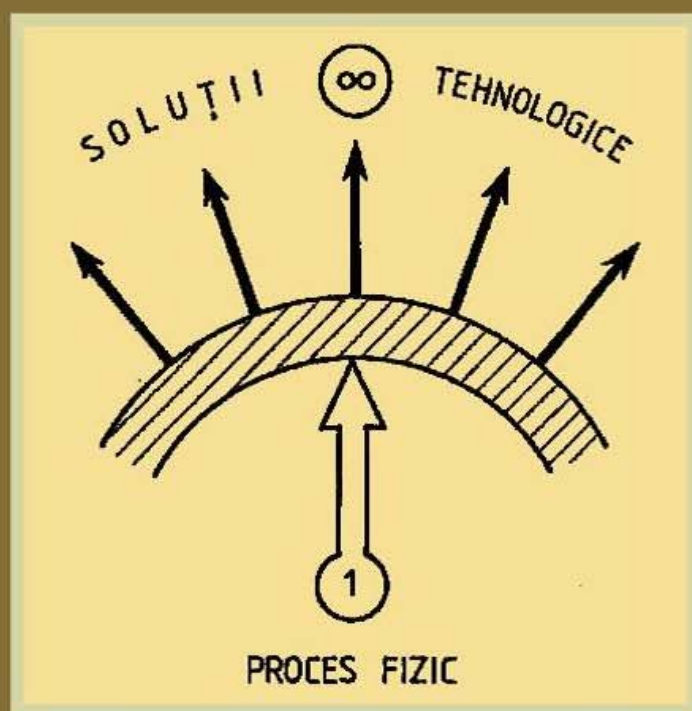


Marius PECULEA

INTERFAȚA ÎNTRE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE



Seria *Eseuri științifice*

Editura AGIR 

**INTERFAȚA ÎNTRE ȘTIINȚĂ
ȘI TEHNOLOGIE**

Seria „*ESEURI ȘTIINȚIFICE*”

În seria „ESEURI ȘTIINȚIFICE”:

• Marius PECULEA – *Procesul de umidificare / dehumidificare din ansamblul instalației biterme de separare izotropică H₂O–H₂S.*

ISBN 978-973-720-241-3, format 170×240 mm, 72 pag.

• Garabet KÜMBETLIAN – *Teoria și experimentul.*

ISBN 978-973-720-242-0, format 170×240 mm, 20 pag.

• Gheorghe IVĂNUȘ – *Strategia de restructurare a industriei petrochimice din România*

ISBN 978-973-720-300-7, format 170×240 mm, 56 pag.

• Gheorghe IVĂNUȘ – *The restructuring strategy of petrochemical industry in Romania*

ISBN 978-973-720-295-6, format 170×240 mm, 56 pag.

Marius PECULEA

**INTERFAȚA ÎNTRE ȘTIINȚĂ
ȘI TEHNOLOGIE**

Seria „*ESEURI ȘTIINȚIFICE*”



**Editura AGIR
București, 2010**

ASOCIAȚIA GENERALĂ A INGINERILOR DIN ROMÂNIA

Copyright © Editura AGIR, 2010
Editură acreditată de CNCSIS

Toate drepturile asupra acestei ediții
sunt rezervate Editurii AGIR

Editura A.G.I.R.

Calea Victoriei, nr. 118, sector 1,
010093 București;
Tel.: 4021-316.89.92, 4021-316.89.93 (redacție)
4021-319.49.45 (difuzare); Fax: 4021-316.89.92
e-mail: editura@agir.ro; www.agir.ro; www.edituraagir.ro

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

PECULEA, MARIUS

Interfața între știință și tehnologie / Marius Peculea –
București: Editura A.G.I.R., 2010

ISBN 978-973-720-306-9

5:62

Redactor: ing. **Ramona Varban**
Coperta: ing. **Ion Marin**

Bun de tipar: 26.04.2010; Coli de tipar: 2,75
ISBN: 978-973-720-306-9

Imprimat în România

*Lui Nori,
care a fost Doamna
vieții mele*

CUPRINS

<i>Prefață</i>	9
<i>Mărturisire</i>	10
1. Cercetarea științifică	11
2. Cercetarea de interfață	16
3. Eficiența cercetării	21
4. Cercetătorul	26
5. Directorul	32
6. Schimbare și transfer	36
7. În loc de încheiere	40
<i>Bibliografie</i>	42

Prefață

Retipărirea după 15 ani a lucrării „Interfața între Știință și Tehnologie” nu poate decât să bucure pe autor, care ține să mulțumească Editurii AGIR pentru această inițiativă.

Lucrarea reprezentând o experiență personală am considerat să se păstreze integral textul original. Astfel lucrarea își păstrează rolul de bibliografie, la care se recomandă, pentru o mai bună înțelegere a conținutului, a se ține cont de Solon, acel grec care a dat legile Atenei și care afirma că atunci când vrei să judeci un om sau desfășurarea unor evenimente, trebuie să ți cont de două lucruri: de geografie și de istorie, respectiv de locul și timpul în care s-au petrecut evenimentele.

Rolul interfeței este de a găsi, bazat pe cunoștințe științifice, soluțiile cele mai bune pentru a dezvolta o tehnologie, asigurând know-how-ul pentru elaborarea de noi materiale și construcția de echipamente specifice. Interfața concentrează întreaga capacitate științifică și tehnică disponibilă în societate, iar valorificarea ei în industrie se realizează prin conlucrarea cercetării cu proiectarea, când două profesii diferite au o responsabilitate comună.

O calitate reprezentativă pentru interfață este originalitatea, care trezește în primul rând interesul celor care doresc să promoveze noul și să intre în lupta pentru concurență. Gândirea originală din interfață se datorează în principal nivelului de cultură a societății, care la rândul ei se dezvoltă prin tot ceea ce se crează nou. Se poate considera că interfața vine și ca o completare a ceea ce susținea Leonardo da Vinci că „nu ceea ce știi, ci ceea ce faci rămâne”.

Ultima frază din „Marturisire” a ediției I-a, își păstrează autenticitatea.

Acad. Marius Peculea

București, decembrie 2009

Mărturisire

Scriti o lucrare științifică să-ți expui ideile, rezultatele și comentariile asupra lor. Îți împărtășești astfel cunoștințele și părerile tale, le faci publice, contribuind la dezvoltarea unui domeniu și dai totodată ocazia să cunoști părerile critice ale altora.

Am condus, aproape un sfert de secol, o organizație de cercetare științifică, cu un domeniu de activitate între știință și tehnică, pe care am numit-o cercetare de interfață. Ca urmare am scris o lucrare, cea de față, bazată pe observații și experiență acumulată în organizarea unei cercetări, cu un scop bine definit, înscrisă într-un program de energetică nucleară, prin care s-a urmărit separarea izotopilor hidrogenului, cu precădere a apei grele.

Lucrarea nu are caracter de generalitate, totuși este adaptabilă multor situații, deoarece principalul element discutat este omul și relația lui cu o organizație de cercetare, fie că el este independent, un component al unei echipe, sau un conducător.

Aștept din partea cititorilor observații critice și sunt obligat să adopt formula: „orice asemănare cu persoanele existente este strict întâmplătoare”.

Acad. Marius Peculea

1

CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ

Nivelul de dezvoltare al societății umane se datorează evoluției cunoașterii, în cadrul căreia un rol determinant îl are *cercetarea științifică*. Azi cercetarea științifică a devenit o activitate profesională în care sunt angajate importante surse umane și materiale, care răspund unei comenzi sociale.

