

CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND PARADIGMA SINERGETICĂ A AUTOORGANIZĂRII ȘI ORGANIZĂRII SISTEMELOR DE CERCETARE- DEZVOLTARE

*Dr. hab. în științe fizico-matematice,
Anatol ROTARU
prof. univ.,
vicepreședinte al Consiliului Național
pentru Acreditare și Atestare*

GENERAL ASPECTS REGARDING SYNERGETIC PARADIGM OF SELF- ORGANIZATION AND ORGANIZATION OF RESEARCH-DEVELOPMENT SYSTEMS

Due to the great volume of scientific information and its differentiation by fields of sciences it is very important to synthesize modern science, to study in complex and interdisciplinary the phenomenon. These issues are treated by synergetics, the science which principles can be applied to other particular sciences. In the paper are examined the problems of self-organization and organization of the research-development systems using synergetic paradigm. It is stressed the importance of creating methodology and synergetic methods for solve the problems of research-development management.

Înainte de a trece la tratarea sinergetică a dezvoltării sistemelor de cercetare-dezvoltare ne vom opri atenția la unele probleme ale devenirii sinergeticii ca o nouă metaștiință a autoorganizării sistemelor complexe.

Una din particularitățile dezvoltării științei la sfârșitul secolului XX este, indiscutabil, pe de o parte aria foarte largă a cunoașterii lumii înconjurătoare, iar pe de altă parte atât diferențierea rapidă pe multiple domenii, cât și adâncirea și profunzimea cercetărilor acesteia.

Astăzi există zeci și chiar sute de domenii și subdomenii ale fizicii, matematicii, chimiei, biologiei, economiei etc. etc., astfel încât specialiștii care activează în domenii foarte apropiate sau chiar în același domeniu se înțeleg cu greu între ei, nemaivorbind de specialiștii din diferite domenii. Această situație se datorează și dezvoltării în regim de șoc a informației științifice, a metodologiilor și metodelor specifice fiecărui domeniu de cercetare.

Referitor la aceasta, renumitul cibernetician englez S.Bir cu circa 30 ani în urmă menționa faptul că informația a devenit o tumoare canceroasă, cea mai nouă specie de poluare a mediului ambiant.

În aceste condiții a apărut stringenta necesitate de a sintetiza știința contemporană, de a restabili o concepție unitară despre lume, de a găsi analogii între diverse grupe de fenomene, de a descoperi izomorfisme și legități din diverse domenii ale cunoașterii.

O altă problemă a cercetării contemporane ține de complexitatea fenomenelor și de necesitatea studierii lor interdisciplinare. Pe prim-plan a apărut problema creării unei noi metaștiințe, principiile căreia să poată fi aplicate științelor particulare. Această știință este SINERGETICA.

Fondatorul sinergeticii este ilustrul om de știință German Herman Haken. În 1973, la conferința internațională consacrată problemelor de autoorganizare a sistemelor complexe, H.Haken a expus ideile principale ale sinergeticii care ulterior au fost generalizate în lucrarea „Fenomene cooperative în sisteme departe de echilibru și nefizice”, publicată în 1975 în „Review of Modern Physics”. Ulterior problemelor sinergeticii le-au fost consacrate sute de monografii și manuale, mii de articole științifice în cele mai prestigioase reviste de specialitate, capul de afiș fiind cele peste o sută de volume ale seriei *Synergetics*, care au văzut lumina tiparului în prestigioasa editură *Springer*.

Noua disciplină a fost numită SINERGETICA nu doar pentru că are ca obiect de studiu activitatea comună a multor elemente ale sistemelor, dar și pentru că determinarea principiilor generale ale autoorganizării reclamă cooperarea multor domenii de cercetare.

