce se află în afara oricăruia dintre noi. Refacerea unității, pierdute timp de două milenii, va readuce, poate, fiecăruia propriul adevăr în mileniul ce urmează. Adevărul se va sparge în nenumărate adevăruri, împlinindu-se deasupra distincției dintre rațional și spiritual.

Octombrie 1991



# Nostalgia formalului

*Rămâne însă mereu valabilă vorba, aproape trecută cu vederea, din Poetica lui Aristotel, cum că poezia este mai adevărată decât cercetarea sistematică a adevărului.*

M. Heidegger

*Trăirea*<sup>31</sup> adevărului degenerează, odată cu explozia creștinismului în lumea europeană, sub forma *credinței* în adevăr, ca înregimentare pe calea unui progres nimicitor. Raționalitatea greacă, pentru care trăirea adevărului era o *stare* existențială, se baza pe fermitatea și suplețea atitudinii individuale, pe când carteziana *căutare* rațională a adevărului se bazează pe credința existenței lui în afara omului. În comunitatea elenă fiecare-și trăia propriul adevăr, pe când în lumea noastră căutând adevărul, încercăm să-l *impunem formal* tuturor, în virtutea eficienței sincronizării unor gesturi exterioare. Coerența *formală* devine chezașia adevărului. Numai că "chezașia poartă nenorocire", a scris unul dintre cei șapte înțelepți pe frontonul templului lui Apollo din Delphi. Nu putem spune că nu am fost avertizați. Dar omul și comunitatea nu au crezut niciodată în profețiile pe termen lung. Au trebuit să treacă mai bine de două milenii și jumătate pentru ca nenorocirea care ne paște sub chezașia formalului să devină o limită sesizată, recunoscută și din ce în ce mai mult luată în seamă.

Dintru început au apărut în lumea formelor incompatibilități evidente, ignorate cu dezinvoltură în euforia generată de spectacolul înțelegerii, stăpânirii și construcției unei lumi trunchiate. Astfel, spre exemplu, imediat ce s-a cristalizat conceptul de pătrat a devenit evident faptul că diagonala lui, deși putea fi coerent definită, ducea la un concept de nerostit. Într-o lume primară a formelor geometrice dacă pătratul exista atunci diagonala lui nu putea fi complet specificată ca dimensiune printr-un șir finit de simboluri sau, invers, dacă diagonala lui este definibilă atunci patrulaterul nu este un pătrat. Fără să stea mult pe gânduri, omul a nuanțat lumea formelor definind sublumea numerelor iraționale și odată cu aceasta, a creat iluzia că un *nume* se poate substitui unei secvențe infinite, fără nici un fel de penalizări. În cazul exemplului nostru, diagonala este proporțională cu  $\sqrt{2}$ , acest din urmă simbol substituindu-se unei secvențe ce nu va putea fi actualizată niciodată. Am considerat astfel problema rezolvată, mulțumindu-ne să construim în lumea formelor, în încercarea de a compensa limite fundamentale ale acesteia. Corespund nuanțările și structurările formale diversității realității concrete,

---

<sup>31</sup>Acest text a fost publicat în *Academica* nr. 1, octombrie 1990.

Alcătuirea volumului s-a făcut prin selectarea unor texte redactate de autor în ultimii aproximativ 10 ani. Cu această ocazie a fost comasată bibliografia, au fost corelat notele și s-au eliminat unele repetiții, inerente în cadrul unor texte scrise independent.

căpătând prin aceasta o justificare dată de tendința spre consistență? În mod cert, nu. Lumea formelor nu este una paralelă, ci este o altă lume în care ne complacem în tentativa de a închea o comuniune, tentativă eșuată în cimentarea unor comunități.

Limitele viziunilor formale, chiar dacă au fost sesizate din start (am putea menționa și paradoxul mincinosului sau competiția, teoretică, câștigată de țestoasă în fața lui Achile), nu au constituit un impediment în dezvoltarea acestora, deoarece efectul lor nu apare o dată cu aceste manifestări incipiente. Numai după o îndelungată și aprofundată folosire, numai după ce implicațiile încep să depășească granițele lumii formelor, aceste limitări, de care suntem riguros convingși numai de aproximativ o jumătate de secol, încep să-și arate adevărata dimensiune. O dată cu aceasta se dezvăluia și imensul gol de spiritualitate pe care travaliul formal l-a determinat în trăirea individuală. Omul se descoperă golit de resurse esențiale ce-i permiteau accesul la realitatea interioară și exterioară lui. Altfel spus, omul se regăsește golit de adevăr tocmai pentru că a *crezut* în acesta, apoi l-a *căutat* rațional și, în final, a încercat să-l *impună formal*.

Vom putea recâștiga, în locul credinței în adevăr, *trăirea* adevărilor, resugerate, parcă reconciliant, și de libertatea din lumea formelor? Prin această sugestie se manifestă, poate, efectul cel mai pozitiv al diferitelor formalisme. Suntem încurajați în speranța reamintirii existenței adevărilor care s-ar putea reîmplini în oameni. Astfel, după o rătăcire bimilenară, vom reuși, poate, să reînnodăm, printr-o veritabilă renaștere, firele destrămate ale trăirii și raționalității care la greci se împleteau atât de armonios. Avem chiar o șansă în plus. Sincronizările totalizante în gest au avut și unele efecte pozitive, pentru că ne-au permis exteriorizarea majorității comportamentelor împovărătoare. Ne regăsim deja, în mare parte, eliberați de necesitatea unor excesive "specializări" ce blocau realizarea echilibrului absolut necesar împlinirii individuale.

Ce ne mai oprește atunci să refacem în fiecare dintre noi armonia dintre propriul demon și o raționalitate aflată, în primul rând, sub imperiul sincronizării în gând și numai apoi sub acela al sincronizării în faptă? Cred că *nostalgia formalului*. Și mai ales o nostalgie care nu urmează unei împliniri, ci numai unei dorințe parțial sau deloc satisfăcute.

Un procedeu nu-și poate dovedi limitele esențiale decât exersat peste un anumit nivel. Cochetăriile incipiente cu diverse formalisme sunt spectaculoase, atractive și deosebit de tentante. Abordarea formal-sistemică se manifestă ca limitativă în primul rând pentru cei ce au practicat-o intens, cu succes, ajungând până în zonele în care ea-și dovedește neputința. Pentru a da un prim exemplu, să ne reamintim că Hegel anunța sistemul său filosofic ca fiind ultimul, fapt care nu ar trebui interpretat ca un gest arogant, ci drept o înțelegere superioară a ceea ce ajunsese filosofia. Numai cine a dezvoltat sistemic acest domeniu până la nivelul la care a făcut-o Hegel este îndreptățit să emită o astfel de părere. În ultima sută de ani această sentință a fost urmată, cu toate că nu s-au făcut referiri explicite la ea, astfel că majoritatea gândurilor, sugestiilor și atitudinilor realmente filosofice nu au mai îmbrăcat o haină sistemică. Chiar dacă mulți gânditori au mai avut nostalgia dezvoltării unor sisteme filosofice, împlinirea și-au găsit-o numai în preocupări ce străpungeau spectaculos barierele rigide ale unor mentalități și obsesii formal-sistemizatoare.

La cealaltă extremă, în lumea matematicienilor, odată ce au început preocupări pentru fundamentele geometriei, logicii, aritmeticii, pe la mijlocul secolului trecut, s-au înmulțit semnele de întrebare, iscate la început de anumite singularități aberante, obținute drept consecință a unor construcții ce păreau defectuoase. Căutându-se defectele au fost descoperite mecanismele esențiale responsabile pentru procese ce limitau fundamental posi-

bilitățile și pretențiile unei științe întemeiate strict formal. Incepând din 1931 avem la dispoziție o teoremă care probează limitele esențiale în posibilitatea omului de a obține o teorie formală în care adevărul să poată fi riguros transat<sup>32</sup>. Nu numai că formalismele deschiseseră calea adevărurilor, dar acum apare posibil un adevăr arbitrar. Putem construi riguros un obiect formal a cărui valabilitate nu o putem riguros demonstra și suntem obligați să-l admitem, eventual, ca pe un adevăr.

Cei ce utilizau sistemele formale nu au fost prea afectați de această descoperire făcută în lumea formelor. Ei erau numai cu un picior în ea și călcau pe o porțiune infimă foarte îndepărtată de frontierele arătate de K. Gödel. Pentru a da numai un exemplu, pot aminti că un inginer care dimensionează printr-un calcul riguros cablul unui lift, după ce obține diametrul secțiunii îl înmulțește cu patru dacă liftul transportă persoane. Acest inginer știe dintr-o experiență reală, neformală, că în calculul său riguros a neglijat atâtea procese fizice posibile încât corecția pe care o face nici nu este prea grosolană. Un astfel de inginer nu va fi niciodată îngrijorat de consecințele teoremei lui Gödel.

A intrat în arenă însă o nouă categorie de ingineri, care structurează în lumea unor mașini ce au o componentă fizică dar și una informațională, astfel îngemănate încât sunt capabile de un comportament formal foarte avansat. Acești ingineri sunt obligați să cutreiere lumea formelor de la un cap la altul, nu se mai pot mulțumi numai cu un picior în această lume. Astfel, nu de puține ori, inginerul se apropie de frontiera cu lumea proceselor ce scapă de sub controlul formelor chiar dacă sunt o emanație strictă a acestora. Ar trebui să dezvăluim, pentru cei ce încă nu știu, că acești minunați ingineri și mașinile lor de calculat nu sunt în stare să rezolve următoarea problemă: fiind dată o mașină de calcul, un program și un șir de simboluri drept date de intrare, să se determine dacă mașina se va opri într-un timp finit, generând un rezultat oarecare. Pare o problemă fundamentală. Nu cunoaștem soluția ei, dar acest lucru nu ne împiedică să folosim cu dezinvoltură calculatoarele. De ce? Pentru că încă nu am ajuns să punem probleme suficient de importante, suficient de complexe acestor mașini.

Se pare că înainte de a ajunge la probleme fundamentale insolubile trebuie să depășim o altă barieră, cea a *complexității*. Această barieră nu este numai o limită tehnică. Ea obturează faptul că în spatele ei nu se află nimic. Tehnicienii și matematicienii gândesc încă mașini din ce în ce mai complexe pentru a rezolva probleme care ei cred că încă se mai pun. Se pare însă că, peste o anumită limită, nu se mai pot pune probleme, în sensul că mecanismele formale nu ne mai ajută, decât dacă cunoaștem dinainte soluția. Sub incidența algoritmului se află o minoritate infimă din mulțimea problemelor pe care oamenii visează să le rezolve. Acest lucru este demonstrat de preocupările pentru fundamentarea, în ultimele decenii, a *teoriei algoritmice a informației*<sup>33</sup>. Principalul realizator în acest domeniu, coinițiat cu Kolmogorov și Solomonoff, este G. Chaitin, cel care reușește să ne convingă că putem da socoteală algoritmic, deci printr-un mecanism formal, numai de o infimă parte a proceselor sesizabile în realitate<sup>34</sup>, pentru toate celelalte nu putem să reacționăm decât printr-o percepție globală neînsoțită de o înțelegere detaliată, discursivă, ce ar implica mecanisme inteligente. Realitatea, în ceea ce are mai important, nu se poate supune agresivității formalizante care să faciliteze o înțelegere sau o deducție în virtutea unui algoritm sau a unei euristici. Unii se vor consola cu această constatare, dar cred că majoritatea ar trebui să se bucure.

<sup>32</sup>Vezi nota 17 din "Limita ca valoare", în acest volum.

<sup>33</sup>Vezi "Teoria algoritmică a informației", în acest volum

<sup>34</sup>Vezi anexa A3 din "Limita ca valoare", în acest volum.

Dacă la Hegel avem de-a face cu o observație referitoare numai la filosofie, la Chaitin, autoritatea sa de matematician ne pune în fața unui rezultat universal valabil, pe care, atunci când îl vom pătrunde cu toții în esența lui, nu-l vom mai putea ignora, marcându-ne definitiv atitudinea față de lumea formelor.

Nostalgia formalului rămâne să se mai manifeste în cercurile în care acesta nu a apucat să se împlinească suficient. Numai cei ce nu au practicat la un nivel profesional gândirea formală își mai fac cu inocență iluzii asupra infailibilității ei.

Îngrădind sfera de valabilitate a formalismelor, obținem o delimitare benefică în primul rând acestora. Granița pe care o construiește Chaitin conturează ferm tărâmul pe care formele se pot manifesta spectaculos. În același timp, în afara acestui spațiu, trebuie să ne îngrijim pentru găsirea altor modalități de cunoaștere și clădire. Filosofia este, de data aceasta, cea care ne oferă, așa cum întotdeauna a făcut-o, sugestii și procedee de depășire a formal-sistemicului. Civilizația europeană își apropie din ce în ce mai mult gândul că într-o lume sprijinită pe etnosferă și tehnosferă, în care omul s-a exteriorizat eliberându-se, adevărul se poate reface în fiecare dintre noi, obsesia supraexistenței lui unice fiind definitiv sfârșită o dată cu sacrificiul pe care formalismele l-au făcut delimitându-se.

15-16 Aprilie, 1990.



# INFORMAȚIA ÎNTRE CONCEPT ȘI ILUZIE



# Inteligența artificială - un nou pas spre sincronizarea gândului

*Apoi am vorbit... despre limitele exprimării verbale, despre înfricoșătoarea experiență că orice încercare de a comunica ceva din sine poate reuși doar cu bunăvoința celuilalt”.*

Max Frish

O dată<sup>35</sup> cu scurgerea timpului, omul a creat din ce în ce mai multe *lucruri noi* și tot mai puține *gânduri noi*. Dacă afirmația pare prea tranșantă, am putea-o atenua spunând că un număr tot mai mic de gânduri noi s-au impus comunității?

Sincronizarea în acțiune a presupus cuvântul și, drept consecință, comunitatea în gând a pălit față de comunitatea în faptă. Prin ”hei rup-ul” inițial, și ceea ce a urmat, am sincronizat acțiuni exterioare, ne-am învățat să fim într-un gest și mai puțin într-un gând. Atitudinile noastre au evoluat în comunitate, pe când gândul a resimțit în solitudine, numai multiplu mijlocit, efectele conviețuirii.

Gândurile noi, atâtea câte au fost, s-au referit cu obstinație la noi modalități de acțiune. Noul s-a manifestat spectaculos în tehnologie, sprijinind acțiunea, demersul prin care tehnosfera se extinde continuu. Inventăm la suprafață, în formal, dar nu reușim la fel de mult să aprofundăm și să clădim în neformal. (Poate însăși ideea de a ”clădi în neformal” să nu se potrivească gândului care nu clădește, ci *gândește*). Pătrundem cu gândul lumea numai atât cât să întrevădem posibilitatea de a o pune în slujba noastră direct, într-un mod nemijlocit de o perspectivă suficientă.

Trecând prin istorie, cât am reușit să adăugăm înțelepciunii celor vechi? Pentru grecii din vechime ”tu ești” spus de zeu, echivalabil prin ”eu sunt” pentru om, era o *premisă*, un adevăr nemijlocit [Aristotel M] dat omului pentru a declanșa filosofarea [Dumitriu '74], [Drăgănescu '85b]. Dar este suficient să ne reamintim că, la câteva mii de ani numai, pentru Descartes ”eu sunt” era o *concluzie* și vom putea estima măsura decăderii gândului manifestat. Poate că gândul a avut ambiția pregnanței acțiunii, implicându-se în comunitate mai mult și mai altfel decât o permitea natura sa. De aici eșuarea în formal, prin sărăcirea ce a permis manifestarea.

Dar așa cum gestul a căpătat o dimensiune comunitară, nu poate și gândul aspira la depășirea solitudinii? Pentru aceasta este nevoie de conștiința unei necesități și de speranța unei împliniri.

---

<sup>35</sup> Acest text a fost publicat în vol.: *Sisteme de inteligență artificială*, Ed. Academiei Române, 1991; comunicare la *Cel de al doilea simpozion național de inteligență artificială*, octombrie 1985.

Oamenii au vrut să se înțeleagă între ei și au creat un canal de comunicare: limbajul, care s-a dovedit o barieră de netrecut pentru gând în ceea ce are el profund și unic. Sincronizarea în faptă a impus comunicarea, legând gestul de cuvânt, omul de oameni (nu de om), fapta de om, atât de puternic încât omul a pierdut sentimentul *introdeshiderii* [Drăgănescu '78], devenind o ființă *deschisă* către comunitate și tehnosferă mai mult decât către existență, *în* care este, nu *întru* care ar trebui să devină [Noica '68] făcând-o și pe ea, la rândul ei, să devină.

Gândurile unor filosofi au răzbătut spre comunitate, așa cum și atât cât se poate răzbate spre comunitate, dar nu este sigur că ele au ajuns la oameni. "Devenirea întru ființă", ca un *mod*, și "introdeshiderea" ca o *cale*, ambele fiind oricum mai mult decât numai un mod sau o cale și prin aceasta apropiindu-se, încearcă să străpungă bariera limbajului pentru a ajunge la oameni, nu în calitate de concepte care comunică, ci de simboluri care declanșează. Astfel, *gândul se sincronizează, devine gând nelegat de minte și prin aceasta gând ce poate acționa*. Dar unde?

Sincronizarea în faptă permite acțiunea oamenilor în *universul nostru*, sincronizarea în gând ar putea permite acțiunea în existență la palierele cele mai profunde, în sensul întrevăzut de Mihai Drăgănescu în "Profunzimile lumii materiale", din care cităm:

*"De aceea s-ar pune mai întâi problema modului nostru de acțiune în ortoexistență, cum anume, cu mintea noastră sau cu ce unelte sau mașini specifice ale viitorului? Iar în ortoexistență cum am putea trece la porțiuni ale existenței modificând proprietăți sau legi ale substanțelor? Până aici, dacă modelul se va confirma, vom avea un drum lung. Dar el ne-ar da drepturi mari asupra naturii, posibilități nelimitate de creație, atât de depline încât s-ar putea să hotărâm un nou experiment existențial, un nou univers cu legi pe care noi le vom fi imprimat în "genele" ortoexistenței. Materia și-ar deschide noi cicluri datorită conștiinței subiecților vii, lumea materială ar trece prin momente de înaltă conștiință."* (pag. 204)

Omul a devenit puternic, în lumea ce-l înconjoară direct, prin *sincronizarea gestului*; își va putea extinde puterea prin *sincronizarea gândului*. Fără acest salt nu-și va putea depăși actuala condiție de ființă constrânsă sub imperiul gesturilor și cuvintelor, ca manifestări exterioare, superficiale, ce mimează comunitatea. De multe ori când ne îndemnăm să fim "într-un gând" nu ne referim de fapt decât la a fi "într-un gest". Calea spre civilizație s-ar putea să fie condiționată de depășirea gesturilor sincronizate prin cuvinte.

Întreaga evoluție a umanității a fost marcată de un șir de exteriorizări [Gourhan '64] ce au permis eliberarea oamenilor de restricții ce limitau devenirea. A. Leroi-Gourhan are cel puțin pe jumătate dreptate când, în textul citat, spune:

*"În prezent adaptarea nu s-a terminat: evoluția a atacat un nou palier, cel al exteriorizării creierului..."* (vol.2, pag. 50)

Nu creierul este cel ce urmează a fi exteriorizat, ci funcția sa inhibitoare de canal ce a permis comuniunea numai prin comunicare. Așa cum evoluția omului a evitat transformarea unghiilor în gheare, a sosit momentul să evităm transformarea creierului într-o mașină formală, condusă formal. Ne-am exersat în a conviețui prin limbaje, ce devin din ce în ce mai riguroase, mai neexpresive și mai limitative, încât apare riscul ca în curând să nu mai existe distincții notabile între dialogul purtat de două persoane și cel purtat între două mașini. Ne bucurăm că mașinile pot deveni atât de performante, dar este obligatoriu ca,

tocmai de aceea, omul să încerce fructificarea la maximum a acestui câștig. Tot ceea ce în deprinderile omului era marcat de analitic, de formal, de rigoare va putea fi *exteriorizat*, omul găsimându-se eliberat de o funcție inhibitoare. În preistorie orice om putea să scurme pământul în căutarea unor rădăcini comestibile, dar lucrurile nu au evoluat în sensul specializării unor indivizi în căutarea eficientă a hranei prin acest procedeu, ci în sensul exteriorizării acestei funcții într-o porțiune din tehnosferă. Utilizarea tablei înmulțirii este o deprindere comună populațiilor civilizate, dar în perspectivă se va dovedi inutilă, omul eliberându-se de un stereotip ce i-a marcat o mică parte din istorie. Înainte de aceasta omul se va elibera poate de stereotipii verbale și comportamentale ce-l marchează mult mai mult. Ne putem saluta și printr-un *gând bun* adresat celui cu care ne întâlnim, găsim o modalitate mai puțin zgomotoasă și formală de manifestare.

Nimic nu este mai simplu ca un gest formal și nimic mai complicat ca un gând bun. Oamenii ce se vor saluta în absența oricărui gest formal, numai cu un gând bun, vor fi altfel de oameni. Un gest poate fi sincer sau nu, un gând nu se supune unei astfel de categorisiri. Într-o lume în care formalul este ostracizat în tehnosferă, vor exista și vor conviețui, sincronizați în gând, oameni cu adevărat noi.

Conviețuirea prin formal a fost stimulată și de faptul că interacția omului cu tehnosfera se face tot prin procedee și deprinderi formale. *Inteligența artificială va putea fi în primul rând o interfață între partea formală și cea neformală a lumii în care trăim, oamenii putându-se păstra din ce în ce mai mult în partea neformală a acesteia. (Între formal și neformal există gradații pe care nu le luăm în considerație în acest scurt text.)*

Cu prilejul fiecărei exteriorizări omul s-a *debarasat* de funcțiuni ce-i limitau evoluția, dar s-a și *împovărat* cu deprinderi formale ce-i permiteau interacția cu noua porțiune din tehnosferă, tocmai creată. Chiar când anumite funcțiuni au fost preluate, de la om, de către oameni, sub forma unui efort comunitar, a fost necesară și deprinderea unor atitudini formale ce au îmbogățit setul de gesturi stereotipe ale individului. Comportamentul artistic, atitudinea estetică față de ceea ce ne înconjoară a făcut parțial suportabilă această împovărare dar nu au anulat-o, au încercat numai să o compenseze.

*Inteligența artificială este primul obiect tehnic care încearcă să se dezvolte astfel încât să presupună și o eliberare a creierului de preocupări sau atitudini formale.*

Fiecare nouă unealtă a însemnat împovărarea creierului, în primul rând, cu deprinderea de a o folosi. Inteligența artificială permite, prin modul în care interacționează cu omul, ca acesta să se comporte, cât mai apropiat de natura sa, fără a învăța prea multe lucruri noi pentru a putea utiliza noul obiect tehnic. Vechile obiecte tehnice *porneau* de la om și funcția de exteriorizat, cel nou, inteligența artificială, are în vedere în *final* omul, spre care se întoarce presupunând funcțiunile sale naturale. Omul poate, învățând mai puțin, să se manifeste mai mult. Creativitatea este stimulată în interacția cu instrumente la care gândul nostru ajunge cât mai nestingherit.

Inteligența artificială este o cale pe care, debarasându-ne de formal, punem tehnosfera în mișcare prin atitudini din ce în ce mai naturale. Interfața dintre natură și tehnosferă se mută din creierul nostru, treptat, în lumea obiectelor create de noi. Dacă și următoarele invenții cruciale vor poseda această caracteristică, omul se va vedea întors la un comportament din ce în ce mai natural. Deci, nu întoarcerea la natură pur și simplu, ci redobândirea comportamentului natural într-o lume ce presupune tehnosfera. Vom construi instrumente pe care le vom putea ignora în ceea ce au ele formal, esențială rămânând, pentru noi, numai *funcția* lor.

Cu expresivitatea artistului, ce se manifestă uneori tranșant, Umberto Eco [Eco '84]

rostește, sub forma unei sentințe, aspirația noastră:

*"Singurele adevăruri care slujesc sunt scule de aruncat."* (p.488)

Soarta formalului este decisă în aceeași lucrare la fel de expresiv, prin următoarea formulare:

*"Raționamentul pe care și-l plăsmuiește mintea noastră este ca o plasă, sau o scară, care se construiește ca să ajungi la ceva. Dar după aceea scara trebuie aruncată pentru că se descoperă că deși slujea, era lipsită de sens."* (pag. 488).

În felul acesta, inteligența artificială poate fi privită ca modalitatea prin care încercăm să ne eliberăm de povara "scărilor" pe care le-am dobândit de câte ori făceam un progres, eliberându-ne dar luând în spinare, de fiecare dată și câte o "scară".

Mintea și sensurile profunde apar ca strivite sub multitudinea "scărilor" pe care le-a construit sau dobândit. Un prim pas spre eliberare, întrevăzut deocamdată numai în afara lumii științifice, este cel al *râsului*.

Vom începe prin a nu ne mai lua în serios deprinderile și ticurile induse formal în comportamentul nostru. Să-l cităm în acest sens pe J. Joyce [Joyce '84]:

*"Râse, ca să-și elibereze mintea de sub robia minții"*. (vol. 1, pag. 254)

Mintea se găsește *dedublată în gând și limbaj*, acesta din urmă înrobindu-l pe primul atât de mult încât, a vorbi cu noi înșine este o deprindere mai curentă decât cea a slobozirii nestingherite a gândului. Oamenii uită din ce în ce mai mult că rolul comunicării nu este și acela de a o folosi pentru a dialoga cu sine. Primul lucru de care trebuie să râdem este tocmai dialogul cu noi înșine. Ce este romanul lui Umberto Eco dacă nu, printre altele, un mod de a-i stigmatiza pe cei ce nu vor să lase liberă calea spre înțelegerea râsului, ca prim pas pentru deschiderea omului către cunoașterea și comunicarea nemijlocită formal. Cităm din roman:

*"Jorge se teme de cartea a doua a lui Aristotel poate pentru că ea ne învață într-adevăr cum să se deformeze chipul oricărui adevăr, pentru ca să nu devenim sclavii propriilor noastre născociri. Poate că datoria celui ce-i iubește pe oameni este să-i facă să râdă de adevăr, să facă adevărul să râdă, pentru că singurul adevăr este să învățăm să ne eliberăm de pasiunea nesănătoasă pentru adevăr."* (p.487)

Aruncarea "scării" devine un gest simpatic, de-a dreptul vesel, care ne poate stârni "râsul". Dar se poate întâmpla și invers, să scăpăm "scările" din cârcă zguduiți fiind de un hohot de "râs". Ambele situații presupun relaxarea oferită omului de instrumentele artificial inteligente.

*"Poate nu este lipsit de interes să mai parcurgem o dată lunga cale a evoluției, nu ca să constatăm dacă evoluția are un sens..., ci dacă omul mai are vreun alt sens în afară de cel de autor al aparatului supraumane."* (vol. 2 pag. 72)

Am citat din A. Leroi-Gourhan această afirmație retorică ce-și găsește rezolvarea într-un alt pasaj din aceeași carte:

*"Faptul că o bucată de lemn poate fi introdusă într-o mașină, fără grija firelor și a nodurilor, iar din aceasta iese o lamă de parchet standard împachetat automat, constituie desigur un progres social foarte important, dar asta nu-i lasă omului altceva de făcut decât să renunțe a mai fi sapiens, ca să devină poate altceva mai bun, dar oricum diferit"* (vol. 2 pag. 53)

Timpul nostru oferă omului șansa folosirii inteligenței artificiale pentru a se elibera în vederea evoluției sale, depășind, pe calea sincronizării gândului, stadiul individului izolat în comunitate.

Septembrie, 1985.





# Știm ce este informația?

*"Este ciudat cum te apropii de adevăr doar prin cuvinte în care nu ai încredere întrutotul."*

Elias Canetti

Rari<sup>36</sup> sunt termenii care să aibă o atât de largă și insistentă utilizare, în cele mai diverse domenii, precum informația, fără a avea în același timp o definiție unanim acceptată, în unele domenii măcar. Facem precizarea inițială că distingem net termenul de cel de cantitate de informație, care poate fi cel mult o măsură a informației în unele din formele ei, dar nu informația însăși. Termenul s-a impus în limbajul cotidian, în multe din cele științifice și în limbajul filosofic, având un spectru al semnificațiilor din cele mai puțin precizate. Această situație, departe de a fi dăunătoare pentru limbajul cotidian, facilitează uneori realizarea unor "canale de comunicare" între diverse domenii științifice și, nu în ultimă instanță, oferă un mod metaforic, deschis, bogat semnificativ de exprimare în filozofie.

Dacă în limbajul natural de cele mai multe ori cuvintele-și delimitează spectrul semnificațiilor prin uzaj, în științele naturii sau în cele tehnice ar fi normal ca semnificația termenilor să rezulte dintr-un demers explicit. Totuși, se vorbește de informația biologică, există chiar un domeniu al științelor tehnice numit informatică, dar lipsește, în aceste contexte, o definiție unanim acceptată pentru conceptul de informație. Aproape că nici nu se simte, nu înțelegem de ce, necesitatea unei astfel de definiții. În cadrul demersului filozofic, unde conotațiile termenului sunt din cele mai largi, definirea riguroasă ar fi înspre paguba domeniului. Ce ar mai rămâne din imensa deschidere a *întru*-lui noician dacă cineva ar reuși să-l definească pentru filosofie! Să sperăm că nu! Similară ar fi pierderea în cazul *informației fenomenologice* introduse de Mihai Drăgănescu în sfera conceptelor filosofice.

De unde provine, totuși, vitalitatea termenului? Ar fi interesantă, în acest sens, o observație de natură istorică. La puțin timp după încheierea războiului, anul 1948 aduce sincron în atenția lumii științifice rezultate din mai multe domenii, obținute prin cercetări până atunci mai mult sau mai puțin secrete. În acest an, Claude E. Shannon publică lucrarea sa fundamentală [Shannon '48] în care definește cantitatea de informație ca o măsură a nedeterminării înlăturate de producerea unui eveniment ce aparține unei clase de evenimente posibile. Norbert Wiener, în același an, publică la Paris lucrarea *Cybernetics* ce avea să impună lumii științifice modul de gândire cibernetic oferind, printre altele, și cadrul teoretic în care abordarea informațională a proceselor să se poată dezvolta [Wiener '48]. De asemenea, același an este marcat de inventarea tranzistorului [Bardeen &

---

<sup>36</sup>Acest text a fost publicat în *Contemporanul*, 27 septembrie 1985.

Barattain '48] care s-a dovedit a fi un suport material ideal pentru dezvoltarea sistemelor informaționale.

Sprîjinită teoretic de cibernetică și de implementări tehnice spectaculoase, drept urmare a folosirii tranzistoarelor, măsura informației (după unii, pe scurt, informația) a devenit un concept central în unele domenii dar mai ales în abordările interdisciplinare. Cazul informației este recent, în decursul istoriei însă s-au mai petrecut evenimente similare. Astfel, încă din vechime știm ce este măsura timpului, știm să măsurăm timpul, cel puțin sub unele din formele pe care presupunem că le are, dar nimeni nu a reușit să definească, într-o manieră acceptabilă, *timpul*. Pe cât de precis știm să-l măsurăm, pe atât de vagă este imaginea pe care o avem despre timp. Când spunem "nu am timp", spunem de fapt "nu am un interval de timp disponibil". Și astfel conceptul de timp pare a fi utilizat în limbajul cotidian, dar de fapt nu este decât un mod prescurtat de exprimare. În filosofie, conceptul de timp nu a depășit statutul, acceptabil, de metaforă, iar în științe posedă diverse sensuri, mai mult sau mai puțin trunchiate din motive de claritate. Similar este statutul conceptului de informație.

În aceste condiții ar fi justificată și o atitudine de îndoială în privința consistenței termenului cu realul. Nu ne propunem să discutăm termenul în accepțiunile sale filosofice, o abordare în acest sens a fost recent publicată [Drăgănescu '85a]. Perspectiva științifică asupra termenului ni se pare totuși de interes și departe de a fi fost elucidată: nu sperăm că o vom face, dar, ca demers parțial, se pot da unele formulări și în această etapă.

Sunt greu de ocolit anumite evidențe. Una dintre acestea ar fi modul de actualizare a funcției sistemului fizic, îndeobște cunoscut sub numele de calculator. Fără a se modifica nici una din componentele fizice ale sistemului, funcția sa poate fi complet schimbată prin reconfigurarea structurii informaționale injectate în anumite subsisteme. Responsabilitatea actualizării funcționale nu pare a fi substanțială, ci se manifestă ca fiind determinată de starea anumitor subansambluri. Există o deosebire esențială între starea și structura unui dispozitiv natural sau artificial. Față de un anumit nivel structural stările unui dispozitiv pot fi perfect echivalente, dar față de funcția executată de un subansamblu starea unui dispozitiv poate fi uneori semnificativă. Atunci când starea capătă semnificație spunem că structura informațională ce caracterizează un subsistem degenerază în informație, raportat la un anumit nivel structural.

Față de exterior sistemul își modifică funcțiunile ca un reflex al procesului prin care anumite stări capătă sau își schimbă semnificația raportat la anumite nivele structurale interne. În acest mod ceea ce se manifestă ca informație pentru un anumit nivel structural poate să nu aibă nici o semnificație pentru altul. Astfel, numerele introduse într-un calculator pentru a fi operate, modifică starea internă a unor dispozitive dar acest fapt nu are nici un efect asupra funcției executate de calculator. Pe de altă parte, programele introduse în aceeași mașină modifică de asemenea starea unor dispozitive interne, cu consecințe esențiale, de această dată, asupra funcției calculatorului. În primul caz numerele pot avea semnificație cel mult pentru utilizatorul calculatorului, ele neconstituindu-se în informație pentru mașină. În cel de al doilea caz programele se transfigurează în stări asociate funcțiunilor executabile de către calculator, ele devin stări semnificative arbitrar codate. Codul intern nu este condiționat de semnificația externă asociată programelor, este independent de aceasta. Pe de altă parte și codurile interne ce declanșează anumite funcțiuni sunt asociate necorelat cu funcția desemnată, pe baza unor criterii ce conțin o mare doză de arbitrar. Structura informațională internă într-un calculator se configurează arbitrar dar semnifică univoc într-un context structural dat, transformându-se în informație. Ceea

ce dorim să subliniem este că nu există o corespondență între forma codului intern și funcția ce se manifestă din exterior.