Standardul de viață al indivizilor care formează societatea este și o consecință a dezvoltării tehnologice, prin care se realizează noi produse, procese și sisteme mai eficiente și se asigură serviciile de care aceasta are nevoie. La rândul său dezvoltarea tehnologică este o consecință a cercetării științifice.

În loc de a da o definiție cercetării științifice consider mai sugestivă clasificarea ei pe categorii. Pentru aceasta preiau clasificările cercetării după National Science Foundation (NSF) și după Organization of Economic Cooperation and Development (OECD), care împarte cercetarea științifică în următoarele categorii:

- Cercetare fundamentală (Basic Research)
- Cercetare aplicată (Applied Research)
- Dezvoltare (Development)

Pentru ultima categorie OECD folosește expresia de dezvoltare tehnologică sau experimentală.

Definirea celor trei categorii ale cercetării este asemănătoare după NSF și OECD, dar pentru o mai bună înțelegere redau textul original.

- Astfel NSF definește:

Cercetarea fundamentală are ca obiectiv: „o cunoaștere sau o înțelegere completă a subiectului care se studiază, mai curând decât o aplicare practică a acestuia”. Luând în considerare interesul industrial, NSF aduce următoarea completare: „fără să aibe un obiectiv specific comercial”.

Cercetare aplicată este direcționată pentru obținerea de „cunoștințe sau înțelegeri necesare pentru determinarea mijloacelor prin care se poate ajunge la recunoașterea și necesarul specific”. Interesul industrial este luat în considerare prin completarea „pentru descoperirea de noi cunoștințe științifice care au obiective specific comerciale raportate la produse sau procese”.

Dezvoltarea este „utilizarea sistematică a cunoștințelor sau înțelegerilor obținute din cercetare, direcționate către producerea de materiale utile, dispozitive, sisteme sau metode, inclusiv proiectarea și dezvoltarea de prototipuri și procese”.

- Pentru comparare, prezint în continuare definiția categoriilor de cercetare după OECD:

Cercetarea fundamentală este „investigare originală întreprinsă în sensul de a obține noi cunoștințe științifice sau înțelegeri. Ea nu este în primul rând

direcționată către niciun scop practic sau aplicativ. Cercetarea fundamentală este îndreptată către generalizarea soluției sau concepției”.

Cercetarea aplicativă este de asemenea „o investigare originală întreprinsă în sensul de a obține noi cunoștințe științifice sau tehnice. Ea este oricum direcționată în primul rând către un scop specific practic sau obiectiv. Cercetarea aplicată dezvoltă idei în forme operaționale”.

Dezvoltarea tehnologică sau experimentală reprezintă „utilizarea cunoștințelor științifice în sensul de a produce (realiza) noi sau substanțiale îmbunătățiri materialelor, dispozitivelor, produselor, proceselor, sistemelor sau serviciilor”.

În subsidiar OECO definește și o „cercetare fundamentală pură” (pure basic research), care este realizată la voința unui cercetător individual, cât timp „cercetarea fundamentală orientată” este îndreptată, în general de către organizații, către un domeniu de interes particular. Această distincție între două tipuri de cercetare fundamentală este interesantă și poate fi utilă în deosebirea dintre finanțarea publică sau particulară a cercetării fundamentale.

• Cu titlu informativ, Science Indicators propune pentru definirea funcțională a diferitelor activități de cercetare următoarele categorii ale cercetării și dezvoltării:

Cercetarea fundamentală, care „produce un avans important în largul front al înțelegerii fenomenului natural și social”.

Cercetarea aplicată și de dezvoltare, care „alimentează activitatea inventivă pentru a produce un avans tehnologic”.

Inovația, care „combină înțelegerea și invenția sub o formă utilă societății și furnizează produse și procese”.

Organizarea activității de cercetare științifică în institute a marcat și apariția profesiei de *cercetător științific*, în conformitate cu pregătirea profesională a individului. Apare astfel relația

Societate – Institut – Individ

relație care arată cum societatea susține activitatea cercetării științifice prin institute, emițând și o pretenție justificată de a beneficia de pe urma acestei susțineri, având ca obiectiv progresul în ierarhia mondială și ridicarea continuă a standardului de viață al componentilor ei.

Elementul de acțiune este individul, cercetătorul științific, care prin activitatea lui trebuie să asigure relația inversă,

Individ – Institut – Societate

Relația *Institut – Individ* este bilaterală (reciprocă): *Institutul* asigură condiția de existență a *Individului* și acesta prin activitatea lui rezolvă relația dintre *Societate* și *Institut*.

• Analizând contribuția categoriilor de cercetare în evoluția lor în dezvoltarea unui proces oarecare și relația institut și individ, pentru o mai sugestivă clasificare a cercetării științifice, propunem doar două categorii

- Cercetare orientată
- Cercetare organizată.

Cercetările întreprinse pentru perfecționarea cunoașterii și descoperirea de noi relații în cunoaștere sunt promovate de personalități științifice și susținerea lor are la bază criteriul de progres al științei. Cunoștințele obținute sunt cu atât mai importante, cu cât au un grad de generalizare mai mare, ceea ce le conferă un grad cosmopolit, urmând ca timpul să aducă recunoașterea adevăratei valori a cercetării, prin aportul adus dezvoltării societății. De aceea controlul periodic al activității acestei cercetări are un caracter subiectiv. Protecția rezultatelor obținute se face prin publicații și mai rar prin brevete. Aceste cercetări științifice de profil fundamental, teoretice și (sau) experimentale, sunt doar orientate către un domeniu de cunoaștere și nu vizează un scop practic anume. Este ceea ce am numit CERCETARE ORIENTATĂ.

Cercetarea aplicată și de dezvoltare (tehnologică), care urmărește un scop bine definit, de valorificare a unei cercetări orientate, proprii sau de interes universal, este ceea ce am numit CERCETARE ORGANIZATĂ. Față de un fenomen, cercetarea organizată are un câmp larg de dezvoltare deoarece, pentru un fenomen sau chiar proces, se pot imagina o infinitate de tehnologii și ca atare problema de bază în cercetarea organizată este găsirea celei mai bune soluții pentru condiții date, cum ar fi capacitatea institutului, dezvoltarea industrială, acoperirea financiară etc. Practic, cercetarea organizată este o cercetare de INTERFAȚĂ. O caracteristică a acestei categorii de cercetare este că ea se realizează în echipe în care conlucrează specialități diferite. Activitatea se derulează în baza unui program controlat prin sistemul de contractare-recepție, ceea ce conferă controlului un anumit grad de obiectivitate. Protejarea rezultatelor cercetării se face prin brevete, uneori și prin publicații.

Între cercetarea orientată și cercetarea organizată există o legătură nu numai cu sens unic, ci și reciprocă, o întrepătrundere benefică pentru ambele categorii, așa cum se poate urmări în exemplul, prezentat în continuare și descris în fig. 1, privind evoluția cercetării pentru valorificarea unui proces.