Denumirea SINERGETICA își are originea de la grecescul „sin”, ceea ce înseamnă „împreună cu” și „ergon” – „acțiune”. Prin urmare, sinergetica studiază acțiunea în comun a elementelor sistemelor de diversă natură ce conduc la autoorganizarea acestora. Autoorganizarea se produce spontan, brusc, la depășirea unui prag critic al unuia sau mai multor parametri de control al sistemului, ultimul

fiind departe de echilibru și deschis, efectuând schimbul de substanță, energie și informație cu mediul înconjurător. Datorită cooperării neliniare a microcomponentelor sistemului la scară macroscopică, ia naștere o structură periodică spațială, temporară sau funcțională. Prin urmare, SINERGETICA este metaștiința despre autoorganizarea sistemelor complexe, condițiile de apariție a structurilor noi, trecerea unor structuri în altele.

Pe parcursul dezvoltării sinergetica și-a format atât limbajul specific, cât și aparatul matematic respectiv. Acesta din urmă conține: teoria ecuațiilor diferențiale neliniare; teoria sistemelor dinamice; teoria stabilității și bifurcațiilor; teoria probabilităților și ecuațiilor diferențiale stohastice; teoria haosului dinamic; teoria catastrofelor; teoria fractalelor etc. Această enumerare este suficientă pentru ca să denote principiul de complementaritate a metodelor și teoriilor matematice în descrierea fenomenelor de autoorganizare.

Apărută inițial în domeniul fizicii și chimiei, creându-și aparatul respectiv conceptual și matematic, fundamentată cu preponderență pe termodinamica neliniară departe de echilibru, pe chimia evoluționistă, teoria evoluției prebiologice, teoria informației etc. *sinergetica* a depășit de curând perimetrul acestor științe, fiind implementată în biologie, ecologie, medicină ș.a.

La etapa actuală sinergetica pătrunde vertiginos în diverse domenii ale științelor sociale și umanistice: economie, istorie, sociologie, politologie, semantică, psihologie, pedagogie etc. Ea a devenit actualmente o nouă direcție de dezvoltare în știința contemporană și reprezintă, de fapt, o nouă concepție despre lume.

În continuare vom utiliza metodologia sinergeticii la studierea sistemelor de cercetare-dezvoltare. Orice sistem de cercetare-dezvoltare este o parte componentă a sistemului social-economic și a sistemului de cercetare-dezvoltare mondial cu care se află în diverse tipuri de legături feed-back.

Organizarea, gestionarea și finanțarea sistemului de cercetare-dezvoltare depinde eminent de tipul sistemului economic și politic al țării respective. În economia de comandă activitățile sistemului de cercetare-dezvoltare se fac în mod centralizat și obligatoriu, utilizând în acest scop aparatul de stat. În sistemele bazate pe economia de piață atât organizarea, cât și gestionarea sistemului de cercetare-dezvoltare este bazată pe filozofia liberalismului economic și proprietății private. Totodată, vom menționa că statul se implică destul

de activ în sistemul de cercetare-dezvoltare bazat pe economia de piață, astfel încât realmente se realizează sistemul mixt în care se îmbină în diferite proporții elementele caracteristice economiei de piață, precum și elementele caracteristice economiei dirijate.

Actualmente, atât țările dezvoltate, cât și cele în curs de dezvoltare sunt în căutarea unor noi paradigme de organizare a sistemelor de cercetare-dezvoltare naționale, întrucât acestea din urmă nu corespund cerințelor actuale ale dezvoltării societății moderne.

Lumea contemporană se caracterizează prin tendințe distincte de dezvoltare civilizațională, necaracteristice etapei de dezvoltare preindustrială și industrială. Are loc trecerea la etapa postindustrială sau informațională ce se caracterizează prin transformări radicale în domeniile sociale, economice, educaționale, culturale, politice etc. Reconturarea acestora este determinată de accelerările temporare de schimbări, diferențierii și creșterii complexității fenomenelor, mobilității și dinamicii proceselor de mondializare și globalizare ș.a.

Spațiul civilizațional modern, complex, neliniar, departe de echilibru poate fi analizat, transformat, optimizat numai prin aplicarea celor mai noi metode dezvoltate de metaștiințele moderne – *Nonlinear science*, *Science of complexity* și *Synergetics*. Aceste științe au drept obiectiv elaborarea unui nou mod de abordare a diversității de procese și fenomene ce au loc în societate.