Structura care prin semnificare devine informație este arbitrar definită, în raport cu funcția pe care o actualizează.

Într-o lucrare recentă [Drăgănescu '84], informația este definită printr-un demers ce înglobează în același concept, a atât sensul științific cât și sensurile filosofice. Împotriva celor ce văd cantitatea de informație ca nelegată în nici un fel de semnificație, în această lucrare informația este văzută ca o structură sintactică ce are asociat un înțeles. În funcție de nivelul realității căruia i se asociază informația, înțelesul poate lua forma semnificației de referință sau de context, iar într-un sens profund cea a sensului fenomenologic. Inteligența artificială, cel mai evoluat obiect tehnic pe care-l întrevădem deocamdată, presupune informația ca un triplet compus din structura informațională (caracterizată numai de relații sintactice), semnificația de referință și semnificația de context.

Sistemele tehnice nu pot poseda informație decât de la un nivel de complexitate în sus. Până la nivelul la care admit informație, funcția acestor sisteme simple este dată exclusiv de structura fizică. Odată cu apariția informației aceasta începe să preia treptat controlul asupra funcției, pe care, de la un nivel în sus, o determină exclusiv, rolul structurii fizice neinfluențând diversitatea funcțională pe care o presupune numai potențial, dar nu contribuie la actualizarea ei. Dezvoltarea domeniului calculatoarelor electronice confirmă acest model, chiar dacă în ultima decadă se fac eforturi notabile pentru a-l depăși.

Se pare, deci, că în domeniul calculatoarelor utilizarea conceptului de informație este justificabilă, aici existând o structură arbitrar definibilă căreia i se poate asocia un spațiu al semnificațiilor din perspectivă funcțională. Este adevărat că noile concepții referitor la sistemele de calcul tind să submineze această viziune, abordarea calculatoarelor ca sisteme fizice controlate informațional nemaifiind un model unanim acceptat. Informația, în calculatoare, ar putea fi privită ca o soluție cu caracter istoric utilă într-un context tehnologic și conceptual limitativ. Să lăsăm însă timpul să-și spună cuvântul.

Un alt domeniu în care termenul în discuție face carieră este biologia. Structuri moleculare evidențiate la anumite paliere acceptă configurații de o imensă diversitate, ce determinăla rândul ei diversitatea structurală și comportamentală a organismelor pe care le constituie. Diversitatea biochimică ce caracterizează individul este, calculată minimal, de  $10^{2000}$  alternative, în condiții în care numărul estimat de atomi în Univers este de numai  $10^{80}$ . Din această perspectivă se vorbește de informația genetică. Spectacolul corespondenței peste mai multe niveluri structurale, pornind de la configurații de gene ajungând până la organisme vii complexe, creează fascinația ce susține termenul de informație. Această corespondență care este de tip cauzal, ar putea fi exprimată funcțional fără a fi nevoie de informație. Corespondența nu este nici arbitrară. Chiar dacă este mai greu de explicat pentru majoritatea oamenilor care s-au obișnuit cu ideea că forma cărămizilor nu se corelează în nici un fel cu arhitectura unei clădiri, această corespondență nu ne arată decât faptul că în cazul viului este vorba de structurări mai complexe. Poate că pentru viu, structuralismul, care postulează realitatea caracterizată prin paliere relativ independente, nu este operant decât pentru explicații superficiale.

Ceea ce se transmite genetic este o structură, relativ profundă, ce metaforic ar putea fi numită informație. Dar nu orice corespondență presupune un proces de semnificare. Legătura dintre o configurație genetică și un organism viu, este una de la cauză la efect și nu de la semnificant la semnificat. Dacă nu se iau în considerație aspecte fenomenologice mai profunde, ne îndoim că pe actualele baze se poate vorbi de informație genetică: va tre-

bui să vorbim de structuri genetice și corespondențe cauzale peste mai multe niveluri structurale ca fiind pregnant caracteristice viului. Nu excludem posibilitatea unei informații nefenomenologice, dar ea va trebui motivată cu alte argumente, care poate vor fi găsite în viitor.

Nu cred însă că termenul de informație este consecința unui miraj: oricât de vag ar fi conturat în mintea noastră este imposibil ca el să nu corespundă unei realități pe care încă nu ne-am apropiat-o suficient. Chiar dacă, prin absurd, vom dovedi inconsistența termenului cu realitatea, vom câștiga mult din efortul depus pentru aceasta.

Un rezultat posibil ar fi acela care ar postula exclusiv informația fenomenologică, celelalte tipuri rămânând modele sau soluții temporare pentru realități naturale sau tehnice. Prin aceasta, eventual, abordarea fenomenologică și-ar putea depăși statutul strict filosofic dovedind o modalitate științifică. Atunci când vom putea realiza o comunitate științifică bazată măcar parțial, și pe neformal, vom oferi noi libertăți demersului filosofic, înarmându-l pe cel științific cu instrumente ce-i deschid accesul către profunzimi neatinse încă.

Poate că știința informației se va ocupa numai de informația fenomenologică și vom dobândi prin aceasta un lucru aparent imposibil astăzi: o știință fundamentată fenomenologic.

Iunie 1985

# Teoria algoritmică a informației

Sunt<sup>37</sup> rare cazurile în care un concept abstract, ce apare într-un domeniu științific oarecare, prezintă interes pentru ansamblul culturii, depășind granițele științei respective, ale științelor, iradiind semnificativ în spații dintre cele mai diferite. Astfel de concepte reușesc uneori să ne ofere o nouă imagine asupra existenței, asupra ființei, sau măcar asupra lumii în care se întrupează etno sau tehnobiectele pe care omul le generează cu o freneză demnă uneori de acțiuni mai consistente. Un concept de acest tip poate avea un caracter integrator, permițând evaluări globale într-un proces axiologic de limpezire a sensului pe care-l pot avea gândurile și acțiunile omului sau oamenilor.

Informația este un astfel de concept și de el ne vom ocupa în acest text. Nu vom aborda subiectul decât din punctul de vedere, particular, al *teoriei algoritmice a informației*<sup>38</sup>. Despre informație se poate vorbi din perspectiva mai multor teorii, deoarece accepțiuni unanime ale termenului nu s-au impus încă. Definițiile pendulează între posibilele aspecte cantitative și cele calitative ale termenului. Conotațiile limbajului cotidian vin să introducă, și ele, dificultăți de care definițiile riguroase nu pot să nu țină cont. Între rigoare și sugestie, orice definiție a informației trebuie să opteze în funcție de rostul pe care dorește să-l aibă în efortul global de limpezire a acestui termen ce se lasă greu prins în concertul celorlalte concepte.

Termenul de informație capătă o semnificație tehnică, pe lângă cea cotidiană, odată cu apariția și dezvoltarea sistemelor tehnice de comunicare. Americanul Claude Shannon (1948) definește, cu această ocazie, o măsură pentru cantitatea de informație. Cariera spectaculoasă a termenului nu începe însă decât odată cu dezvoltarea tehnologiei și aplicațiilor calculatoarelor electronice. Impactul pe care informatica îl are asupra civilizației contemporane a propulsat termenul de informație pe o traiectorie spectaculoasă și imprevizibilă. Necesitatea unor clarificări a început să devină stringentă. Termenul este folosit din ce în ce mai mult cu semnificații din ce în ce mai puțin precise. Din zona limbajului cotidian, unde capătă tot mai multe semnificații și conotații, și până la nivelul limbajului filosofic [Drăgănescu '79], [Wheeler '88], [Stonier '90], informația devine un termen ce stârnește pasiuni și controverse slujind, nu de puține ori, unor sugestii deosebit de semnificative.

## Puncte de pornire

Primele demersuri pe calea fundamentării teoriei algoritmice a informației încep în anii 60 prin ideile avansate de către A. N. Kolmogorov, R. J. Solomonoff, G. Chaitin și P.

---

<sup>37</sup>Acest text a fost publicat în *Academica*, nr. 5, martie 1992

<sup>38</sup>O expunere formalizată realizată și în contextul altor teorii despre informație este accesibilă în [Drăgănescu '91].

Martin-Lof în lucrări independent elaborate, pornind de la problematici diferite. Pentru a înțelege esența acestei teorii, merită să trecem în revistă unele din punctele de vedere inițiale, deoarece sunt semnificative din perspectiva rezultatului final și a interpretărilor posibile dincolo de domeniul strict al științelor.

### Îndoiala lui Kolmogorov

A. N. Kolmogorov este unul dintre cei ce au fundamentat teoria clasică a probabilităților [Kolmogorov '50], dar acest lucru nu l-a împiedicat ca în 1965 să repună în discuție ideile de bază ale acestei teorii întrebându-se: ce deosebește secvența binară

$$0101010101010101 \quad (1)$$

de următoarea secvență binară

$$0111011000010110 \quad (2)$$

din mulțimea celor 65536 de secvențe binare de 16 biți? Conform teoriilor cunoscute cele două secvențe pot apărea, într-un proces aleator, cu probabilități egale. Totuși, din punct de vedere subiectiv, uman, ele nu pot să nu se distingă. Prima printr-o regularitate evidentă iar cea de a doua prin dificultatea, dacă nu imposibilitatea, de a fi exprimată printr-o regulă simplă de formare. În prima secvență se poate evidenția un pattern, o regulă de formare, pe când în cea de a doua nu. Nu cumva ar trebui ca o teorie care se ocupă de mulțimea acestor secvențe să le privească într-o manieră distinctă?

Din punctul de vedere al teoriei informației elaborată de Shannon informația conținută într-un șir de 16 simboluri binare este independentă de structura concretă a șirului. Dar chiar în teoria clasică se arată că dacă un șir conține un număr neegal de 0-uri și 1-uri, atunci transmiterea lui se poate realiza cu un număr mai mic de biți, deci cu un efort mai mic. Se deschide astfel calea gândului care ne apropie de faptul că poate avea importanță și structura concretă a șirului, atunci când acesta suferă o acțiune ce se cere optimizată.

Un al doilea fapt ar putea porni de la experiențele posibile de aruncare cu un ban, ale cărui fețe au fost notate cu 0 și 1. Rezultatul aruncării banului se poate nota sub forma unui șir de 0 și 1. Dacă șirul rezultat din 16 aruncări este de forma (2) și ne punem problema care va fi rezultatul următoarei aruncări, atunci vom putea răspunde, relativ încrezători, că oricare rezultat este egal probabil. Dar, dacă din experiența a 16 aruncări rezultă șirul (1), la o aceeași întrebare, vom fi puși într-o mare dilemă. Nu vom mai fi convinși că asistăm la o experiență strict aleator condiționată și vom fi tentați, subiectiv, să credem că asistăm la un eveniment dirijat de o "regulă ascunsă". Mulți dintre noi am fi tentați să spunem că următoarea aruncare a banului va determina apariția feței 0. Teoria clasică a probabilității nu ar sprijini un astfel de răspuns, dar realitatea s-ar putea să-l confirme cu o regularitate stupefiantă. Vom simți, cu siguranță, că teoriile pe care ne sprijinim deciziile sunt prea rudimentare.

### Experimentatorul lui Solomonoff

Al treilea fapt semnificativ poate fi redat sub forma unui experiment ipotetic. Să presupunem că un fizician studiază următorul fenomen: în fiecare secundă se uită în interiorul unei incinte în care poate vedea o lumină aprinsă sau nu. Experimentatorul notează rezultatele observațiilor sale ritmice sub forma unui șir de 0-uri și 1-uri (0 pentru lumina stinsă

și 1 pentru lumina aprinsă). Va obține un șir de simboluri binare pe care-l va studia, apoi, pentru a încerca să înțeleagă fenomenul observat. Se întrevăd două rezultate limită. Primul: fizicianul observă că în secvența obținută se repetă se repetă ciclic o subsecvență binară, să spunem 0110100010. Al doilea: oricât ar studia această secvență, de regulă foarte lungă, corespunzând unei observații cât mai complete asupra fenomenului fizic, cercetătorul nostru nu observă nici o regularitate sub forma unei subsecvențe care se repetă ciclic. În primul caz va spune: "teoria mea referitor la fenomenul studiat este condensată în observația că: se repetă ciclic secvența 0110100010". Fizicianul deduce o formulă condensată prin care descrie fenomenul. Această formulă poate fi folosită și pentru a prevedea evoluția fenomenului dacă sunt disponibile rezultate suficient de lungi ale unor observații. Spre exemplu, dacă am observat 1 vom spune că urmează tot un 1 cu probabilitatea de  $2/3$ , dar dacă am observat 100110100010, vom putea spune că este foarte probabil ca la următoarea observație să obținem 0. În cazul al doilea, în care nu apare nici o secvență ciclic repetată, nu este posibilă emiterea unei teorii, fenomenul studiat fiind descris de rezultatul experimental în totalitatea lui. Există deci fenomene fizice care, cu abilitate evidențiate și observate, permit conturarea unor teorii sub forma unor formule condensate, ce descriu evoluția fenomenelor cu maximă probabilitate. În egală măsură ne putem gândi la fenomene fizice care nu se supun încorsetărilor într-o formă compactă, adică într-o formulă.

### Jocul lui Chaitin

În aceeași perioadă Chaitin făcea alte "experimente". Era preocupat, ca elev, de lungimea minimă a programelor asociate rezolvării anumitor probleme. În final s-a ajuns la punerea problemei într-o manieră foarte simplă: dându-se un șir finit de simboluri binare, care este cel mai scurt program care poate genera acest șir? S-a observat că există șiruri pentru care programul este foarte simplu, în sensul că se exprimă cu un număr mic de simboluri. Astfel, pentru un șir de un milion de simboluri format prin repetarea de 250.000 ori a secvenței 1001 programul este mult mai scurt decât șirul generat. Dar există șiruri la fel de lungi pentru care programul nu se poate scrie decât sub forma "Generează șirul S", unde prin S am notat chiar șirul cu pricina, exprimat printr-o secvență binară. În acest caz programul are o dimensiune puțin mai mare decât a șirului pe care-l generează. Simplist vorbind, putem evidenția două categorii de șiruri: unele pentru care programul este mai scurt (sau mult mai scurt) decât șirul generat și unele ce nu pot fi generate decât printr-un program cu o lungime comparabilă cu a șirului. Primul caz corespunde șirurilor ce pot fi generate prin repetarea periodică a unui subșir, ce este detectat ca un pattern ce caracterizează secvența binară. Cel de al doilea caz corespunde situației în care oricât am analiza șirul nu putem evidenția nici un pattern, nici un fel de ciclicitate și suntem nevoiți să indicăm șirul ca atare în programul ce-l va genera. Forma cea mai condensată de exprimare a șirului este șirul însuși, care nu suportă condensarea într-o formulă simplificată.

### Informația algoritmică

Acestea erau tipurile de probleme ce se puneau în etapa inițială de fundamentare a teoriei algoritmice a informației. Observăm că, în esență, se pune în discuție ideea de complexitate a unui șir de simboluri. S-a ajuns, în final, la o nouă definiție a măsurii informației.

## Definiția lui Chaitin

Simplificând inspirat un concept introdus de Kolmogorov și atașându-l ideii generale de mașină de calcul, Chaitin reușește să definească informația algoritmică asociată unui șir de simboluri binare, după cum urmează: *fiind dat un șir de simboluri binare, informația sa algoritmică este proporțională cu lungimea celui mai scurt program (algoritm) care, rulând pe o mașină de calcul, generează acest șir.*

Prin această definiție sunt puse în evidență pe lângă aspecte cantitative și aspecte calitative. Într-adevăr, o secvență, oricât de lungă, în care se repetă subsecvența 010 va fi foarte puțin semnificativă, va fi foarte previzibilă, pentru un observator uman, dar și pentru un aparat tehnic. Ea nu va "conține" prea mult. Informația ce-i va fi asociată va fi foarte săracă. Psihologic, ne vom acomoda foarte rapid la sărăcia ei configurațională, o astfel de secvență nereușind să ne capteze interesul decât pentru foarte puțin timp și cu o mică intensitate. Dacă într-o secvență de 500 de simboluri se repetă de patru ori o subsecvență de 125 de simboluri, atunci detectarea, analizarea sau perceperea ei capătă o semnificație sporită pentru un observator uman sau pentru un tehnobiect ce o recepționează. Interesul subiectiv în acest caz crește, măcar până în momentul în care descoperim ciclicitatea. O astfel de secvență este purtătoarea unui "mesaj" mult mai semnificativ și vom putea spune astfel justificat că el conține mai multă informație. Evident și programul ce va genera acest șir va fi mai mare, deoarece va trebui să conțină subșirul care de această dată este mult mai lung, are 125 simboluri, față de 3 în cazul anterior.

În mulțimea șirurilor formate din  $n$  simboluri binare, evidențierea oricărui element aducea un aport informațional de  $n$  biți, conform teoriei lui Shannon. Informația nu era distinct atașată fiecărei configurații binare. După Chaitin, fiecare din cele  $2^n$  șiruri de  $n$  simboluri binare trebuie analizat distinct pentru a se stabili ce informație conține. Astfel, informația nu mai este atașată unei mulțimi într-o manieră nediferențiată, ci fiecăruia și particular în parte, în funcție de configurația sa concretă. Informația, în sensul lui Chaitin, individualizează fiecare secvență, spune ceva despre elementul unei clase și nu despre clasă în ansamblul ei.

## Ce este aleatorul?

Despre un șir a cărui informație este maximă, adică proporțională cu lungimea sa, spunem că este aleator. El are o evoluție, în desfășurarea sa, imprevizibilă; nu poate fi sub nici o formă exprimat într-o manieră condensată. Un astfel de șir nu poate fi exprimat decât prin el însuși. Altfel spus, despre un astfel de șir nu se poate "spune" nimic, nu poate fi caracterizat distinctiv în nici un fel, el este ceea ce este. În mulțimea tuturor șirurilor formate din  $n$  simboluri binare, câte au această caracteristică de a fi necondensabile într-o expresie simplificată, într-o formulă? Spre surprinderea noastră: majoritatea.

## Limita formalizării

Orice percepție comunicabilă poate fi în ultimă instanță transformată într-un șir de simboluri binare. Un sunet sau o imagine, spre exemplu, oricât de complexe ar fi, pot fi transformate cu acuratețe mai mare sau mai mică în șiruri simbolice. Dar dacă majoritatea acestor șiruri sunt aleatoare, în sensul anterior, atunci ne aflăm în fața unui răspuns cutremurător referitor la capacitatea noastră de a exprima și manipula formal



reprezentări ale realității. Imensa majoritate a evenimentelor și proceselor reale nu pot fi tratate formal, nu pot fi exprimate în formule, adică în șiruri simbolice compacte și concise ce corespund unei realități complexe.

Parcurgem momentul istoric în care matematicienii demonstrează limitarea zdrobitoare ce marchează capacitatea noastră de abordare formală a realității. Nu se pune încă problema corectitudinii, ci numai a posibilității de a prinde în formă. Dacă imensa majoritate a secvențelor binare sunt numai ceea ce sunt, exprimându-se numai prin ele însele, atunci realitatea pe care o traduc este inaccesibilă demersului formal.

Știm că nu putem scrie ecuația unui tablou de Klee sau a unei arii de Mozart, dar am crezut, mai mult am sperat, că este vorba de situații limită, atipice. Aflăm, conform teoriei algoritmice a informației, că majoritatea imaginilor și secvențelor sonore intră în această categorie. Informația majorității imaginilor este maximă, ca și a majorității înșiruirilor de sunete. Suntem foarte mândri de faptul că un anumit sunet îl putem condensa în expresia  $A \sin \omega t$ , dar nu foarte conștienți de faptul că în realitate această formulă nu are nici un corespondent verificabil.

Imensa majoritate a realității scapă demersului formalizant. Acest lucru ne era spus de foarte multă vreme de poeți și de filosofi, dar numai acum percepem riguros cât de multă dreptate au avut.

Teoria lui Shannon, deci, dă o estimare corectă în majoritatea cazurilor. Aproape toate șirurile de  $n$  simboluri binare fiind aleatoare, ele conțin o cantitate de informație de aproximativ  $n$  biți. Numai o mică parte a acestor șiruri, cele formalizabile, conțin mai puțini biți. Unul din rosturile acestei teorii algoritmice este acela de a evidenția dimensiunea precară a formalizabilului în raport cu neformalul.

Februarie 1992



# Conștientizarea limitelor în informatică

## Împlinirea prin limitare

Acest<sup>39</sup> sfârșit de mileniu este încărcat de optimismul constructiv impus de o acută sesizare a limitelor. Delimitările ce rezultă sunt benefice pentru limpezirea statutului pe care-l pot avea diferite modalități de abordare. Precizând limitele unui domeniu acesta de fapt se împlinește și-și conturează ferm posibilitățile. Atât timp cât limitele unui domeniu sunt evaluate din perspectiva unui absurd relativism, ele nu sunt sesizate și se creează impresia falsă a unor nelimitate posibilități. Nefiind sub presiunea unei limite gândim cu o relaxare iresponsabilă, păgubitoare în perspectivă. Conștiința limitei nu limitează ci concentrează gândul, favorizând performanța.

Limita aparține și spațiului ce, prin ea, este limitat. În consecință asumarea ei împlinește cunoașterea. Infinitul este un mod neelegant de eludare a cunoașterii, este refuzul de a recunoaște existența fenomenelor ce limitează. În spatele lui ne ascundem neputința de a ne limpezi gândul, de a-l concentra, împlinind cunoașterea limitată.

Nu putem să nu sesizăm faptul că stabilirea sau descoperirea unei limite echivalează și cu dezvăluirea unui nou domeniu de partea cealaltă a ei. *Limita închide dar și deschide* în același timp către altceva. De aceea, prin limitare de fapt descoperim, ne oferim o șansă în locul iluziei ilimitării pe care o oferă cel mai absurd concept moșit de mintea oamenilor: infinitul.

Marile descoperiri în știință au fost de fapt niște limite care prin duritatea lor au limpezit atitudinea față de cunoaștere. Scepticii vorbesc numai de limite dar sunt dezarmați atunci când optimiștii le descoperă. Este ușor de spus că ”nu se poate”, dar este mult mai greu de arătat ”cum de nu se poate”. A doua atitudine este una constructivă, deschizând noi căi odată cu închiderea dată de o limitare.

Acum câteva decenii se mai vorbea de sistemul de ecuații care ar descrie pe Venus din Milo într-o manieră formal compactată. Existau și sceptici care spuneau, cârcotind filosofic, că acest lucru nu este posibil. Astăzi cu toții ne-am convins, riguros, că forma cea mai compactă de reprezentare a capodoperei amintite este statuia însăși.

## Limitele calculabilului

Apariția și impunerea metodelor informatice a însemnat pentru matematică asumarea unei coordonate suplimentare: *timpul*. Această variabilă nu a fost niciodată una esențială

---

<sup>39</sup>Acest text a fost publicat în vol.: Mircea Malița, Cristian Calude (ed.): *Stăpânirea complexității*, Ed. Academiei Române, 1993. Comunicare la ”Zilele Academice Clujene” din 15 - 20 octombrie 1990.

în dezvoltarea matematicilor. Prin dezvoltarea abordării algoritmice și prin preocupările cantitative legate de complexitatea calculului, timpul (notat cu  $T(n)$  și reprezentând timpul de calcul în funcție de mărimea variabilei de intrare) devine o fantomă ce cutremură pe cei ce se aventurează în teritoriul matematicii informatice. Aprecieri din perspectiva dependenței complexității de timp fac în așa fel încât algoritmi cunoscuți să existe ca și cum n-ar fi. Ne aflăm poate pentru prima dată în istoria cunoașterii în fața unei situații blocante: cunoaștem o serie de algoritmi și acest lucru nu ne poate folosi la nimic, deoarece rularea lor pe cele mai rapide mașini depășește timpul mediu de viață al oricărei viețuitoare. (Spre exemplu, pentru rezolvarea optimă a problemei comis-voiajorului, dacă acesta ar trebui să treacă prin 60 de orașe timpul de calcul, pe un calculator performant, ar depăși cu mult 350 de secole.)

Fiind vorba de calcul automat, realizat cu o mașină, apare și un alt parametru: *complexitatea mașinii*. În anumite limite, crescând complexitatea mașinii (notată cu  $S(n)$  și reprezentând dependența dimensiunii (size) mașinii de mărimea variabilei aplicate la intrare) se poate reduce timpul de execuție. Din acest motiv, logica tradițională, după ce a devenit în secolul trecut formală și matematică, în ultimele două decenii este puternic marcată de studiul *complexității circuitelor logice*.

Jocul lui  $T(n)$  și  $S(n)$  devine fundamental în studiul funcțiilor calculabile. Este aproape evident că prin creșterea lui  $S(n)$ ,  $T(n)$  poate să scadă, dar modul în care se stabilește această corelație nu este unul foarte simplu.

Vom pune în evidență patru categorii de limitări:

- limite fizice fundamentale,
- limite date de procesul de formalizare,
- limite impuse de complexitate,
- limite date de o dependență nefavorabilă a mărimii  $S(n)$  de produsul  $T(n) \times S(n)$ .

### Limitări fizice

Este unanim acceptată ideea că orice proces fizic poate fi asimilat cu unul de calcul. Noi reușim să controlăm procesul de calcul în configurații hardware ce vor putea fi realizate din ce în ce mai compact. În cazul în care s-ar realiza maxima compactare, într-o configurație deocamdată de neimaginat, se pune întrebarea care este volumul minim de substanță asociat efectuării unei operații elementare. S-a făcut un astfel de calcul [Bremermann '62] și a rezultat *limita lui Bremermann* conform căreia dacă toată masa Pământului ar fi folosită pentru a realiza calcule un interval de timp egal cu vârsta probabilă a acestuia (câteva miliarde de ani), atunci ar putea fi efectuate aproximativ  $10^{93}$  operații elementare. Este mult sau puțin? Cifra este mare, dar se pot ușor gândi probleme care implică un volum de calcul mult mai mare. Să ne imaginăm un sistem cu 1000 de elemente fiecare putând avea numai două stări. Determinarea evoluției complete a unui astfel de sistem implică un număr de etape în calcul ce poate fi proporțional cu  $2^{1000}$  (un număr care se scrie cu peste 300 de cifre zecimale), deci mult peste limita lui Bremermann.

Valoric această limită poate fi discutabilă [Drăgănescu '91], dar existența ei nu. Sfera problemelor ce presupun depășirea ei este foarte ușor de pus în evidență. Problemele ce impun depășirea acestei limite au fost catalogate drept *transcomputationale*.

Această limită arată faptul că, așa cum privim astăzi calculul, este minimă șansa de a da socoteală, prin el, pentru realități ce depășesc o complexitate curentă. Funcțiile noastre elementare sunt cele aritmetice, se pot imagina altele mult mai complexe în sisteme biologice destinate calculului [Conrad '85], dar aceasta nu face decât să modifice multiplicativ constanta lui Bremermann. Ideea de calcul rămânând aceeași, limita este la fel de opresivă și cere o soluție radicală.

### Limite ale formalizării

Ce înseamnă să formalizăm? Să scriem o *formulă* prin care să exprimăm *condensat* o realitate complexă. "Un șir de simboluri în care se repetă de  $10^6$  ori secvența *abc*" este, spre exemplu, o formulă prescurtată ce condensează un șir de trei milioane de semne pentru care ar fi nevoie de aproximativ două volume de câte 500 de pagini fiecare. Ne punem atunci firesc întrebarea: pentru câte din șirurile de trei milioane de simboluri realizate folosind literele *a*, *b* și *c* există o formă net prescurtată de exprimare, de genul celei anterioare? Această întrebare este fundamentală pentru ideea de formalizare<sup>40</sup>. Răspunsul a fost dat drept urmare a unor cercetări declanșate în anii 60 de Kolmogorov, Solomonoff și Chaitin (o bibliografie largă a problemei este accesibilă în [Chaitin '87]).

Răspunsul la întrebarea anterioară este că numai pentru o neglijabilă parte a șirurilor expresia poate fi condensată. Pentru marea lor majoritate expresia cea mai condensată este șirul însuși. Limita formalizării este evidentă.

Calculul presupune condensarea dată de exprimarea prin formule. Deci domeniul în care el poate da rezultate semnificative acoperă o realitate infimă în raport cu cea care nu poate fi abordată prin mijloace formale. Acest rezultat cantitativ fiind zdrobitor o mare parte din speranțele puse în mașinile și procedurile formal fundamentate își pierd sensul.

O altă formă de prezentare a acestor rezultate este aceea de a spune că, pentru imensa majoritate a problemelor, putem găsi prin calcul un răspuns numai dacă-l cunoaștem dinainte. Rămâne deci alternativa de a ajunge la răspuns pe o cale nemijlocită strict formal.

### Limita în "spațiul" spațiu - timp

Clasa problemelor ce pot fi abordate formal conține și probleme la al căror rezultat avem foarte puține șanse de a ajunge. Un algoritm este o *formulă ce acționează* în vederea obținerii unui rezultat. Acțiunea se desfășoară pe substratul fizic al unui creier natural sau al unei mașini. Ca orice proces fizic acțiunea se desfășoară în timp. Există clase importante de probleme ce au asociate numai algoritmi a căror complexitate este cel puțin exponențială, iar aceste probleme nu sunt triviale și nici nu au numai o importanță pur teoretică. Exemplul dat, al optimizării traseului unui comis-voiajor<sup>41</sup>, are asociat, pe un calculator clasic, un timp de execuție proporțional cu  $n!$ , unde  $n$  este numărul de orașe ce trebuie parcurse. Algoritmul este simplu, în sensul că are o exprimare compactă, dar rularea lui este imposibilă la valori rezonabile ale lui  $n$  pentru că poate depăși timpul de funcționare al celui mai fiabil calculator.

Uneori matematicienii reușesc demonstrații descurajante, arătând că pentru o anumită problemă nu poate fi construit un algoritm mai rapid decât unul dat. Aceste demonstrații

<sup>40</sup>Vezi anexa A3 din "Limita ca valoare", în acest volum.

<sup>41</sup>Vezi anexa A2 din "Limita ca valoare", în acest volum.

se înmulțesc în ultima vreme arătându-ne limpede cum stăm cu posibilitățile de calcul. Suntem astfel din ce în ce mai puternic presați să depășim structural-formalul.

### Penalizarea celor ce se grăbesc

Dacă o mașină rezolvă o problemă în  $T(n)$ , atunci mai multe, lucrând împreună, au șanse să o rezolve mai repede? Evident. Presupunând, ceea ce numai uneori este valabil, că putem găsi structuri care să lucreze în *paralel* la rezolvarea unei probleme, se pune problema că, în acest caz, va crește  $S(n)$ .

Scurta experiență pe care o avem în folosirea structurilor paralele de calcul prefigurează un rezultat limitativ: odată cu creșterea paralelismului produsul  $T(n) \times S(n)$  crește și el. Am fi fost într-un caz deosebit de favorabil dacă acest produs ar fi rămas constant.

Am fi putut compensa prin creșterea vitezei creșterea complexității structurilor paralele de calcul. Acest fapt nu este posibil datorită faptului că odată cu paralelismul procesării crește și componenta de interacție între procese, fapt care determină creșterea produsului timp-complexitate.

Să dăm un exemplu. Se poate arăta că pentru recunoașterea unui șir regulat (ce aparține unui limbaj generat de o gramatică de tip 3) se poate folosi un automat finit pentru care<sup>42</sup>

$$S(n) = O(1) \quad T(n) = O(n),$$

pentru că șirul este adus la intrare simbol cu simbol. Dacă se acceptă un circuit combinațional cu adâncime logaritmică, atunci

$$S(n) = O(n) \quad T(n) = O(\log n).$$

Dacă se cere un timp de calcul constant, atunci

$$S(n) = O(2^n) \quad T(n) = O(1).$$

Se observă că produsul timp-complexitate crește odată cu scăderea timpului. Într-adevăr:

$$T(n) = O(n) \quad T(n) \times S(n) = O(n)$$

$$T(n) = O(\log n) \quad T(n) \times S(n) = O(n \log n)$$

$$T(n) = O(1) \quad T(n) \times S(n) = O(2^n).$$

Acest rezultat declanșează o presiune psihologică și tehnologică în sensul favorizării abordărilor secvențiale ce presupun un  $T(n)$  mare. Soluțiile cel mai puțin eficiente sunt cele cu un grad foarte avansat de paralelism. Cea mai eficientă soluție este cea pur secvențială.

Natura se pare că a probat de mult acest lucru în cazul sistemului uman de comunicare prin *limbaj discursiv*. Comunicăm cel mai eficient prin șiruri de cuvinte și cel mai expresiv, dar ambiguu, prin *atitudini globale* receptabile sub forma unui mesaj transmis în paralel pe o multitudine de canale. Liniaritatea șirurilor de cuvinte optimizează comunicarea, sărăcind-o la nivelul la care restricțiile reduc trăirea interioară ce încearcă să se întrupeze într-un discurs.

---

<sup>42</sup>Prin  $f(n) = O(g(n))$  notăm faptul că, pentru un  $n$  suficient de mare,  $f(n)$  poate fi foarte bine aproximată printr-o mărime proporțională cu  $g(n)$ .

Prin obiectele tehnice și informaționale construite, omul transpune în tehnosferă și etnosferă o limitare ce-i este proprie, cea impusă de exercițiul obsedant și limitativ al exprimării prin limbaj. Graba de a realiza eficient în exterior l-a privat pe om de posibilitatea de a se împlini pe sine în ambianța unor unelte ce ar fi putut fi cu totul altele. A conceput oare omul modalitățile de cunoaștere și acțiune într-o manieră prea unilaterală? Se pare că da. În secțiunea următoare vom aborda această problemă.

## Refacerea unității pierdute prin disjunctia theoretic - epistemic

La vechii greci găsim doi termeni care în timpurile mai noi tind să se refere la același lucru. Este vorba de: *theoria* și *episteme*. În vechime acești doi termeni desemnau două modalități distincte de cunoaștere. Primul, *theoria*, se referă la modalități *nemijlocite* de cunoaștere, în care intuiția, contemplația directă ne permiteau accesul la adevăr. Cel de al doilea, *episteme*, presupunea ordonarea ierarhică a cunoașterii și cunoștințelor într-un sistem formal, corespunzător structurării științelor actuale. Adevărul era dobândit *mijlocit* de un mecanism deductiv într-un ansamblu riguros ordonat.