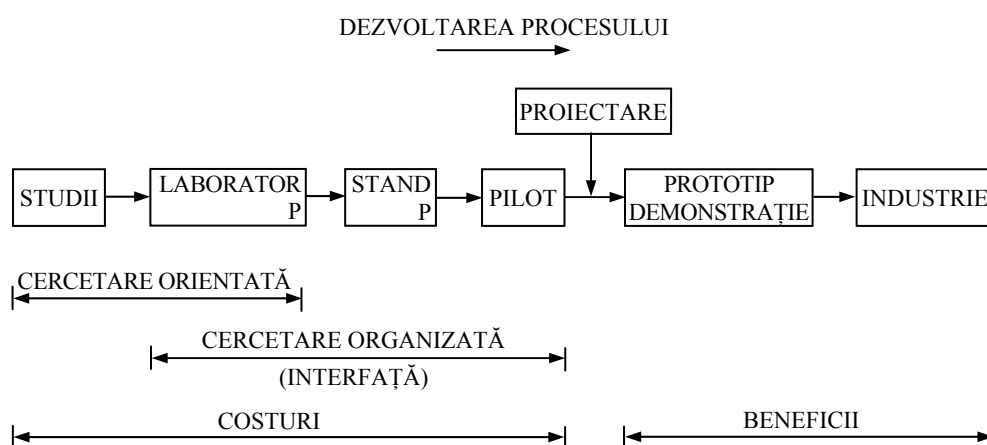


Fig. 1. Dezvoltarea și valorificarea unui proces de cercetare științifică.

Studii teoretice și de laborator caracterizează comportarea unui fenomen față de parametri considerați. Ele formează cercetarea orientată, care nu urmărește decât obținerea unor noi cunoștințe, fără un interes în valorificarea lor.

Valorificarea cercetării orientate se face prin *interfața dintre știință și tehnologie*, care este o cercetare organizată. Ea cuprinde activități de laborator, standuri și instalații pilot, susținute de o eficientă modelare matematică a fenomenelor și proceselor.

Din schema din fig. 1 rezultă interpătrunderea dintre cercetarea orientată și cercetarea organizată, domeniul cercetării de interfață, și necesitatea unor colective de proiectare încorporate în diferite sectoare de cercetare (P). De asemenea, pe întregul domeniu de cercetare este necesară finanțarea lucrărilor, beneficiile putând fi așteptate, odată cu aplicarea industrială a tehnologiei, având ca intermediar o organizație de proiectare care să întocmească documentația tehnică de specialitate.

Propriu pentru evoluția și valorificarea unui proces de cercetare este legătura reciprocă între faze și compartimente, cu revenirea de la o fază de dezvoltare la cea anterioară, în scopul perfecționării sau chiar găsirii unor soluții viabile.

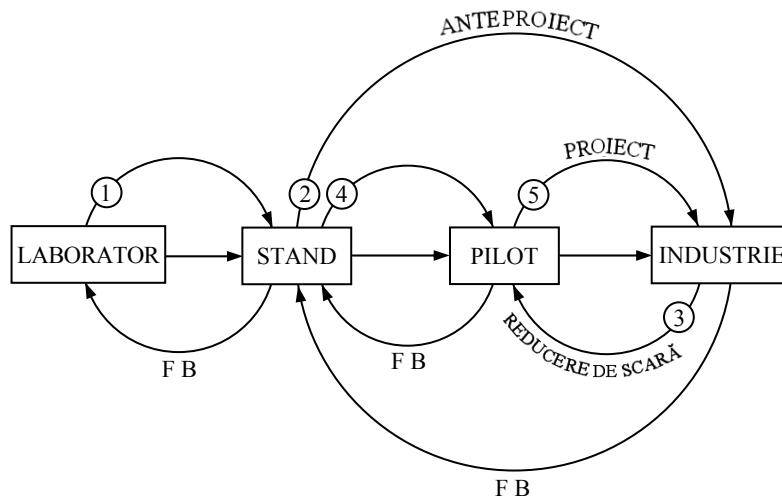


Fig. 2. Interdependența între fazele de cercetare în procesul de valorificare a ei.

În schema din fig. 2 se poate urmări evoluția unei cercetări, mai precis a valorificării unei cercetări pornind de la experiența de laborator, care este o unitate comună pentru ambele categorii de cercetare, orientată și organizată. Pasul următor ①, de la experiența de laborator, este standul experimental. Cu rezultatele de la standul experimental se poate face o evaluare ②, cu ajutorul unui anteproiect, asupra unei soluții industriale, ceea ce poate permite trecerea la pasul următor ④, care este un „pilot” a cărui capacitate se determină printr-o reducere de scară ③ a unității industriale, astfel aleasă încât o activitate încheiată cu succes la nivelul de pilot să nu mai necesite un alt pas intermediar.

Există posibilitatea ca prin anteproiect, soluția preconizată prin stand să nu fie competitivă, ceea ce va impune continuarea cercetărilor FB pentru a găsi o

soluție perfecționată. Legături în scopul perfecționărilor feedback FB sunt continue și active între stand și laborator și între pilot și stand, până la găsirea soluției, care verificată în pilot este transpusă industrial ☺ în baza unui proiect.

Aceste reveniri asupra soluțiilor cercetate, cu scopul perfecționării lor, care acționează ca o „realimentare”, un „feedback”, reprezentând o metodă de cercetare deosebit de interesant descrisă prin definiția dată expertului de Niels Bohr: „Expertul este o persoană care, prin truda muncii lui, a descoperit toate greșelile care pot fi făcute într-un anumit domeniu”. Practic, se poate afirma că aceasta este metoda de cercetare la interfața dintre știință și tehnologie.

2

CERCETAREA DE INTERFAȚĂ

Pentru o analiză a dezvoltării activității de cercetare organizată, trebuie început cu rolul științei ca vector incontestabil al progresului, vector care acționează printr-o interfață prin care știința este valorificată în folosul dezvoltării societății. De valorificarea științei beneficiază tehnologia și implicit economia, dar interdependența dintre știință și tehnologie este bilaterală, cum poate fi urmărită în schema din fig. 3. Tehnologia se dezvoltă pe baza științei, dar totodată permite perfecționarea instrumentelor de investigație ale științei și odată cu ele îmbogățirea cunoștințelor ei, ambele contribuind astfel la progresul social.

Transferul de cunoștințe de la știință, prin interfață, la tehnologie are o particularitate, care poate fi urmărită sugestiv în fig. 4.

Un proces fizic, de exemplu, rezultat în urma unei cercetări orientate, poate fi transpus într-o tehnologie printr-o infinitate de soluții, care sunt condiționate de capacitatea interfeței și care în esență reprezintă gradul ei de cultură științifică și tehnică.

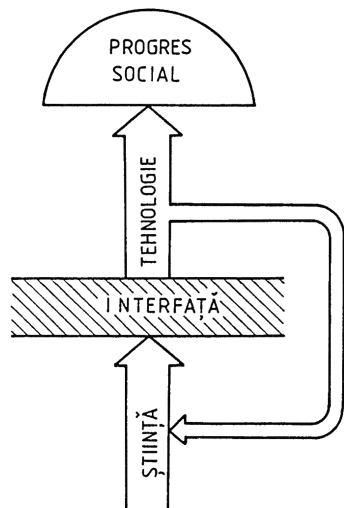


Fig. 3. Interfața dintre știință și tehnologie și impactul lor cu progresul social.

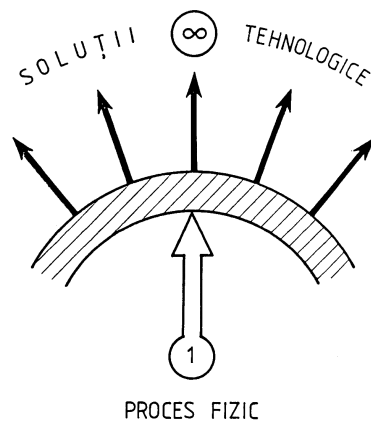


Fig. 4. Relația dintre un proces fizic și multitudinea de soluții tehnologice.