În lucrările noastre precedente s-a arătat că sistemele sociale, inclusiv sistemele de cercetare-dezvoltare, educaționale sunt realmente sisteme sinergetice în care rolul fundamental îi revine proceselor de autoorganizare. Aceste sisteme sunt complexe, neliniare, deschise și departe de echilibru și prin urmare au posibilitatea de autoorganizare a diverselor structuri temporale, spațiale, temporal-spațiale și funcționale.

Una dintre cele mai complicate probleme de studiere a Statului ca structură sinergetică este determinarea mulțimii optimale a așa numiților parametri de ordine – variabile de bază ce determină evoluția sistemului. Studierea dinamicii statului implică mari greutatea datorită faptului că aceasta depinde de numeroși parametri. Este extrem de dificilă în acest caz modelarea matematică a proceselor și fenomenelor ce au loc în dezvoltarea statului ca sistem complex, precum și a subsistemelor constituante ale statului.

Evoluția proceselor se descrie cu un ansamblu de parametri de ordine sau de indicatori, însă dato-

rită complexității sistemului este necesară modelarea proceselor reale. Construcția modelului trebuie să reprezinte o stare izomorfă a realității, care are o anumită limită de detaliere. Realitatea complexă poate fi substanțial simplificată în sistemele sinergice, utilizând așa numita aproximație adiabatică. Această aproximație permite păstrarea, în procesul studiului, a elementelor esențiale și principalelor dependențe dintre ele. Dezvoltarea statului ca sistem sinergic depinde de trei subsisteme de bază: economic, politic și potențialul intelectual. Toate aceste subsisteme se determină cu un număr finit de variabile ce determină starea lor și se caracterizează cu anumite valori critice ale parametrilor de ordine. În spațiul parametrilor sistemului există diferite zone de stabilitate și instabilitate structurală. Depășirea frontierei zonelor de stabilitate favorizează în anumite condiții apariția unei întregi cascade de bifurcații care complică substanțial dinamica sistemului, ajungând la comportamentul haotic al acestuia sau al subsistemelor constituente. În anumite cazuri are loc dezintegrarea sistemului sau a părților componente. Prin urmare, stabilitatea sistemului ca și a subsistemelor este o problemă extrem de importantă, de referință pentru studierea dezvoltării sistemelor social-economice, inclusiv ale statului.

Unul din elementele decisive care determină potențialul intelectual și influențează substanțial asupra tuturor subsistemelor societății este știința și dezvoltarea tehnologică. Împreună cu sistemul educațional, în special al celui superior, știința este elementul de bază al infrastructurii sociale, economice, politice și culturale.

În istoria civilizației știința întotdeauna a ocupat un loc de frunte. Totodată, pe parcursul mai multor secole ea nu influența considerabil dezvoltarea social-economică. Evoluția științei era oarecum independentă de necesitățile societății. Datorită creșterii economice extensive, atât sistemul de producție, cât și societatea în întregime manifestau destulă inerție față de inovațiile tehnico-științifice.

La sfârșitul anilor patruzeci ai secolului XX situația se schimbă radical. Una din motivațiile de bază ale științei a fost crearea unor sisteme principale noi de armament și asigurarea proprietății tehnico-militare a țărilor respective. Anume în această perioadă se produce un salt calitativ nou în dezvoltarea științei și tehnicii.

A doua etapă, ce cuprinde anii 60-80 ai secolului XX, se caracterizează prin faptul că cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică devin baza dezvoltării stabile a ritmului creșterii economice. În această perioadă aportul cercetării-dezvoltării în

creșterea economică depășea aportul capitalului și rentei funciare.

Tranziția societății moderne în faza postindustrială, informațională de dezvoltare în care baza principală va fi nivelul integral intelectual și trecerea la noi tipuri de economii, bazate pe cunoaștere, inovare și informație impune transformări structurale, funcționale, instituționale și ale științei. Astfel, știința trece în cea de-a treia etapă de dezvoltare, legată preponderent de soluționarea problemelor social-economice și ecologice.

Vectorul politicilor tehnico-științifice se deplasează în direcția creșterii stabile a calității vieții. Cercetarea științifică devine dominantă în procesul formării și realizării politicilor sociale și economice.

