

ASPECTE SINERGETICE ALE INDICATORILOR STATISTICI ÎN SFERA ȘTIINȚEI ȘI INOVĂRII

Viorica STICI, drd, IEFS
Aurelia ȚURCAN – ȘUȘU, AȘM
Anatol ROTARU, dr. hab., prof. univ., AȘM

Synergetic approach to performance indicators in field of science and innovation is at the beginning of the path and in the future requires serious and qualified study. This should lead to expansion and shift to a new qualitative level of Scientology, in general and the theory of indicators in particular, that will contribute significantly to improving the assessment of scientific research and connection of Moldova' science to the international evaluation circuit.

In this paper is discussed, in terms of synergy, one of the main important problems - statistical indicators of performance evaluation of science and innovation. It proposes a new paradigm used in studies of indicators, interpreted as a synergistic system. It is shown that the system of scientific indicators is complex, non-linear, open and far from equilibrium.

Societatea modernă în procesul său de dezvoltare se confruntă cu multiple probleme complexe. Aceasta printre altele a condus la crearea unei noi metaștiințe Sinergetica, principiile căreia pot fi aplicate științelor particulare. Fondatorul 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 nefi zice”, 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*.

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 [7].

Prin urmare, Sinergetica este o nouă metaștiință, o nouă sinteză a științei moderne, care are ca obiect principal de studiu autoorganizarea sistemelor ierarhice complexe de orice natură. Autoorganizarea se datorează interacțiunii neliniare și cooperării elementelor primare, în urma căreia are loc o structurare macroscopică a sistemului. Ea are loc numai în sisteme deschise, care fac schimb de substanță, energie și informație cu mediul înconjurător și se află departe de echilibru.

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.

Actualmente practic nu există domeniu de cercetare care nu ar utiliza metodologia și aparatul sinergeticii pentru studierea proceselor complexe de cooperare, coerență, stabilitate a părților individuale și autoorganizării la scară macroscopică a structurilor temporale, spațiale, temporal-spațiale sau funcționale. Sinergetica utilizează

în investigațiile sale și un aparat matematic specific: teoria ecuațiilor diferențiale neliniare deterministe și stohastice, teoria stabilității, teoria bifurcațiilor, teoria catastrofelor, teoria riscurilor, teoria fractalilor, teoria haosului dinamic și alte teorii.

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.

Știința este iminente un sistem sinergetic. Ca un sistem autoorganizat, ea trece continuu printr-un șir de reorganizări succesive cu caracter neliniar menite să asigure ascensiunea cunoașterii, competitivitatea procesului de inovare.

Problemele ce se referă la politicile în știință sunt destul de complicate, cu precădere pentru țările mici. Thorsteindottir [4] menționează că țările mari sunt lipsite de oportunitățile țărilor mici. Limitarea resurselor financiare dictează noi legități ale sistemului investițional. De asemenea, pentru țările mici este caracteristic un sistem informațional simplist, dar suficient de coordonat.

În baza analizei dezvoltării științei, în unele țări europene poate fi constatat un șir de trăsături specifice, cum ar fi interrelațiile directe dintre știință și autorități, implicarea statului în predilecția tematicilor științifice, coerența cercetărilor [9]. Pentru majoritatea țărilor, îndeosebi cele europene, pot fi identificate trei sectoare determinante ale științei: universități, laboratoare de cercetare guvernamentale și particulare, precum și organizații nonuniversitare. În acest context un rol primordial le revine universităților, în care este concentrat volumul esențial al tuturor cercetărilor, în special al celor fundamentale.

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 [2].

La sfârșitul anilor patruzeci ai secolului XX situația se schimbă radical. Una din motivațiile de bază ale științei a fost crearea unor sisteme principial 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 (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 depășește aportul capitalului și rentei funciare.

Tranziția societății moderne în faza postindustrială, informațională de dezvoltare în care baza principală a fost 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 [7].

Etapă actuală se caracterizează nu doar prin reevaluarea întregii metodologii de cunoaștere, ci și printr-o continuă investigare a noilor paradigme ale cercetării și inovării în vederea accelerării procesului de dezvoltare a societății. Prin urmare, 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, genetica 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 [8].

După cum s-a menționat, sistemul de cercetare-dezvoltare este unul sinergetic, el fiind un sistem complex, neliniar, deschis, departe de echilibru și deci potențial capabil să se autoorganizeze. Acesta 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. Utilizarea întregului complex de idei al sinergeticii în științele social-economice și umanistice are specificul său. Subsistemele științelor respective sunt de asemenea deschise, neliniare, conțin surse și scurgeri informaționale, acestea din urmă creând și dispersând neuniformități în mediile social-economice. Prin urmare, sistemele social-economice și umanistice sunt sisteme sinergetice. Specificul lor constă în faptul că procesele de autoorganizare în sistemele social-economice sunt completate substanțial cu procesele de organizare, în toate acestea acționând actori înzestrați cu diferite calități individuale, conștiință, care au anumite scopuri, diferit grad de pasionaritate ș.a.m.d.