Cercetarea care urmărește un scop bine definit, de valorificare a unei cercetări orientate, proprii sau de interes universal, este o cercetare organizată, care în terminologia actuală reprezintă categoria de dezvoltare tehnologică. Succesiunea etapelor la valorificarea unei cercetări orientate în scopul realizării unui nou

produs, sau modernizării unuia existent, este descrisă în schema din fig. 5. Este scoasă în evidență importanța instalației pilot sau a unei instalații sau echipament de simulare, care, pe lângă verificarea procesului tehnologic, trebuie să permită credibilitatea echipei de cercetare în raport cu beneficiarul tehnologiei. De asemenea, se remarcă rolul evaluării economice a cercetării orientate, privind posibilitatea valorificării lor la nivelul industrial.

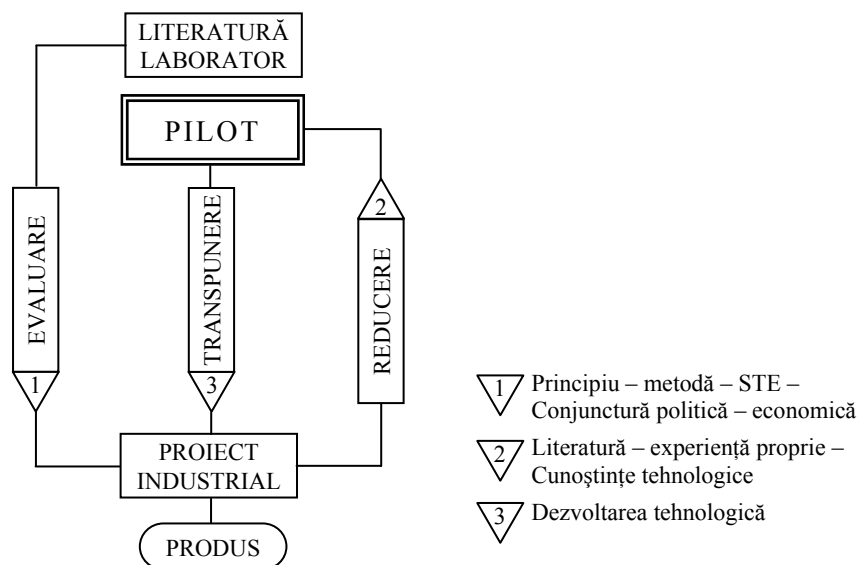


Fig. 5. Evoluția unei cercetări științifice până la obținerea unui produs.

O caracteristică a cercetării organizate este că ea se face în echipă, unde conlucrează discipline diferite, care își desfășoară activitatea în institute, în baza unui program, etapizat pe un termen scurt și unul de perspectivă. Desfășurarea unei cercetări de interfață, care respectă succesiunea din fig. 5, poate fi urmărită după schema din fig. 6, care pentru o clară explicație va trebui urmărită în paralel cu exemplul din fig. 7, schemă caracteristică cercetărilor de interfață desfășurate pentru un proces de separare izotopică.

Pentru un proces de separare izotopică este necesar să se cunoască repartiția la echilibru a izotopului interesat, între două faze ale aceluiași element (distilare), sau între o fază lichidă și una gazoasă a două elemente, ambele conținând izotopul de interes (schimb izotopic). Raportul dintre abundențele izotopice ale celor două faze, numit factor de separare, funcție de parametri termodinamici, temperatură și presiune, reprezintă caracteristica principală a procesului fizic și totodată startul activităților de cercetare a interfeței.

Experiențele de laborator urmăresc să obțină o multiplicare a procesului elementar de separare, definit de factorul de separare, prin crearea unei circulații a celor două stări, în general în contracurent, urmărind separarea care poate fi obținută. În același timp se elaborează modelele matematice care descriu comportarea

procesului de separare, atât pentru interpretarea datelor experimentale, cât și pentru proiectarea unei instalații de producere a substanței îmbogățite izotopic.

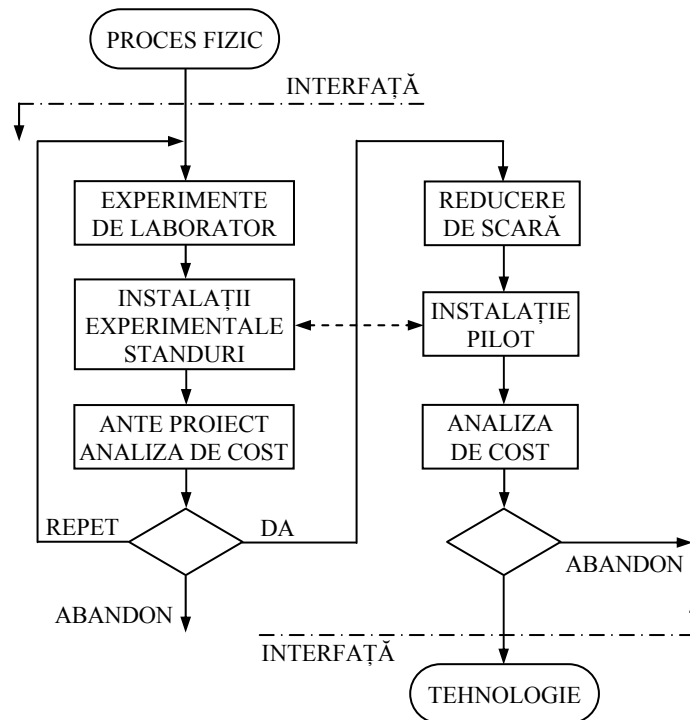


Fig. 6. Dezvoltarea cercetării de interfață, de la un proces fizic la o tehnologie.

Pe standuri experimentale se va căuta o soluție constructivă cât mai bună pentru realizarea unui spațiu (element) de schimb și determinarea parametrilor termodinamici de operare, astfel încât să se obțină un randament și o eficiență economică cât mai ridicate. Cu aceste acțiuni începe apariția multitudinilor de soluții tehnologice.

Cu datele obținute pe instalații experimentale și standuri, prin care se fac determinări atât asupra procesului de separare izotopică, cât și asupra proceselor conexe, în general de transfer și transformare a energiei, se elaborează un anteproiect pentru o instalație industrială și se face o analiză economică asupra nivelului de investiție, costurilor de operare și, în final, asupra prețului de cost al produsului.

Din această analiză pot rezulta (fig. 6): fie că soluțiile tehnologice studiate trebuie îmbunătățite (REPET), fie că soluțiile tehnologice sunt complet neeconomice și trebuie abandonate (ABANDON), fie că soluțiile tehnologice sunt avantajoase sau competitive (DA). După caz se aduc îmbunătățiri soluțiilor tehnologice sau se trece la etapa următoare, care este construcția instalației pilot pentru verificarea tehnologiei de separare.

Alegerea capacității instalației pilot se face ținând cont de următoarele considerente: după verificarea tehnologiei pe instalația pilot, trecerea la scara

industrială să nu mai necesite o altă etapă intermediară; saltul de scară pilot/industrie este o opțiune mediată de risc și costurile experimentului, ca atare este o funcție de capacitatea interfeței.