Știința se constituie astfel într-un factor decisiv al creșterii economice, al ritmului acesteia, al dezvoltării durabile și al securității naționale, regionale și mondiale. Descoperirile fundamentale din domeniile fizicii, matematicii, chimiei, tehnologiilor moderne, informaticii, realizările revoluționare ce se așteaptă în dezvoltarea biologiei fizico-chimice și moleculare, geneticii moleculare, nanotehnologiilor, crearea noilor generații de computatoare au schimbat, iar pe viitor vor schimba și mai mult, lumea înconjurătoare, vor influența decisiv transformarea producerii, economiei, ecologiei, vieții sociale și politice, vor intensifica procesele de mondializare și toate acestea în integritatea lor vor influența esențial trecerea dezvoltării social-economice la un nivel calitativ nou, distinct, corespunzător economiei bazate pe cunoștințe, inovare și informație.

În aceste condiții a apărut necesitatea studierii legităților de bază a interacțiunii subsistemului cercetare-dezvoltare cu celelalte subsisteme: economice, educaționale, de producere, financiare etc., a transformării structurale și funcționale a organizării și autoorganizării acestuia în conformitate cu noile condiții care sunt în permanentă schimbare.

Fiind în căutarea paradigmei sinergice a autoorganizării și organizării sistemelor de cercetare-dezvoltare, vom remarca rolul extrem de important pe care îl are la etapa actuală elaborarea metodologiei și metodelor sinergice în scientologia modernă. Este necesară crearea a noi discipline științifice, ca de exemplu: scientologia sinergică, managementul financiar sinergic al științei și dezvoltarea în baza acestora a problemelor de politică științifică, de finanțare, de interacțiune a mediului științific cu sistemul social-economic, educațional, cultural, politic etc., a problemelor teoriei riscului în autoorganizarea și organizarea științei în condițiile de incertitudine

și globalizare, interacțiunea sistemului de cercetare-dezvoltare cu businessul național și internațional, cu industria, agricultura și învățământul superior, crearea unei metodologii de apreciere a eficacității cercetării științifice, problemele de informatizare a mediului științific, de pregătire a cadrelor, problemele de acreditare a organizațiilor în sfera științei și inovării, de creare a rețelei inovaționale naționale, probleme ale managementului sinergetic al științei și inovațiilor și al transferului tehnologic.

Sarcina principală a științei, în special a celei fundamentale, este reproducerea cunoștințelor despre natură, om, societate. Producția activității de cercetare se materializează în general în publicații științifice, monografii ș.a. Pentru aprecierea eficacității cercetărilor științifice, în special pentru țările în curs de dezvoltare unde organizarea științei este în curs de devenire, este necesară elaborarea unui sistem de indicatori al rezultatelor activității științifice în care se va ține cont de publicațiile în revistele cu impact-factori respectivi. Aceasta trebuie să implice diferențierea remunerării activităților de cercetare-dezvoltare.

Este de asemenea necesară asigurarea

informațională a cercetărilor și nu numai cu cele mai valoroase reviste internaționale, dar și asigurarea informației la *Journal Citation Reports*, conectarea la baza de date ISI etc.

O importanță deosebită o are expertiza științifică, trecerea la criteriile internaționale a aprecierii calității științei, transparența financiară a activităților de cercetare-dezvoltare, atragerea în expertiza programelor și proiectelor macroscopice a specialiștilor internaționali. Nu mai puțin importantă este și separarea științei veritabile de pseudoștiință. Aceasta se referă în egală măsură atât la științele socio-umanistice, cât și la cele ale naturii.

Cele expuse mai sus constituie doar o mică parte a multiplelor probleme cu care se confruntă atât știința modernă, cât și organizarea și autoorganizarea acesteia. Criza sistemică prin care trece știința modernă impune cu siguranță căutarea noilor paradigme privind dezvoltarea acesteia.

Una dintre cele mai promițătoare paradigme ale dezvoltării științei, inclusiv a organizării ei este paradigma sinergetică care permite studierea acestui sistem complex în apropierea bifurcației de trecere la civilizația postindustrială.



Andrei Sârbu. Floarea soarelui. III, u/p, 1997