Concret, știința presupune și un demers *theoretic* și unul *epistemic*, primul fiind important cu preponderență în etape inițiale, iar cel de al doilea numai în evoluția ulterioară.

Analiza complexității calculului, ca o încununare a demersului de tip *epistemic*, pune într-o nouă lumină contribuția viziunii *theoretice*.

Cunoașterea *epistemică* a intrat sub incidența timpului, cea *theoretică* se poate menține în atemporalitate. Dacă vom reuși să le punem într-o nouă relație poate vom afla ce se află dincolo de limitele ce se conturează din ce în ce mai ferm.

Problema problemelor în studiul complexității calculului o constituie *problema realizabilității* (satisfiabilității) unei funcții logice de  $n$  variabile. Spațiul în care se caută soluția acestei probleme se dezvoltă *arborescent*, complexitatea evaluării fiind exponențială ( $T(n) = O(2^n)$ ). Dar dacă printr-un procedeu oarecare, să zicem *theoretic* în sensul amintit, este "ghicită" o soluție, verificarea ei are loc în timp  $T(n) = O(n)$ .

*Epistemic*, o soluție este *căutată*, uneori, în timp exponențial ( $T(n) = O(\alpha^n)$ ), deci inacceptabil de mare. Dacă o soluție este *nemijlocit* găsită *theoretic*, atunci *verificarea* ei se poate face în timp polinomial ( $T(n) = O(n^\beta)$ ). Deci, cu o "capacitate *theoretică*" bine stimulată avem acces la soluții spectaculoase, validabile cu un efort nesemnificativ.

Acest nou raport dintre *epistemic* și *theoretic* ne-ar situa dincolo de limita pe care o are demersul care este numai inițiat *theoretic* și se dezvoltă apoi strict *epistemic*. Un joc mai subtil și o întrepătrundere mai mare între aceste două modalități ne-ar putea trece dincolo de frontierele ce se ridică tot mai amenințător.

Această abordare pe care am putea-o numi *theoretico-epistemică*, prezentată aici ca o alternare convenabilă a două procedee, unul atemporal și unul temporal, ar putea fi o formă particulară de abordare structural-fenomenologică, în sensul propus în [Drăgănescu '85].

Sub imboldul unei proaste democratizări a accesului la cunoaștere, în ultimele două milenii, s-a cultivat o aberantă disjunctie între modul *theoretic* și cel *epistemic* de cunoaștere accentuându-se a doua modalitate ce s-a dovedit mai comunicabilă și mai imediat eficientă. Dezechilibrul produs între cele două căi este acut resimțit tocmai pentru că una dintre ele a fost sistematic epuizată iar cealaltă iresponsabil obturată. Limita pe care o conștientizăm ne deschide accesul către refacerea unei unități pierdute. Se regăsește cu această ocazie și un nou sens interacției dintre om și mașină.

## Potențarea prin exteriorizare

*Componenta epistemică* a crescut în om riscând să-l transforme într-o mașină formală deosebit de performantă. Am arătat anterior că performanța formală maximă rămâne nesemnificativă prin limitările fundamentale implicate. Forma superioară de reacție instinctivă a omului este atunci *exteriorizarea*<sup>43</sup> [Gourhan '64]. Funcțiunile formale pot fi calculate și pe un suport material, exterior ființei.

Cred că putem opina în sensul că omul exteriorizează numai funcții ce presupun o limită. Sentimentul limitării, prin frustrarea implicată, declanșează acest proces firesc de exteriorizare.

Există și o motivație suplimentară, dată de faptul că prin exteriorizarea, în tehnosferă sau etnosferă, funcția va putea fi realizată la performanțe maxime, apropiate de limitele firești.

*Componenta theoretică* a rămas un atribut al ființei ce nu poate fi exteriorizat. Omul rămâne încărcat cu acele posibilități ce nu se întrevăd a fi limitate. Mai mult, aceste posibilități nu au o evoluție evidentă pe coordonata timpului. Omul își păstrează pentru sine acele atribute ce nu intră sub incidența limitei și timpului, fără ca prin aceasta să putem spune că posibilitățile sale sunt nelimitate și se desfășoară atemporal.

Omul rămâne încărcat prin exteriorizare. Rămâne încărcat și potențat cu acele funcțiuni care în interacție cu cele exteriorizate ne vor putea oferi o șansă în plus. O bună exersare în om a sugestiei *theoretice*, îmbinată cu imensa capacitate *epistemică* a mașinilor, pot oferi un model viabil dincolo de limitele ce se întrevăd. Vom putea folosi atunci mașinile pentru validare, evitând algoritmi cu complexitate exponențială, dacă omul se va exersa superior în generarea *theoretică* (aparent spontană) a unor cât mai posibile soluții.

Astfel, omul nu este exclus de mașină, ci este presupus într-o manieră ce nu acceptă alternativă. Limitele mecanismelor formale, o dată atinse, eliberează și subjugă în același timp. Suntem eliberați de travaliul formal, dar obligați la unul *theoretic*. După o rătăcire *epistemică* de mai bine de două milenii, civilizația europeană este readusă la *viziuni theoretice*, în sensul profund omenesc pe care-l dădeau vechii greci acestui termen.

August 1990

---

<sup>43</sup>Vezi prima secțiune din textul următor, în acest volum.



# De la gândirea structurală la cea funcțională în electronica modernă

*”Universul pe care l-a adus civilizația tehnică este în primul moment - dacă apare într-o societate ce nu are o bună așezare în ideal - întocmai universului același de început despre care vorbea un presocratic, în care mâini, picioare, trunchiuri de om și frânturi de lucruri pluteau haotic în elementul universal.”*

Constantin Noica

Orice<sup>44</sup> *tehnologie* pleacă de la o necesitate exprimată sub forma unei *funcții* dar eșuează foarte repede într-o abordare *structurală*. Societatea acționează în sensul fixării funcției, menținerii necesității ei, în paralel cu stimularea perfecționării structurale a obiectelor tehnice. În tehnosferă dinamica structurală este mult mai mare decât cea funcțională, aspectele funcționale tinzând să fie subordonate, evoluția realizându-se, în principal, din perspectivă structurală. Această situație este poate reflexul faptului că, până a se atinge un anumit nivel tehnologic, este mai ușor de spus ce trebuie făcut, decât de realizat. S-ar putea însă ca în istoria tehnosferei să se fi ajuns în pragul etapei care ne permite să facem foarte multe, totul reducându-se de data aceasta la a ne imagina ce trebuie să facem. Abordarea noastră a fost preponderent structurală dar va putea deveni preponderent funcțională în următoarele decenii, în condițiile evoluțiilor tehnologice spectaculoase din ultimul timp. Rolul cel mai important în procesul de trecere de la viziunea structurală la cea funcțională îl are tehnologia microelectronică. Sub impulsul și în contextul oferit de microelectronică, lumea obiectelor tehnice se va îmbogăți, în primul rând, cu obiecte de care omul și societatea au nevoie și, numai în al doilea rând, cu produse care în tehnologiile curente se pot executa mai eficient. Ne vom concentra asupra a ceea ce *trebuie* să facem și mai puțin asupra a ceea ce *putem* face ușor și performant.

În textul ce urmează vom încerca să arătăm cum se poate realiza și ce implicații are pentru electronică reorientarea către un mod *imperativ* în stabilirea obiectivelor și strategiilor de dezvoltare.

## Fuziunea dintre tehnosferă și etnosferă

*Electronica funcțională* se află la capătul unui drum foarte lung, străbătut de om și de

---

<sup>44</sup>Acest text a fost publicat în vol.: *Creativitatea științifică în slujba progresului social*, Ed. Politică, București, 1989.

societate, pe parcursul căruia a apărut și s-a dezvoltat o lume a *semnelor* și una a *uneltelor* care astăzi tind să fuzioneze într-o lume a *uneltelor inteligente*. Să jalonăm acest drum prin momentele sale cele mai importante.

A. Leroi-Gourhan într-o lucrare celebră [Gouhran '64] arăta că:

*"omul apare drept urmaș al acelor creaturi care au scăpat specializării anatomice. Nici dinții, nici mâinile, nici picioarele și în sfârșit, nici creierul său, nu au atins înalta perfecționare a dinților mamutului, a picioarelor calului, a creierului anumitor păsări, astfel încât a rămas apt pentru aproape toate funcțiile posibile, putând să mănânce practic orice, să alerge, să se cațere și să utilizeze organul incredibil de arhaic pe care îl constituie în scheletul său mâna pentru operații dirijate de un creier supraspecializat în generalizare."*

Secretul eludării unor specializări inhibatoare a fost, după acest autor, procesul continuu de *exteriorizare* a funcțiunilor utile supraviețuirii. În aceeași lucrare se constată:

*"că omul se îndreaptă treptat către exteriorizarea unor facultăți tot mai elevate, ca să poată profita la maximum de libertate, evitând totodată riscul supraspecializării organelor sale."*

Omul se pare că este consecința armoniei permise de lipsa superspecializării. Imediat ce o nouă funcție devenea utilă omului, se declanșa un nou proces de exteriorizare prin care omul își păstra pentru sine numai libertatea de a defini funcțiuni, de a formula cerințe.

Un exemplu de exteriorizare: pentru că omul primitiv se hrănea și cu rădăcini ce trebuiau dezgropate a început să folosească, în acest scop, pietre ascuțite, evitând transformarea unghiilor în gheare. Poate că omul își va elibera și creierul de superspecializarea pe care tinde să o capete, construind mașini ce posedă funcția de generalizare considerată de A. Leroi-Gourhan, în citatul anterior, ca fiind specifică omului. Acestea ar putea fi un alt exemplu, a cărui perspectivă nu cred că trebuie să ne îngrijoreze.

Prin exteriorizări succesive omul a creat două lumi noi: *lumea semnelor* (A. Leroi-Gourhan vorbește, în acest sens, numai de limbaj) și *lumea uneltelor* (să o numim, după Tudor Vianu: *tehnosferă*). Am putea vorbi referitor la lumea semnelor de o *etnosferă* în care se depozitează, se memorează, în afara speciei informații esențiale pentru existența omului și societății. Din aceeași lucrare cităm:

*"Plasarea memoriei etnice în afara speciei zoologice are drept consecințe foarte importante libertatea individului de a ieși din cadrul etnic stabilit și posibilitatea memoriei etnice însăși de a progresa... Ruperea legăturii dintre specie și memorie apare drept unica soluție (și o soluție numai umană) ce poate conduce la o evoluție rapidă și continuă."*

Omul pare destinat unei evoluții *rapide*, rămâne de văzut în ce măsură va putea fi și *continuă*.

Lumea uneltelor și cea a semnelor au evoluat foarte multă vreme separat, apoi au început să interfereze. Oamenii au ajuns la concluzia că uneltele pot fi optimizate prin procedee formale și astfel lumea semnelor a început să o sprijine pe cea a uneltelor. A venit însă și momentul în care uneltele au început să sprijine proliferarea în lumea semnelor, spre exemplu, prin inventarea tiparului. Artele au fost terenul pe care etnosfera și tehnosfera s-au intersectat permanent și cel mai rodnic. Până în timpurile noastre însă cele două

lumi generate de procesul de exteriorizare nu au fuzionat atât de puternic încât să devină altceva decât ceea ce sunt.

Tehnosfera sprijină omul și oamenii în primul rând în sfera *acțiunilor* lor. Etnosfera este responsabilă pentru procesele de *semnificare*, de *sensul* pe care oamenii încearcă să-l dea vieții. Dacă luăm tripletul *scriere, lectură, vorbire*, observăm că ocupă un loc central în lumea semnelor, care se sprijină pe el ca pe un suport esențial. Colaborarea fructuoasă a celor două lumi generate de exteriorizare a permis, în timpurile noastre, producerea unor mutații esențiale: *semnul a început să acționeze iar unealta să preia funcții ale etnosferei*.

O parte a lumii semnelor a degenerat în informație, preluând controlul funcțional în structurile fizice cele mai rafinate create de mintea omului: calculatoarele. Pe de altă parte scrisul, cititul și vorbirea sunt din ce în ce mai frecvent funcțiuni efectuate cu unelte, dând, deocamdată numai, impresia că etnosfera se întrupează în tehnosferă. Sprijiniți de unelte performante oamenii vor putea renunța poate, pe rând, la scriere, la lectură și în final chiar la vorbire, redobândind eventual capacitatea de a-și cupla nemijlocit gândurile.

Deci nu numai că distincția dintre etnosferă și tehnosferă se va atenua până la dispariție, dar vor apare obiecte ce vor permite omului să-și exteriorizeze și funcțiuni dobândite și perfecționate drept urmare a exteriorizărilor anterioare. Această fuziune va facilita eventual revenirea omului la un mod mai natural de ființare, despovărat de sarcinile pe care și le-a luat cu ocazia diferitelor exteriorizări. Cu fiecare exteriorizare omul a trebuit să-și apropie deprinderi impuse de interacția cu noua formă a tehnosferei sau etnosferei. De la o vreme accelerarea procesului de exteriorizare a antrenat și necesitatea dobândirii unor deprinderi din ce în ce mai numeroase și mai complexe. (Este evident pentru oricine că se învață mult mai ușor mânuirea unei sape decât a unui automobil. )

Șansa de a-și păstra *libertatea*, deci *sensul* existenței, omul și-o asigură prin fuziunea dintre *tehnosferă* și *etnosferă*, dintre *unealtă* și *semn*, dintre *acțiune* și *semnificare*, dintre *muncă* și *cultură*.

În artă a existat mereu o unitate între meșteșug, ca parte a tehnosferei, și simbol, ca parte a etnosferei. Această unitate tinde să se extindă, etno și tehnosfera îngemănate, devenind o formă superioară de exteriorizare.

Substratul fizic pe care această sinteză se poate realiza este dat de structurile microelectronice, care oferă astfel temeiul fundamentării unor forme superioare de libertate pentru om și comunitățile umane. De înțelepciunea omului depinde ca aceste potențe să fie actualizate pentru *funcții* utile în perspectiva unui *viitor civilizat*. Din păcate, până în momentul de față, imensa majoritate a aplicațiilor de vârf din domeniul electronicii este utilizată în scopuri ce nu au șanse de a servi umanitatea nici măcar în perspectivă imediată.

Fuziunea pe care încercăm să o evidențiem va putea spori șansele de libertate ale omului, dar aceste șanse nu se pot materializa decât printr-o bună alegere. Omul este arhitectul care va trebui să-și conceapă ansamblul de funcțiuni pe care dorește să-l realizeze în cadrul acestei noi sinteze. Cheia problemei stă în *arhitecturile* [Drăgănescu '84b] pe care le vom gândi și le vom implementa. Omul este creuzetul în care etnicul și tehnicul retopite vor genera forme de exteriorizare care să-l elibereze și de efectele exteriorizărilor anterioare.

## Semnul ca unealtă

Conceptul dominant în tehnosferă a fost și este încă cel de *structură*, iar în etnosferă cel de *formă*. Obiectele tehnice s-au structurat cu obstinție iar lumea semnelor s-a formalizat, ambele încercând astfel să-și rezolve problemele puse de *complexitate*.

Prin exteriorizare omul a evitat, pe lângă specializare și complexitatea. Până acum atât tehnosfera cât și etnosfera s-au luptat cu complexitatea în mare măsură independent una de cealaltă. Au poate o șansă în plus dacă-și unesc forțele într-o sinteza care să permită depășirea structuralismului și formalismului printr-o abordare sub imperiul conceptului de *arhitectură*. Nestructuratul și neformalul se pot impune măcar parțial în sfera de cuprindere a unei arhitecturi, străpungând bariere rigide în efortul de a domina complexitatea.

Forma și structura se sprijină reciproc în cadrul demersului științific. O structură poate fi descrisă formal iar o descriere formală este, de regulă, structurată. În multe situații a vorbi de o structură este echivalent cu a vorbi de o formă. O structură poate fi asociată unui limbaj și reciproc în zonele de vârf ale lumii uneltelor și semnelor. *Microelectronica* și *informatica* par a fi eșaloanele cele mai înaintate ale celor două lumi care, la acest nivel, sunt pregătite pentru a fuziona, deschizând era *uneltelor care prelucrează semne* sau a *semnelor care se comportă ca niște unelte*.

Un prim pas pe calea acestei fuziuni este *electronica funcțională*.

## De la structuri fizice și informație la arhitecturi

Termenul de *electronică funcțională* este folosit pentru prima dată în 1959 de J. A. Morton, de la Laboratoarele telefonice Bell, în încercarea de a găsi o alternativă mecanismelor de structurare din electronică. O dată cu aceasta se declanșa și o ofensivă împotriva ”tiraniei numerelor”, deci împotriva tendințelor de abordare formală excesivă. În această primă accepțiune, electronica funcțională încerca realizarea unor funcțiuni bazându-se numai pe proprietăți fizice intrinseci anumitor materiale, evitând configurațiile de circuit și modelarea numerică. Evoluția cercetărilor nu a confirmat, pe măsura așteptărilor, această orientare, ce s-a impus electronicii în încercarea de a găsi o cale mai eficientă de dezvoltare. Principala eroare a lui J. A. Morton a fost că nu a făcut distincția necesară între numeric și nenumeric, gândind știința calculatoarelor ca pe un domeniu exclusiv al numericului. Prin aceasta a ratat fuziunea dintre structurile electronice și cele informaționale, fapt scuzabil în deceniul șase, când microelectronica de abia apăruse ca termen iar imaginea pe care o aveau despre ea cercetătorii era departe de ceea ce este ea în deceniul nouă. Nici sensul *informației*, ca structură simbolică ce acționează, nu era suficient limpezit. Informația trebuie privită ca o entitate distinctă față de datele (numerice sau nenumerice) dintr-o structură de calcul, ea este un ingredient fundamental care permite o nouă abordare a electronicii într-o perspectivă realmente funcțională. Această nouă abordare este propusă de Mihai Drăgănescu în deceniul opt.

În noua sa accepțiune *electronica funcțională* se constituie într-un ansamblu de tehnici ce presupun *structuri fizice* și *informaționale* subordonate unor *arhitecturi* astfel concepute încât să satisfacă cerințele *omului și societății* în efortul acestora de a atinge starea de *civilizație socio-umană*. O astfel de viziune depășește purul tehnic, care, aliindu-se cu lumea semnelor, servește omul și societatea într-o manieră în care structura și forma sunt împinse într-un plan secund pentru ca în prim plan să poată apărea ansamblul funcțiunilor

grupate în arhitecturi, definite pornind nu de la ceea ce se poate, ci de la ceea ce trebuie.

Am putea defini electronica tradițională ca fiind una structurală. Ce presupune în plus sau altfel electronica funcțională?

## Limitele abordării sistemice

Dezvoltarea electronicii într-o manieră structurală a presupus abordarea de tip *sistemic*, rezultând astfel limitări fundamentale. Prin ce poate fi limitativă gândirea sistemică? Vom răspunde parțial la această întrebare prezentând o modalitate posibilă de definire a conceptului de sistem.

Să considerăm Universul Nostru, notat cu  $U$ , ca un obiect închis din punct de vedere structural (o primă ipoteză simplificatoare și deci limitativă pentru concepția noastră). O a doua ipoteză (figura 1. b) va fi aceea prin care se poate accepta definirea a două subuniversuri care să interacționeze la o graniță dintre ele. Notăm cele două subuniversuri cu  $U_1$  și  $U_2$ . În al treilea rând facem ipoteza că între  $U_1$  și  $U_2$  se pot defini două "căi" de interacțiune unidirecționale (figura 1. c),  $U_1$  și  $U_2$  apărând cuplate într-o buclă. O a patra ipoteză permite descompunerea lui  $U_2$  în subuniversuri "paralele" conectate (figura 1. d), interacțiunea între ele realizându-se pe "căi" bine și unidirecțional definite. O ultimă ipoteză, a cincea, va reține ca semnificativ ansamblul format din  $U_1$  și  $U_{2i}$  (figura 1. e) și-l va considera ca sistem. În această a cincea etapă se pun în evidență intrările și ieșirile. Ne iluzionăm cu faptul că putem studia ansamblul format din  $U_1$  și  $U_{2i}$  în absența unor conexiuni (pe care le-am neglijat). În măsura în care o astfel de abordare este utilă, teoria sistemelor are sens. Utilitatea acestui model a fost dovedită în primul rând de faptul că, folosindu-l, oamenii au progresat atât de mult în cunoaștere și creație încât modelul sistemic se dovedește din ce în ce mai inutil.

Ne putem ușor imagina fuziunea între  $U_1$  și  $U_{2i}$  din care rezultă configurația clasică a unui sistem (figura 2) cu intrare ( $X$ ), ieșirea ( $Y$ ) și reacția ( $Q$ ). Dacă legătura între mărimile de intrare, ieșire și cele ce se propagă este *formal* specificată, sistemul posedă o *structură* și va fi reprezentat ca în figura 3, unde  $X$ ,  $Y$ , și  $Q$  sunt *mulțimi*.

O analiză sumară a ipotezelor făcute ne va arăta cât de sărac poate fi față de realitate conceptul de sistem.

Prima ipoteză ignoră conexiuni posibile cu alte universuri sau cu o realitate mai profundă [Drăgănescu '79]; de asemenea ignoră omul cu multitudinea conexiunilor sale. Omul face parte numai parțial din Universul Nostru.

A doua ipoteză acceptă posibilitatea definirii a două subuniversuri și a unei granițe prin care au loc toate interacțiunile. Complexitatea reală a conexiunilor în  $U$  este atât de mare încât este practic imposibilă definirea unei zone prin care toate să aibă loc. Posibilitatea împărțirii în două a lui  $U$  este practic nulă.

A treia ipoteză, care evidențiază o buclă, presupune limitări suplimentare prin faptul că acceptă definirea conexiunilor unidirecționale. Practica tehnică curentă suportă modelul conform căruia o conexiune bidirecțională este echivalabilă cu două conexiuni unidirecționale potrivit alese. În realitate această descompunere este generatoare de simplificări greu de acceptat la o analiză atentă, măcar pentru simplul fapt că impun atenției noastre obiecte cu funcții de transfer unidirecționale.

Descompunerea "paralelă" într-un subunivers este limitativă din considerente similare cele ce decretează descompunerea "serie", presupusă de ipoteza anterioară. Înseamnă că acceptăm faptul că anumite efecte se propagă exclusiv prin porțiuni strict delimitate

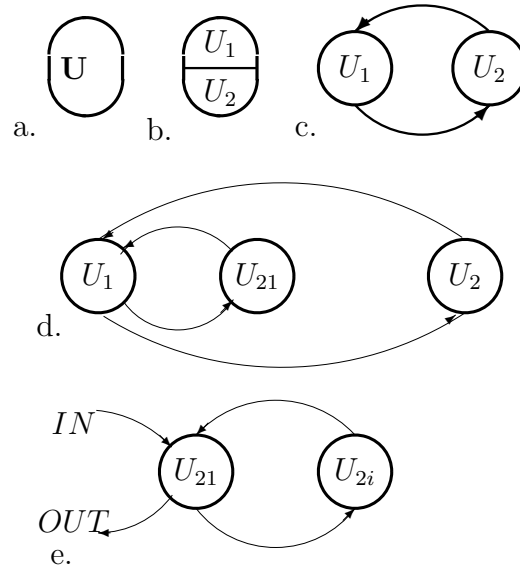


Figure 1: **a.** *Universul Nostru* aproximat printr-un univers 'inchis  $U$ . **b.** Ipotetica divizare a univesului  $U$  'in dou'a univesuri care interac'tioneaza printr-o interfa't'a definibil'a. **c.** Aproximarea interac'tiei prin intermediul a dou'a conexiuni unidirec'tionale. **d.** Ipoteza descompunerii 'in subuniversuri paralele. **e.** Neglijarea care permite definirea sistemului ca o entitate cu intr'ari 'si ie'siri.

ale universului  $U$ . Cu o bună aproximație un astfel de model este, de multe ori, practic acceptabil. Când vrem să depășim însă o anumită limită în abordarea sau fuzionarea unor domenii, o astfel de aproximație poate introduce limitări fundamentale. Este, poate, cazul abordărilor de vârf din electronică, și în general din tehnica modernă.

A cincea ipoteză pare a fi cea mai radicală. Ne permitem gestul arogant prin care încercăm să explicăm existența unei părți ( $U_1$  și  $U_{2i}$ ), ignorând ansamblul  $U$  (despre care știm din start că nu este totul). În această etapă se conturează conceptele de intrare și ieșire ce par tehnicianului practician ca fiind nemijlocit date, dar care în esență apar ca o încununare a unei serii de aproximații ipotetice. O caracteristică unanim acceptată a conceptului de sistem, cu implicații ce nu au fost suficient evaluate, este aceea că posedă intrări și ieșiri care nu contează de unde vin și unde se duc. În acest sens putem vorbi de caracterul *deschis* al sistemelor sau de *închideri* printr-o realitate ignorată, de aici rezultând limitele sale fundamentale.

Dintru început, calculatoarele și echipamentele aferente lor s-au dezvoltat ca sisteme deschise, într-un efort, inițial justificat, de perfecționare a structurii interne. Această cale a neglijat complet faptul că această unealtă era folosită de un om sau o colectivitate umană. În timp însă ne-am trezit confrunțați cu problemele date de faptul că în realitate

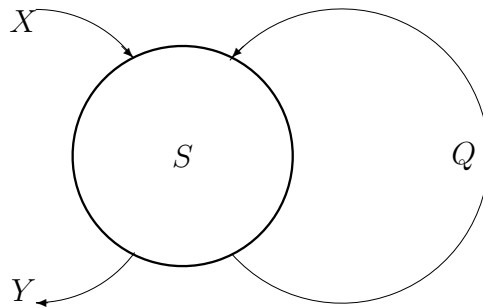


Figure 2: Sistemul ca entitate cu intrări și ieșiri evidențiate prin neglijarea unor conexiuni.

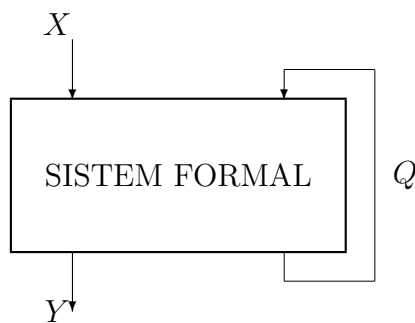


Figure 3: Un sistem formal, în care intrările, ieșirile și starea iau valori în mulțimi finite.

bucla neglijată pentru a permite definirea sistemului de calcul poate fi mai importantă decât sistemul în sine și impune reconsiderări fundamentale. Evoluția din ultima decadă și cea care se întrevede pentru viitor se produce ca urmare a sesizării proastei închideri prin om a unelei celei mai performante apărute în tehnosferă. Nu se mai poate evolua perfecționând numai unealta ca sistem, ci trebuie să se țină cont de ansamblul unealtă-om care nu mai poate fi abordat sistemic, în primul rând datorită caracterului aproape *închis* pe care-l are. Este mai importantă o bună închidere prin om decât o optimizare, oricât de avansată, a sistemului de calcul. Nu sperăm că prin luarea în considerare a omului am lichidat toate deschiderile, dar credem că vom realiza câteva închideri importante, poate pe cele mai importante sau măcar pe cele ce se întrevăd ca fiind importante pentru etapa prin care trecem.

Generația a cincea de calculatoare [Moto-Oka '82] se conturează nu ca un salt tehnologic, ci ca un pas ferm pe calea închiderii prin om a unor căi esențiale pentru creșterea impactului uneltelor inteligente în existența noastră. Nu au sens perfecționări structurale interne ale calculatoarelor dacă nu se perfecționează, în paralel, și modalitățile prin care acestea sunt activate de către utilizatorul extern care, de regulă sau măcar în ultimă instanță, este omul. La limită, unealta inteligentă trebuie comandată în limbaj natural, iar într-o perspectivă mai îndepărtată, direct de gândul omului. Faptul că omul interacționează din ce în ce mai puternic cu unealta inteligentă va trebui folosit și în sensul adaptării acesteia la următoarele solicitări ale omului. Deci unealta va trebui să și învețe. Funcțiunile la interfața cu omul devin, în consecință, mai importante decât cele strict interne. Cu alte cuvinte este mai importantă evoluția mărimilor X și Y decât cea a lui Q. Din perspectiva tehnologiilor structurale, esențială era evoluția internă, în Q. Perfecționarea tehnologiilor asociate structurii a permis eliberarea energiilor creatoare în vederea unei abordări funcționale, imperative la bornele sistemelor care tind să se închidă din ce în ce mai bine prin realități exterioare, devenind din ce în ce mai puțin sisteme.

Tehnosfera dominată de electronică este deschisă față de om și societate, în sensul că nu se închide o buclă care să genereze în toate situațiile o integrare realmente valorică a produselor acestui domeniu tehnic. Electronica, prin viitorul ei caracter funcțional, definit imperativ, va trebui să se ocupe și de ceea ce nu este, pentru a-și asigura închiderea într-un context potențat valoric. Câte din produsele oferite de electronica tradițională corespund unor reale necesități umane sau sociale? (Punem această întrebare în contextul în care situația din domeniul electronicii se pare că este, oricum, dintre cele mai puțin grave). O proastă închidere a unui domeniu tehnic prin social, uman și natural nu poate să ducă decât la un proces de continuă degradare a mediului și a vieții, reducând șansele accesului la civilizație. (Civilizație în sensul din [Drăgănescu '84a]).

Cuplajul dincolo de domeniul strict tehnic asigură electronicii funcționale posibilitatea de a introduce în realitate obiecte ce tind să-și depășească statutul de sistem prin capacitatea de a se integra, lăsând cât mai puține bucle deschise. La limită, un sistem ce se închide tinde să nu mai fie un sistem. Electronica transcende astfel purul tehnic, sau tehnicul, pentru început prin electronica funcțională, căpătând valențe care o integrează realmente în triada natură-om-societate.

## Mimetismul dintre etnosferă și tehnosferă

Un mod mai puțin evident sau mai puțin evidențiat de interacție între tehnosferă și etnosferă ar putea fi mimetismul ce s-a manifestat între ele, mimetism prin care uneltele



au fost concepute și integrate *formal*, pe de o parte, iar, pe de altă parte, lumea semnelor s-a dezvoltat *instrumental*. Din aceste împrumuturi reciproce unele, ca sistem, a devenit preponderent formală iar semnele au dobândit capacitatea de a acționa.

### Sistemul ca formă

Formalul este o caracteristică intrinsecă etnosferei, fiind reflectată în tehnosferă din lumea semnelor. Etnosfera fiind și o reflectare a existenței din perspectivă comunitară, ea se manifestă formal drept consecință a acestei reflectări. Forma apare în etnosferă, de unde va iradia asupra omului și tehnosferei.

Lumea uneltelor s-a dezvoltat *rapid și continuu* drept consecință a unei *sistemicități formale* care a determinat abordarea *structurală*.

Închiderea sistemelor prin om, societate sau natură pune pe prim plan ansamblul funcțiilor de interfațare între sisteme, pe de o parte, și celelalte realități, pe de altă parte. Omul, natura și societatea putând fi numai parțial abordate sistemic și formal, apare cu stringență necesitatea de a gândi *funcțiuni neformale* și de a defini arhitecturi în consecință. Spre exemplu: cum trebuie gândit un display în fața căruia va lucra ore în șir un om, un specialist într-un domeniu oarecare? Posibilitățile tehnice de a realiza instrumentul propriu-zis sunt în momentul de față foarte mari, putem concepe un display în foarte multe moduri. Care este însă maniera care corespunde cel mai bine modului uman de reacție, într-un anumit mediu socio-cultural? Cum trebuie să răspundă display-ul cerințelor utilizatorului și cum reacționează utilizatorul uman la modul de acțiune al unelei, materializat în acuratețea afișării, timpului de execuție, forma mesajelor? Răspunsul la o cerință sau reacția la un mod de acțiune sunt date de niște funcțiuni care în acest caz nu mai pot fi abordate strict formal. Psihicul omului și mecanismele formale ale unelei formează un ansamblu neformal, guvernat de legi neformalizabile dar foarte importante pentru eficiența interacției om-mașină. Poate nu este prea îndepărtată perspectiva în care înainte de a începe să lucrăm cu un display vom consulta un psiholog pentru a delimita mai corect caracteristicile pe care trebuie să le aibă instrumentul cu care vom interacționa. Dacă funcțiunea formală a display-ului ca sistem poate fi foarte riguros, precis și delimitat definită, funcțiunile de interacție cu utilizatorul vor trebui definite în clase cât mai largi pentru ca indivizii particulari să-și poată alege unelele cea mai "prietenosă", cea mai potrivită predispozițiilor psihice. Din această perspectivă poate că va trebui definit un "psihic" al display-ului, al uneltelor în general, pentru a putea realiza cât mai eficient corelări om-unealtă. Astfel unelele începe să fie mai puțin un *sistem cu o anumită structură* și devine din ce în ce mai mult o *arhitectură*. Dacă sistemul dobândește virtuți arhitecturale, omul este descris simplificat printr-o arhitectură, pentru a se putea realiza o bună închidere a unelei. Unealta va vedea omul ca pe o arhitectură. Este un pas mic, dar important, care premerge celui în care unelele va vedea omul ca om.

Într-o arhitectură putem include pe lângă funcții formale și funcții neformale într-un ansamblu coerent, compatibil cu un anumit context și subordonat unui anumit scop.

Sistemul avea o funcție proprie, independentă de context. Arhitectura este întotdeauna definită raportat la ceva, niciodată nu se va putea vorbi de o arhitectură în sine. Sistemul se concentrează asupra funcției sale, iar arhitectura oferă funcțiuni la interfața dintre două realități ce pot fi descrise formal sau neformal. *Sistemul* nu se împlinește în calitate de concept decât într-un cadru *formal* definit, pe când *arhitectura* permite abordări *formale și neformale* în egală măsură. Când neformalul nu trebuie luat în considerație abordarea

sistemică se dovedește suficientă. Suntem forțați să ținem cont de neformal atunci când dorim să închidem măcar parțial deschiderile prea mari pe care le presupune sistemicitatea.