În perioada de testare a pilotului, acestuia i se pot aduce îmbunătățiri, printr-o relație continuă între pilot și standurile experimentale. Schema din fig. 6 aduce o confirmare a interdependenței între sectoarele și etapele experimentale ale unei cercetări de dezvoltare, care, în ultimă instanță, este și o metodă de perfecționare continuă a cunoștințelor profesionale ale personalului din echipele de cercetare.

O ultimă analiză economică, care se face după verificarea procesului de separare pe instalația pilot, va promova sau nu noua tehnologie. În continuare, după promovare, instalația pilot va avea rolul de instalație pentru demonstrație față de viitorii beneficiari și de simulator în vederea pregătirii personalului de specialitate pentru instalația industrială.

Din schema din fig. 6 rezultă importanța analizelor economice în procesul cercetării de interfață, care în final confirmă sau infirmă valorificarea unei cercetări orientate.

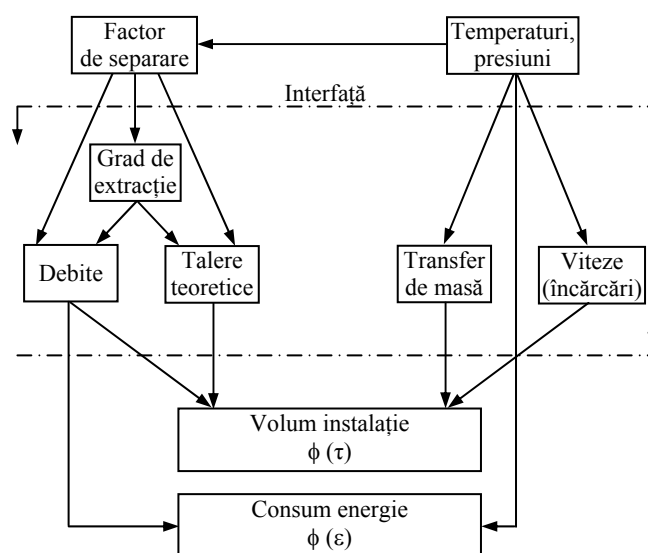


Fig. 7. Exemplificarea unei activități de interfață, pentru un proces de separare izotopică.

Revenind la exemplul din fig. 7, se poate observa cum interfața trebuie să rezolve toate problemele legate de valorificarea unei cercetări orientate, până la posibilitatea transpunerii ei la nivel industrial. Cercetarea de interfață este multidisciplinară și trebuie să acopere întregul domeniu de probleme, astfel încât organizațiile care vor efectua transpunerea industrială, începând cu unitățile de proiectare, să dispună de un material documentar complet. În final, pentru cazul prezentat, vor rezulta volumul instalației $[\phi(\tau)]$ și consumurile de energie $[\phi(\epsilon)]$, cele două elemente principale, pe baza cărora se pot stabili mărimea investiției, costurile de producție și în final prețul de cost al produsului.

Dacă domeniul cercetării de interfață poate fi determinat după schema din fig. 6 și exemplul din fig. 7, condiționat în principal de capacitatea organizațiilor care vor prelua datele pentru transpunerea lor la nivel industrial, durata unei activități de cercetare este mai greu de determinat și aceasta din mai multe motive:

- 1) numărul necesar de reveniri pentru obținerea unei soluții competitive;
- 2) influența inovărilor pe parcursul procesului de cercetare;
- 3) raportul între risc și costuri, care se decide pe etape;
- 4) influențe social – politice care pot condiționa finanțarea lucrărilor de cercetare;
- 5) participarea personalului din organizația de cercetare la punerea în funcțiune a unității industriale și pe timpul probelor tehnologice;
- 6) rezolvarea problemelor legate de saltul de scară pilot/unitate industrială;
- 7) asistența de specialitate pe parcursul exploatării instalațiilor, pentru menținerea sau îmbunătățirea calității produsului, eventual pentru micșorarea prețului lui de cost.

Influențele de la punctele 1) – 7) pot fi, după caz, în favoarea sau în defavoarea intervalului de timp alocat procesului de cercetare, scurtând sau lungind perioada ciclului de cercetare organizată.

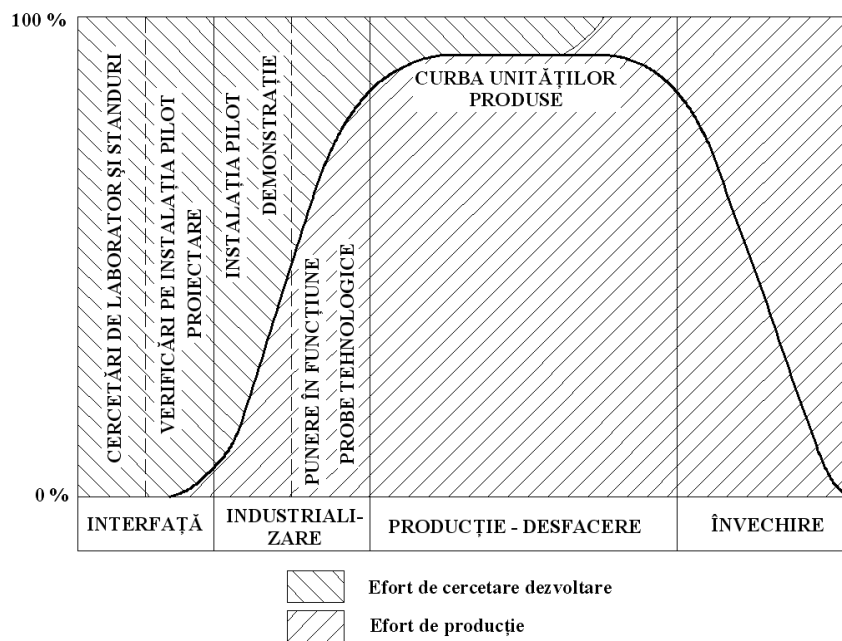


Fig. 8. Participarea cercetării pe parcursul unui ciclu de viață al unui produs.

În legătură cu lungimea perioadei de cercetare pe parcursul unui ciclu de viață al unui produs, diagrama din fig. 8 reprezintă calitativ etapele în care cercetarea este direct implicată.

3

EFICIENȚA CERCETĂRII

Ca orice activitate umană și procesul de cercetare este judecat după eficiența lui, cu atât mai mult cu cât el se desfășoară în mod organizat în unități de specialitate. Dat fiind specificul activității de cercetare, definirea eficienței lui trebuie adaptată condițiilor acestei activități, astfel ca aprecierea care se va face în urma acestei analize să reflecte cât mai sugestiv, cantitativ și calitativ, valoarea activității de cercetare.

Eficiența unei activități este totdeauna urmărită când ea se datorează unei investiții sau unui alt mod de finanțare. Statistic, ca o cifră de control, investiția în cercetare aduce un câștig în gama de la 10 : 1 până la 30 : 1. Acest raport trebuie considerat ca obiectiv, și cu aplicare doar pentru cercetare organizată, când aprecierea cantitativă a performanței cercetării rezultă din raportul

$$\frac{\text{ieșiri}}{\text{intrări}}$$

ieșirile fiind diferența între încasări și costuri, iar intrările fiind resursele investite.

Aprecierea unei eficiențe pentru cercetarea orientată este subiectivă și ea se datorează și tipului de organizație de cercetare, care este nonprofit.