În sistemele sinergetice social-economice și umanistice există spectre-atractori unde aceste sisteme pe parcursul evoluției lor tind să ajungă. Însă, în care anume atractor va ajunge sistemul depinde în primul rând de proprietățile lui interne.

Din punct de vedere al sinergeticii, organizarea în sistemele social-economice și umanistice se manifestă ca un sistem deschis, sinergetic, capabil de autoorganizare. Fiind un sistem sinergetic, organizării nu i se pot impune căile de dezvoltare. De aceea, intensitatea acțiunii în procesul de dirijare cu sistemele social-economice complexe nu conduce la rezultatul dorit. Mult mai important este de a evidenția tendințele autodezvoltării sistemelor și de a acționa rezonant în direcția necesară pentru a obține rezultatul scontat efectiv [6].

Sub aspect sinergetic, una din problemele de acută și primordială importanță – indicatorii statistici de evaluare a performanței științei și inovării. Acestei probleme îi sunt consacrate multiple manifestări științifice (forumuri, conferințe etc.). Peste hotare se fac cercetări științifice continue în domeniul statisticii științei și teoriei indicatorilor.

Efectuarea unui monitoring al activității științifice și inovaționale este posibilă doar dispunând de un sistem statistic bine structurat, compatibil cu sistemele statistice internaționale. Sistemul dat trebuie să ia în considerație o multitudine de factori, ținând cont de specificul și particularitățile naționale.

Actualmente, majoritatea principiilor metodologice internaționale sunt elaborate în conformitate cu necesitățile țărilor puternic industrializate și uneori nu sunt valabile pentru țările cu economii în dezvoltare. În plan internațional, principiile metodologice utilizate pentru evaluarea statistică a indicatorilor din domeniul științei și tehnologiei dau posibilitatea de a prezenta un tablou amplu. Astfel, o atenție primordială trebuie să se acorde problemei veridicității evaluării. De aceea, înainte de a începe evaluarea, în țările cu o economie în dezvoltare este nevoie să se determine dacă există posibilități și condiții pentru efectuarea evaluărilor cu un grad de veridicitate maximă. Iar formularea concretă a concepțiilor și ideilor cercetărilor științifice și dezvoltării tehnologice ar permite de a identifica nu numai principiile metodologice, dar și metodele de obținere a informației.

În România, Rusia, Ucraina perfecționarea sistemului statistic în domeniul științei și inovării a început în anii 1992-1994. Aceste țări au recurs la sprijinul organizațiilor internaționale EUROSTAT, OECD, UNESCO care le-au asigurat asistența metodologică adecvată (elaborarea și ajustarea metodologiilor internaționale la specificul național, pregătirea experților naționali etc.). Ele au dezvoltat treptat sistemul respectiv, introducând permanent noi indicatori relevanți. Însă și astăzi problema evaluării statistice a activității științifice și inovaționale rămâne în vizorul acestor țări, iar până în prezent nu există o teorie unitară și necontradictorie a indicatorilor de evaluare a performanței științei și inovării. Aceasta se datorează în primul rând faptului că știința ca sistem este foarte specifică, multidimensională, procesele ce au loc în interiorul sistemului sunt extrem de complexe, interacțiunea cu mediul înconjurător este de asemenea foarte complicată, iar pe de altă parte, lipsește o metodologie relevantă, obiectivă, care ar prezenta indicatorii cercetării științifice în toată complexitatea și interacțiunea lor, bazată pe sinergetica modernă [10].

Este necesară elaborarea sinergetică a teoriei indicatorilor științei, studierea interacțiunii neliniare a acestora, studierea dinamicii, determinarea atractorilor ca structuri spre care evoluează știința în funcție de multitudinea de factori materiali, de volumul și calitatea cunoștințelor și ideilor, *feedbackul* interacțiunii sistemului de cercetare și celui social-economic, cultural, politic etc.

Numărul de indicatori poate varia de la caz la caz în funcție de problemele care necesită a fi soluționate eficient. Indicatorii trebuie să fie obiectivi, să reflecte în cea mai mare măsură starea științei și dinamica ei în toată complexitatea. După ponderea și relevanța lor, indicatorii sunt plasați într-o mulțime de nivele ierarhizate. Este importantă clasarea lor de jos în sus și determinarea interacțiunii între indicatori atât pe orizontală, cât și pe verticală, precum și în raport cu mediul înconjurător.