Prin abordarea arhitecturală și neformală încercăm de fapt să anulăm parțial ipotezele care, în secțiunea anterioară, au permis definirea conceptului de sistem. Obiectele tehnosferei sunt studiate și definite în primul rând prin comportamentul la borne și mai puțin prin structura lor internă. Tehnosfera devine mai puțin arogantă, omul permițându-și o atitudine mai imperativă. Forma trece într-un plan secund, cerințe firesc formulate determinând evoluția tehnosferei către o sinteză cu etnosfera, în tendința firească a omului de continuă eliberare de sub necesități de el inventate. Nu putem încă lămuri ferm problema dacă omul este liber să se exteriorizeze sau să inventeze. S-ar putea să se afle în situația de neînvidiat (de către cine?) ca exteriorizarea și invenția să se stimuleze reciproc, într-un proces de mult amorsat și care nu are șanse de a se amortiza. Atunci când pe această buclă omul poate declanșa și folosi atât formalul cât și neformalul, procesul capătă o nouă dimensiune care sperăm că se va reflecta benefic în om, societate, și natură.

### Semnul care acționează

Revenind la începutul secțiunii anterioare să explicităm și cea de a doua problemă enunțată: cea a semnului care acționează [Ștefan '85] .

Obiectele electronicii structurale, tradiționale, interacționează cu omul, natura sau alte obiecte în principal prin intermediul *semnalelor*, care pot fi audiovizuale, obținute de la traductoare sau generate pentru a declanșa acțiunii electromecanice. Electronica funcțională presupune cu preponderență interacțiuni *simbolice* prin limbaj natural sau limbaje cu restricții sintactice minime; de asemenea imaginile au un rol din ce în ce mai important. O altă caracteristică ar fi aceea că *sintacticul* care a avut prioritate în electronica structurală este înlocuit din ce în ce mai mult de *semantic*. Semnalele de la bornele obiectelor electronicii funcționale devin simboluri cu șansa de a semnifica, inundând astfel realitatea cu fluxuri informaționale ce anterior nu existau.

Valențe semantice pot căpăta și simbolurile interne manipulate de o unealtă electronică. Atunci când o structură simbolică dobândește semnificație într-o structură digitală putem spune că aceea structură a degenerat în informație [Drăgănescu '83]. Din considerente strict legate de optimizarea structurii interne, sistemele digitale au evoluat astfel încât în interiorul lor au apărut și s-au dezvoltat structuri simbolice. În momentul în care au căpătat semnificație pentru funcțiile interne, ele au început să acapareze controlul funcțiilor văzute din exterior sau, altfel spus, au preluat controlul actualizării din perspectivă arhitecturală. Dezvoltarea și definirea sistemelor din perspectivă arhitecturală este descătușată de puternice restricții structurale în momentul în care informația acaparează controlul actualizării funcționale. S-ar zice că în tehnosferă se produce un proces de *exteriorizare*: structura fizică își exteriorizează posibilitățile funcționale în structurile informaționale sau, mai explicit, într-un compartiment până atunci neimportant al etnosferei. Nu a trecut prea mult timp și evoluția în lumea informației a decis că trebuiesc exteriorizate unele funcțiuni în lumea structurilor și astfel asistăm la un proces continuu de exteriorizări reciproce între domenii de vârf ale teho și etnosferei: microelectronica și informatica. Aceasta este, credem, calea pe care se va realiza sinteza, anterior amintită, între cele două lumi generate de om prin exteriorizare.

Pentru a ne limita la o singură unealtă - calculatorul - vom urmări în cazul acestuia, cum s-a amorsat și se desfășoară interacția între lumea uneltelor și cea a semnelor. Într-o

primă formă calculatorul a fost o structură fizică pură sub forma mașinii de socotit, la care ulterior s-a adăugat facilitatea de a fi programat în vederea înlănțuirii automate a unui număr mare de operații elementare. Inițial, programarea se făcea în limbaj-mașină pentru fiecare tip de mașină, aceeași problemă fiind programată altfel.

Pentru a se înlătura această deficiență au apărut programe care traduc dintr-un limbaj de programare general, nelegat de nici o mașină, în limbajul fiecărui tip de mașină; este vorba de compilatoare. Orice mașină posedă un limbaj propriu și unul sau mai multe compilatoare pentru limbajele folosite de diverși utilizatori. Compilatoarele sunt niște interfețe între arhitectura (setul de instrucțiuni) unui calculator și un program scris într-un limbaj de uz general (Fortran, Lisp). În același timp limbajele de uz general pot fi gândite ca interfețe între omul care gândește soluția și o mașină universală - calculatorul - care poate fi pus să rezolve problemele. Pentru gestionarea resurselor unui calculator se concep programe special destinate - sistemele de operare - care-l scutesc pe utilizator de manevrarea explicită a unor structuri. De asemenea, în interiorul mașinii flexibilitatea structurilor controlate informațional, testată la nivelul programării, începe să joace un rol din ce în ce mai important sub forma microprogramării și nanoprogramării. Structurile fizice pure de abia se mai zăresc de sub straturile succesive de structuri informaționale care s-au infiltrat în structura mașinii, dar și între om și mașina fizică propriuzisă. Această ofensivă a semnelor, sub forma informației, a cunoscut un maxim în anii 60 și 70. Odată cu atingerea apogeului au apărut și limitele acestui proces. Structurile fizice strivite sub cele informaționale au ajuns nesemnificative atât ca preț de cost cât și ca dezvoltare teoretică.

Structura fizică a început prin a-și exterioriza funcțiunile în informație până când, sfidând aparența, calculatoarele au devenit niște unelte aproape pur informaționale. În acest moment informația a declanșat procesul de exteriorizare într-un efort invers, de trecere în hardware a unor funcțiuni executate prin programe, în software. Funcții care au apărut și s-au dezvoltat software tind să migreze în hardware. Deci nu o reîntoarcere pur și simplu în hardware. Un exemplu tipic ar fi acela al mașinilor ce execută direct limbaje de nivel înalt (de exemplu Lisp).

Ca întotdeauna, exteriorizarea este impusă de necesitatea creșterii *performanței* în contexte din ce în ce mai *complexe*. Exteriorizarea în software a fost impusă în primul rând de necesitatea creșterii *complexității*. Structurile informaționale au căpătat o astfel de amploare încât au putut impune, la rândul lor, exteriorizarea în hardware, de această dată motivat de creșterea *performanței*. Sporul funcțional obținut la trecerea din hard în soft, din lumea uneltelor pure în cea a semnelor, forțează peste o anumită limită necesitatea revărsării (exteriorizării) înapoi înspre structura fizică. Această pendulare, care se pare că se va amorsa, va permite apariția unei noi lumi - cea a uneltelor inteligente controlate simbolic.

Progresele spectaculoase în microelectronică au permis ca semnele ce acționează să capete un suport pe care să-și poată desfășura toate posibilitățile, inclusiv pe cele de exteriorizare. La nivelul microelectronicii și al informaticii s-a creat canalul prin care comunică stimulativ, cu efecte rapide și continue, lumea uneltelor cu cea a semnelor. Cu efecte mai puțin rapide și de multe ori discontinue, cele două lumi au comunicat și comunică în domeniul artelor. Conlucrarea fiind mai veche și realizându-se sub presiunea unor forțe mai subtile, se pare că în lumea artelor evoluția este mai echilibrată, mai apropiată de ritmurile umane de adaptare și asimilare. După acest început vijelios va urma și în lumea uneltelor inteligente o perioadă de dezvoltare armonioasă, depășindu-se

criza axiologică pe care o parcurgem? Sperăm că da.

Un serios semnal de alarmă în acest sens este tras de A. Leroi-Gourhan [Gourhan '64] din care cităm:

*”Dacă . . . vom considera că omul și-ar atinge deplina armonie într-un echilibru în care ar păstra contactul cu totalitatea realului, ne putem întreba dacă punctul de optim nu e cumva rapid depășit din momentul în care utilitarismul tehnic găsește într-o scriere complet canalizată mijlocul unei dezvoltări nelimitate.”*

Deci atenție la șirul de simboluri! Lăsat liber, după ce a dobândit capacitatea de a acționa, își va impune criteriile proprii unei lumi în care omul dorește încă să-și păstreze libertatea de a gândi, precum în antichitate, radiant iar nu liniar și secvențial cum îl forțează etnosfera. Timpul circular al grecilor din vechime a degenerat într-unul liniar întrupat, mai nou, în tactul intern al calculatoarelor electronice. Accelerația pe care o imprimă omului lumea acționată de informație are o limită de care este periculos să ne apropiem.

## **Inteligența artificială: sinteză între etno și tehnosferă**

Pentru a preveni acest risc, în efortul său de adaptare, omul a început să-și exteriorizeze noi paliere. Pornind de la ”teama” că unghiile i se vor transforma în gheare omul a ajuns să se teamă că organul său cel mai subtil - creierul - se va transforma exclusiv într-o mașină inteligentă. Inteligența a devenit atât de utilă oamenilor încât omul nu-și mai poate permite să o exerseze în exclusivitate, de teamă că va deveni o inteligență pură. Inteligența este, deocamdată, ultimul palier atacat de presiunea exteriorizării, în ceea ce, de câțiva timp numim *intelență artificială* (AI). AI este o primă tehnică ce presupune în egală măsură contribuția tehnosferei și etnosferei. AI este de asemenea o componentă, o unealtă esențială a electronicii funcționale, în care se integrează sub forma unei *arhitecturi dedicate*.

Într-o primă formă AI a apărut în cadrul științei calculatoarelor ca un reflex al caracterului formal și limitativ al gândirii algoritmice. Cu toate progresele spectaculoase din domeniul tehnologiei calculatoarelor, abordarea algoritmică se dovedește neputincioasă în cazul unor probleme ce depășesc un anumit grad de complexitate. Chiar dacă există o soluție algoritmabilă pentru un calculator, mai trebuie îndeplinită și condiția ca soluția să poată fi obținută într-un timp util. Există probleme ce algoritmice ar putea fi rezolvate, dar timpul de execuție depășește pe cel al speranței de viață a unui individ din lumea civilizată. Deci algoritmul, chiar cunoscut, poate fi inutil.

Mintea omului funcționează numai parțial algoritmic, în principal sub influența procesului educațional. Această componentă a fost până de curând exclusiv exteriorizată în tehnica de calcul. AI încearcă să exteriorizeze și alte procese mentale în efortul de a eluda complexitatea algoritmică.

Un algoritm presupune o parcurgere de regulă exhaustivă a unui spațiu de multe ori inabordabil de mare. Prin *euristici* se caută scurtcircuitarea unor trasee în această căutare, se încearcă *”ghicirea norocoasă”* a unor soluții a căror *verificare* presupune algoritmi drastic simplificați. Norocul nu ajută însă pe oricine, el este forțat de strategii pe care omul încearcă să le transmită calculatoarelor în efortul de a construi unelte artificiale inteligente. Prin AI se încearcă transferarea, măcar parțială, în tehnosferă a unor comportamente umane inteligente.

Un prim comportament inteligent deosebit de eficient este cel al învățării. Mașina trebuie să dobândească posibilitatea de a învăța din propria experiență devenind din ce în ce mai inteligentă. Astfel, fără a atinge performanțele omului de excepție, o mașină dotată cu AI, în cazul anumitor probleme se poate descurca mai bine decât media rezolvitorilor umani.

Prin intermediul AI produsele electronicii funcționale vor câștiga și noi capacități de interfațare cu omul și societatea. Comportamentul uneltei devine mai "prietenos", utilizatorul putându-se acomoda mai ușor cu noile obiecte tehnice. Mașina va putea avea suficientă inteligență pentru a-l putea instrui pe om în felul în care poate fi utilizată. Învățând mai puțin, omul va putea să capete deprinderea de a folosi unelte din ce în ce mai complexe, în primul rând datorită faptului că acestea posedă inteligență sub forma limitată, dar suficientă, a AI.

AI nu este un produs exclusiv al etnosferei sau tehnosferei, ci este unul de sinteză a acestor două lumi ; este poate unul prin care apare o nouă lume în care omul se exteriorizează fără a se împovăra. În lumile celor exteriorizate se produce prin aceasta un eveniment notabil prin care omul își mai acordă o șansă.

## Electronica funcțională: refuz al exactității goale

Lumea uneltelor și cea a semnelor, în care "*exactitatea se substituie adevărului*" [Noica '78], a fost populată cu obiecte care sunt în mare măsură străine omului, în primul rând, datorită incapacității lor de a se individualiza. Produsele tehnice nu sunt "adevărate" în sensul că nu se pot individualiza decât pe măsură ce nu mai sunt, prin uzură diferențiată.

Electronica funcțională se va putea constitui și într-un refuz al exactității goale, pentru ansamblul obiectelor tehnice și pentru șirurile de simboluri ce acționează, declanșând un proces de stimulare a evoluției spre individualizare prin învățare, nu prin uzură diferențiată. Vom avea instrumentele pe care le-am "crescut" prin folosire [Ștefan '87]. Individualizarea prin învățarea asigurată de AI, o va înlocui pe cea datorată uzurii. (Un automobil se individualizează în funcție de modul de a conduce al posesorului său, dar această individualizare presupune, peste o anumită limită, numai uzură.) Un obiect tehnic dotat cu AI poate evolua în funcție de experiența pe care i-a oferit-o utilizatorul uman și pe care el o poate măcar parțial acumula, devenind din ce în ce mai performant. Există deci o individualizare bună, care prin dobândirea de noi determinații favorizează apariția unor noi generaluri și există una proastă care prin uzură duce-n haos. Tehnica actuală este în mare măsură generatoare de haos, dar cea bazată pe electronică funcțională și inteligență artificială are ocazia de a aduce ceva nou în lume.

Noul nu poate apărea numai prin individualul pur, ci doar dacă se împlinește în general. Noul ce nu implică prin explozia determinațiilor restrângerea în general, nu poate fi decât cel mult un accident. Tehnica tradițională, cu electronică cu tot, este în cel mai bun caz accidental valoroasă. La îngemănarea dintre tehnosferă și etnosferă, prin electronica funcțională se oferă obiectelor tehnice șansa de adevărire, șansa de a nu degenera în exactitate.

Nu este prima dată în istorie când omul, în mod instinctiv, se teme să nu degenereze într-o ființă dominată de exactitate în acțiune, în cunoaștere sau în gândire. Într-un splendid eseu E. R. Dodds [Dodds '51], un erudit profesor de limba greacă, speculează asupra sfârșitului culturii clasice elene opinând că teama de o raționalitate dusă peste o anumită limită a fost una din cauzele care au stopat evoluția acestei civilizații. Întoarcerea

la o anumită formă de iraționalism poate fi motivată prin faptul că omul nu și-a putut permite, în primele secole ale erei noastre, găsirea unei modalități de exteriorizare a raționalismului, care peste o anumită limită specializează atât de mult creierul omului încât riscă blocarea evoluției speciei umane. Astăzi avem șansa de a exterioriza măcar parțial inteligența, omul permițându-și urmarea propriei căi fără a face explicit un pas înapoi așa cum au fost obligați vechii greci. Dodds își exprimă, în pragul deceniului șase, speranța că saltul decisiv, pe care raționalitatea greacă nu a putut să-l facă, va fi făcut într-o bună zi. Zorii acelei "bune zile" se pare că se anunță. Teama de înregimentare spirituală printr-o raționalitate formală excesivă este aproape îndepărtată o dată cu apariția uneltelor inteligente. Omul dovedește astfel că este mult mai mult decât o ființă inteligentă.

*În locul pieirii de sine în multiplicități  
apare regăsirea de sine în unitate.*

Leo Frobenius, 1933

Iulie, 1987

# ROSTUL RESTULUI





# Experimentul în lumea formalului

*Asta mă face să mă gândesc la dialectica lui Hegel, tristisimă, fiindcă acolo totul se pierde în infinit. Cu fiecare zi, vom avea tot mai multă nevoie de spațiu finit.*

Salvador Dali (1953)

**Logica<sup>45</sup> experimentului științific<sup>46</sup>!** Deci logica încercării. Altfel spus: există oare un set coerent de acțiuni care să ne permită evaluarea prealabilă a unui experiment? Riguros întrebându-ne: există un predicat, să-l numim  $E$ , care primind ca argument descrierea unui experiment să întoarcă, prin evaluare, *adevărat* sau *fals*? Să presupunem că există. Atunci, ar trebui să nu ne surprindă faptul că evaluarea acestui predicat, pe mașini oricât de puternice, ne-ar pune, în majoritatea cazurilor, în situația de a nu putea decide dacă mașina se mai oprește sau nu, oferind un răspuns. Puse să decidă tranșant în raport cu descrierea unui experiment, minunatele noastre mașini de calcul ar fi, de regulă, în dificultate. Evaluarea predicatului  $E$  va degenera, astfel, dintr-un proces formal previzibil, într-un experiment. Fiind sistematic pusă sub semnul incertitudinii, evaluarea predicatului  $E$  capătă coloratura unui experiment. Încercăm să vedem nu ceea ce iese, *adevărat* sau *fals*, ci dacă iese ceva. Va fi vorba de un experiment în lumea formelor și mai puțin de un calcul, realizat pe o mașină, folosind un formalism oarecare.

Deci, problema logicii experimentului științific ne conduce direct la problema experimentului în lumea formalului. (În această încercare ne vom limita numai la lumea formalismelor, cea a formelor fiind mult prea extinsă.) Experimentul în lumea formalului se distinge de experimentul ce poate avea loc în lumea fizică sau în cea a mentalului, realizând, în același timp, și o legătură între fizic și mental. Formalismele semnifică pentru mental și acționează în lumea fizică în egală măsură, constituindu-se într-o punte care leagă, desparte, dar mai ales potențează acțiuni în care fizicul și mentalul se sincronizează superior.

Imaginația, formă a experimentului mental, și acțiunea, tipică experimentului fizic, se întâlnesc la nivelul experimentului formal, în efortul de a atenua distincții prea net marcate de o evoluție care a sărăcit expresivitatea gestului insolit, într-o lume în care, de aproape o jumătate de mileniu, gândul și acțiunea și-au avut căi proprii<sup>47</sup>, prea proprii chiar.

<sup>45</sup>Acest text a fost publicat în *Revista de filosofie*, tom XLII, nr. 4, 1995

<sup>46</sup>Inițial, acest text a fost prezentat în cadrul simpozionului "Logica experimentului științific", organizat de Academia Română în zilele de 14 și 15 decembrie 1994.

<sup>47</sup>Experimentul promovată în Renaștere, beneficiind și de o anumită toleranță din partea catolicismului, se prezenta sub forma unei simbioze superioare între acțiune și gând. Sfârșitul acestei epoci se produce o dată cu intoleranța practică de Reformă, care va impune experimentul sub forma acțiunii pure,

**Logica experimentului mental!** Deci, logica imaginației. Altfel spus: există o coerență a imaginației? Într-adevăr, credem că există o coerență a imaginației ce *permite adevărului să se extindă mult peste limitele în care formalismele pot să dea socoteală de el*. Putem construi dincolo de ceea ce putem proba. Experimentul mental se poate împlini în cel formal, impunând adevărurile care scapă demonstrabilului. Prea puține din adevărurile imaginabile în "laboratorul" minții pot fi prinse în forme. Mult mai multe, nu știm dacă toate, pot fi construite însă în cadrul unor experimente formale.

**Rostul experimentului formal** apare, deci, în contextul în care atât experimentul științific cât și cel mental au limite inerente, date de disocierile mult prea drastice în virtutea cărora au apărut. Dacă o reconciliere profundă între acțiune și gând nu este prea curând posibilă, atunci un prim pas îl poate constitui cultivarea experimentului formal. Atunci când infinitul se poate împlini într-o construcție finită el poate fi asociat atât unui experiment mental cât și unui model fizic, deoarece are șansa de a fi util printr-un experiment formal.

**Dar experimentul în lumea formalismelor are și cauze ce provin exclusiv din spațiul formalului**, el este condiționat și independent de experimentul mental sau de cel științific. Științele purului formal, matematicile, tind să devină, printr-o evoluție independentă, științe experimentale, în aceeași măsură în care, spre exemplu, fizica este o știință experimentală [Chaitin '94]. Dacă pentru Euclid o axiomă era un adevăr *evident*, pentru fizicienii secolului 20 un nou principiu, chiar dacă nu este evident, este adevărat, cu condiția să fie deosebit de *util*. Utilitatea se va substitui evidenței și în matematică, odată ce aceasta intră sub incidența abordărilor algoritmice. Un algoritm este o acțiune de construcție care poate fi utilă sau nu, poate fi realizată sau nu într-un timp util. În aceste condiții nu trebuie să ne mirăm că un concept matematic nu poate deveni efectiv decât dacă este susținut de conceperea unor "mașini" care să-i sprijine existența prin acțiuni concrete. Intuiționismul<sup>48</sup> lui Brouwer și Heyting, iar mai apoi provocarea lui Gödel<sup>49</sup>, la care au răspuns atât de prompt Turing, Church, Kleene și Post<sup>50</sup>, au deschis calea experimentului în lumea formalismelor. Acțiunea efectivă devine un concept matematic odată cu impunerea mecanismelor de recursivitate<sup>51</sup>.

---

precedată sau urmată de gând. Segregarea gândului de acțiune va permite înflorirea formalismelor și mașinismului în detrimentul formelor ce acționează.

<sup>48</sup>Intuiționismul leagă foarte strâns existența unei propoziții matematice de o construcție care să-i corespundă [Brouwer '13]. Se deschide astfel calea către ideea de construcție algoritmică, văzută ca un principiu care face efectivă o propoziție matematică.

<sup>49</sup>Este vorba de teorema care demonstrează posibilitatea construcției unei propoziții independente într-un sistem formal [Gödel '31] (vezi și nota 17 din "Limita ca valoare", în acest volum). O propoziție adevărată dar nedemonstrabilă are cel puțin utilitatea unei axiome. Noi credem că este vorba de mai mult. Construcția unei propoziții independente ne reconfortează cu gândul la posibilitatea de a ne putea construi repere independente. Un reper independent este util în primul rând prin fermitatea pe care o are. Totul este să fim capabili să folosim această fermitate! (Atunci când Arhimede cerea un punct de sprijin promițând că va putea răsturna Pământul, credem că se referea la un punct independent de la care pornind, să se poată da socoteală de existența Universului.)

<sup>50</sup>În 1936 apar patru lucrări fundamentale (republicate în [Davis (ed.) '65]) care propun modele de calculabilitate prin intermediul cărora construcția lui Gödel să poată fi efectiv realizată. Aceste lucrări fundamentează știința calculatoarelor și deschid calea matematicii ca experiment în lumea formalului. Pentru construcția efectivă va trebui să fie așteptat anul 1985 [Streinu '85] când, folosind expresivitatea oferită de limbajul Lisp, Ileana Streinu reușește prima construcție efectivă.

<sup>51</sup>Recursivitatea este o modalitate de definire coerentă a unui obiect matematic, care presupune chiar

**Există o logică a acțiunii formale, algoritmice?** Experimentul este o acțiune cu rezultate parțial imprevizibile. Logica acțiunii ar trebui să dea socoteală de modul în care trebuie articulate coerent acțiunile elementare prin care se definește un experiment. Într-o algebră a acestora ar trebui să distingem construcțiile câștigătoare. Construcția formală bazată pe o algebră a acțiunilor permite imaginației să conceapă structuri de mare complexitate, rezultând un apetit pentru construcție greu de imaginat în afara lumii formalismelor. Se pune, în consecință, problema corectitudinii acestor construcții. Este suficientă oare o articulare logică pentru a valida proiectul unei acțiuni? Din mai multe motive răspunsul este negativ.

În primul rând, pentru că orice experiment pune și problema resurselor implicate. Dacă imaginația nu-i lipsește omului, nu același lucru se poate spune despre timp sau despre resursele fizice. Aceasta nu-i împiedică pe cei ce imaginează în spațiul formelor să conceapă algoritmi pentru care timpul, la măsura omului, și substanța, la nivelul Universului, se dovedesc insuficiente. Să exemplificăm! Lumea științifică a considerat notabil un rezultat matematic care optimiza structura unui circuit pentru funcția de sortare [Ajtai '83], foarte utilizată într-un sistem de calcul. Dar algoritmul era mai performant decât cei anterior concepuți numai dacă numărul de componente ale circuitului depășea cifra de 2 la puterea zecilor de mii, în condițiile în care se estimează la  $2^{256}$  numărul de atomi din Universul accesibil. Un rezultat superb, dar perfect inutil, mai ales că se referă la o construcție efectivă. Pe de altă parte, pentru multe probleme, căutarea unei soluții pe o cale algoritmică optimizată, necesită, pe mașini de mii de ori mai puternice decât cele de care dispunem, un timp de calcul ce depășește sute de secole. Deci, cunoaștem soluții, dar ele nu vor fi niciodată efectiv utile unei ființe umane.

În al doilea rând, articularea logică nu este suficientă, deoarece există posibilitatea proiectării unor obiecte independente de sistemul formal în care sunt construite. În acest caz nu este posibilă validarea lor, dar este foarte utilă, uneori, reținerea obiectelor astfel

---

definiția obiectului. Utilitatea unei astfel de definiții nu se poate manifesta decât prin acțiunea ei efectivă. O definiție recursivă este folosită pentru a construi.

construite<sup>52</sup>.

Matematica, devenind experimentală, a reușit și performanța de a proba inutilitatea multora din realizările sale, care, cu toate că sunt rodul unei imaginații fulminante, se dovedesc de nefolosit într-o lume fizică limitată. Pe de altă parte este posibilă construcția unor obiecte utile care nu pot fi validate prin procedee matematice. Imaginarul delirează, decuplat de lumea fizică sau de cea formală, singura șansă fiind exersarea lucidă a experimentului formal, care ar putea să redea omului un simț pierdut. Imaginarul, constructiv cenzurat de real, prin intermediul experimentului formal, poate depăși limite care acum îl marchează nedrept și inuman.

**Ce rol ar putea avea arhitectura experimentului?** Așa cum multe adevăruri utile nu pot fi probate, o mulțime de adevăruri perfect probate se pot dovedi inutile. Cum am putea face astfel încât să maximizăm efectiv spațiul de manifestare al adevărilor? Crescând eficiența experimentului matematic. Pentru aceasta, conceptul cheie, la nivelul căruia cred că trebuie să ne concentrăm, este cel de arhitectură. Gândirea arhitecturală, la limita dintre structurile fizice și cele formale (matematice) este cea care facilitează schimburi reciproce benefice între lumea mașinilor și cea a formalismelor. Arhitectura este o interfață poziționată flexibil între mașini și formalisme, la nivelul căreia se negociază funcțiunile ce revin mașinii și cele care cad în sarcina construcțiilor formale întrupate în programe. Cât dintr-un experiment formal ține de acțiunea declanșată de un șir simbolic și cât ține de semnificația funcțională pe care un șir simbolic o poate avea? Ce revine posibilităților acționale și ce cade în sarcina posibilităților expresive? Negocierea

---

<sup>52</sup>Orice sistem formal poate fi caracterizat prin:

$$SF = (I, G, A, R)$$

unde:

- $I$  reprezintă un alfabet finit
- $G$  este o gramatică, care permite delimitarea submulțimii șirurilor corect formulate în mulțimea celor posibile; este astfel definit  $L(G)$  - limbajul (finit sau infinit) generat de  $G$
- $A$  este un set finit de axiome, prin care se specifică un număr de șiruri adevărate în  $L(G)$ , în virtutea unei evidențe sau a unei utilități
- $R$  este setul finit al regulilor de inferență, care permite ca, pornind de la axiome, să se evidențieze în mulțimea șirurilor corect formulate șiruri adevărate.

Distingem într-un sistem formal:

- șirurile corect formulate, ele formează  $L(G)$ 
  - șirurile primar adevărate
    - \* în mod evident sau în virtutea unei necesități
    - \* în virtutea unei demonstrații
  - restul șirurilor
    - \* care sunt demonstrabil neadevărate
    - \* care sunt nedemonstrabil adevărate
- șirurile incorect formulate.

Altfel spus, predicatul demonstrabil aplicat unui șir din  $L(G)$  poate întoarce *adevărat* sau *fals*, iar pe unele intrări nu se oprește din evaluare (printre ele se află și cele nedemonstrabil adevărate cu o pondere ce pare a fi dominantă).

care are loc la nivel arhitectural este esențială, deoarece aici se articulează acțiunile cu semnificațiile<sup>53</sup>.

**Eficiența experimentului matematic (formal)** este condiționată de o bună abordare arhitecturală prin care se poate acomoda expresivitatea formei imaginate cu performanța interpretării ei pe un suport fizic. Arhitectura trebuie să fie o interfață între o mașină puternică și un limbaj expresiv. O nefericită poziționare a acestei interfețe între imaginar și real poate scădea utilitatea experimentului matematic. Îi poate anula chiar sensul. O bună armonizare a gestului formal cu forța mașinii permite, la nivelul arhitecturii experimentului formal, reconcilierea gândului cu acțiunea. Nu știm dacă experimentul în lumea formelor este o necesitate absolută în orice spațiu cultural, dar, în efortul de civilizare bazat pe o cultură bimilenar dominată de aspirația către disociere, el vine să refacă conexiuni necesare, astfel încât omul poate să redescopere că *în spațiul dintre mister și magie singura atitudine posibilă este jocul*.

Deci, cu speranța că lucrurile se vor articula normal, poate ne vom reîntâlni altădată să discutăm despre *ludica experimentului științific*. La o astfel de întâlnire aş propune o lucrare cu titlul:

## Experimentul ca joc arhitectural

Dacă acest lucru nu va fi posibil, acest titlu ar fi bun și pentru textul pe care tocmai l-am prezentat.

Decembrie 1994

---

<sup>53</sup>Dacă un limbaj de programare este deosebit de expresiv, atunci mașina pe care sunt rulate programe scrise, folosindu-l, riscă să fie foarte solicitată. Condensarea expresiei presupune expandarea resurselor solicitate în procesul de evaluare. Spre exemplu, rularea programelor scrise în foarte expresivul limbaj Lisp solicită foarte mult resursele structurilor clasice de calcul (timpul și memoria). Singura soluție pentru a crește eficiența rulării aplicațiilor scrise în Lisp este reformularea arhitecturii în care acest experiment are loc.



# Există o constantă universală a cunoașterii?

## *Reducționismul, ca reflectare a alternativei haos-ordine în dihotomia global-local*

*My message is that science is a human activity, and the best way to understand it is to understand the individual human beings who practice it. Science is an art and not a philosophical method.*

Freeman Dyson

Orice<sup>54</sup> limitare inițială se împlinește într-una finală. Reducționismul, ca limitare acceptată mai mult sau mai puțin programatic, va trebui să fie epuizat printr-o deschidere oferită de evidențierea unei limite. Pornind de la căutarea *locală* a *ordinii* și ajungând până la acceptarea *globală* a *haosului*, demersul cunoașterii s-a păstrat constant sub incidența reducționismului. Vom încerca să arătăm că tributul dat reducționismului în știință este o limită care poate avea asociată o constantă. Această constantă exprimă faptul că acceptând o cale, sau chiar păstrându-ne sub incidența unor căi alternative, va rămâne întotdeauna un rest. Și nu de puține ori în acest rest se vor afla lucruri importante.

### Cosmotic și haotic în cunoaștere

*Căutarea sistematică* sau *găsirea întâmplătoare* au marcat, ca modalități extreme, procesul de cunoaștere din toate timpurile. Apariția și dezvoltarea informaticii au pus în evidență pregnant diferența dintre cele două moduri ce devin căi distincte, cultivate explicit. Ordinea și întâmplarea se instituie în modalități simetrice de activare a forței brute a mașinilor de calcul, în egală măsură marcate de limite fundamentale. Căutăm ordonat sau găsim întâmplător în spații ce sunt din ce în ce mai complexe sau mai pline de înțelegeri. Orice câștig pe calea extinderii sau intensificării cunoașterii are drept consecință evidențierea și chiar atingerea unor limite ce se vor dovedi, în ultimă instanță, limite ale atitudinii reducționiste.

---

<sup>54</sup>Comunicare la sesiunea anuală a *Comitetului Român de Istoria și Filosofia Științei* din 19 octombrie 1995.

## Limitele căii cosmotice

Atunci când o problemă este tranșant și riguros pusă, își va găsi rapid o soluție. Este cazul formalizării procesului deductiv în matematică, enunțat ca problemă prin ceea ce s-a numit programul lui Hilbert. O serie de fapte în lumea celor mai riguroase formalisme au arătat că reducționismul nu poate funcționa în știință decât pentru a fundamenta situații triviale, prin simplitatea lor sau prin lipsa unor înțelegeri profunde. Cităm printre aceste fapte: procedeul de diagonalizare al lui Cantor, teorema lui Gödel, problema opririi mașinii Turing, triunghiul lui Escher. Posibilitatea de a construi riguros entități indecidabile ne arată că reducerea construcției la un proces pur mecanic este uneori insuficientă. Deci, printr-o reducere la absurd probată de exemple celebre, reducționismul se dovedește limitativ pentru cunoaștere. *Somnul rațiunii, ca manifestare a echilibrului dintre spiritul de ordine și imaginație, naște, într-adevăr, monștri.* Monștrii apar, de această dată, prin ruperea echilibrului datorită *exacerbării spiritului de ordine.* Reducerea cunoașterii la căutarea și demonstrarea adevărului își găsește o ultimă zbatere în programul lui Hilbert.

*"The essence of Hilbert's program was to find a decision process that would operate on symbols in purely mechanical fashion, without requiring any understanding of their meaning."* [Dyson '95]

Acest program urmărea operarea pur formală în lumea simbolurilor, prin neglijarea totală a înțeleșurilor lor. Decizia asupra adevărului unei construcții ar fi trebuit să poată fi realizată întotdeauna printr-un procedeu algoritmic ce acționa asupra unor mărimi pasive, prin totala lor lipsă de semnificație. Dacă pe o cale perfect riguroasă putem construi entități absurde, înseamnă că această cale este, în ultimă instanță, lipsită de sens, chiar dacă uneori se dovedește utilă. Se dovedește, în același timp, că adevărul se extinde dincolo de domeniul în care se manifestă demonstrabilul.