Rezultatul cercetării orientate poate prezenta idei, asupra cărora prin cercetarea organizată (de interfață) se va decide dacă pot, sau nu, fi valorificate. Noile cunoștințe acumulate prin cercetarea orientată sunt un bun al societății și ele prezintă un suport al procesului de educație și școlarizare pentru oamenii de știință.

Cercetare științifică, orientată sau organizată, este un proces mult prea complicat ca să poată fi judecat strict după un singur raport cantitativ, care poate constitui doar unul dintre criterii. Urmărirea eficienței unei organizații de cercetare va include deci mai multe criterii, unele cantitative altele doar calitative, care să includă obiectivele și intențiile organizației. Este de la sine înțeles că o organizație eficientă este și productivă, și invers. Dar o organizație științifică nu trebuie să fie numai deocârdă productivă, ci ea trebuie să fie valabilă pe o mai lungă perioadă de timp, ceea ce implică necesită ca finanțatorii să fie mulțumiți de organizație. Aceasta permite să se ia în considerare nu numai eficiența unei organizații, ci și utilitatea ei.

În funcție de specificul organizației de cercetare, criteriile de urmărire a eficienței, respectiv a utilității organizației, pentru a fi cât mai reprezentative este recomandabil să fie alese chiar de către membrii organizației. Orientativ, în tabelul 1 se prezintă o propunere de criterii după Jain și Triandis [1].

Analiza eficienței, sau utilității, unei organizații de cercetare științifică este strâns legată de finanțarea în continuare a activității ei.

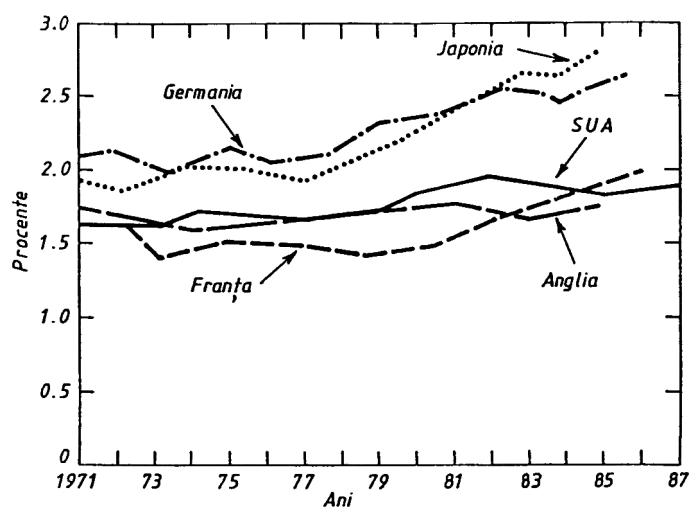


Fig. 9. Evoluția nivelului de finanțare a cercetărilor în funcție de venitul național brut.

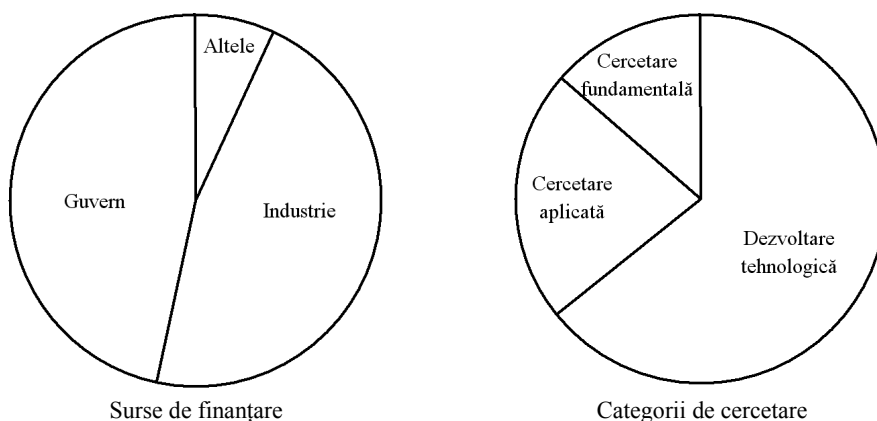


Fig. 10. Repartiția fondurilor de cercetare pe surse și categorii.

Cercetarea, raportată la persoană, este o activitate scumpă, așa că cei care decid ce anume să se cerceteze trebuie să aibe în vedere încă două criterii, bazate pe răspunsurile la următoarele întrebări: Ce va face știința să progreseze? și al doilea, Ce va face beneficiarul (clientul) pentru necesitățile cercetării?

Revenind la ideea că cercetarea trebuie să aibă grijă ca activitatea ei să corespundă unor scopuri sociale, trebuie să se înțeleagă relația dintre știință și tehnologie, necesitatea investiției în cercetare și a cheltuielilor curente ale cercetării și dezvoltării tehnologice în cadrul economiei naționale. Este locul să se amintească aici că sursa de date pentru dezvoltarea tehnologică, respectiv a cercetărilor de interfață, este cercetarea orientată, respectiv cercetarea științifică fundamentală, pentru care din totalul fondurilor alocate sau constituite este necesar să i se rezerve un cuantum de 10 - 15 % în scopul sprijinirii persoanelor capabile să o desfășoare.

Cazul general al cercetărilor de interfață îl reprezintă *programele de cercetare*, la care participă specialiști în discipline variate. Eficiența unui asemenea program este dificil să fie apreciată, mai ales cu anticipație, când în cel mai bun caz ea se poate raporta strict la tema programului, cât timp valorificarea completă a cunoștințelor și experienței câștigate poate depăși cu mult eficiența antecalculată. Din acest punct de vedere, programul de cercetare are o oarecare asemănare cu cercetarea fundamentală, a cărei eficiență se concretizează pe măsura dezvoltării ei și în funcție de gradul de generalizare a cunoștințelor obținute.

Un program de cercetare, urmărind obiectivul său, se dezvoltă mult și colateral, deoarece cercetarea trebuie să acopere întregul domeniu de noutate, în care celui care preia cercetarea îi lipsesc adesea cunoștințele sau experiența proprie. De aici și gradul mare de generalitate pe care îl are un program de cercetare. În felul acesta, prin programul de cercetare nu se va obține numai licența unei tehnologii, ci și asimilarea echipamentelor și aparaturii specifice, care să permită industrializarea procesului studiat. Pentru o valorificare completă a cercetării, deținătorul de tehnologie trebuie să aibe și capacitatea de a construi.

De regulă, un program de cercetare îl generează pe următorul, nu sub forma unui salt brusc, ci ca o continuare firească. Limita între programe este fixată de oprirea instalației pilot (de demonstrație) pentru vechea tehnologie și punerea în funcțiune a instalației pentru noua tehnologie.

Perioada de trecere între cele două programe începe cu predarea tehnologiei pentru industrializare, când o parte importantă din laboratoare devin disponibile și activitatea lor, în continuare, începe să pună bazele unui nou program, bazat în principal pe cunoștințele acumulate în timpul realizării programului anterior. În felul acesta prima parte a noului program constă din studii și cercetări la nivel de laborator vizând noua tehnologie și care, după dezvoltarea lor în conformitate cu schema din fig. 6, vor trebui verificate pe o instalație pilot, a cărei construire încheie programul anterior.