În multitudinea de indicatori care se deosebesc și după încărcătura informațională, și după relevanță, este important de a evidenția indicatorii de bază care formează o mulțime minimă, dar suficientă pentru soluționarea diverselor probleme ale politicii tehnico-științifice. Acești indicatori-cheie, cu o mare pondere informațională, în conformitate cu legile sinergetice îi vom numi parametri de ordine ai cercetării-dezvoltării-inovării, care determină suficient starea și dinamica potențialului tehnico-științific [6].

Pentru cercetarea aplicativă, dezvoltarea tehnologică și inovare sunt relevanți următorii indicatori: cereri de brevet de invenție depuse în țară și în străinătate, numărul de hotărâri de acordare a brevetului de invenție în țară și peste hotare, numărul de brevete obținute în țară și în străinătate, numărul de brevete implementate, produse și tehnologii noi rezultate din activitatea de cercetare, numărul de produse și tehnologii noi realizate și valorifi cate la agenți economici etc.

Există indicatori care determină relevanțele profesionale științifice de tipul: titlul de academician, titlul de conducător al unei reviste de specialitate cotate ISI, titlul de conducător al Programelor de stat, titlul de conducător al Programelor și Proiectelor internaționale, titlul de președinte la manifestări științifice internaționale de prestigiu, titlul de expert internațional sau național etc.

Indicatorii instituționali (laborator, centru științific, institut de cercetare științifică) se compun de regulă din indicatorii individuali. Drept exemplificare a indicatorilor individuali relevanți care determină calitatea, în special, a cercetărilor fundamentale, pot servi numărul de articole publicate în reviste cotate Thomson ISI, numărul de articole publicate în reviste naționale pe categorii, numărul de monografii publicate în edituri internaționale și naționale, numărul de participări și comunicări la conferințe prestigioase internaționale și naționale etc.

Pe lângă relevanțele absolute, indicatorii instituționali se caracterizează prin eficiența lor sau indicatorii relativi precum: numărul de articole în reviste cotate ISI per cercetător, alocații financiare totale per cercetător, numărul de cercetători științifici până la 35 ani raportat la numărul total de cercetători ai instituției, numărul de doctoranzi raportat la personalul total antrenat în cercetare ș.a.

Dintre indicatorii sintetici, vom menționa numărul de cercetători ce revin la 100 000 locuitori din țară, cuantumul de finanțare exprimat în procente din PIB pentru cercetarea științifică, numărul de publicații științifice la 100 000 locuitori; cheltuielile financiare pentru un cercetător, numărul de citări, raportate la 100 000 de locuitori ș.a.

Pe lângă indicatorii cantitativi, statistici, există și așa numiții indicatori complecși, care utilizează pe larg părerea experților pentru determinarea performanțelor de cercetare-dezvoltare.

Indicatorii de evaluare ai cercetării-dezvoltării-inovării sunt necesari pentru reglementarea și gestionarea științei, reflectarea stării și calității potențialului științific, estimarea rezultatelor activităților de cercetare-dezvoltare și influenței lor asupra dezvoltării social-economice și culturale a societății, pentru evaluarea personalului de cercetare și a unităților de cercetare, pentru acreditarea instituțiilor de cercetare-dezvoltare-inovare, crearea unui model de finanțare diferențiată atât la nivel individual cât și instituțional, alcătuirea topului ierarhic al instituțiilor de cercetare și evidențierea centrelor de excelență [6].

Dezvoltarea sistemului de cercetare-dezvoltare și inovare în Republica Moldova necesită o analiză profundă bazată pe noile paradigme ale scientologiei. În 2004, într-un context politic cu totul nou, a fost aprobat Codul cu privire la știință și inovare [1, 5]. Aceasta a creat un sistem nou, în cadrul căruia Academia de Științe a Moldovei a redevenit autoritatea principală în domeniu, fiind responsabilă practic de toate etapele și componentele politicii, de determinarea priorităților de cercetare și de executarea activităților de cercetare.

În Republica Moldova situația în statistica oficială în domeniul științei și tehnologiei este deplorabilă, deoarece cercul de indicatori care ar reflecta sfera cercetării este foarte restrâns și dispersat, iar statistica oficială privind inovarea lipsește totalmente [10].

În procesul cercetărilor efectuate în cadrul proiectului „Crearea sistemului statistic în domeniul științei, inovării și transferului tehnologic” (conducător – dr. Aurelia Țurcan - Șuşu) a fost elaborat un sistem de indicatori ai științei, racordat la cerințele internaționale, ținând cont de particularitățile naționale. Din sistemul de indicatori propus se pot constitui seturi specifice de analiză, în funcție de obiectivele vizate sau de componentele sistemului luat în considerație. În baza acestui sistem de indicatori au fost modificate rapoartele interne ale AȘM privind activitatea științifică și inovațională (2008, 2009).