## Limitele căii haotice

Atunci ne vom pune întrebarea: dacă o căutare sistematică a adevărului se dovedește, măcar uneori, falimentară, atunci nu cumva o cale complet aleatoare s-ar putea dovedi mai eficientă? Este o soluție mai puțin cultivată în istoria științei, dar din ce în ce mai luată în seamă într-o lume în care complexitatea problemelor de rezolvat a crescut foarte mult. Forța brută a calculatoarelor, pe care s-a mizat până în urmă cu câțiva ani, se dovedește neputincioasă în fața complexității unor probleme ce devin curente. "Căutarea la întâmplare" a unei soluții se dovedește, teoretic și practic, că este mai eficientă în rezolvarea problemelor complexe. Cu o condiție: să fie făcută perfect întâmplător!

Să luăm un exemplu. Se dă un graf cu  $n$  noduri și se cere să se afle dacă între două dintre ele,  $u$  și  $v$ , există o cale. Procedeul sistematic de căutare presupune o parcurgere ordonată a grafului pornind din  $u$ . Un algoritm nedeterminist va parcurge aleator graful pornind din  $u$ . Ambele modalități oferă o soluție în timpi medii de execuție comparabili, cu deosebirea că algoritmul nedeterminist implică resurse fizice mai simple. Într-adevăr, algoritmul nedeterminist presupune un generator de numere aleatoare, realizabil tehnic, într-o variantă pseudoaleatoare, cu un sistem având dimensiunea proporțională cu  $\log n$ , iar cel determinist cere o stivă realizată cu un sistem cu o mărime proporțională cu  $n$ .

Algoritmii nedeterminiști (stocastici) sunt caracterizați prin faptul că cer generatoare de configurații aleatoare. Dar, pentru a nu ocoli sistematic porțiuni ale spațiului în care soluția poate fi găsită, este necesar ca aceste generatoare să fie perfecte. Care este



procedeul de a genera un proces perfect aleator? Iată o întrebare absurdă! *Nu pot exista reguli sau procedee de generare a întâmplătorului.*

Tehnic se pot realiza ușor generatoare pseudoaleatoare care aproximează foarte bine un generator perfect aleator. Dar această aproximare, oricât de bună ar fi, nu poate exclude, în unele cazuri, posibilitatea ocolirii sistematice a soluției. Pentru ca teoretic un algoritm nedeterminist să poată rezolva corect orice caz este necesar accesul la un proces pur aleator.

Este posibil un proces pur aleator? Poate că da. Dar în momentul în care vom interacționa cu el pentru a-l accesa, îi vom perturba aleatoritatea. Aleatorul nu poate fi nici generat nici accesat (în cazul că ar exista).

Nu ne rămâne decât să acceptăm că și abordarea nedeterministă ne pune în fața unei situații la fel de limitative ca și cea deterministă. Ea se dovedește, prin aceasta, echivalentă cu cea sistematică. Ambele sunt limitate. Prima generează construcții indecidabile, iar cea de a doua este alterată prin *rudimente perturbatoare de ordine.*

## Efectul perturbator al ordinii

Atât căutarea sistematică cât și cea haotică a adevărului, pe undeva echivalente, se lovesc de limite fundamentale generate de ordine, ce se manifestă uneori excesiv, iar alteori "homeopatic". Excesul de ordine va fi stânjenitor atunci când prin efecte locale se va încerca stăpânirea globalului. Pe de altă parte, existența conexiunilor globale, oricât de slabe, va induce rudimente de ordine în procese ce se doresc perfect aleatoare.

### Excesul de ordine

De ce este limitată căutarea sau construcția sistematică? Pentru că aplică reguli locale în încercarea de a căuta sau a construi în spații ce se dovedesc prea mult extinse. Ordinea locală se dovedește insuficientă pentru a implica o coerență globală.

Spre exemplu: să acoperim un colț al triunghiului lui Escher și vom observa că imaginea rămasă devine coerentă. Percepută global imaginea redevine inacceptabilă.

Abordarea preponderent locală, cu efecte ce se doresc globale, ne conduce uneori la situații indecidabile, ce nu au o interpretare coerentă. Numai în cazuri particulare, prin acțiuni pur locale se pot genera efecte de ansamblu semnificative. Omul a fost prea des încurajat de astfel de cazuri particulare, pentru că și-a pus de regulă probleme simple și nesemnificative. Nu va trebui atunci să se mire că, în cazul general, abordarea locală nu poate da socoteală asupra comportamentului global.

### Efectul "homeopatic" al ordinii

De ce este limitată abordarea nedeterministă? De ce nu ne putem servi de procese pur aleatoare în procesul de cunoaștere sau în cel de construcție? De această dată globalitatea proceselor este cea care introduce limitări esențiale. Dacă acceptăm globalitatea interacțiunilor la nivelul existenței, atunci manifestarea unui proces pur aleator devine imposibilă. Un proces este perfect aleator numai dacă nu este condiționat de nimic. Ar însemna că se poate manifesta numai în porțiuni perfect izolate ale realului, deci perfect inaccesibil pentru a fi folosit. Orice interacție perturbă caracterul aleator, introducând o condiționare, deci o formă de ordine. Chiar simpla cunoaștere poate perturba un proces

real. Fără intenția de a genera povești paradoxale spectaculoase, se poate da un exemplu limită:

*Fie o realitate caracterizată, printre altele, în mod esențial și de faptul că este cunoscută de  $n$  persoane. În momentul în care devine cunoscută și unei alte persoane, ea pierde această calitate pentru că devine cunoscută de către  $n+1$  persoane.*

Deci, existența are oroare de haos, dar în egală măsură are oroare și de ordine. De asemenea, omul se complăce în cunoaștere și acțiune locală, dar aspiră către global în înțelegerea lumii și în construcția ei. Tot omul este cel ce a încercat să reducă modul său de înțelegere și acțiune la haos și/sau la ordine.

Alternativa haos-cosmos precum și alternativa global-local sunt consecințe ale unui reduționism, eficient atunci când înțelesurile profunde nu sunt cele mai importante sau când complexitatea problemelor este redusă. Dar *lumea contemporană este avidă de înțelesuri și copleșită de complexitate*. În aceste condiții, alternativele se pun în discuție, se evaluează, și omul, care le-a generat, își estimează șansele de a le folosi în continuare. Se pot face, în acest sens, aprecieri cantitative?

## Constanta care restricționează reduționismul

Cunoașterea se poate realiza haotic sau cosmotoc, după cum am văzut, cu o eficiență ce depinde de problema concretă. Natura unor probleme va impune o abordare preponderent cosmotocă, iar a altora una preponderent haotică. Teza pe care o avansăm este aceea că:

*atât cunoașterea haotică cât și cea cosmotocă fiind limitative, nu vor exista probleme, de la o anumită semnificație sau complexitate în sus, pentru care numai una din forme să dea rezultate perfecte.*

Dacă vom nota gradul cunoașterii haotice cu  $H$  și cel al cunoașterii cosmotocice cu  $C$ , ambele având valori nenegative subunitare, atunci:

$$HC > K$$

unde:  $K > 0$ , pentru orice realitate științific cognoscibilă care depășește o anumită complexitate sau importanță (semnificație).

Dacă am accepta pentru  $K$  valoarea 0, atunci am fi în situația de a accepta reduționismul la cosmotoc sau haotic.

De asemenea, cunoașterea se poate baza pe o abordare globală sau locală, ca modalități limită ce se pot completa la nivelul aceluiași demers. Teza anterioară se poate traduce pe axa global-local prin:

$$GL > K$$

cu  $K > 0$ , unde  $G$  este gradul de cunoaștere realizabilă global, iar  $L$  este gradul cunoașterii realizabile printr-o abordare locală. Identitatea constantelor este ipotetică și ar putea rezulta din globalitatea haosului și localitatea cosmotocității.

Constanta universală a cunoașterii,  $K$ , exprimă limitele reduționismului, de cele mai diverse tipuri, care marchează descriția, explicația și interpretarea în știință. Atât cunoașterea haotică cât și cea cosmotocă lasă un *rest*. De asemenea abordarea globală

sau cea locală presupun și ele un *rest*. Măsura acestor resturi este "proporțională" cu  $K$ . Natura resturilor cred că este imprevizibilă.

Va fi treaba comună a fizicienilor, biologilor, sociologilor, psihologilor și informaticienilor să caute care este valoarea, strict pozitivă, a lui  $K$ . Chiar dacă nu o vor găsi, strădania căutării va fi, poate, răsplătită cu aflarea multor lucruri despre relația subtilă în care se află existența cu ființarea și va dovedi, celor care încă nu o cred, că:

**știința este arta echilibrului dintre haotic și cosmic dincolo de alternativa global-local.**

Dar nu ne vor interesa căile de mijloc. Nu vom căuta soluții plasate între cosmic și haotic sau între local și global. Va trebui să căutăm în altă parte deoarece adevărul nu se află la mijloc. Echilibrul nu se obține între, ci într-un al treilea punct. *Stabilitatea mesei cu trei picioare este sugestia cea mai bună pentru cel ce este chinat de alternative.* Incheiem cu gândul la calea pe care o deschide observația că:

*alternativa la doi este trei.*

Octombrie 1995



# Coerența mentalului și formalului în experiment

Într-o lume în care experimentul practicat sistematic se extinde dincolo de limite tradiționale, devenind **experiment mental**<sup>55</sup> sau **experiment formal**<sup>56</sup>, ne putem pune întrebarea dacă mai există un domeniu în care experimentul să nu fie o componentă esențială a comportamentului uman. Experimentul este un reflex pe care omul nu l-a evitat niciodată, dar nici nu l-a conștientizat întotdeauna. Numai atunci când *mintea* omului și *formele* pe care ea le imaginează, le selectează sau le construiește întră sub incidența unui joc esențial, pot apărea *tensiuni* date de neconcordanțe ce se cer explicate. **Complexitatea** devine, astfel, un concept cheie pentru a limpezi relația dintre deschiderile mentalului și închiderile formalului. Ipoteza pe care o avansăm pentru a explica aceste tendințe este aceea că există o necorelare între complexitatea proceselor mentale și complexitatea reprezentărilor formale puse în joc. Se pare că va trebui să tindem către un spațiu al cunoașterii în care formele se pot deschide către neforme, iar mentalul acceptă închideri ce obturează căi sterile.

## Către un nou formal

Relația dintre formal și neformal este intens discutată în epistemologia contemporană, în primul rând datorită noilor aspecte evidențiate de studiul calculabilității și de dezvoltarea tehnologiilor informatice. Atunci când rezultatele unui domeniu devin spectaculoase - așa cum s-a întâmplat, spre exemplu, cu știința calculatoarelor - se pun, din cele mai diverse motive, întrebări asupra fundamentelor acestor rezultate. Omul pare a se teme de performanța ce depășește anumite limite. Nu de puține ori aceste temeri sunt fundamentate. O atitudine lucidă va clasifica eventualele limite astfel încât să se poată crea baza convertirii unora în deschideri către noi dezvoltări utile.

### Limite benigne.

### Convergența asimptotică a demonstrabilului către adevăr

Luminile și umbrele abordării formale au fost dintotdeauna în atenția celor ce studiau fundamentele științei. Spre deosebire de aceștia, cei ce aplicau știința fundamentată formal, mai apropiați de cenușii realității, și-au manifestat mai puțin exaltat sau pesimist. Succesul diverselor formalisme în rezolvarea unor probleme concrete sugerează faptul că

---

<sup>55</sup>Ilustrat într-o manieră consistentă prin *experimentul filosofic* [Drăgănescu '79].

<sup>56</sup>Ilustrat semnificativ prin *experimentul matematic* [Chaitin '94].

unele limite ale formalizabilului au un caracter benign, ele pot fi tolerate atunci când concretețea soluțiilor poate servi drept cheazășie.

Din acest motiv *teorema de incompletitudine* a lui Kurt Gödel, cu toate că se manifestă ca o limită fundamentală a sistemelor formale ce depășesc o anumită complexitate, are un caracter benign, în sensul că implicațiile ei în utilizarea sistemelor formale pot fi ocolite. Chiar atunci când această teoremă se manifestă sub forma unor probleme insolubile în știința calculatoarelor, ea nu înspăimântă nici un informatician. Într-adevăr, *problema opririi*<sup>57</sup>, ce planează asupra fiecărui cuplu *program - date de intrare*, nu a putut bloca spectaculoasa dezvoltare a informaticii. Construcții fabuloase cum ar fi *big omega*<sup>58</sup> [Chaitin '78], un număr a cărui reprezentare binară conține biți independenți, ne surprind intelectual, dar nu ne împiedică să folosim cu succes construcțiile formale.

Să nu uităm nici sintagma clasică: *eu mint*. Faptul că nu înțelegem la ce se referă, atunci când este rostită de un individ, nu ne împiedică să folosim în continuare limbajul natural.

Ne-am acomodat, prin demersuri ce provin din cele mai diverse spații, cu ideea că *adevărul* se extinde și dincolo de ceea ce este *demonstrabil*. Se pare, chiar, că demonstrabilul este un subdomeniu cu o întindere cantitativ nesemnificativă în raport cu adevărul. Limitarea la demonstrabil, chiar dacă unora le pare opresivă, este acceptată de o atitudine pragmatică. Iar o atitudine metafizică cred că este reconfortată la gândul că există adevăruri dincolo de uscăciunea demonstrabilului. Amploarea și profunzimea acestor adevăruri de dincolo de demonstrabil *transformă limita într-o deschidere*.

De la paradoxul mincinosului și până la problema opririi, istoria celor create de mintea omului nu a făcut decât să dea semne discrete, prin marcarea unor limite benigne, despre o realitate de dincolo de formal, în care adevărul se manifestă nestingherit și necondiționat de rigoarea atrofiantă a formalismelor. Mintea poate experimenta deci într-un spațiu al adevărului mult extins peste cel al demonstrabilului, generându-se o tensiune datorită faptului că formalul trebuie să se limiteze la experiment numai în cadrul demonstrabilului.

Prin urmare, o primă țintă strategică pe care ne-o putem propune este aceea de a extinde spațiul demonstrabilului către spațiul adevărului.

## Limite maligne.

### Reprezentarea: cheia eludării complexității

Spre deosebire de limitele fundamentale, ce se pot converti în deschideri, limitele cantitative puse de rezolvarea unor probleme concrete nu pot fi valorificate într-o manieră la fel de pozitivă. Atunci când demonstrăm că adevărul unei construcții mentale nu este decidabil, ne lovim de un perete dincolo de care *sperăm* că se află ceva. Dar atunci când *știm* cum se rezolvă o problemă importantă pentru optimizarea existenței noastre, dar constatăm că *nu avem suficiente resurse* pentru a ajunge la soluție, ne aflăm în situația de neînvidiat a celui care străbate o peșteră al cărei tavan există undeva dar nu se întrevede.

Un prim exemplu este *problema comis-voiajorului* iar un al doilea exemplu, din aceeași categorie, îl constituie *problema satisfiabilității*<sup>59</sup>. Stephen Cook a demonstrat că există

<sup>57</sup>Dându-se un program și datele pe care le prelucrează, să se afle dacă mașina care-l rulează se oprește în timp finit. Această problemă nu are o soluție formală, este indecidabilă.

<sup>58</sup>*Big omega* este probabilitatea ca o mașină, al cărei program a fost stabilit aleator, să se oprească în timp finit.

<sup>59</sup>Vezi anexa A2 din "Limita ca valoare", în acest volum.

o clasă foarte largă de probleme concrete echivalente ca efort de calcul cu problema satisfiabilității. Este vorba de clasa problemelor NP-complete<sup>60</sup>. Rezolvarea oricăreia cu un algoritm mai simplu, de tip polinomial<sup>61</sup> ar atrage după sine rezolvarea simplificată a tuturor problemelor NP-complete.

Să nu poți atunci când știi este mult mai frustrant decât să nu știi pentru că nu se poate. Cu toate că nu suntem în fața unor limite teoretice fundamentale, putem afirma caracterul malign al acestor imposibilități care nu deschid către nimic altceva.

Este stupefiantă simplitatea enunțului problemei satisfiabilității. Cu atât mai blocantă este imposibilitatea de a găsi o soluție eficientă și obligativitatea de a accepta soluția banală a căutării soluției prin simpla încercare a tuturor combinațiilor de intrare posibile. Pentru atâtea alte probleme s-au găsit algoritmi sofisticăți care optimizau găsirea soluției și pentru această problemă, aparent banală, acest lucru nu este posibil? *"Simplitatea spațiului" în care a fost definită problema credem că este, măcar parțial, la originea dificultăților.* Principiile calculului boolean sunt foarte simple; ele pot fi expuse complet în câteva pagini. Această simplitate stă la baza construcțiilor fizice concrete (circuitele logice) ce permit structurări ample, materializate sub forma calculatoarelor moderne. Consecința strict pozitivă a simplității premiselor, nu este cumva acompaniată, "într-un târziu", de imposibilitatea de a rezolva concret o problemă de genul problemei satisfiabilității? Simplitatea inițială a reprezentărilor se "răzbună" prin complexități inacceptabile ale unor consecințe importante.

Vom încerca un răspuns indirect, făcând unele evaluări cantitative într-un spațiu definit cu o simplitate comparabilă. Să considerăm lumea imaginilor alb-negru ce pot fi desenate pe  $1 \text{ cm}^2$ , cu o rezoluție de 32 de linii, fiecare având 32 de puncte. Este vorba de lumea trunchiată a imaginilor ce pot fi desenate pe  $1 \text{ cm}^2$  cu o peniță de aproximativ  $0,3 \text{ cm}$  grosime, folosind numai linii verticale sau orizontale și puncte. Deci, oricare din aceste imagini poate fi reprezentată prin  $32 \times 32 = 1024$  de semne binare (0 pentru alb și 1 pentru negru). Rezultă că numărul de imagini *potențiale* distincte ce pot fi astfel reprezentate este de  $2^{1024} \approx 10^{320}$ . Să calculăm acum câte imagini, din cele astfel posibile, ar putea să fie actualizate la o scară de ordinul de mărime a istoriei terestre, pentru a vedea în ce măsură o astfel de reprezentare este utilă. Considerăm că un om poate distinge maximum 10 imagini diferite pe secundă. Vom considera, mult acoperitor, că o populație de 10 miliarde de locuitori privește continuu, zi și noapte, imagini distincte, timp de 4 miliarde de ani. Numărul de imagini distincte ce s-ar putea astfel *actualiza* este:

$$\begin{aligned} &10^{10} \text{ (persoane)} \times \\ &10 \text{ (imagini discernabile pe secundă)} \times \\ &3600 \text{ (secunde pe oră)} \times \\ &24 \text{ (ore pe zi)} \times \\ &365 \text{ (zile pe an)} \times \\ &4 \times 10^9 \text{ (ani)} > 10^{28} \text{ imagini.} \end{aligned}$$

Rezultă o concluzie stupefiantă: potențialul reprezentărilor se actualizează într-o proporție de aproximativ  $10^{-292}$ , adică într-o *proporție practic nulă*. Dar, *mașini* pentru reprezentarea acestor imagini și *teorii* pentru tratarea lor se fac ca și cum toate aceste

<sup>60</sup>Este vorba de acele probleme care nu se pot rezolva pe o mașină finită decât într-un timp proporțional cu  $2^{f(n)}$ , unde  $f(n)$  depinde polinomial de  $n$  care este proporțional cu dimensiunea datelor de intrare.

<sup>61</sup>Un algoritm este polinomial dacă rezolvă problema într-un timp proporțional cu  $n^c$ , unde  $n$  este proporțional cu dimensiunea datelor de intrare iar  $c$  este o constantă.

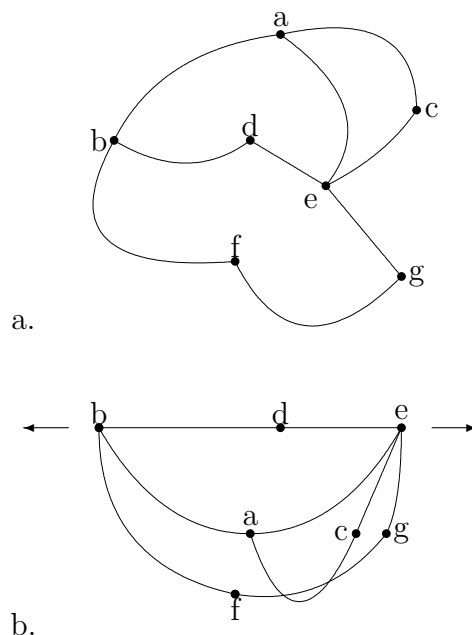


Figure 4: Metodă ”analogică” de determinare a drumului cel mai scurt între două noduri ale unui graf. **a.** Graful în care trebuie găsit drumul cel mai scurt între nodurile  $b$  și  $e$ . **b.** Reprezentarea, prin bile interconectate flexibil, suspendată astfel încât să se evidențieze drumul minim între  $b$  și  $e$ .

imagini ar fi posibile! Disproporția zdrobitoare dintre posibil și realizabil, odată sesizată, este prea mare pentru a o neglija. Teoriile pe care le concepem pentru a studia formal aceste imagini și mașinile construite pentru a le manipula sunt destinate tuturor celor aproximativ  $10^{320}$  imagini ignorând faptul că cele ce vor fi efectiv actualizate nu sunt în realitate decât mult mai puține de  $10^{28}$ . Reprezintă această infimă parte o clasă cu anumite caracteristici distincte în mulțimea tuturor imaginilor posibile? Dacă da, atunci reprezentarea ar trebui să pornească de la ele, cu consecințe ce ar putea fi foarte importante pentru ”teoria imaginii de 1024 de pixeli”.

Am putea să ne justificăm reprezentarea binară pe care acum o folosim prin simplitatea teoriei și a mașinilor asociate. Am putea spune că ne aflăm în fața unui exemplu limită de *reducționism*. Dar nu ne putem reprimă întrebarea dacă nu cumva o altă reprezentare, eventual mai complexă, nu ar putea să fie mai adecvată și mai eficientă în cazul unor probleme realmente complexe? Bitul și funcțiile booleene sunt oare cele mai eficiente reprezentări pentru toate problemelor pe care acum le soluționăm prin algoritmi cu complexitate exponențială? Există o șansă ca răspunsul să fie negativ.

Rolul reprezentării în complexitatea procesului de găsire a soluției poate fi exemplificat sugestiv prin următorul exemplu. Fie problema găsirii celui mai scurt drum într-un graf între două din nodurile sale. Pentru ilustrare folosim graful din figura 1a, având nodurile  $a, b, \dots, g$  și arcele cu lungimea marcată pe figură. O soluție ce folosește un algoritm rulat pe un calculator va presupune resurse fizice și un timp de calcul date prin funcții de mărimea grafului. O soluție ce folosește o reprezentare convenabilă va putea rezolva problema direct, folosind resurse fizice proporționale cu mărimea grafului, dar un timp



constant [Dewdney '89]. Soluția presupune reprezentarea grafului folosind bile interconectate flexibil cu sfori de lungime proporțională cu lungimea arcelor. Să presupunem că ne interesează traseul minim între vârfulurile  $b$  și  $e$ . Vom ridica în aer reprezentarea grafului, apucând bilele  $b$  și  $e$  de care vom trage în sensuri contrare (fig. 1.b). Traseul cel mai scurt,  $(b, d, e)$ , se evidențiază imediat.

Exemplul anterior pune în evidență și faptul că o reprezentare perfect adecvată are un grad redus de generalitate. Cu reprezentarea anterioară nu vom putea rezolva decât un număr restrâns de probleme din teoria grafurilor. Este numai o soluție extremă, dar are avantajul de a contura parțial spațiul în care o soluție eficientă poate fi căutată. Între o reprezentare pur numerică (extrem *reducționistă* prin cei 1024 de biți folosiți la reprezentarea imaginii) și una "analogică" (ce folosește bile și sfori) se află spațiul în care pot fi căutate reprezentări optime, caracterizate prin suficientă flexibilitate, dar și o complexitate care să permită căutări sau construcții simple.

## Simplificarea teoriei prin complexificarea principiilor

De ce teoriile formale pot da seamă numai de adevăruri atât de simple în raport cu adevărurile pe care mintea le poate manipula? Credem că răspunsul este foarte simplu: omul de știință din toate timpurile a fost obsedat de două lucruri:

*fundamentarea oricărui demers formal pe un număr cât mai mic de principii  
cât mai simplu formulate,*

cu speranța că pornind de la ele

*se pot elabora construcții formale asociate unor realități oricât de complexe.*

Dacă prima aspirație a fost cu prisosință realizată în foarte multe cazuri, cea de a doua nici măcar nu s-a dovedit justificată. Dezvoltarea *teoriei algoritmice a informației* a permis demonstrarea unei teoreme foarte importante [Chaitin '77], conform căreia:

*cu aproximația unei constante finite, nici o teoremă nu poate să conțină mai  
multă informație decât cea conținută în setul de axiome ce fundamentează  
teoria ce a permis deducerea ei.*

Altfel spus, pornind de la teorii simple și compact definite, nu se pot deduce teoreme (adevăruri) care să depășească complexitatea teoriei cu mai mult de o constantă. Tendința către simplitate a teoriilor clasice se dovedește o limită cantitativă esențială pentru realitățile de care ar vrea să dea seamă. Bazându-ne exclusiv pe o teorie formală simplu fundamentată nu putem să imaginăm decât experimente mentale limitate la adevărurile de o simplitate corespunzătoare. Mintea va trebui să se limiteze la demonstrabilitatea limitată a unei teorii simple, intrând în conflict cu propriile-i posibilități de a experimenta dincolo de demonstrabil, în spațiul adevărului. Aspirația, cu valențe estetice, pe care au avut-o oamenii de știință din toate timpurile pentru evidențierea unor principii simple, ce se dovedesc utile și clare, a avut drept consecință tensiunea pe care astăzi o constatăm între mental și formal în experiment. Aceste teorii se dovedesc a fi inutile și neclare pentru rezolvarea unor probleme ce au devenit curente pentru omul de știință contemporan.

Spre exemplu, putem să interpretăm comportamentul unul individ într-un context dat, pornind de la modul în care funcționează sistemul său nervos, ținând cont de totalitatea proceselor fizice și chimice implicate. Dar dimensiunea travaliului, perfect posibil,

intreprins pe această cale ar fi atât de mare și rezultatul atât de aproximativ încât efortul nu va putea fi justificat. Mult mai utilă ar fi evidențierea unor scenarii posibile semnificative pentru o clasă suficient de largă de comportamente, prin utilizarea cărora să poată fi oferită o interpretare cu bună aproximație corectă, pentru comportamente umane concrete. O astfel de abordare, promovată de Radu Bogdan, permite soluții cu o complexitate rezonabilă pentru situații reale foarte nuanțate. Premisele unei astfel de teorii, pornind de la elemente mult mai complexe reprezentate, sunt evident mult mai ample decât ale celei ce pornește de la procese fizico-chimice elementare, dar posibilitatea de a soluționa probleme reale, cu un efort rezonabil, crește foarte mult. *In cadrul unei teorii mai complex fundamentate construcțiile pot fi mai simple.*

Un alt exemplu îl pot constitui *logicile modale*, dezvoltate în secolul XX, prin intermediul cărora realități bine circumscrise pot fi mult mai simplu descrise decât folosind logica aristotelică.

Dezvoltarea *lingvisticii computaționale* se constituie într-un alt exemplu semnificativ. Un eșantion finit dar semnificativ al limbii engleze - *corpus*-ul acestei limbi - a fost utilizat pentru evidențierea a zeci de mii de reguli. Aceste reguli pot da seamă, cu o acuratețe suficient de mare, pentru orice text scris în limba engleză, constituindu-se în "teoria formală a limbii engleze". Această teorie nu mai respectă aspirația către simplitate, anterior menționată, dar permite analizarea sau construirea unor texte de mare complexitate scrise în limba engleză. Evident, această teorie nu poate fi folosită de un utilizator uman, ea este destinată exclusiv unei mașini puternice de calcul. Zeci de mii de reguli, corespunzând axiomelor și teoremelor unei teorii clasice, nu pot fi manipulate formal de un utilizator uman. Dar comportamentul calculatorului ce utilizează această teorie, exersând un veritabil experiment, are o complexitate care poate deveni comparabilă cu cea a unui experiment mental realizat în același domeniu. Chiar dacă mintea mai posedă și conexiuni pe care un proces formal gândit și instituit nu le poate avea [Drăgănescu '79], distanța dintre un experiment mental și unul formal, realizate în contextul oferit de lingvistica computațională, sau abordări similare, se reduce semnificativ datorită creșterii spectaculoase a complexității experimentului formal.

Cheia către acomodarea mentalului cu formalul se pare că este renunțarea la carteziana aspirație către simplitatea și claritatea teoriilor. **Utilitatea unei teorii depinde, în epoca informatizării cunoașterii, de complexitatea ei** și nu de simplitatea care permitea manipularea comodă a unor principii simple, deoarece vom construi, din ce în ce mai mult, teorii pentru uzul mașinilor. În consecință, implicarea mentalului va presupune, într-o măsură din ce în ce mai mare, imaginarul, a cărui exersare a fost regretabil neglijată în cultura europeană odată cu reforma protestantă [Culianu '94]. Raționalismul cartezian a încercat "mecanizarea" gândirii umane, dar a reușit, spre norocul nostru, numai crearea unor mecanisme exterioare mentalului pentru exersarea performantă a gândirii formale: calculatoarele. Astfel omul se regăsește liber să-și exerseze imaginarul la care a trebuit să renunțe parțial timp de câteva secole.

## Principala provocare: complexitatea

Redobândirea accesului nestingherit la imaginar, prin care sperăm să putem reechilibra relația dintre mental și formal, este încă un proces în curs de desfășurare. Motorul principal al acestui proces este provocarea oferită de **complexitate**. Drumul către imperiul

imagnarului este lung, dar îl parcurgem din ce în ce mai rapid, fugăriți de un monstru, cu atât mai fioros cu cât este mai greu de descris: complexitatea.

## Complexitatea: un concept ce nu se lasă ușor definit

Nu de puține ori cunoașterea a evoluat sub presiunea *sugestiei* oferite de "concepte" imprecis definite. Sugestia vagului poate fi uneori imperativă, într-o situație paradoxală generatoare de imprevizibile cristalizări. Acesta poate fi motivul pentru care, într-o manieră "inconștientă", cunoașterea tolerează sugestia imperativă a unor concepte ce scapă definițiilor unanim acceptate. **Timpul și informația** intră în categoria acestor concepte catalizante. Un altul tinde să capete un statut similar: **complexitatea**.

Am operat intens cu acest concept chiar în textul de față, mizând pe sugestivitatea lui pentru unele din cele mai importante idei pe care am încercat să le impun. Intregul demers poate fi pus sub semnul întrebării dacă ne vom încrâncena în adoptarea unei definiții riguroase pentru ideea de complexitate. Literatura de specialitate ne oferă mai multe căi, vom propune și noi una, dar rămânem la gândul că o definiție riguroasă unanim acceptată nu există încă și poate ar fi chiar inutilă. Calea către o definiție care nu există este de multe ori o modalitate superioară de cunoaștere ce nu acceptă încremenirea atrofiată în formă.

Convergența "asimptotică" spre formă poate fi rezultatul unei "negocieri" subtile pe care mentalul o face cu formalul pentru a putea participa consistent la un experiment comun.

## Definiții ale complexității

În funcție de domeniul de aplicație sau de profunzimea abordării, conceptul de complexitate a fost definit în diferite moduri. Vom enumera o parte dintre acestea [Edmonds '95] pentru a pregăti introducerea definiției noastre în paragraful următor.

**Complexitatea ca mărime** (size) este uneori folosită atunci când interconexiunile domeniului evaluat nu sunt importante sau când evaluările ce se fac sunt grosiere. De multe ori se folosește termenul de *complexitate a calculului* pentru a desemna aspecte cantitative ușor de evidențiat, cum ar fi: timpul de calcul (în cicluri mașină) sau dimensiunea memoriei folosite. Sistemele digitale sunt uneori evaluate prin complexitatea văzută ca număr de intrări în toate circuitele ce compun sistemul, ignorându-se aspecte legate de topologia sau funcția circuitului. Mărimea astfel substituită complexității creează de multe ori confuzii ce nu pot fi evitate decât prin definiții mai nuanțate.

**Complexitatea ca mărime a definiției minime**, numită și **complexitate algoritmică**, oferă distincții mai nuanțate. Teoria algoritmică a informației permite și evaluări cantitative ale unor realități compuse din multe elemente. Exemplul cel mai simplu, la care se pot reduce toate evaluările formale, este cel al unui șir binar, de regulă, foarte lung. Un astfel de șir este *algoritmically simple* dacă, spre exemplu, este format din repetarea de 500.000 ori a secvenței binare 0011. Un șir este *algoritmically complex* dacă este format din 2 milioane de biți înlănțuiți aleator, fără nici o regulă. În primul caz descrierea cea mai simplă, care permite obținerea șirului, este: *generează de 500.000 ori 0011*, iar în cel de al doilea caz este: *generează 0100011100 ... 110010100001101*, unde șirul binar conține 2 milioane de semne. Mărimea primei definiții este de o jumătate de rând, pe când cea de a doua definiție umple spațiul câtorva volume. Conform acestei definiții, cel de al doilea șir

are complexitate maximă, neavând o reprezentare mai compactată. Rămâne să ne punem întrebarea: cel de al doilea șir reprezintă într-adevăr ceva? Este totuși important faptul că se poate face o estimare cantitativă corelată și cu conținutul reprezentării.

Este interesant de amintit și punctul de vedere, preponderent calitativ, al lui B. Edmonds, conform căruia complexitatea este:

*That property of a language expression which makes it difficult to formulate its overall behaviour, even when given almost complete information about its atomic components and their inter-relations.*

## O definiție semantică a complexității

Principala critică pe care o facem definițiilor anterioare este aceea că nu au ținut cont în definirea complexității de aspecte *semantice*. Teza pe care o avansăm este aceea că nu putem defini complexitatea unei reprezentări independent de *semnificația* pe care i-o acordăm. O abordare de acest tip ne va permite să ținem cont, în egală măsură, de:

- *tendința către rigoare a formalului, prin căutarea unei măsuri*
- *apetența mentalului de a manipula înțelesuri*,

în tentativa de a concilia formalul și mentalul. O definiție pur cantitativă este inutilă pentru că uniformizează aspecte calitative pe care mentalul se sprijină în demersul său. De asemenea, o abordare pur calitativă nu poate oferi abordării formale nici un reper. Avem nevoie de un concept care să asigure un context acceptat în egală măsură de lumea mentalului ca și de cea a formalului.