Tot în perioada de trecere și chiar ulterior ei, în intervalul de timp când se transmit cunoștințele cercetătorului către beneficiarul industrial și în special când se realizează punerea în funcțiune a obiectivului, organizației de cercetare îi revin o serie de activități. Necesitatea acestor activități se datorează în primul rând „saltului de scară” pentru transpunerea cercetărilor la nivel industrial, care introduce o serie de necunoscute datorită atât proiectării, cât și execuției. În plus, instalația industrială este prevăzută cu un număr mai redus de puncte de control și, ca atare, fenomenele perturbatoare vor trebui urmărite pe perioade mai lungi, interpretate statistic, și nu de puține ori, verificate prin simulare pe instalația pilot.

Această perioadă de trecere, de interpătrundere între două programe, reprezintă un timp suficient de lung ca tranziția între două programe să aibe un caracter de continuitate.

Un program de cercetare se elaborează pentru un obiectiv mai deosebit, care în mod normal devansează actualele tehnologii, sau reprezintă o concurență pentru importul unor tehnologii avansate. De aceea este recomandabil ca finanțarea unui asemenea program să se facă de la, sau prin intermediul, bugetului de stat, care îi

asigură astfel o protecție și o mai mare elasticitate, în special pe timpul colaborării între cercetare și organizația care realizează transpunerea industrială, perioadă importantă în programul de cercetare.

Legată de eficiența unei cercetări este și durata în care ea se efectuează. Cu totul orientativ, un obiectiv sau o temă de cercetare nu trebuie să depășească 3 ani, cât timp pentru un program, în funcție de importanța lui, durata cercetării variază între 7 și 12 ani. Unul din cei mai importanți factori care determină mărirea perioadei de cercetare este asigurarea finanțării ei.

Eficiența în cercetare mai prezintă o particularitate, care s-ar putea numi eficiență internă. La dezvoltarea unui proces într-o tehnologie, printr-o cercetare de interfață, rezultă un salt de scară, care este totdeauna însoțit de un anumit risc. Investiția și implicit costul cercetării sunt direct legate de mărirea saltului de scară, și anume: pentru un salt de scară mare, costul cercetării este mai mic, în schimb riscul reușitei este mai mare; natural pentru un salt de scară mai mic, costurile sunt mai mari, dar riscul reușitei mai mic. În fig. 11 se ilustrează această dependență.

Pe parcursul activității de cercetare se câștigă noi cunoștințe, se îmbunătățesc metodele de investigare prin creșterea profesionalismului experimentatorilor, cu un cuvânt crește nivelul științific al interfeței, ceea ce are drept consecință o creștere a eficienței interne, efect care se traduce în diagrama din fig. 11 prin translatarea curbei de risc spre stânga, adică pentru același risc se pot obține importante economii, sau menținând aceleași cheltuieli se obține o simțitoare diminuare a riscului.

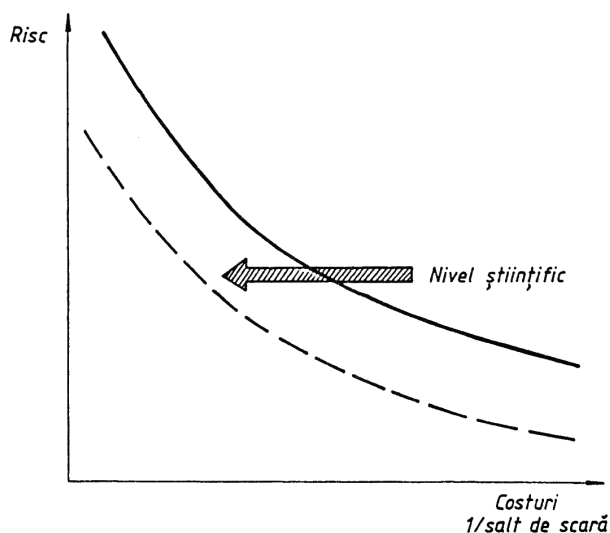


Fig. 11. Relația dintre risc și costuri la o transpunere industrială a cercetării.

4

CERCETĂTORUL

Factorul esențial care determină eficiența unei activități este individul și aceasta în special în cercetarea științifică, unde se poate aplica bine proverbul românesc: „omul sfințește locul”.

Cercetătorul ester elementul de acțiune, și într-o organizație de cercetare – dezvoltare nimic nu este mai important decât calitatea lui, ca persoană și profesione.

În cercetarea fundamentală activitatea cercetătorului este în principal individuală și se datorează personalității lui ca om de știință. Aici, în cercetarea științifică, se verifică poate cel mai bine ideea lui Protagoras că „omul este măsura tuturor lucrurilor”, cercetătorul afirmând viziunea lui personală asupra fenomenelor și lucrurilor.

În cercetarea de interfață, cercetare organizată, activitatea cercetătorului se desfășoară în echipă, în cadrul unor organizații de cercetare, unde el este în fond un meseriaș, având o profesione atestată de disciplina absolvită și practică în cercetarea științifică.

Cercetarea în echipă se caracterizează prin activitatea unor persoane cu înaltă pregătire profesională, dar cu specialități diferite. De aici complexitatea formării unei echipe, care nu este recomandabil să depășească 5 persoane, pentru ai crea o unitate de acțiune prin profesionalismul componentelor și încrederea lor reciprocă, urmărind un scop bine definit.

Personalul care activează într-o echipă trebuie să prezinte anumite calități, atât profesionale cât și individuale, și trebuie să li se asigure un climat de lucru stimulat. Asupra calităților și relațiilor cercetătorului din echipă ne prezentăm punctele de vedere după experiența personală și raportat la situația social-economică din România.

La formarea unei echipe, care are de rezolvat problemele unui obiectiv (temă) complex, este necesar ca persoanele care o formează să aibă pregătiri profesionale diferite, ele trebuind să poată colabora creativ. Pentru aceasta, pregătirea profesională a individului trebuie să aibă, ca reprezentare, o formă de „T”, adică să aibă cunoștințe științifice generale pe întreaga plajă necesară realizării obiectivului și cunoștințe de specialitate cât mai bune. Fig. 12 ilustrează pregătirea profesională în formă de „T” cerută unei persoane care formează echipa de cercetare.

Completarea echipei cu persoane pregătite profesional după schema din fig. 12 are următorul avantaj: se acoperă conturul cunoștințelor științifice necesare interfeței la cel mai înalt nivel de pregătire profesională și la nivelul cunoștințelor generale se realizează cuplarea între specialiști. În fig. 13 se reprezintă grafic angrenarea a doi profesioniști de specialități diferite, din cadrul unei echipe.

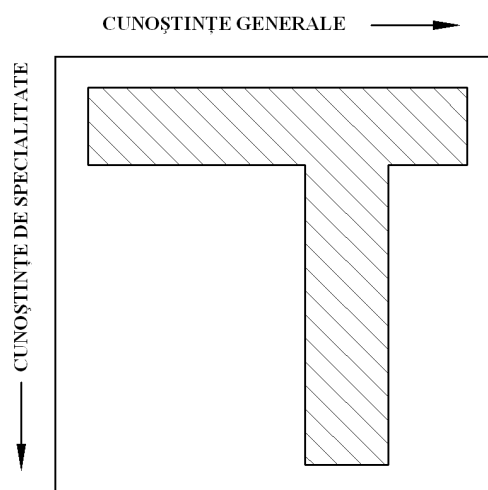


Fig. 12. Reprezentarea gradului de pregătire profesională pentru un cercetător care lucrează în echipă.

Pentru conlucrarea în echipă, urmând principiul enunțat mai sus bazat pe profesionalism, se realizează și încrederea reciprocă între membrii echipei. La aceasta mai trebuie adăugat că este absolut necesar să fie foarte bine definit scopul obiectivului de cercetat.