În vederea îmbunătățirii informației statistice și corelării cu statisticile oficiale existente, precum și pentru excluderea dublării informației, au fost înaintate propuneri pentru modificarea raportului statistic (anual) Nr. 1-știința (Activitatea de cercetare-dezvoltare în anul 2009). A fost identificată modalitatea colectării datelor din surse administrative și statistice. Cercetările efectuate s-au soldat cu încheierea contractului de colaborare între BNS și AȘM în scopul îmbunătățirii informației statistice și cu introducerea modificărilor în raportul anual statistic Nr. 1-știința (Activitatea de cercetare-dezvoltare în anul 2009).

Este un pas important în vederea îmbunătățirii statisticii naționale consacrate activității științifice, deoarece fără o statistică oficială performantă nu este posibilă evaluarea corectă a impactului științei asupra dezvoltării societății atât pe plan național, cât și pe plan internațional.

Reieșind din cele menționate, necesitatea obținerii datelor statistice calitative asupra activităților în știință și tehnologie este posibilă doar cu ajutorul unui sistem statistic amplu, elaborat în baza metodologiilor internaționale. Astfel, această problemă capătă o valență foarte înaltă pentru Republica Moldova în contextul integrării europene, deoarece un asemenea volum vast de lucru nu este posibil fără a se recurge la ajutorul organizațiilor internaționale (EUROSTAT, OECD, UNESCO) și pregătirea propriilor experți în domeniu. Toate acestea sunt necesare în vederea reformării complexe în continuare a sistemului statisticii oficiale al Republicii Moldova, în scopul asigurării administrației publice, agenților economici, publicului larg cu informație statistică calitativă, precum și posibilității de a efectua comparații internaționale [10].

În concluzie menționăm faptul că pentru atingerea obiectivelor urmărite sunt necesare:

- investiții suplimentare în domeniul statisticii naționale;
- atragerea unor specialiști notorii în domeniul științei și inovării care ar dezvolta strategii și metodologii statistice în domeniul respectiv;
- crearea unei baze juridice ce ar coordona relațiile dintre diferite ministere și instituții responsabile;
- instituirea printr-un act normativ a unui sistem de indicatori corelați, atât la nivel de sistem, cât și la nivel de instituție, prin care să se estimeze transparent performanțele.

Ținem să accentuăm, că abordarea sinergetică a indicatorilor de performanță în sfera științei și inovării este la început de cale și pe viitor necesită un studiu serios și calificat. Acesta trebuie să conducă la lărgirea și trecerea la un nivel calitativ nou al scientologiei în general și al teoriei indicatorilor în particular, care va contribui semnificativ la îmbunătățirea evaluării cercetării științifice și al conectării științei din Republica Moldova la circuitul de evaluare internațional.

Referințe bibliografice

1. Legea Republicii Moldova. Codul cu privire la știință și inovare al Republicii Moldova Nr. 259-XV din 15.07.2004 // Monitorul Oficial al Republicii Moldova.-2004.- Nr. 125-129
2. Legea Republicii Moldova privind politica de stat în sfera cercetare-dezvoltare Nr. 557-XIV din 29.07.99 // Monitor Oficial al Republicii Moldova. – 1999. – Nr.124–125.
3. Legea Republicii Moldova cu privire la statistica oficială Nr. 412-XV din 9 decembrie 2004.
4. Funtowicy S., Shepherd I., Wilkinson D., Ravets S. Science and governance in the European Union. A contribution to the debate. Science and public policy. Guildford, 2000, V.27, N5, p.327 - 336.
5. Popa A. Cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova: problem și opțiuni //Expert Group, Chișinău 2011, pag. 13
6. Rotaru A. Aspectele sinergetice ale indicatorilor de evaluare a performanțelor științifice, dezvoltării tehnologice și inovării // Akademos, nr.2 (13), 2009, pag. 26-28
7. Rotaru A. Considerații generale privind paradigma sinergetică a autoorganizării și organizării sistemelor de cercetare-dezvoltare // Akademos, nr.3 (10), 2008, pag. 21-24
8. Rotaru A. Unele considerații privind oportunitățile integrării științei moderne // Akademos, nr.1 (12), 2009, pag. 38-40
9. Thorsteindottir H. Public sector research in small countries: does size matter. Science and public policy. Guildford, 2000, V.27, N6, p. 295-302.
10. Țurcan A. Racordarea evaluării statistice a activității științifice la standardele europene // Akademos, nr.2 (13), 2009, pag. 5-7