Definiția pe care o propunem necesită unele precizări preliminare.

1. Orice reprezentare formală poate fi realizată sub forma unui șir de simboluri binare.
2. Mărimea unei reprezentări este dată de lungimea șirului binar asociat.
3. Diferența a două reprezentări este definită numai pentru reprezentări de dimensiune egală și are drept rezultat funcția *sau-exclusiv* realizată între biții ce ocupă poziții identice. (Exemplu: diferența dintre:

0001110010100011

și

1100110011001100

este:

1101000001101111.

După cum se observă, s-au modificat (complementat) acei biți ai "descăzutului" care au corespuns 1-urilor "scăzătorului".)

Putem propune următoarea definiție:

**Complexitatea semantică** a unei reprezentări este dată de modulul diferenței dintre complexitatea algoritmică a acelei reprezentări și complexitatea algoritmică maximă pe care o poate avea o reprezentare scăzută din reprezentarea inițială fără ca semnificația acesteia să fie afectată.

Vom încerca să explicăm această definiție folosind ca exemplu patru reprezentări bidimensionale (fig. 2):

- (a) o tablă de șah,
- (b) desenul unui circuit electronic format din componente electronice (rezistențe, condensatoare și tranzistoare),
- (c) un desen de Picasso,
- (d) un număr aproape egal de puncte albe și negre distribuite aleator.

*Complexitatea algoritmică* ( $C_A$ ) a acestor reprezentări este, în aceeași ordine:

- (a) foarte mică
- (b & c) moderată
- (d) foarte mare.

Semnificația primei reprezentări (tabla de șah) se poate păstra dacă un număr mic de biți se completează. Desenul circuitului electronic își păstrează semnificația dacă din el se scade o imagine relativ simplă. Desenul de Picasso nu suportă nici o modificare dacă vrem ca semnificația lui - "desen de Picasso" - să nu fie alterată. Ultima reprezentare rămâne la fel de "semnificativă" - adică nesemnificativă - chiar dacă i se completează toți biții.

În consecință, *complexitatea semantică* ( $C_S$ ) a celor patru reprezentări va fi:

- (a)  $C_S \approx C_A$ , pentru că din  $C_A$  se scade o marime comparabilă
- (b)  $C_S \approx C_A$ , pentru că din  $C_A$  se scade o mărime nesemnificativ de mică
- (c)  $C_S = C_A$ , pentru că din  $C_A$  nu se poate scădea decât o reprezentare nulă
- (d)  $C_S = 0$ , pentru că din  $C_A$  se poate scădea o valoare identică.

Complexitatea semantică poate fi mare pentru imagini ce au o reprezentare neregulată, dar posedă o semnificație. Spre deosebire de complexitatea algoritmică unde o reprezentare aleatoare posedă o complexitate maximă, în cazul complexității semantice o reprezentare aleatoare neavând semnificație, complexitatea ei este nulă (deoarece rămâne la fel de nesemnificativă prin complementarea tuturor biților reprezentării). De asemenea, imaginile unice, de regulă cele cu valoare artistică, au complexitatea algoritmică egală cu cea semantică, deoarece nici o parte a reprezentării nu poate fi modificată fără a se modifica semnificația. Am putea spune că atunci când  $C_S = C_A$ , reprezentarea are pe lângă semnificație și *sens*. O astfel de reprezentare nu admite încadrarea în categoria formelor, putem spune despre ea că este neformală.

Am putea stabili următoarele corespondențe folosind exemplul dat prin cele patru figuri:

- figurile din categoria (a) sunt reprezentări *formale*
- figurile din categoria (b) sunt reprezentări *formalizabile*
- figurile din categoria (c) sunt reprezentări *neformale*
- figurile din categoria (d) nu sunt reprezentări.

Tranziția gradată între formal și neformal se poate face numai într-un spațiu în care semnificațiile arbitreză, printr-o experiență mentală, un proces imposibil de imaginat ca o experiență pur formală. Definiția complexității semantice se obține într-un experiment în egală măsură mental și formal. De aici va rezulta și utilitatea acestui mod de a înțelege complexitatea pentru coerența mentalului și formalului în experiment.

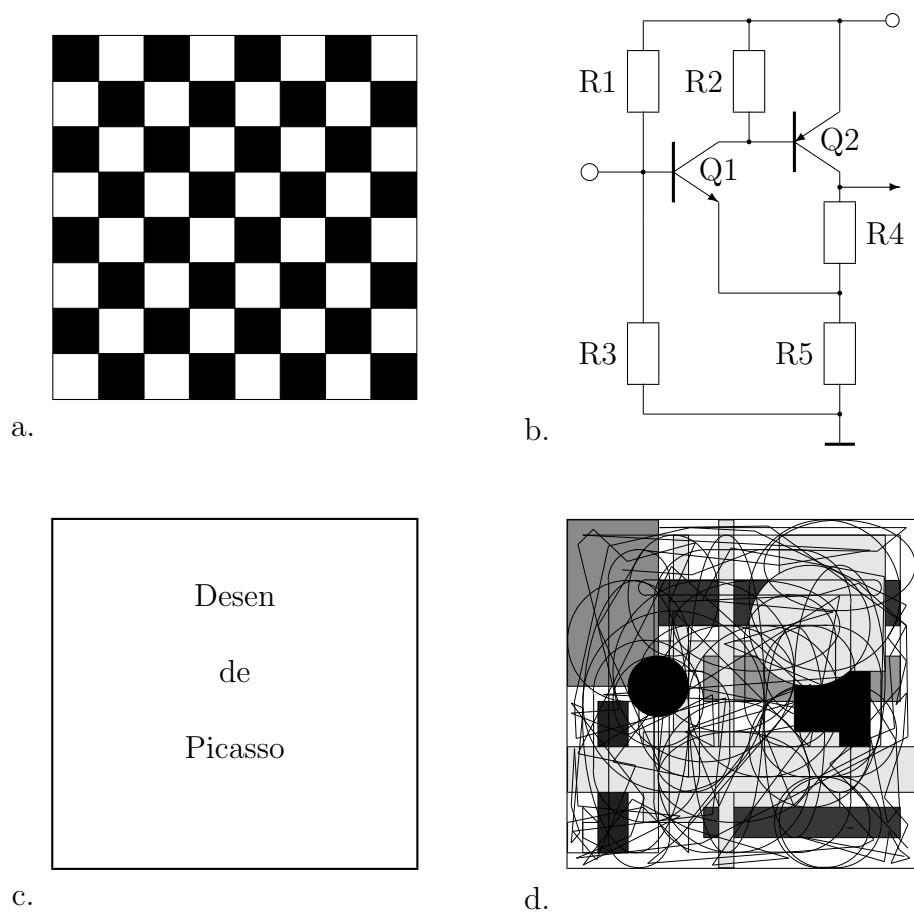


Figure 5: Exemple de imagini tipice pentru *complexitatea semantică*. **a.** Imagine foarte simplă, cu o complexitate semantică minimă. —bf **b.** Imagine cu o complexitate semantică mare. **c.** Dacă facem efortul de a vedea un desen de Picasso, atunci vom vedea o imagine cu o complexitate semantică mare sau foarte mare. **d.** Imagine nesemnificativă, cu complexitate semantică nulă.

## Coerența mental - formal prin corelarea complexităților

Complexitatea semantică va permite relaxarea tensiunii dintre experimentul mental și cel formal, datorită compatibilității pe care o asigură evaluarea realizată cu o măsură "acceptată" de ambele părți. Reglarea diferenței, acum uriașe, dintre adevăr și demonstrabil va putea fi făcută cu un instrument de măsură comun.

Concluzia cea mai importantă ce se poate desprinde din acest text este aceea că *elementele unei teorii trebuie să fie suficient de elaborate pentru a avea din start o semnificație suficient de mare*. Dezvoltările teoretice clasice pornesc de la elemente și principii prea simple, care capătă semnificație numai pe măsură ce teoria este treptat elaborată. (Un exemplu limită îl constituie lumea imaginilor de  $1 \text{ cm}^2$ , în care bitul nu are nici un fel de semnificație, motiv pentru care spațiul imaginilor posibile devine, din start și pentru totdeauna, absurd de mare. Dacă am proceda la fel în cazul lingvisticii, considerând ca structuri elementare literele alfabetului, cu care am accepta formarea oricărei combinații posibile, atunci am ajunge la o aberație similară; nici măcar orice combinație de cuvinte nu este acceptată, fapt pentru care mulțimea textelor posibile este drastic restricționată. Ar avea, deci, rost un "alfabet" al vizualului?)

Tranziția de la jocul formelor nesemnificante către operarea cu forme din ce în ce mai încărcate de semnificații apropie experimentul formal de cel mental. Complexitatea semantică în cele două tipuri de experimente începe să converge către valori apropiate. Construcții și adevăruri din ce în ce mai complexe intrând sub incidența abordărilor formale, tensiunea dintre mental și formal tinde să se atenueze.

Aroganța cu care teoreticienii tradiționali încearcă să fundamenteze cât mai simplu teoriile pe care apoi doresc să-și sprijine experimentele mentale, formale sau reale, a condus la blocajul ce caracterizează relația dintre aceste trei tipuri de experimente. Deblocarea nu este posibilă decât prin *teorii fundamentate complex* ("neelegant") în care să se poată oferi *soluții simple* problemelor care astăzi beneficiază de soluții inacceptabil de mari consumatoare de timp și resurse fizice.

Tehnologiile informaționale sprijină această inversare radicală, anticarteziană, de viziune. Experimentul formal este eficient posibil numai pe suportul oferit de instrumentele informatice. *Mintea omului și instrumentele de calcul pot și merită să interacționeze numai dacă se implică specific la complexități apropiate*.

Forța subtilă a imaginarului se poate actualiza numai sprijinită de forța brută a formalului. Totul este ca aceste forțe să poată fi ținute aproape una de cealaltă. Cine le îndepărtează? Cei ce cred că, dacă, demersul cartezian a permis construcția calculatoarelor, atunci, același demers trebuie să caracterizeze și folosirea lor performantă.

7-8 august 1996





# Alternativa dualitate-unitate: paradox al raționalismului?

## Raționalismul ca experiment istoric

Nu o dată<sup>62</sup> în istoria Occidentului raționalismul a fost o **promisiune**. Dar neîmplinirea ei este departe de a fi o slăbiciune a raționalismului. Obstinația cu care uneori încercăm să impunem raționalismul este consecința unei neînțelegeri: nu vrem să acceptăm faptul că el este numai o parte a unei triade. În mod greșit opunem rațiunea iraționalului, într-un model binar simplist. *Raționalismul* nu se opune, el conviețuiește cu manifestările *culturale* și cu cele *spirituale*, chiar dacă în această conviețuire nu s-a putut realiza până acum niciodată un bun echilibru. Contactul omului cu realitatea presupune o triadă, în care *claritatea*, *expresivitatea* și *misterul* coexistă cu ponderi diferite, în momente diferite ale devenirii lui în lume.

Pentru cei ce nu pot suporta o interacție totală cu existența, raționalismul a fost, și mai este încă, o **speranță**. Atunci când omul se percepe într-o poziție proastă în raport cu lumea, se încrâncenează pe calea unor clarificări rigide, în loc să încerce deschideri către comportamente diversificate. Ne-am obișnuit să interpretăm unidimensional și reductiv raționalismul grec, folosind o grilă deformată de două milenii de creștinism. Dodds, în singularul său eseu, prezintă raționalismul grec scufundat într-un complex de comportamente<sup>63</sup>. Speranța, ca doctrină, ne-a canalizat eforturile unidimensional, oferindu-ne, pe rând, spiritualitatea, culturalitatea, iar mai apoi raționalismul drept căi eficiente, dar trunchiate, de reglare a relației omului cu lumea.

În spațiul oferit de trei coordonate: rațiune, cultură, spirit - să-l numim *spațiul omului* - grecul din vechime își găsea o poziție cât mai depărtată de oricare dintre axe. Gestul lui putea fi deodată clar, expresiv și plin de mister. Prin aceasta poate că nu era întotdeauna destul de eficient. Tot din acest motiv, împlinirea ca om era pentru mulți dificilă. Eficiența și împlinirea aparentă se pot exercita însă mult mai ușor atunci când omul "coboară" pe *una* din axele spațiului omului. Post-elenismul este caracterizat tocmai prin unidimensionalizarea spațiului în care omul se manifestă. O mie de ani de spiritualitate iar ulterior o jumătate de mileniu cultural au impus, prin succesive eșecuri, câteva secole de raționalism care poate ne vor permite refacerea unității pierdute dintre rațiune, cultură și spiritualitate.

---

<sup>62</sup>Comunicare la sesiunea științifică cu tema "Descartes și Leibnitz. Primatul rațiunii, o promisiune sau o speranță neîmplinită", organizată de Academia Română în colaborare cu Institutul Goethe și Institutul Francez din București, în 16 - 17 mai 1996.

<sup>63</sup>În [Dodds '51] raționalismul culturii eline este prezentat ca un fenomen tot timpul dublat de ceea ce, simplificând, Dodds numea irațional. Cred că iraționalismul, ca etichetă, ascunde o realitate mult mai complexă cu o componentă culturală și una spirituală foarte pregnantă.

Procesul declanșat la sfârșitul Renașterii cred că reprezintă ultima experiență uni-dimensională. Situațiile paradoxale pe care le va genera, într-un proces continuu de împlinire, ne vor convinge, poate, că o relație bună a omului cu lumea presupune o bună locuire a omului de către triada rațiune - cultură - spiritualitate. De asemenea, *viitorul rațional, trecutul cultural și momentul spiritual* se vor sincroniza superior numai dacă omul locuiește liber în spațiul tridimensional amintit.

Experiența rațională modernă încheie un **ciclu** în care pe rând, *spiritualitatea, culturile și civilizația* și-au încercat independent, cu reușite parțiale, șansa de a echilibra relația omului cu natura, cu oamenii și cu el însuși. De la o vreme au apărut și semnele sfârșitului de ciclu. Se pare că primii care le-au sesizat au fost Goethe și Mozart [Ștefan " \_]. Ei par să înțeleagă faptul că o ființă poate suporta existența numai dacă dobândește capacitatea de a vedea *revelația* (spirituală), *imaginația* (culturală) și *explicația* (rațională) ca un **tot** nedisociabil. Ne transmit acest mesaj de aproximativ două secole. Poate că într-un târziu îl vom înțelege și vom fi în stare să-l asimilăm ca mod de viață.

Descartes și Leibnitz au fundamentat acest ultim experiment, al raționalismului, astfel încât el să se poată împlini închizând consistent, cu o evoluție naturală, ciclul bimilenar amintit. Ei sunt, prin aceasta, nu numai figuri centrale ale raționalismului, ci și gânditori care și-au spus cuvântul potrivit, la momentul potrivit, într-o evoluție caracterizată prin obsesia disocierilor.

## Complexitatea potențială - o șansă pentru Descartes

Raționalismul modern occidental apare într-o lume divizată cultural datorită efortului disperat de a se reface de pe urma unui proces milenar de anihilare a raționalismului grec și a civilizației romane. Diversitatea culturală, generată în prima jumătate a mileniului doi, s-a dovedit a fi o puternică sursă de *complexitate*, într-o lume care nu mai accepta astfel o necondiționată (dogmatică) unitate. Stăpânirea complexității odată dezlănțuite nu se mai putea face prin revenirea la o unitate condiționată dogmatic (adică necondiționată). Singura șansă era oferită de găsirea unor căi *simple sau simplificatoare*. Reducționismul, cultivat cu cele mai diferite nuanțe, devine o atitudine obligatorie. Este, astfel, perfect justificat demersul reducționist de tip cartezian, explicit afirmat în *Discurs asupra metodei* [Descartes D]:

*După cum multitudinea legilor justifică adesea viciile astfel încât, de pildă, un stat este mult mai bine condus atunci când nu are decât puține legi, dar acestea sunt strict urmate, tot astfel, în locul numeroaselor precepte ale logicii, am crezut că-mi vor fi suficiente următoarele patru reguli cu condiția de a nu mă abate de la hotărârea fermă și statornică de a le respecta întotdeauna* (pag. 121).

Deci, cunoașterea trebuie să pornească de la un set cât mai redus de principii simple. Această atitudine implică și o prezumție: lumea este suficient de simplă pentru a putea fi descrisă cu ajutorul unui "instrument" simplu. Obiectul cunoașterii este numai **aparent complex**, totul este să găsim acea cale simplă care să ne permită descrierea oricărui fenomen prin mijloace simple. Nu știm în ce măsură Descartes a fost conștient de această prezumție. Astăzi este foarte dificil de apreciat dacă această prezumție corespunde sau nu realității. Aparent, nu corespunde. Dar cred că se impune o discuție mai nuanțată.

O serie de instrumente formale, dezvoltate sub incidența informaticii, pun problema complexității într-o lumină nouă. Teorii legate de informația algoritmică, fractali, automate celulare, algoritmi genetici, rețele neurale, haos repun în discuție conceptul de complexitate. Informația algoritmică evidențiază complexități potențiale foarte mari, dar este evident că actualizarea acestora este imposibilă. Pe de altă parte, fractalii<sup>64</sup> sau automatele celulare<sup>65</sup>, pornind de la câteva reguli foarte simple, au manifestări de o spectaculozitate (aparentă?) greu de explicat empiric. Algoritmii genetici<sup>66</sup> sau rețelele neurale<sup>67</sup> pot soluționa acceptabil, folosind resurse rezonabile, probleme de foarte mare complexitate. Haosul<sup>68</sup>, teoretic înspăimântător de complex, se dovedește, în realitate, mult mai previzibil, uneori chiar prea previzibil.

Leibnitz [Leibnitz M] are o atitudine similară cu cea a lui Descartes, dar adaugă un accent particular:

*31. Raționamentele noastre (s.m.) sunt întemeiate pe două mari principii, principiul contradicției, în virtutea căruia socotim fals tot ce cuprinde în sine o contradicție, și adevărat, ceea ce este opus falsului, adică în contradicție cu acesta;*

*32. Și principiul rațiunii suficiente, în virtutea căruia considerăm că nici un fapt nu poate fi adevărat sau real, nici o propoziție veridică, fără să existe un temei, o rațiune suficientă pentru care lucrurile sunt așa și nu altfel, deși temeiurile acestea de cele mai multe ori nu ne pot fi cunoscute.*

<sup>64</sup>Conceptul de fractal s-a impus prin lucrările lui Mandelbrot. Este vorba de mecanisme formale foarte simple care, recursiv aplicate, generează configurații de mare spectaculozitate asemănătoare unor procese reale (cum ar fi, spre exemplu, structura unei ferigi sau a unui masiv muntos erodat de ape).

<sup>65</sup>Conceptul de automat celular a fost dezvoltat de John von Neumann pentru a-l folosi la conceperea unei mașini care se autoreproduce. Presupune o rețea unidimensională sau bidimensională de automate finite care evoluează în funcție de propria stare și de starea automatelor dintr-o vecinătate limitată. Pornind de la funcția de tranziție a fiecărui automat (de regulă, foarte simplă și aceeași în toată rețeaua) și de la starea inițială a rețelei se pot obține uneori comportamente globale semnificative. Este un exemplu de sistem în care sub incidența unei stricte localități se produc fenomene globale coerente.

<sup>66</sup>Atunci când soluția optimă a unei probleme se află într-un spațiu atât de mare încât găsirea ei nu se poate face printr-o căutare sistematică, într-un timp rezonabil, pe o mașină oricât de puternică, atunci se acceptă găsirea unei soluții aproape optimale printr-o căutare pseudoaleatoare convergentă. Convergența către soluție se poate face prin "generații" succesive de soluții care se reproduc prin "exemplarele" cele mai "performante". După un număr de generații programul poate decide că un exemplar al generației curente este suficient de performant. Uneori este chiar cel mai performant. În acest proces evoluția presupune și procesarea pur aleatoare, prin "mutații", asigurând parcurgerea parțială cât mai uniformă a spațiului soluțiilor, astfel încât să fie maximizată șansa de a nu ocoli zona în care se află chiar soluția optimă. Din cauza asemănării cu procesul darwinian de selecție naturală, acești algoritmi au fost numiți algoritmi genetici.

<sup>67</sup>Sugestia oferită de rețelele de neuroni, care formează sistemul nervos natural, a fost folosită pentru a defini un model simplificat de procesare a informației. Actualizarea funcțională a unei rețele neurale artificiale se face printr-un proces de "învățare" în care parametrii rețelei se ajustează, într-un proces iterativ, folosind exemple semnificative. Un proces de "învățare", cu o durată rezonabilă, folosind un număr redus de exemple tipice, permite obținerea unor performanțe acceptabile (nu întotdeauna maxime) cu resurse fizice modeste într-un timp relativ mic.

<sup>68</sup>S-a constatat că un comportament haotic (aparent neguvernabil de nici o lege) în interacție cu o realitate neliniară (ce reacționează și în funcție de parametrii excitației primite, manifestând astfel o anumită formă de "sensibilitate" la natura stimulului recepționat) se poate organiza (autoorganiza?) într-un comportament semnificativ. Astfel, haosul se instituie într-o sursă de acțiuni sau fenomene semnificative utile. Prin aceasta haosul se dovedește "deschis" către a se autoorganiza, sau este forțat la organizare de o structură superior "sensibilă" (neliniară) sub forma a ceea ce în el poate fi o ordine implicită?

”Raționamentele noastre” trebuie să se bazeze pe cele două principii și nu realitatea la care se referă. Dacă la Descartes principiile caracterizau în general atitudinea celui ce cunoaște, la Leibnitz principiile se referă numai la raționamente. Dar adevărurile la care omul are acces nu se reduc numai la cele raționale:

*33. Există de asemenea două feluri de adevăruri, cele de raționament și cele de fapt. Adevărurile de raționament sunt necesare și opusul lor imposibil, iar cele de fapt sunt contingente și opusul lor este posibil.*

Adevărurile contingente nu pot intra complet sub incidența ”raționamentelor noastre”; la aceste adevăruri cunoașterea poate avea acces dincolo de rațiune. Complexitatea realului rămâne sub incidența adevărurilor contingente? Atunci deviza raționalismului leibnitzian ar putea fi: *să cunoaștem ceea ce poate fi cunoscut simplu!* Pe de altă parte, deviza raționalismului cartezian ar fi: *realitatea este simplă și poate fi cunoscută pornind de la principii simple.*

Cine are dreptate? Atitudinea lui Leibnitz pare mai nuanțată, pe când cea a lui Descartes este foarte tranșantă. Tindem să-i dăm dreptate primului, dar ne putem aștepta și la surpriza ca cel de al doilea să aibă dreptate. S-ar putea ca realitatea să fie numai *potențial complexă* iar actualizarea acestei complexități teoretice să fie imposibilă la scara percepției și acțiunii umane<sup>69</sup>. Suma tuturor lumilor posibile într-o desfășurare temporală foarte extinsă este cu certitudine foarte mare. Dar cât este de complexă lumea actuală în raport cu suma anterioară? Raportul dintre diversitatea actuală și cea potențială tinde către zero cu o foarte bună aproximare. În acest caz este legitimă întrebarea: ce caracterizează această infimă parte (ce caracterizează mulțimea celor  $10^{28}$  de imagini din mulțimea celor  $10^{320}$  posibile)? Un răspuns, greu de justificat în acest moment, este: *posibilitatea de a fi cunoscută rațional*<sup>70</sup>.

## Dualitatea corp-suflet și unitatea monadei

Descartes a fost și el nevoit să impună o delimitare: cea dintre suflet și corp. Este o delimitare mult mai netă decât cea leibnitziană dintre adevărurile raționale și cele de fapt. Această **dualitate** va permite separarea celor cognoscibile rațional (la Leibnitz rațiunea suficientă trebuia să caracterizeze și adevărurile contingente). Distincția dintre semnificații și sensuri a putut fi astfel realizată într-o manieră ”rațională”. Este foarte interesantă evidențierea faptului că se pune și problema cunoașterii sufletului, care este chiar mai ușor de realizat:

<sup>69</sup>Vezi discuția despre imaginea de  $1 \text{ cm}^2$  din ”Coerența mentalului și formalului în experiment”, secțiunea ”Limite maligne”, în acest volum.

<sup>70</sup>Calculul făcut referitor la imaginea de  $1 \text{ cm}^2$  atenuază rezultate teoretice pesimiste referitoare la capacitatea de a oferi reprezentări formale realității. Conform teoriei algoritmice a informației, anterior citată, capacitatea de a oferi reprezentări condensate unei realități extinse scade exponențial dacă reprezentarea scade liniar. Teoretic, în realitatea potențială subspațiul celor formalizabile tinde spectaculos de rapid către zero. Dar în realitatea actuală? Extensia domeniului real (actual) în care teoriile formale sunt posibile se poate institui într-un argument pentru faptul că din realitatea potențială se actualizează acea parte care poate fi rațional abordată. Infima parte a realității actuale s-ar putea să posedă un ordin de mărime apropiat de cel al realităților formalizabile, ce pot intra sub incidența raționalității. Această observație poate fi numai un punct de pornire într-o discuție mult extinsă. (A se vedea în acest sens și prima aneză din ”Simbol și acțiune”, în acest volum.)

*Astfel încât acest eu, adică sufletul prin care sunt ceea ce sunt, este în întregime distinct de corp și chiar mai ușor de cunoscut decât el; în afară de aceasta, chiar dacă nu ar exista corpul, sufletul n-ar înceta să fie ceea ce este (pag. 130).*

În opoziție cu această dualitate carteziană, monada este, pentru Leibnitz, o **unitate** simplă, fără părți, din care este compusă realitatea. Imposibilitatea identității va impune individualitatea nestructuratului în discursul leibnitzian, astfel încât monadele vor fi diverse rămânând unitare. Nu putem să nu remarcăm faptul că discursul din *Monadologie* începe prin a fi *sugestiv*, la limita paradoxului, pentru a deveni treptat rațional într-un decrescend normal pentru un demers filosofic ce fundamenează raționalitatea științei.

*Disocierea* fundamentează demersul cartezian, pe când *continuitatea* presupusă de unitatea monadelor caracterizează abordarea leibnitziană. Această polarizare se va propaga până la nivelul teoriilor matematice unde *produsul cartezian* și *calculul infimitezimal* sunt produse tipice pentru cei doi raționaliști.

Cum se acomodează în spațiul raționalismului două tendințe atât de opuse? Prin:

- extremismul pe care-l promovează cele două abordări
- atentatul realizat în egală măsură la produsele superioare ale imaginarului<sup>71</sup>

În spațiul limitat în care, fatalmente, mintea omului se poate manifesta, extremele sfârșesc prin a se atinge. Raționalismul conține două filoane distincte care au coabitat și interacționat fecund până în momentul în care știința calculatoarelor le-a permis să se manifeste net distinct. Nu avem de a face cu un paradox, ci cu o naturală polarizare generată de pozițiile extreme pe care le permite cultivarea în exces a raționalismului.

<sup>71</sup>Ioan Petru Culianu în "Eros și magie" [Culianu '94] descrie foarte sugestiv acest atentat la imaginar:

*Dacă ne putem astăzi lăuda că avem la dispoziție niște cunoștințe științifice și o tehnologie care nu au existat decât în fantezia magicienilor, trebuie să recunoaștem că, de la Renaștere încoace, facultățile noastre de a opera direct cu propriile noastre fantasmе, dacă nu și cu cele ale altora, s-au micșorat. Raportul dintre conștient și inconștient s-a modificat profund, iar capacitatea noastră de a ne domina propriile procese imaginare s-a redus la zero. (pag. 19)*

Putem da concret și exemple legate direct de cei doi mari gânditori.

Astfel, Descartes oferă celor ce erau mai puțin dotați cu imaginație spațială, bidimensională sau tridimensională, un instrument eficace de a rezolva probleme de geometrie: geometria analitică. Dar, în același timp, pe cei superiori dotați cu imaginație bi sau tridimensională îi obligă la un exercițiu unidimensionalizant în lumea unidimensională a șirurilor de simboluri. Eficiența cu care se vor rezolva probleme curente se va institui într-un atentat la capacitatea de a imagina soluții spectaculoase pentru probleme realmente dificile. Nu deplângem lipsa spectacolului ca pe un efect în sine, ci lipsa spectacolului ca exercițiu superior pentru creativitate. Nu negăm rolul geometriei analitice în dezvoltarea științei, dar atragem atenția asupra prețului pe care omul ca întreg a trebuit să-l plătească (din unele puncte de vedere acest preț a fost mic, dar mai nou apar și efecte care se manifestă amplu pe alte dimensiuni).

Leibnitz este copărtaș la inventarea calculului infimitezimal. Dezvoltarea în serie a unor funcții a permis conceperea unor instrumente matematice eficiente. Apariția calculatoarelor a cerut însă dezvoltarea unor algoritmi rapizi și foarte preciși pentru calculul funcțiilor trigonometrice, hiperbolice, exponențiale și pentru inversele lor. Cele mai rapid convergente serii nu s-au dovedit suficient de performante. Au trebuit "dezgropate" lucrări anterioare inventării "eficientului" calcul infimitezimal, pentru ca problema să-și găsească o soluție acceptabilă. O lucrare din prima jumătate a secolului 17 [Briggs 1624] conținea algoritmi, unii cunoscuți de milenii (regula stadionului cunoscută de Pitagora pentru calculul radicalului cu un efort comparabil cu al unei împărțiri), care să ofere o precizie de  $10^{-10}$  în timpul de calcul a 2 – 4 operații aritmetice de înmulțire sau împărțire. Redescoperirea a fost făcută în anii 60 [Meggit '62] ai secolului nostru și este foarte puțin popularizată chiar în mediile universitare.

Filonul leibnitzian ce pornește de la: *să cunoaștem ceea ce poate fi cunoscut simplu!* s-a manifestat, în scurta istorie a calculatoarelor, prin încercarea de a folosi reprezentări formale globale pentru a da socoteală de efecte locale. Este deja o abordare "clasică" în știința calculului.

Filonul cartezian este responsabil de orientări mai noi ce au un caracter "neconvențional". Aceste căi presupun că: *realitatea este simplă și poate fi cunoscută pornind de la principii simple*. S-au fundamentat astfel mecanisme bazate pe autoorganizarea unui spațiu caracterizat prin reguli locale simple. Această paradigmă încearcă să genereze efecte globale pornind numai de la specificarea regulilor locale. Automatele celulare, rețelele neurale sau algoritmi genetici permit apropierea de soluție prin procese convergente de autoorganizare.

Raționalismul se manifestă încă o dată simplificând excesiv realitatea. Pe de o parte prin global poate fi specificat localul, iar pe de altă parte prin reguli strict locale se pot genera efecte globale. În primul caz *ierarhia causală* este principiul, pe când în cel de al doilea caz *funcționarea sincronă* fundamentează calculul<sup>72</sup>

O abordare rațională nici nu putea să ne conducă altundeva decât într-o lume a formelor în care procedee net distincte se exclud reciproc, impunând astfel limite fundamentale. Abordarea neconvențională este consecința limitelor abordării clasice. Pe căile neconvenționale se rezolvă aproximativ probleme inabordabile prin procedee clasice.

Dualismul cartezian și monada leibnitziană nu sunt decât două fețe complementare ale raționalismului. Unitatea se manifestă ca o *promisiune* iar dualitatea ca o *speranță*. *Promisiunea* nu poate fi întotdeauna onorată din cauza complexității, așa că ne mai rămâne *speranța* că o soluție aproximativă ne va putea satisface.

Dar nu aș vrea să uităm că încrâncenarea cu care *căutăm rațional soluția* este dată de imposibilitatea de a ne-o *imagina* sau de incapacitatea de a o *dezvălui*.

Mai 1996

---

<sup>72</sup>Nu putem să nu facem conexiunea, poate fantezistă, între gândirea obsesiv causală a Occidentului și percepția sincronică a realității practică în gândirea orientală. Este acest gând, poate, expresia speranței inconștiente ca preocupările pentru calculabilitate să ne dezvăluie, și pe cale rațională, cele două procese fundamentale care conlucrează la perenitatea existenței? S-ar putea, atunci, ca raționalismul să-și găsească în această dezvăluire "rațiunea" de a ne fi obsedat de atâtea ori în istorie. Știința calculului va permite, oare, ca raționalismul modern să fie ultima "reîncarnare" a raționalismului?

# Informatica și triada spiritualitate-culturi-civilizație

**Preambul** Atunci când se impune o schimbare este binevenită întrebarea: nu cumva prilejul trebuie folosit pentru modificări mai ample decât cele impuse? O jumătate de secol de totalitarism impune regândirea organizării și finanțării cercetării<sup>73</sup>. Dar va trebui să folosim acest prilej și pentru a realiza modificările cerute, peste tot în lume, ca urmare a tendințelor induse de evoluția mentalităților și tehnologiilor. Există șansa ca soluțiile pentru schimbarea impusă să fie oferite de modificările prilejuite. Dacă cercetarea este privită ca un proces în sine, atunci reformarea ei se va face mai dificil. Teza pe care o avansăm presupune că, în actualul stadiu al cunoașterii, cercetarea este intim și imperativ legată de procese educaționale. Vom încerca să arătăm că evoluția istorică a mentalității cercetătorului, corelată cu dezvoltarea tehnologiilor, sugerează noi forme de organizare și noi stiluri de abordare.

Procesul de învățământul începe cu educația, continuă cu instrucția, pentru a reveni definitiv la educație atunci când cercetarea devine instrument al cunoașterii profunde.

## Introducere

Modificări importante în politica științei se pot produce din mai multe motive:

- o tranziție sociopolitică majoră
- existența unor modele mai eficiente ce ar putea fi adoptate
- mutații importante care se produc în procesul cunoașterii în anumite etape.

Cu toate că în țările est-europene s-au produs modificări sociopolitice importante, cu toate că există în afara acestui spațiu modele care au dat rezultate remarcabile, consider că factorul cel mai important de care trebuie să se țină cont în reformarea cercetării științifice în statele est-europene este cel de al treilea. Într-adevăr, ultima jumătate de secol a adus cunoașterea în stadiul în care propria evoluție este factorul dominant în regândirea modalităților de organizare, finanțare, evaluare și valorificare. Tranzițiile sociopolitice se constituie numai într-un bun prilej, iar modelele performante ale Occidentului, într-un experiment semnificativ pentru criza cunoașterii. Prilejul reconstrucției trebuie folosit

---

<sup>73</sup> Acest text a fost prezentat la simpozionul internațional cu tema "Academie și/sau Universitate", din octombrie 1995, în care s-a dezbătut problema relației dintre academii și universități ca medii de cercetare în Spațiul central-est european, după 1989. A fost publicat în *Academica*, nr. 2 (62) din decembrie 1995

pentru aduceri la zi consistente prin care formele instituționale, modalitățile de cunoaștere, mentalitatea cercetătorului să corespundă stadiului limită pe care-l atinge cunoașterea la acest sfârșit de mileniu. Vom da un răspuns întrebării *Academie sau/și Universitate?* pornind de la stadiul în care cunoașterea a fost propulsată de către știința occidentală. Acest răspuns va putea fi util în primul rând în spațiul est-european aflat în fața unui nou început.

Sunt evidente mai multe caracteristici ale evoluției cunoașterii; enumerăm cinci pe care le considerăm mai importante:

1. o nouă relație între cunoaștere și acțiune
2. rolul sporit pe care-l are comunicarea
3. ingredientul pe care-l constituie informația ca structură simbolică acționând prin semnificație
4. viziunea globală (holistică) în opoziție cu cea disociativă
5. o nouă relație între formal și neformal.

Implicațiile acestor tendințe se vor discuta în contextul oferit de evoluția cunoașterii în paralel cu istoria omului și a lumii lui, dominată pe rând de *spiritualitate*, *culturi*, iar în final de *civilizație*. Stadiul în care cunoașterea a ajuns se pare că încheie un ciclu prin faptul că civilizația se va putea impune în virtutea unor valori spirituale profunde.

Vom încerca să arătăm că cercetarea ne va permite accesul la cunoaștere numai în cadrul unui proces în care educația are un rol important, net distinct față de cel pe care și l-a asumat până în etapa actuală. *O nouă relație între instrucție și educație în cadrul învățării* va permite cercetării accesul la cunoaștere în stadiul în care complexitatea pune probleme fundamentale modurilor tradiționale de căutare a adevărului la care se reduce astăzi cunoașterea.

## Ipostazele cercetării

Cercetarea, ca una dintre căile cunoașterii, a căpătat o importanță atât de mare încât este deseori confundată cu procesul mai amplu al cunoașterii. Atunci când căile cunoașterii sunt reduse la cele ale cercetării, prima care are de pierdut este cercetarea. Cercetarea și-a impus criteriile proprii de acțiune prin care caracteristici esențiale ale cunoașterii au fost trecute într-un plan secund. Demersul aristotelic a dat un impuls esențial cercetării științifice, dar a generat și premisele crizei pe care cunoașterea o parcurge astăzi în culturile occidentale supuse unui proces de integrare civilizator.

Condensarea expresiei în limbaje naturale, iar mai apoi în limbaje formale, permitea și diseminarea eficientă, dar trunchiată, a experiențelor individuale insolite. Atât timp cât suportul tehnic al reprezentării și manipulării cunoașterii a lipsit sau a fost rudimentar, nu au fost posibile evoluții notabile în "tehnologia cunoașterii". Informatica accelerează exploziv și evoluția stilului în care procesul cunoașterii se desfășoară sub forma cercetării științifice. Relația dintre cunoaștere și cercetare are acum șansa să-și găsească o bună așezare sub impactul informaticii. Punctăm, în continuare, momentele semnificative ale evoluției "tehnologiilor cunoașterii", în partea occidentală a lumii, ca pași către o nouă formă de cunoaștere.



## Disjuncția nemijlocit - mijlocit la Aristotel

Despre cunoaștere, ca proces guvernat de modalități coerente de manifestare comunitară, vorbesc consistent pentru prima dată vechii greci. *Organon*-ul aristotelic [Aristotel AS] impune primele distincții fundamentale, încă valabile pentru demersul uzual de tip occidental. În *Analitica secundă* (II, 19) este explicit pusă în discuție disjuncția esențială dintre cele două forme de cunoaștere: cunoașterea nemijlocită și cea mijlocită.

*"S-a stabilit la început că nu putem cunoaște nimic prin demonstrație, dacă nu cunoaștem primele principii nemijlocite. În ce privește cunoașterea principiilor nemijlocite, se poate discuta: dacă ea este sau nu este de același fel cu cunoașterea prin demonstrație, dacă amândouă cunoașterile merită numele de știință sau dacă numai una este știință, iar cealaltă este un alt fel de cunoaștere, în sfârșit, dacă această facultate de a cunoaște principiile s-a născut odată cu noi, dar fără știința noastră, sau dacă n-a existat înainte, ci a fost dobândită."*

Pentru vechii greci cunoașterea are deci două forme net distincte:

- *theoria* - cunoașterea nemijlocită, neformală, prin care dobândim principiile
- *episteme* - cunoașterea mijlocită de demonstrația, formală, care pornește de la principii.

Antichitatea nu cunoștea distincția dintre cele două emisfere ale creierului uman, dar a pus în evidență perfect comportamentele distincte induse de acestea.

Dacă această distincție este reală și constructivă pentru înțelegerea a ceea ce este cunoașterea, nu la fel de productivă s-a dovedit considerarea ei într-o manieră diacronică, în sensul că orice cercetare debutează printr-un demers strict *theoretic* și evoluează printr-unul exclusiv *epistemic*. Această netă secvențare s-a dovedit deosebit de productivă pentru evoluția unei cunoașteri superficiale, realizată pentru perspectiva unor acțiuni imediate, să o numim: cercetare. Limitarea *theoreticului* numai la declanșarea demersului cunoașterii lasă pe seama *epistemicului* sarcini ce se vor dovedi imposibil de rezolvat. Cultivarea *epistemicului* a impus forme prin care extinderea cunoașterii s-a făcut în dauna aprofundării ei. Problemele profunde s-au proiectat deformate pe suprafețe care s-au dovedit prea mari pentru a fi acoperite *epistemic*.

## Arbitrarul în segregarea axiomelor de teoreme

Într-o teorie științifică adevărul este dat, în egală măsură, de axiome, nemijlocit stabilite, și de teoreme deduse mijlocit din axiome. Dezvoltarea construcțiilor teoretice a pus în evidență posibilitatea de a construi ansambluri identice de propoziții adevărate, pornind de la diferite seturi de axiome. Ceea ce într-o elaborare este o teoremă poate deveni în alta o axiomă și invers. Este demistificată, astfel, poziția privilegiată a principiilor în corpul unei teorii. Această flexibilitate în expunerea unei teorii științifice va putea fi folosită pentru a crește flexibilitatea instrumentelor formale care sprijină demersul cunoașterii.

Principiile și ceea ce rezultă din ele nu fac parte din două lumi disjuncte. Se atenuează astfel prea netă distincție aristotelică între formele cunoașterii. Ele rămân distincte, dar se pot manifesta identic.

### Alegerea principiilor cunoașterii

Dacă mai multe propoziții adevărate în cadrul unei teorii pot aspira la demnitatea de axiomă, atunci care ar fi criteriul după care se aleg axiomele ce fundamentează o știință? Se pot imagina două situații limită:

- minimizarea principiilor, având drept consecință creșterea efortului de dezvoltare a teoriei
- minimizarea efortului de dezvoltare a sistemului formal, pornind de la un set mai amplu de principii.

Cum putem justifica setul de principii de la care pornim construcția unei teorii? Două poziții extreme există și în acest caz:

- evidența principiilor, datorită simplității lor, opțiune tipică pentru primele sisteme dezvoltate axiomatic încă din antichitate
- utilitatea principiilor, probată prin consistența implicațiilor cu realitatea studiată, de care ține cont mai ales știința contemporană care dezvoltă teorii pornind de la principii foarte puțin evidente, dar deosebit de fructuoase prin consecințe; exemplul cel mai bun este fizica modernă.

Alegerea principiilor a ținut întotdeauna cont de faptul că o teorie științifică trebuie să corespundă unei "dimensiuni" umane. Complexitatea formelor percepute și manipulate eficient este limitată la o valoare ce ține de natura omului. Corelat cu interesul pe care-l are pentru om accesul la o anumită realitate prin intermediul unei științe dezvoltate formal se ajunge întotdeauna la o relație optimă între principii și teoreme. Eficiența procesului de cunoaștere reglează acest proces, prin care o teorie se dezvoltă astfel încât să ofere un instrument cât mai "prietenos" utilizatorului uman. Probleme suplimentare, dar și libertăți în plus, apar atunci când utilizatorul nu este exclusiv cel uman sau când utilizatorul este numai un sistem artificial, informatic.

### Stăpânirea complexității prin mulțimea regulilor

Necesitatea de a oferi modele teoretice pentru realități din ce în ce mai complexe, a împins într-un plan secund problemele utilizatorului uman. Performanța formală limitată a omului nu a mai fost luată suficient în considerație. Se ajunge, astfel, la construcția automată a unor teorii care vor fi utilizate, tot într-o manieră automată, numai de către un sistem de calcul. Se atenuează suplimentar distincția dintre axiomele și teoremele unei teorii. Realitatea este descrisă prin seturi ample de *reguli*, extrase dintr-o porțiune finită a acesteia, considerată semnificativă.

Un bun exemplu poate fi setul de reguli care descriu un limbaj natural pornind de la o selecție finită suficient de amplă de texte semnificative: *corpus*-ul acelei limbi, stabilit de un for competent. Acest demers conduce la o descriere prin intermediul a zeci de mii de reguli, ce nu pot fi utilizate decât de o mașină comparabilă cu cea care le-a evidențiat. Ce sunt aceste reguli? Axiome sau teoreme? Credem că distincția nu mai este productivă. Cum poate fi interpretat *corpus*-ul de la care s-a pornit? Am putea să-l considerăm ca având pregnanța unui principiu. Dar atunci, teoria (ansamblul regulilor) este mai simplă decât principiul! De ce nu!

În modul cel mai evident ne aflăm în fața unei mutații esențiale, ce are mari șanse de a se fixa. Aspirația aristotelică spre simplitatea și evidența principiilor, reiterată ”la intrarea pe ultima linie dreaptă” de către Descartes, este subminată de o evoluție spectaculoasă ce a fost posibilă tocmai datorită viabilității inițiale a acestor aspirații. Distincția dintre *theoria* și *episteme* urmărea să ofere un model la scară umană pentru o realitate mult extinsă. În acest context, omul a ajuns la concluzia că:

- teoriile științifice tradiționale nu pot să descrie decât realități prea simple (pe cât de simplă este teoria, pe atât de restrâns este domeniul pe care-l poate descrie, conform teoriei algoritmice a informației promovată de G. Chaitin)
- teoriile științifice ar putea să descrie realități mai complexe, numai cu prețul unei complexități ce nu mai poate fi controlată decât cu ajutorul sistemelor informatice.

Vom începe să construim numai teorii pentru uzul calculatoarelor? Poate că da. În măsura în care nu o vom face, vom căuta și alte modalități de a practica uman cunoașterea.

### Sincronizarea cunoașterii nemijlocite cu cea mijlocită

Ce am învățat lovindu-ne de limitele impuse de complexitatea teoriilor?

- Am înțeles că prin cunoașterea nemijlocită, ca parte a cunoașterii comunitare curent denumită știință, nu aflăm lucruri net distincte de cele pe care ni le oferă cunoașterea mijlocită.
- O bună alegere a principiilor poate crește utilitatea unei teorii științifice.
- În cazul complexităților mari, distincția dintre adevărurile principiale și cele deduse din principii nu mai este productivă.

Complexitatea la care a aspirat demersul științific a evoluat mult mai rapid decât tehnologia de elaborare a teoriilor științifice. Pasul pe care sper că suntem pregătiți să-l facem va conjuga sincron cunoașterea nemijlocită cu cea mijlocită, astfel încât:

- *theoreticul* și *epistemicul* să interacționeze pe toată ”durata” elaborării unei teorii
- *theoreticul* să poată fi implicat și în aplicarea științei, odată elaborate, astfel încât prin ”sugestii”, care pot fi simplu verificate *epistemic*, să se poată reduce semnificativ complexitatea rezolvării unor probleme ce-și află, altfel, soluția în spații exponențial extinse.

Ultimele două milenii de dezvoltare a științei au stimulat excesiv capacitățile *epistemic* ale individului printr-un proces de învățământ ce a neglijat prea mult aspectele educaționale în favoarea celor instructive. Omul este instruit să acționeze și este mai puțin educat pentru libertatea de alegere, pe care numai spontaneitatea bine antrenată o poate garanta. Atenția dată emisferei stângi a creierului, în emisfera stângă a lumii, printr-o politică de stânga, ne-a condus către situația în care aspirăm spre stăpânirea complexității prin procedee *epistemic*, formale, inadecvate acestui scop. Reorientarea către dreapta, către *theoretic*, neformal, nu este o soluție. Refacerea unei unități pierdute ar fi o cale consistentă.

Informatica, prin imensa ei disponibilitate *epistemică*, ne poate oferi libertatea de a ne stimula, printr-o bună educare, imensele rezerve *theoretice*, astfel încât cunoașterea prin cercetare să se poată desfășura stimulată continuu de emisfera dreaptă și temperată constructiv de o emisferă stângă bine instruită și sprijinită de suportul "tehnologic" exterior minții. Capacitatea de generare creativă a omului va putea să interacționeze în "timp real" cu capacitatea sa de analiză, bine susținută de structurile informatice exterioare. Sincronismul *theoretico-epistemic* dintre emisfera dreaptă și cea stângă va permite astfel stăpânirea complexității.

O reconciliere dintre "stânga" și "dreapta" la nivelul omului va putea avea consecințe asupra unei reconcilierii corespunzătoare la nivelul lumilor iar mai apoi la nivelul lumii, într-o justificată aspirație către globalitatea viețuirii și plenitudinea cunoașterii.

## **Ipostaze ale cunoașterii**

Ipostazele cercetării ne arată că discuția trebuie extinsă de la nivelul cercetării la nivelul cunoașterii. Avantajele disjuncției aristotelice, exploatate numai ca instrumente eficiente ale cercetării, s-au dovedit limitative pentru cunoaștere.

La origine, cunoașterea a fost un instinct prin care omul conștientiza ființarea sa în existență. Apoi, a permis viețuirea oamenilor într-o lume imprezvizibilă. Iar mai nou, prin cunoaștere acțiunea devenea posibilă și într-o lume complexă. Pe această cale, cercetarea s-a substituit treptat cunoașterii, astfel încât astăzi cercetarea oferă reprezentări compactate unor realități extinse, dar sărace în semnificații.

## **Conștientizarea ființării în existență - spiritualitatea**

Prima formă de cunoaștere s-a instituit ca o interacție nemijlocită între om și existența percepută ca totalitate nediferențiată. Opoziția dintre ființa care percepea totul și acest tot a fundamentat comuniunea ființelor umane bazată pe ceea ce astăzi numim spiritualitate. Conștientizarea ființării în existență, ca primă manifestare a cunoașterii, a declanșat istoria omului și a lumii lui. Însă, în efortul de a construi o lume omul a trebuit să depășească rapid comuniunile spirituale. Diversitatea mediilor și a unor condiții inițiale l-au obligat să se disperseze în culturi. Peste fondul comun de spiritualitate au apărut construcții culturale, cu ample dezvoltări istorice. Evoluția istorică a culturilor a fost caracterizată printr-un proces de ascundere a fondului comun de spiritualitate. Această ascundere a permis și o conservare care a păstrat nealterate valori esențiale pe care uzul curent, în vâltoarea lumilor, le-ar fi alterat. Istoria culturală a permis lumii să atingă nivelul la care este posibilă o optimă valorificare a spiritualității. Practic, istoria de până acum a omenirii poate fi gândită ca o rodnică rătăcire pe căi ce converg către momentul în care ceea ce este fundamental uman - spiritualitatea - să poată fi direct fructificat, fără pericolul risipirii în derizoriu.

## **Cercetare și invenție - risipirea în culturi**

Cum au reuși culturile performanța de a salva prin ascundere valori esențiale, dar inutilizabile datorită precarității lumii în care omul viețuia? Impunând valorile secundare ale cercetării, acțiunii și invenției tehnologice.

Dispersarea în culturi presupune delimitare și pragmatism. Percepția globală a existenței se poate transforma într-un instrument util numai dacă este limitată. Existența

este decupată în domenii care sunt cercetate cu mijloace eficiente. Disjuncția aristotelică se impune:

- reținând din percepția globală un număr limitat de adevăruri, care sunt suficiente pentru un spațiu delimitat al realității
- inventând o serie de reguli care să permită reconstrucția spațiului delimitat cu o acuratețe suficient de mare.

Diverse porțiuni ale realității vor fi astfel încapsulate în reprezentări simple, formate dintr-un număr redus de adevăruri și de reguli de folosire a acestora. Realitatea va fi investigată numai din perspectiva conceperii acestor sisteme simbolice curent denumite teorii științifice. Cunoașterea se va reduce la cercetarea privită ca trunchiere și invenție.

În acest context cunoașterea este înlocuită cu căutarea adevărului, ca o corespondență între o teorie științifică și un domeniu delimitat al existenței.

Multă vreme acest model a dat rezultate foarte bune. Atât timp cât complexitatea problemelor abordate a fost rezonabilă, nu s-a pus problema corelației între complexitatea unei teorii și complexitatea domeniului problematic ce poate fi abordat. Atacarea unor probleme mai dificile a declanșat cercetări referitoare la corelația care ar putea fi găsită între complexitatea problemei de rezolvat, complexitatea teoriei și timpul afectat rezolvării. Nu mică a fost mirarea cercetătorilor (nu și a cunoscătorilor) când au constatat că o problemă complexă cere o teorie la fel de complexă sau un timp de soluționare foarte mare.

Culturile au substituit cercetarea cunoașterii, cu efecte deosebit de favorabile în soluționarea unor probleme rigurose și drastic conturate. Delimitările inițiale au determinat însă atingerea unor limite fundamentale în cercetare. Nu cunoașterea este limitată, ci aproximarea ei prea grosieră prin cercetare.

### **Cunoaștere prin creație - regăsirea prin civilizația bazată pe spiritualitate**

Se poate emancipa cunoașterea de sub tutela cercetării, pe care a acceptat-o din neputința inițială de a fructifica o atitudine pur spirituală? Da. Dar nu prin revenirea la o atitudine preponderent spirituală. Experiențe culturale milenare pot fi fructificate acum când s-au epuizat în spațiul restrâns în care au apărut. Rezerva de diversitate pe care lumile au acumulat-o, dispersându-se în culturi, constituie o bază pe care se poate risca o formă de cunoaștere în care creația și cercetarea să colaboreze cu mari șanse de reușită.

Anihilarea disjuncției aristotelice, prin sincronizarea dintre *theoria* și *episteme* este posibilă în contextul ferm oferit de:

- diversitatea pe care putem conta ca sursă pentru creativitate
- instrumentele informatice de care dispunem pentru validarea "delirului" creativ.

Disjuncția dintre cele două emisfere cerebrale a fost stimulată de imposibilitatea de a ocoli modelul aristotelic de cunoaștere. Efortul analitic (al emisferei stângi) se dovedea prea mare iar capacitățile sintetice (ale emisferei drepte) păreau necontrolabile. Cum putea fi, în aceste condiții, stimulată o intercorelare strânsă între cele două emisfere? Șansa oferită acum de mașinile de calcul se manifestă pe două planuri:

- prin funcțiile lor de *prelucrare*, calculatoarele degreveză emisfera stângă de un travaliu analitic inutil de mare
- prin funcțiile lor de *comunicare* și interconectare transculturală, calculatoarele pot stimula coerent funcționarea emisferei drepte.

În aceste condiții, cunoașterea poate deveni un continuu proces de creație, *stimulat și temperat* de cele două funcțiuni esențiale ale sistemelor informatice: *comunicarea și calculul*.

Renunțarea la disjunția aristotelică permite cunoașterii să se manifeste ca un proces creativ (*theoretic*) continuu temperat și validat prin sistemele informatice de care dispunem. O soluție "găsită" printr-un efort imaginativ creator, bine stimulat printr-o educație adecvată, va putea fi acceptată în urma unei verificări sistematice eficient realizate de un sistem de calcul.

Problema esențială este: prin ce mijloace vom putea trece, de la căutarea sistematică a soluțiilor în spații uneori exponențial extinse, la o găsim nemijlocită, intuitivă, a unor soluții ușor de validat sistematic? *Diferența dintre căutarea sistematică și validarea sistematică este cea dintre numărul  $n$  și logaritmul lui*. O diferență deloc neglijabilă. Ce trebuie făcut pentru a o valorifica? *Transformând cercetătorii în cunoscători pentru care găsirea este un exercițiu curent*. Educația capătă un rol pe care nu l-a mai avut niciodată în istoria cunoașterii.

## Cunoaștere - educație - cercetare

Învățarea este un proces în care fiecare etapă este caracterizată prin raportul în care se află instrucția cu educația. Tranziția către o etapă istorică în care cunoașterea este procesul dominant, implică modificări esențiale în planul învățării.

În etapa actuală ponderea educației raportată la instrucție scade continuu pe parcursul învățării, începând de la grădiniță și până la nivelul postdoctoral. Pregătirea prin doctorat este gândită ca o fază superioară de instrucție, precis orientată către formarea pentru cercetare sau învățământul superior. Aceasta este calea pe care am urmat-o pentru formarea cercetătorilor. Care ar fi cea de urmat pentru formarea cunoscătorilor?

Propunem, pentru etapa ce urmează, un model în care ponderea educației în raport cu instrucția să fie caracterizat de un minim plasat aproximativ între vârsta de 17 ani și cea de 22 de ani. Importanța educației în primii ani ai învățării nu mai trebuie discutată. Specific pentru această propunere este importanța pe care o dobândește educația spre sfârșitul facultății, în perioada de pregătire doctorală și după aceea.

Educația este responsabilă pentru învățarea neformală pe când instrucția este destinată transmiterii învățăturilor formale. Cunoașterea *theoretică* este una neformală pe când cea *epistemică* este una formală. Stimularea capacităților teoretice de cunoaștere nemijlocită nu se poate face decât printr-un proces cu un puternic caracter educativ. În consecință, *abilitarea pentru cunoaștere presupune în primul rând un proces educativ*.

Mai mult, chiar practicarea cunoașterii, ce depășește simpla cercetare, implică un continuu proces de stimulare, prin educație, a capacităților de generare nemijlocită (*theoretică*). Cercetătorul care vrea să cunoască trebuie să fie un foarte abil generator de posibile soluții. În toate timpurile un bun "ghicitor" de soluții era foarte util în cercetare, dar vin timpuri când fără o astfel de deprindere, bine educată și superior exersată, nu se

va mai putea practica cunoașterea la complexitatea impusă de realitățile ce se doresc a fi cunoscute.

Un cercetător cunoscător se educă continuu, față de un cercetător tradițional pe care am fost obișnuiți să-l vedem numai instruindu-se continuu. Avem privilegiul de a fi din ce în ce mai mult implicați într-un mediu informatic în care funcția de comunicare este realizată deosebit de performant, schimbând fundamental relația în care se află procesul de instrucție cu cel de educație. Accesul la informație permite, poate chiar cere, un accent în plus pe educație și o slăbire a rigorilor instrucției. Într-un plan mai profund se poate vorbi de o prevalență a educației față de instrucție, pentru a da posibilitatea dezvoltării facultăților emisferei drepte, care va putea astfel genera stimulată superior printr-un mediu comunicațional cu restricții minime. Deschiderea se va manifesta acum față de ceea ce poate veni pe canalele comunicaționale, nu pentru a fi acumulat prin instrucție, ci pentru a fi folosit ca stimulent pentru creativitate. Accesul comod la informație prin rețele comunicaționale performante ne poate scuti de efortul acumulării dar ne obligă, în același timp, la creativitate.

Unui om educat informația îi poate servi. Un om instruit este aservit informației. Cunoașterea poate deveni un joc în care pe rând:

- **educarea** capacităților de percepție globală nemijlocită
- folosirea canalelor de **comunicare** realizate pe rețele informaționale
- **generarea** ”norocoasă” a unor soluții prin cunoaștere nemijlocită
- **verificarea** soluției prin metode computaționale cu complexitate rezonabilă

se înlănțuie într-un carusel în care neformalul alternează cu formalul, procese la nivelul omului cu procese la nivelul sistemului informatic.

Complexitatea realității astfel cunoscute poate fi mult mai mare decât complexitatea proceselor formale, de comunicare și verificare, presupuse. Acest lucru devine posibil datorită proceselor neformale, de educare și generare, puse permanent în joc. Ele nu se supun evaluărilor cantitative, dar nici nu presupun resurse cantitativ restricționate.

Ceea ce se supune cantității poate deveni astfel mult mai puțin complex decât complexitatea realității cunoscute. Problema limitelor cantitative va fi astfel eludată.

Rezerve profunde de spiritualitate vor putea fi astfel tot timpul prezente în procesul de cunoaștere. Într-un proces de cunoaștere dominat de disocierea aristotelică aceste rezerve erau activate numai temporar, în etape inițiale. Din acest motiv ele nu puteau influența esențial complexitatea procesului.

În consecință, cercetarea, pentru a ne permite accesul la cunoaștere, va trebui să-și găsească un aliat în educație. Acum suntem pregătiți să răspundem întrebării: *Academie sau/și Universitate?*

## Academia ca Universitate

Tranziția de la cercetare către cunoaștere va fi permisă și de o bună așezare a relației dintre om, sistemul informatic și lume. Prin efectul rețelelor informatice lumea omului tinde către o civilizație globală. Printr-o naturală implicare a omului civilizația va dobândi un suport profund: spiritualitatea. Informatica oferă civilizației cadrul formal, iar spiritualitatea oferă fundamentul neformal, esențial.

Care ar trebui să fie cadrul instituțional în care cunoașterea să poată fi practică conform modelului

**educație - comunicare - generare - validare?**

Este în mod evident o instituție în care învățarea, cu o puternică tentă educațională, și cunoașterea să fie preocupările esențiale. O astfel de instituție nu există. În universități învățarea are un puternic caracter instructiv. În institutele Academiei cercetarea tradițională (dominată de disjunția aristotelică) are o pondere prea mare în raport cu cunoașterea.

Deci, **nici Academia, nici Universitatea!** Poate fi o soluție **Academia ca Universitate?** Da, cu condiția ca în fiecare să se producă transformări importante? Aceste modificări ar trebui să pornească de la următoarele premise:

- *nu se mai poate reduce activitatea de cunoaștere numai la cea de cercetare*
- *nu se poate despărți activitatea de cunoaștere de cea de învățământ*
- *nu se pot concepe formele superioare de învățământ fără o componentă educațională dominantă.*

În consecință, modificări importante se impun atât în Academie cât și în Universitate. Aparent se pune problema convergenței instituțiilor una către cealaltă. În realitate ambele trebuie să convergă către un nou tip de instituție unde cunoașterea să poată fi exersată ca un proces de continuă educație, care să permită gânduri și gesturi insolite, permanent stimulate și temperate prin instrumente informatice.

Octombrie 1995



# Imaginarul: prăpastie sau punte între știință și filosofie?

*"Vă las libertatea să alegeți acea minciună care vi se pare cea mai vrednică de a fi adevărul."*

Imre Toth

*"The scientist has somewhat the same relation to the philosopher as the grammarian to the poet."*

Allan Watts

Adevărul nu există, el trebuie *obținut* sau trebuie *ales* într-un proces care implică o cale și mai multe criterii. De cele mai multe ori este "elaborat" iar mai apoi impus. El apare în existență odată cu ființa umană și ține numai de ea. Omul aduce cu el adevărul în lume și va pleca luându-l cu el.

De adevăr avem nevoie numai pentru a ne sincroniza cu noi înșine, dar mai ales cu ceilalți. Deci, orice *formă de adevăr* este bună dacă se dovedește utilă. **Criteriul adevărului este utilitatea.** Adevărul nu trebuie căutat în realitate, el trebuie impus în relațiile dintre oameni. Un adevăr nu poate fi decât o minciună, pentru că apare într-o lume care *nu este*, fiind a nici unuia dintre noi: spațiul în care el se manifestă este intersecția universurilor individuale. Dar această intersecție este virtuală, ea *nu este* pur și simplu. Am putea spune, la limită, că *adevărul este intersecția virtuală a universurilor individuale.*

Cine ne oferă accesul la adevăruri? **Intelectul, imaginația sau intuiția?** Sau o unitate a lor pentru care nu avem un concept cristalizat?

## Spiritual - Cultural - Rațional

Certându-se cu filosofia, G. Liiceanu remarca totuși [Liiceanu '92, p. 111], delimitând-o onorabil, că:

*"Întreaga istorie a gândirii europene a stat sub întrebarea "cum e cu puțință?"."*

Într-adevăr, distanța dintre "cum e?" și "cum e cu puțință?" este distanța dintre știința și filosofia europeană. Ce se află în spațiul dintre "cum e?" și "cum e cu puțință?"? Nu numai natura dar chiar existența în totalitatea ei se pare ca are oroare de salturi "catastrofice". Adoptând un limbaj vag studentesc, credem că existența este peste tot

”derivabilă”. Există punți între slujirea lui ”*cum e?*” și supunerea la ”*cum e cu puțință?*”? Din aceeași lucrare (p. 196) transcriu:

”*Poate că șansa filosofiei, ultima ei șansă, este tocmai o diversiune afectivă, deci încercarea de a se adresa spiritului nu direct, ci prin intermediul sufletului.*”

Raționalitatea științei și *spiritualitatea* filosofiei sunt din ce în ce mai mult puse în discuție din perspectiva unui al treilea pol: *culturalitatea*. Bipolaritatea rațional-spiritual nu este completată cu un termen mediu, ci este transformată într-o tripolaritate în care *culturalitatea*, prin *imaginar*, nu se află între rațiune și spirit ci formează un al treilea pilon, într-o construcție incomparabil mai *stabilă*. *Culturalitatea* atitudinii celui ce aspiră la cunoaștere prin adevăr tinde să integreze demersurile ambelor căi, cea rațională și cea spirituală, într-o formă nouă de cunoaștere.

Imaginarul poate lega rațiunea de spirit astfel încât omul să se poată manifesta nestingherit de cerbicia unor delimitari atrofiante. Limitele raționalismului își găsesc manifestări ”simetrice” în lumea celor spirituale. Rațiunea prin formalism iar spiritul prin misticism ating în egală măsură limite prin tendința, deopotrivă dogmatică, de a se îndepărta. *Culturile* însă, prin frenezia imaginarii, se pot institui într-un *atractor* cu șansa de a opri acest proces divergent. Dar acest lucru se pare că nu este posibil decât numai după ce disocierea rațional-spiritual este consumată prin toate consecințele ei aberante.

La suprafața lucrurilor se manifestă o criza a raționalismului, în adâncimea lor o criza a spiritualismului. Cei ce au văzut-o numai pe prima cred că secolul următor va fi unul al spiritualității. Se înșală! Mileniul următor, poate chiar următoarele două milenii, vor conduce ființa umană dincolo de alternativa rațiune-spirit, în spațiul conturat mult mai firesc de triada **spiritual - imaginar - rațional**.

Din această dorită perspectivă cred că trebuie să discutăm relația dintre știință și filosofie.

## Unitate - Structuralitate - Sistemicitate

Obsesia progresului a fost motorul existenței Occidentului în ultimele două milenii. Este normală deci întrebarea pe care un straniu gânditor o pune [Fulcanelli '92, vol.2, p. 329] în acest secol la sfârșitul deceniului trei:

”*A tous les philosophes, aux gens instruits quels qu'il soient, aux savants specialise comme aux simple observeurs, nous nous permettons de poser cette question: "Avez-vous reflechi aux qonsequences fatales qui resulteron d'un progres illimite?"* ”

O lume marcată de liniaritatea timpului și de o cauzalitate nerestricționată cade foarte ușor sub incidența progresului ilimitat, iar tehnica ce asigură cele mai bune condiții progresului rapid și sigur este *delimitarea*, ca mecanism fundamental al *structurării* lumii și a problemelor ei. Unitatea lumii este obturată de structurarea ei. Găsind sau impunând structuri, cercetarea naturii și a omului a fragmentat realul pentru a-l supune mai eficient unei înțelegeri trunchiate. Spectacolul delimitărilor posibile a oferit alternative de o diversitate pe care numai o imaginație nestrunită o putea realiza. Unitatea cunoașterii a

fost eficient subminată prin diversitatea modalităților *deconstructive* într-un demers preponderent cultural bazat pe imaginarul necenzurat. Efectele nu s-au lăsat așteptate. La jumătate de mileniu după Marea Schismă, ce a eliberat de sub tirania unei atitudini predominant spirituale gândul ce dorea să înțeleagă spectacolul lumii, Occidentul trăia intens risipirea nesistematizată în preocupări și atitudini de o imensă diversitate. Nu putem să ne reprimăm gândul că Occidentul catolic nu se mulțumea cu spectacolul lumii ci încerca să vadă sau să structureze lumea ca spectacol. Spectacolul era căutat dar și indus în lume prin libertatea nemărturisită pe care gânditorul Evului Mediu târziu și al Renașterii și-a asumat-o depășind misterul prin magie.

Această risipire în diversitate submina unitatea profundă a existenței în care omul aspira către o ființare consistentă. Tendința, poate naturală, către unitate a impus pasul următor care s-a dorit a fi unul înainte, pe calea "progresului".

Și astfel, deconstrucția culturală, *structurantă*, a fost înlocuită cu o reasamblare *sistemică*. Unitatea inițială pierdută a fost înlocuită cu un surogat eficient: *sistemicitatea*. Lumea a devenit treptat un sistem în reprezentarea celor care încercau să o cunoască. Instrumentele care reasamblau sistematic realitatea emanau din comportamentul rațional, edificând formalismele științei moderne și contemporane. Iluzia ca unitatea se reface prin sistemicitate este la originea limitelor fundamentale din știința contemporană.

**Unitatea - structura - sistemul** formează o triadă paralelă corelată celei anterior evidențiate: *spirit - cultură - rațiune*.

Știința privește lumea rațional, chiar formal, ca pe un sistem, pe când filosofia încearcă să dea seamă spiritual de unitatea existenței. Această absurdă polarizare blochează în egală măsură știința și filosofia. Știința tinde să se limiteze în construcții și mecanisme formale de prea mare *complexitate*, iar filosofia se percepe mult suspendată deasupra lumii, într-un demers pe care G. Liiceanu îl caracteriza [Liiceanu '92, p.195] după cum urmează:

*"Filosofia seamănă din ce în ce mai mult cu un club ai cărui membri se înțeleg prin apropieri oculte, punând la cale soarta omenirii, fără ca omenirea să se sinchisească de această soartă a ei."*

Faptul ca lumea creștină a impus, *pe rând*, prin ortodoxie, catolicism și protestantism, mijloace la început preponderent spirituale, apoi dispersiv culturale iar în ultimă instanță rațional restrictive, a făcut astfel încât cele trei componente indispensabile pentru relația individului cu sine, cu oamenii și cu existența - spiritualitatea, culturalitatea și raționalitatea - să se manifeste diacronic, de fiecare dată sărăcitor pentru *unitatea* omului. Reflectarea existenței la nivelul ființei a suferit împliniri la fel de parțiale prin perceperea unei *unități nestructurate* (în primul mileniu creștin), apoi a unei *structurări nesistematice* (în prima jumătate a acestui mileniu), iar acum a unei *sistemicități neunitare* (în ultima jumătate de mileniu).

Nu vom putea oare restabili un echilibru prin manifestarea sincronă la nivel individual a celor trei componente amintite, într-o unitate care să deblocheze ipostaze aberante ale omului contemporan? Una din aceste ipostaze este cea a omului de știință, alta ar fi cea a filosofului, de ce nu și cea a artistului.

## Ipostazele imaginarului

Imaginarul s-a manifestat ca o prăpastie între filosofie și știință, iar acum așteptăm de la el rolul de punte. Să explicităm aceste două ipostaze!

Contactul direct și global cu o existență unică și unitară se consuma, în primul mileniu creștin, static, printr-o percepție *spirituală*.

Ieșirea din această încremenire în spiritualitate (responsabilă pentru anihilarea raționalismului grec și a civilizației romane) a fost facilitată prin deconstrucția realizată de *imaginar* în următoarea jumătate de mileniu. Consecința acestei deconstrucții a fost generarea unui imens spațiu în care diversitatea comportamentelor omului în fața existenței se va manifesta stimulată și protejată de ascunderea pe care o poate oferi înregimentarea în spatele unor idei secunde. Aceste idei secunde apar în efortul de a "democratiza" accesul la sacru.

Acest proces deconstructiv a facilitat conturarea unor falii ce au degenerat în prăpastia ce a permis evoluția independentă a științei și filosofiei. Într-adevăr, începând cu secolul 16, pentru restul mileniului, știința își găsește o traiectorie net independentă de gândirea filosofică. Ambele se vor delimita, "nerecunoscătoare", de imaginar, dar se vor păstra de o parte și de alta a prăpastiei. Știința va duce *raționalismul* către un formalism eficient pentru o cunoaștere comunitară, iar filosofia îl va folosi pentru a justifica în fața comunității trăiri individuale. Această evoluție independentă a științelor și a filosofiei a fost continuu supusă unor tentative de subminare. Ele sunt din ce în ce mai coerent susținute în zilele noastre. Pe rând, științele cu dezvoltare explozivă în secolul 20: fizica, biologia, informatica au pus și pun probleme prin care se încearcă aruncarea unor punți peste prăpastia amintită. Ultimele tendințe se conturează în spațiul informației. Acomodarea la nivelul procesului cognitiv a *structuralului* cu *fenomenologicul*, într-o viziune ce pornește de la înțelegerea implicațiilor pe care informația le are la nivelul existenței [Drăgănescu '79], este unul din cele mai spectaculoase demersuri care, la sfârșit de mileniu, prin *structural-fenomenologic*, aruncă o punte peste o prăpastie săpată cu prea multă îndărătnicie.

Imaginarul este chemat astăzi să-și spună iarăși cuvântul. De data aceasta, însă într-un proces de *reconstrucție*. Rolul său nu este acela al unui simplu termen mediu, așezat în intervalul dintre spirit și rațiune (fenomenologic și structural, theoretic și epistemic, ...). El devine un atractor prin care se va încerca apropierea dintre spirit și rațiune, consolidate, până la împietrire, prin evoluții independente ce nu mai pot continua. Construcția formală trebuie să devină un joc al formelor. Atitudinea spirituală trebuie să-și apropie manifestări culturale. Rațiunea și spiritul pot comunica prin spațiul în care *jocul* este regula. Jocul imaginarului poate reconstrui punți care nu au existat, pentru că rațiunea și spiritul credem că nu au fost dintotdeauna segregate. Greșeala de a despica prăpastii se plătește, peste secole sau milenii, cu deprinderea de a construi punți.

O relație diacronică dintre spirit, imaginar și rațiune se va substitui cu una sincronică în care imaginarul se va converti din prăpastie în punte. Relația diacronică a fost *deconstructivă* evidențiind structuri iar mai târziu compunând sisteme. Pe cea sincronică o dorim *reconstructivă*. În relația diacronică imaginarul a fost o ipostază intermediară, pe când în situația unei sincronicități, sperăm că imaginarul va media o unitate pierdută.

Ușurința mozartiană și efortul goethean, ca prevestiri deja adevărate, ne dau speranța că imaginarul ne poate menține în acel spațiu al formelor **bune**, în care înțelesurile depășesc umil semnificația formelor pure și nu se sfiesc să se așeze sub nivelul sensurilor transcendente. Numai că o reconstrucție nu poate anula perfect o deconstrucție. Lumea omului este marcată de o funcție neiertătoare: **memoria**. Iar grația imaginarului - ca rezultat magic al suspendării în spațiul dintre rigiditatea formelor și libertatea anihilantă a revelației - oricât de spectaculos s-ar manifesta nu poate anula îndărătnicia memoriei.

# Simbol - Haos - Semn

*Where chaos begins, classical science stops.*

James Gleick

Formele cunoașterii sunt o consecință a lipsei de unitate a cunoașterii. Cunoașterea este fragmentată prin decupaže ce i-au permis manifestarea. Această fragmentare a subminat unitatea omului sau a fost posibilă pentru că omul este predispus la comportamente disjuncte? Omul **a devenit**:

*homo sapiens & homo ludens & homo habilis*

sau **a fost** dintotdeauna o ființă tripartită în care s-au întâlnit *atitudinea spirituală* cu *jocul imaginarului* și cu *construcția rațională*? Credem ca nu se mai pot găsi acestor întrebări răspunsuri unanim acceptate. Opinăm că *segregarea* spiritualului de imaginar și rațional a fost o condiție esențială pentru devenirea omului, pentru evoluția lui rapidă către punctul în care această segregare să poată fi pusă în discuție.

Prin ce este caracterizat momentul punerii în discuție? Prin *libertatea* pe care omul o dobândește exteriorizând, în domeniul tehnic al calculatoarelor, funcțiuni care-l constrâneau la un comportament fragmentat. Nu *performanța* calculatoarelor este cea care contează în această discuție, ci libertatea pe care omul o dobândește, prin *competența* calculatoarelor, pentru a se putea concentra asupra unității sale.

Dacă evoluția multimilenară a cunoașterii s-a desfășurat sub incidența paradigmatică a disjuncției rațiune-spirit, demersul contemporan, sprijinit informatic, se poate regândi **unitar** prin echilibrul pe care-l poate oferi *imaginarul* unui proces de sincronizare a demersului *rațional* cu cel *spiritual*.

## Cunoaștere și alternativa *eternitate / ciclicitate*

*Întocmai cum a subliniat Needham, gândirea occidentală a oscilat întotdeauna între lumea ca un automat și o teologie în care Dumnezeu conduce universul.*

Ilya Prigogine

Întemeierea rațională, ca și cea spirituală, a cunoașterii nu s-a putut face decât prin sacrificarea temporalității. Reprezentările demersului rațional ca și cele ale căii spirituale sunt atemporale.

Nu orice reprezentare a realității poate intra sub incidența procesului de cunoaștere. Distincția aristotelică este limpede în acest sens:

*"Orice vorbire (λογος) are un înțeles, nu însă ca un mijloc natural, ci după cum am spus, prin convenție. Totuși, nu orice vorbire este un enunț, ci numai aceea care este adevărată sau falsă."* [Aristotel DI; 4, 17a]

Deci, există înțelesuri care scapă distincției dintre adevărat și fals, ieșind astfel de sub incidența cunoașterii științifice, raționale. Construcția rațională a științei se poate realiza numai prin reprezentări ce pot fi adevărate sau false.

Prin ce sunt caracterizate reprezentările raționale, formale, ale științei? Prin permanență sau evoluție ciclică, ceea ce este tot un fel de a fi permanent (tot așa cum permanența poate fi privita ca un fenomen ciclic cu o perioadă nulă sau infinită). Întemeierea antică a științelor a presupus din start o astfel de caracteristică:

*"Deocamdată e limpede că nu exista o știință al cărei obiect să fie accidentalul, căci obiectul oricărei științe este sau ceea ce are un caracter permanent sau ceea ce are loc în mai multe cazuri. Căci dacă obiectul științei n-ar întruni această calitate, cum ar putea-o învăța sau preda? [...] Am arătat [...] ce este accidentalul, care este cauza lui și că nu este știință al cărei obiect să fie accidentalul."* [Aristotel M; VI (E), 3, 1027a]

Nu putem învăța sau preda decât despre lucruri care prezintă o anumită permanență sau sunt caracterizate de ciclicități ușor de pus în evidență. Nici nu ar putea avea sens învățarea dacă nu ar putea servi la înțelegerea a ceea ce lumea este sau va fi. Cunoașterea este utilă numai în cazul în care-l ajută pe om să se orienteze într-o lume în evoluție. Dar această lume trebuie să fie *previzibilă*. Numai permanența sau ciclicitățile permit o cunoaștere atemporală, singura posibilă, dar mai ales utilă. Această concepție aristotelică a dominat știința mai bine de două milenii.

La cealaltă extremă, percepția spirituală a realității este caracterizată, de asemenea, prin entități atemporale. "Adevărurile" spirituale sunt independente de timp și caracterizează un "spațiu" spiritual cu repere ce nu evoluează în timp. Presupusa unitate a lumii ca tot, se reflectă asupra conceptelor ce o caracterizează global. Astfel, gândul despre tot nu poate opera decât cu entități ce nu sunt supuse devenirii în timp. În "ordinea" spirituală timpul nu există decât sub forma *eternității*, spre deosebire de ordinea rațională în care timpul se manifestă sub forma *ciclicității*. Dar nicăieri ca timp pur și simplu.

## Cunoaștere și timp

*Care sunt ipotezele științei clasice de care credem că știința de azi s-a eliberat? Acestea se grupează mai ales în jurul convingerii fundamentale că la un anumit nivel lumea este simplă și este guvernată de legi universale independente de timp.*

Ilya Prigogine

Atât timp cât cunoașterea nu se poate situa decât în forme ale timpului ea este condamnată să rămână trunchiată și să se manifeste disjunct:

- printr-o raționalitate ce cultivă timpul redus la *ciclicitate*<sup>74</sup>
- prin spiritualitatea ce se așează sub imperiul eternității.

Dintotdeauna gânditorii au valorizat excesiv *ordinea atemporală* a lucrurilor pe care o considerau ca fiind singura demnă de a fi cunoscută. Să fie vorba de o aspirație inconștientă a celor ce practicau cunoașterea sau de o neputință conștient asumată? Istoria confirmă faptul că:

- omul de știință a căutat sau a construit o ordine atemporală
- metafizicianul a dezvăluit sau căutat entități atemporale,

într-un proces în care:

- adevărurile sau construcțiile științifice "evoluează" ciclic într-o lume a **semnelor**
- valorile spirituale sunt încremenite într-o lume **simbolică**.

Este deci justificată întrebarea:

*ce se află în spațiul dintre **rigoarea formală a semnelor și sugestia evocativă a simbolurilor?***

Altfel spus:

*există o cale între **semnificația asociată semnelor și sensul cuprins în simboluri?***

Să presupunem că există. Se naște atunci o nouă și definitivă întrebare:

*calea ce leagă lumea **formală a semnelor de cea neformală a simbolurilor este formală sau neformală?***

La această ultimă întrebare, pusă și într-un context ipotetic, nu mai avem un răspuns. Se pare ca între formal și neformal, între semne și simboluri, între ciclicitate și eternitate, între structural și fenomenologic, ..., nu există termeni care să medieze. Singura soluție pe care îndrăznim să o propunem este cea a introducerii unui *al treilea termen, care nu va lega ci va echilibra numai*.

Va trebui să admitem că și ceea ce are o **dinamicitate aciclică** se poate constitui în domeniul al cunoașterii. În preajma lumii eterne a simbolurilor și celei statice a semnelor va trebui să facem loc evoluțiilor **haotice**, în sensul pe care știința contemporană l-a dat termenului.

Termenul "haos" ne duce cu gândul la haosul primordial al lui Hesiod. Dar termenul este preluat în știința secolului 20 cu o semnificație diferită. O frumoasă definiție a haosului o găsim [Gleick '89, p.306] cercetătorul chinez Hao Bai-Lin:

<sup>74</sup>Chiar breșa făcută de termodinamică reflectă tot o aspirație în acest sens; ciclul lui Carnot a fost introdus pentru a facilita în primul rând o serie de tehnici prin care ireversibilitatea sa fie cât mai mult evitată; Prigogine opinează că:

*"Termodinamica s-a constituit, așadar, în legătură cu ireversibilitatea, dar, totodată, împotriva ei, urmărind nu cunoașterea ci economisirea ei."* [Prigogine '79, p. 384]

*"A kind of order without periodicity."*

Care ar fi pe scurt caracteristicile unui fenomen haotic? Caracteristicile dominante ar putea fi următoarele:

- este un proces cu o evoluție temporală nerepetitivă (aperiodică), fapt pentru care nu poate fi descris algoritmic (în sensul că un algoritm oferă o descriere de dimensiune *constantă* unui proces ce se poate extinde oricât)
- este un proces cu o mare sensibilitate la variațiile condițiilor inițiale
- evoluția unor procese haotice este dominată de convergența către "atractori", în sensul că evoluția aciclică poate degenera într-una ciclică, nehaotică.

Haosul este un tip de ordine care evoluează după o lege ce nu poate fi exprimată condensat. În cazul fenomenelor haotice descrierea procesului are o dimensiune de același ordin de mărime cu a procesului descris. Prin ce se deosebește atunci de un fenomen pur aleator? Prin faptul că i se poate asocia o semnificație. Am putea defini haosul ca fiind:

*un fenomen cu complexitate algoritmică [Chaitin '77] maximă, la limita la care mai poate avea asociat un înțeles.*

Limita dintre haos și aleator este dată de procesele de semnificare sau evocare. Pe măsură ce descrierea maximum compactată a unui proces capătă o dimensiune comparabilă cu dimensiunea procesului descris, ne apropiem de limita dintre haos și aleator. *La această limită, ce desparte haosul de aleator, semnificația și sensul pot fi greu distinse.* "Spectacolul lumii" se manifestă în acest spațiu în care înțelesurile nu se așează limpede în semnificații sau în sensuri.

Unde întâlnim acest tip de ordine haotică? O percepem în procesele reale sau o generăm prin artefacte. **Imaginarul** este cel care permite aceste întâlniri prin:

- intuiție, în cazul cunoașterii proceselor reale
- imaginație, în cazul generării artefactelor inginerești, teoretice sau artistice.

Ordinea haorică pare a fi domeniul în care imaginarul mediază între sensuri și semnificații, echilibrând astfel demersul rațional cu cel spiritual.

Care este calea pe care imaginarul se poate implica în procesul de cunoaștere? Care sunt premisele acceptării reprezentărilor haotice? Răspunsul ar putea proveni prin evidențierea rolului timpului în lumea reconfigurată de informatică.

## Timp & calcul

*Iar încorporarea timpului în schemele conceptuale ale fizicii apare doar în actul final al unei reintroduceri progresive a istoriei în natură și în studiile umane.*

Ilya Prigogine

Cercetătorul chinez anterior citat, dorind să sublinieze caracterul post-aristotelic al acestei noi modalități de abordare, caracteriza fenomenele clasificate drept haotice spunând că sunt:



"A newly recognized and ubiquitous class of natural phenomena." [Gleick '89, p.306]

Într-adevăr, am trăit dintotdeauna în preajma fenomenelor haotice dar le-am ignorat sau am încercat să le reducem la cele clasic abordabile. Evenimentele care au adus, în ultimele două decade, în atenția cercetătorilor fenomenele haotice au fost:

- limitele fundamentale ale științelor structurale
- compromiterea abordărilor exclusiv spirituale (misteriene), ce au bântuit anumite cercuri culturale, dublând criza raționalismului excesiv cu o criză a spiritualității, ce a pierdut, oricum, de mult legături(le) esențiale cu *tradiția* [Gu'eron '27]
- mutații de conținut în "tehnologia" cunoașterii prin apariția și dezvoltarea pe care au luat-o domenii ca matematica experimentală, modelarea și simularea proceselor complexe, tehnici ce ar putea fi sintetizate de sintagma *experimente formale* (facilitate exclusiv de explozia științei calculatoarelor).

Începem să ne acomodăm cu gândul că lumea nu este simplă. Imaginea noastră despre lume este simplă numai din perspectiva aristotelică, reiterată imperativ de mentalitatea carteziană, ca produs al etosului protestant. Dar simțim din ce în ce mai acut că lumea este de fapt mult mai complexă decât încercăm să ne convingă descrierile impuse de lumea semnelor sau sugestiile oferite de lumea simbolurilor. Lumea semnelor nu permite descrieri complexe iar cea a simbolurilor eludează subtil prea mult din complexitatea profundă a existenței [Ștefan '97]. Din aceste motive haosul este o promisiune prin:

- prin complexitatea algoritmică mare a reprezentărilor cu înțeles pe care le oferă
- prin capacitatea sa de a oferi un suport pentru reprezentări în care coexistă semnificații și sensuri
- prin conturarea spațiului în care se poate realiza procesul de **interpretare**, ca o "cale" ce poate lega lumea semnelor de cea a simbolurilor.

Termenul de "interpretare", anterior folosit, provine din știința calculatoarelor, unde *informația* (o structură formală din spațiul semnelor: programul) *este interpretată sau executată* de un procesor actualizând astfel un *conținut semantic* printr-o *acțiune*. Mediul în care se poate realiza această operație este unul constituit din structurile fizice simple, recursiv definite, ale **procesoarelor**. Mediul în care se pot interpreta simbolurile este unul de mare complexitate: haosul. Se impune astfel atenției noastre pentada:

### SIMBOL - HAOS - SEMN - PROCESOR - ACȚIUNE

în care haosul este un mediu complex, iar procesorul este unul simplu, primul mediind între simboluri și semne pe când cel de al doilea între semne și acțiuni. Procesorul este mediul *interpretărilor formale*, pe când haosul se poate institui într-un mediu al *interpretărilor neformale* în care imaginarul poate media între simbol în semn.

Putem rezuma spunând că, prin depășirea *dualității* spirit-rațiune, cunoașterea beneficiază de *trei* modalități ce permit convergența către o un proces *unitar*:

1. modalitatea rațională prin structurile formale din lumea semnelor

2. modalitatea imaginară prin manifestările haotice
3. modalitatea spirituală prin fenomenologia asumată simbolic.

Opinăm că prin haosul valorificat ca mediu al interpretării imaginative, nu s-a câștigat numai un al treilea termen, ci a fost refăcută sau a fost atinsă (cine poate ști?) o unitate pierdută sau o unitate către care aspirăm dintotdeauna.

# Referințe

- [**Ajtai '83**] M. Ajtai, J. Komlos, E. Szemerédi: "An  $O(n \log n)$  Sorting Network", *Proc. 15th Ann. ACM Symp. on Theory of Computing*, pag. 1 - 9, Boston Mass., apr. 1983.
- [**Aristotel AS**] Aristotel: *Organon - Analitica secundă*.
- [**Aristotel DI**] Aristotel: *Despre interpretare*
- [**Aristotel M**] Aristotel: *Metafizica*.
- [**Atmanspacher '94**] H. Atmanspacher: "Complexity and Meaning as a Bridge across the Carcesian Cut", in *Journal of Consciousness Studies*, vol. 1, no. 2, 1994, p. 168-181.
- [**Balzac**] H. de Balzac: *Caterina de Medici*, Ed. Albatros, 1975.
- [**Bardeen & Brattain '48**] J. Bardeen, W. H. Brattain: "The Transistor, a Semiconductor Triode", în *Phys. Rev.* tom 74, p. 230, 1948.
- [**Blaga '26**] Lucian Blaga: *Ferestre colorate*, Ed. Librăriei Diecezane, Arad, 1926. (Retipărit în L. Blaga: *Opere 7. Eseuri*, Ed. Minerva, 1980.)
- [**Blaga '64**] Lucian Blaga: *Trilogia culturii*, Ed. pentru Literatură Universală, 1969.
- [**Bogdan**] Radu Bogdan: *Interpreting Minds*, MIT Press, 1997.
- [**Bohm '80**] David Bohm: *Wholeness and the Implicate Order*, Routledge & Kegan Paul, 1980.
- [**Bohm '85**] David Bohm: *Unfolding Meaning. A Weekend of Dialogue with David Bohm*. ARK Paperbacks, 1985.
- [**Briggs 1624**] H. Briggs: *Arithmetica Logarithmica*, 1624.
- [**Brouwer '13**] L. J. Brouwer: "Intuitionism and Formalism", *Bull. Amer. Math. Soc.*, vol. 20, 1913.
- [**Bremermann '62**] H. J. Bremermann: "Optimization through evolution and recombination", în vol. ed. M. C. Yovits, S. Cameron: *Self - Organizing Systems*, Washinton DC, Spartan, 1962.
- [**Casti '92**] John L. Casti: *Reality Rules: Picturing the World in Mathematics: The Fundamentals (vol. 1), The Frontier (vol.2)*, John Willey & Sons, Inc., NY, 1992.

- [**Chaitin '70**] Gregory Chaitin: "To a Mathematical Definition of Life", în *ACM SICART News*, 4, 12, 1970.
- [**Chaitin '77**] Gregory Chaitin: "Algorithmic Information Theory, în *IBM J. Res. Develop.* Iulie, 1977.
- [**Chaitin '87**] Gregory Chaitin: *Algorithmic Information Theory*, Cambridge Univ. Press, 1987,
- [**Chaitin '87a**] Gregory Chaitin: *Information, Randomness and Incompleteness-Papers on Algorithmic Theory*, World Scientific, Singapore, 1987.
- [**Chaitin '90**] Gregory Chaitin: *Information, Randomness and Incompleteness*, World Scientific, 1990.
- [**Chaitin '92**] Gregory Chaitin: *Information - Theoretic Incompleteness*, World Scientific, 1992.
- [**Chaitin '94**] Gregory Chaitin: *The Limits of Mathematics*, preprint, IBM Research Division, 1994.
- [**Conrad '85**] Michael Conrad: "On Design Principles for a Molecular Computer", in *Communications of the ACM*, 28, 5, May, 1985.
- [**Cornwell '95**] J. Cornwell: *Nature's Imagination*, Oxford University Press, 1995.
- [**Culianu '94**] Ioan Petru Culianu: *Eros și magie în Renaștere. 1484*, Editura Nemira, 1994.
- [**Davis (ed.) '65**] Martin Davis (ed.): *Basic papers on Undecidable Propositions, Unsolvable Problems and Computable Functions*, Raven Press, Hewlett, New York, 1964.
- [**Descartes D**] R. Descartes: *Discurs despre metoda de a ne conduce bine rațiunea și a căuta adevărul în științe*, traducere de Daniela Roventța-Frumușani și A. Boboc, în vol.: Descartes și spiritul științific modern, Editura Academiei Române, 1990.
- [**Dewdney '89**] A. K. Dewdney: *The Turing Omnibus. 61 Excursions in Computer Science*, Computer Science Press, 1989.
- [**Dodds '51**] Eric Robertson Dodds: *Dialectica spiritului grec*, Ed. Meridiane, București, 1983 (Traducerea lucrării *The Greeks and the Irrational*, 1951, The Regents of the University of California Press).
- [**Dyson '95**] F. Dyson: "The Scientist as Rebel" in [Cornwell '95].
- [**Drăgănescu '79**] Mihai Drăgănescu: *Profunzimile lumii materiale*, Editura Politică, București, 1979.
- [**Drăgănescu '83**] Mihai Drăgănescu: "Spre o teorie generală a informației", Institutul Central Pentru Conducere și Informatică, preprint, București, mai 1983. (Reluată în [Drăgănescu '84, '85])

- [**Drăgănescu '84**] Mihai Drăgănescu: "Information, Heuristics, Creation" în I. Plauder (ed.): *Artificial Intelligence and Information Control Systems of Robots*, Elsevier Publishers B. V. (North - Holland), 1984.
- [**Drăgănescu '84a**] Mihai Drăgănescu: *Știință și civilizație*, Ed. Științifică și enciclopedică, București, 1984.
- [**Drăgănescu '84b**] Mihai Drăgănescu: "Function and Architecture in Functional Electronics", în *Rev. Roum. Sci. Tech. Electrotech. et Energ.*, 29, București, 1984.
- [**Drăgănescu '85**] Mihai Drăgănescu: *Ortofizica. Încercare asupra lumii și omului din perspectiva științei contemporane*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1985.
- [**Drăgănescu '85a**] Mihai Drăgănescu: "Informația și materia" , in *Contemporanul* nr. 27, 1985.
- [**Drăgănescu '85b**] Mihai Drăgănescu: "Tu ești", *România literară*, nr.35, 1985.
- [**Drăgănescu '91**] Mihai Drăgănescu, Gheorghe Ștefan, Corneliu Burileanu: *Electronica funcțională*, Ed. Tehnică, București, 1991.
- [**Dumitriu '73**] Anton Dumitriu: *Teoria logicii*, Ed. Academiei R. S. R., 1973.
- [**Dumitriu '74**] Anton Dumitriu: *Philosophia mirabilis*, Ed. enciclopedică română, București, 1974.
- [**Dumitriu '86**] Anton Dumitriu: interviu în vol.: I. Corbea, N. Florescu: *Biografii posibile III*, 1985. ????
- [**Eco '84**] Umberto Eco: *Numele trandafirului*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1984.
- [**Edmonds '95**] Bruce Edmonds: "What is Complexity? - The philosophy of complexity *per se* with application to some examples in evolution", preprint, Centre for Policy Modelling, Manchester Metropolitan University, manchester, UK; E-mail: b.edmunds@ammun.ac.uk.
- [**Enescu '85**] Radu Enescu: *Ab urbe condita - Eseuri despre valoarea omului și umanismul valorilor*, Ed. Facla, 1985.
- [**Engels LF**] F. Engels: *Ludwig Feuerbach și sfârșitul filosofiei clasice germane*, Ed. Politică, 1970.
- [**Feferman '86**] S. Feferman et all.: *Kurt Gödel: Collected Works I: Publications 1929-1936*, Oxford Univ. Press, New York, 1986.
- [**Florian '83**] Radu Florian: *Eppur, si muove!*, Ed. Cartea românească, 1983.
- [**Fulcanelli '92**] Fulcanelli: *Les Demeurs philosophales et le symbolisme hermetique dans ses rapports avec l'art sacre et l'esoterisme du grand oeuvre*, Ed. Pauvert, 1992.
- [**Gleick '89**] James Gleick: *Chaos*, Cardinal, 1989.

- [Gödel '31] Kurt Gödel: "On Formally Decidable Propositions of Principia Mathematica and Related System", lucrare publicată în 1931, retipărită în [Davis (ed.) '65]; retipărită în: [Feferman '86].
- [Gourhan '64] A. Leroi-Gourhan: *Le geste et la parole*, Ed. Albin Michel, Paris, 1964 (traducere românească: *Gestul și cuvântul*, Ed. Meridiane, București, 1983.)
- [Gu'eron '27] René Gu'eron: *Regele lumii*, Ed. Rosmarin, 1994. (ed. originală 1927)
- [Heidegger '47] Martin Heidegger: "Scrisoare despre umanism", publicată pentru prima dată de A. Francke A. G., Bern, 1947.
- [Joyce '84] J. Joyce: *Ulise*, Ed. Univers, București, 1984
- [Kolmogorov '50] A. A. Kolmogorov: *Foundations of the Theory of Probability*, New-York, Chelsea, 1950.
- [Krishnamurti '85] J. Krishnamurti, D. Bohm: *The Ending of Time*, Harper & Row, Pub., San Francisco, 1985.
- [Leibnitz M] G. W. Leibnitz: *Monadologia*, Editura Humanitas, 1994.
- ["Le Monde" '82] *Întrebări pentru sfârșit de mileniu. Convorbiri cu Le Monde*, Editura Humanitas, București, 1992 (Interviul este consemnat în mai 1982).
- [Liiceanu '81] Gabriel Liiceanu: *Introducere în politropia omului și a culturii*, Ed. Cartea românească, 1981.
- [Liiceanu '85] Gabriel Liiceanu: "Filosofia și paradigma feminină a auditoriului" în *Viața Românească* nr. 9, 1985.
- [Liiceanu '92] Gabriel Liiceanu: *Cearta cu filosofia*, Editura Humanitas, București, 1992.
- [Malița '93] Mircea Malița: "Reflections on the Cultural Dimension of the East European Society", comunicare la seminarul internațional *Culture: Building Stone for Europe 2002*, Bruges, noiembrie 1993.
- [Marx TF] Karl Marx: "Teze despre Feuerbach" în Engels LF.
- [Megit '62] J. E. Megit: "Pseudo-Division and Pseudo-Multiplication Processes", în *IBM Journal*, aprilie, 1962.
- [Moto-Oka '82] T. Moto-Oka ed.: *Fifth Generation Computer Systems. Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems, Tokyo, Japan, October 19-22, 1981*, North-Holland Pub. Comp., 1982.
- [Mușat '86] M. Mușat, I. Ardeleanu: *România după marea unire. Partea I. 1918-1933* Ed. Științifică, 1986.
- [Noica '70] Constantin Noica: *Rostirea filosofică românească*, Editura Științifică, București, 1970.

- [**Noica '78**] Constantin Noica: *Spiritul românesc în cumpătul vremii. Șase maladii ale spiritului contemporan*, Ed. Univers, București, 1978.
- [**Noica '80**] Constantin Noica: *Povestiri despre om*, Ed. Cartea Românească, 1980.
- [**Noica '86**] Constantin Noica: *Scrisori despre logica lui Hermes*, Ed. Cartea Românească, 1986.
- [**Piattelli-Palmarini '82**] M. Piattelli-Palmarini ed.: *Teorii ale limbajului. Teorii ale învățării. Dezbaterile dintre Jean Piaget și Noam Chomsky*, Ed. Politică, București, 1988. (Ediția originală: Editions du Seuil, 1982.)
- [**Platon B**] Platon: *Banchetul*.
- [**Platon T**] Platon: *Timaios*.
- [**Prigogine '79**] Ilya Prigogine, Isabelle Stengers: *Noua alianță. Metamorfoza științei*, Ed. Politică, 1984. (ed. originală 1979)
- [**Shannon '48**] C. Shannon: "A Mathematical Theory of Communication" in *Bell System Tech. J.*, ??, 1948.
- [**Stonier '90**] T. Stonier: *Information and the Internal Structure of the Universe. An Exploration into Information Physics*, Springer - Verlag, 1990.
- [**Streinu '85**] Ileana Streinu: "Explicit Computation of an Independent Gödel Sentence", în rev. *Recursive Function Theory Newsletter*, june 1985.
- [**Ștefan '79**] Gheorghe Ștefan: *Circuite LSI pentru procesoare*, teză de doctorat, 1979.
- [**Ștefan '85**] Gheorghe Ștefan: "Limbă și limbaje", în *Contemporanul*, nr. 28, 1985.
- [**Ștefan '87**] Gheorghe Ștefan: "Ce ar putea fi electronica funcțională", în *Contemporanul*, nr. 15, 1987.
- [**Ștefan '90**] Gheorghe Ștefan: "Perspective în educație", în *Buletinul Guvernului României*, 8 noiembrie 1990.
- [**Ștefan '93**] Gheorghe Ștefan: *Introduction to Functional Design of Digital Systems*, ENPG, preprint, Grenoble, iulie 1993.
- [**Ștefan '95a**] Gheorghe Ștefan: "From Research to Knowledge Overtaking the Aristotelian Cut between Theoria and Episteme", preprint, Center for New Electronic Architectures of the Romanian Academy, Sept. 1995.
- [**Ștefan '95b**] Gheorghe Ștefan: "Self-Organization. A First Step Toward Transalgorithmic", submitted to *Architectural Electronics*, 1995.
- [**Ștefan '95c**] Gheorghe Ștefan: "Informatica și alternativa civilizație-cultură", in *Revista română de informatică și automatică*, Vol. 5, Nr. 1, 1995.

- [**Ștefan '97**] Gheorghe Ștefan: "S-Domain / SP-Domain Complexity", comunicare la simpozionul *Modelarea structural fenomenologică*, organizat de Academia Română în 17 iunie 1997; în curs de publicare în revista *Noesis*.
- [**Ștefan '...**] Gheorghe Ștefan: "Goethe & Mozart - vestitori de eră nouă", text ce va fi scris cândva.
- [**Toth '95**] Imre Toth: *Palimpsest. Teologia negativă a triumphiului*, Ed. Humanitas, 1995.
- [**Watts '50**] Alan Watts: *The Supreme Identity. An Essay on Oriental Metaphysic and the Christian Religion*, Pantheon Books Inc., 1950.
- [**Wheeler '88**] J. A. Wheeler: "World as System Self-Synthetised by Quantum Networking", în *IBM J. Res. Develop.*, vol. 32, nr. 1, ian. 1988.
- [**Wiener '48**] Norbert Wiener: *Cybernetics of Control and Communication in the Animal and the Machine*, Hermann, Paris, 1948.