Pregătirea profesională trebuie să fie în atenția personală a individului și a organizației. Pentru organizație, pregătirea profesională a individului este legată și de acoperirea financiară a cheltuielilor legate de această acțiune.

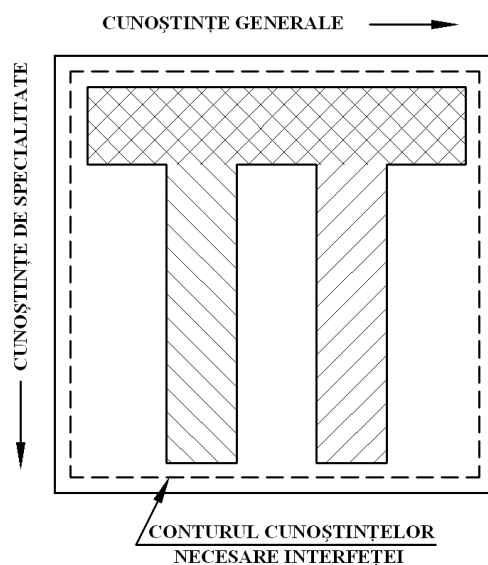


Fig. 13. Reprezentarea gradului de pregătire profesională pentru doi cercetători, de specialități diferite, care lucrează în echipă.

În mod normal specializarea individului se face la începutul carierei, după care urmează o lărgire a domeniului de pregătire profesională. În acest fel se urmărește să se evite amatorismul și respectiv „aproximația”, un fenomen periculos atât pentru știință, cât și pentru tehnică.

Din experiența proprie, două sunt metodele prin care organizația se implică în pregătirea profesională a individului (exceptăm bursele sau alte forme de finanțare, pentru care pregătirea profesională se efectuează în afara organizației): „feedback”-ul și doctorantura.

Feedback-ul, sau realimentarea, sau, pentru înțelesul de aici, a învăța din erorile (vrem să evităm cuvântul greșeli) proprii pentru a putea să-ți continui investigațiile în vederea atingerii obiectivului propus, rezultă ca metodă de pregătire profesională și chiar ca metodă de lucru în conformitate cu definiția dată expertului de către Niels Bohr (pag 13) și ilustrată la fig. 2. O considerăm cea mai eficace metodă, sub rezerva costului ei ridicat.

Doctorantura este o formă devenită clasică în pregătirea profesională a individului. Practicând procesul de doctorantură, strict legat de scopurile organizației de cercetare, pe lângă dezvoltarea profesională a individului, organizația va realiza obiective, respectiv teme de cercetare, la un nivel științific superior.

Referitor la interesul pentru obținerea unui doctorat, în organizațiile de cercetare se observă că o atenție mai mare se acordă licențiaților în știință, față de cei în inginerie, raportul fiind aproximativ 6 doctori în știință față de un doctor în inginerie. Este hazardat să cauți o explicație; totuși, în afara unei tradiții mai vechi, ea trebuie căutată în interesul individului pentru recunoașterea și valorificarea activității sale. Prin dezvoltarea alertă a tehnologiilor, raportul 6 : 1 este în scădere în favoarea licențiaților în inginerie.

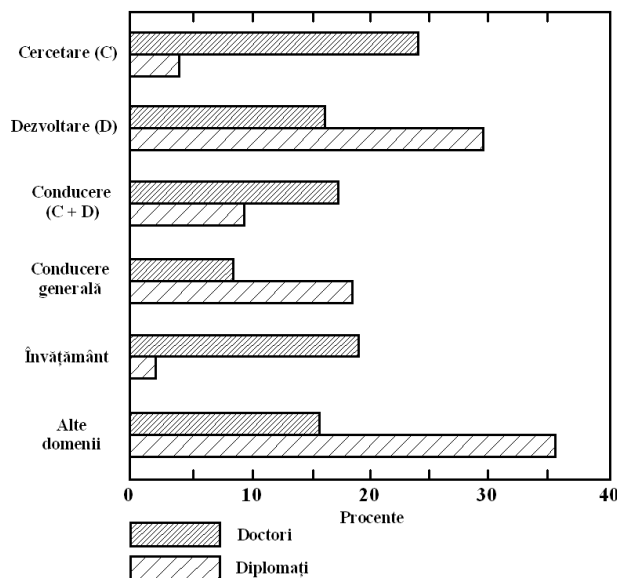


Fig. 14. O repartitie statistică a inginerilor, cu titlul de doctor sau diplomați, pe diferite categorii de activitate.

Pe domenii de activitate și numai în profesiunea de inginer, o statistică, din anul 1983, prezentată în fig. 14, arată raportul dintre doctori și diplomați. Statistica aparține lui „Science Indicators, 1985”. Un raport net în favoarea doctorilor în inginerie este în avantajul celor care activează în cercetare, conducerea cercetărilor și în special în învățământul superior.

Controlul activității de pregătire profesională este recomandabil să se facă cel puțin de două ori pe an, prin discutarea activității și urmărirea progresului în carieră. Această valorificare este independentă de controlul periodic al activității organizației.

Nu trebuie uitat că într-o organizație de cercetare nimic nu este mai important decât calitatea personalului. Aceasta nu înseamnă că un cercetător trebuie să fie un supraom, ci doar un om dotat mai deosebit.

Calificarea profesională, deși foarte importantă, nu este unica calitate care se cere unui cercetător științific. Cercetătorul trebuie să fie conștient că face un lucru important urmărind un scop specific, dificil, dar posibil de atins. Pe parcursul procesului de cercetare, cercetătorul este des confruntat cu eșecuri, mai mici sau mai mari, care, mai mult sau mai puțin, sunt descurajante, și atunci el trebuie să aibă tăria de ale depăși. În scopul depășirii eșecurilor cercetătorul trebuie să aibe o judecată analitică, să prezinte inițiativă și să fie flexibil în orientare. Prin aceasta cercetătorul face dovada perseverenței lui, rămâne orientat pe aceeași problemă și dă nota stabilității lui.

Curiozitatea unui cercetător este proverbială, dar ca să și-o poată valorifica el trebuie să prezinte o mare putere de abstractizare, pentru a descoperi esențialul și al putea reduce la unitate. Această calitate dă claritate în gândire, necesară atât lui personal cât și pentru expunerea ideilor. În general cercetătorul științific comunică prin literatură și întâlniri, cu alte cuvinte prin publicații și participări la manifestări științifice (conferințe, simpozioane). Pentru valorificarea cercetărilor, comunicarea se face prin interfață odată cu preluarea ultimelor experiențe de laborator de la cercetarea orientată și împreună cu beneficiarii ei prezumtivi (clienți potențiali).

De aici rezultă o caracteristică a cercetătorului după care este destul de ușor de recunoscut, și anume: dorința lui de afirmare. Această caracteristică are la bază și dorința cercetătorului de a fi autonom, independent, care în unele cazuri face din el un introvertit. Datorită acestor însușiri pune probleme în formarea echipelor, în special pentru organizatorul cercetării, pe care acesta trebuie să le trateze cu mult discernământ și abilitate.

Semnalizăm un sentiment nedorit pentru un cercetător: frica, care este un factor neproductiv, mai ales atunci când se cere atingerea unor performanțe de vârf. Frica se datorează în special lipsei de profesionalism și lipsei de experiență a cercetătorului, ambele scăzându-i încrederea în capacitatea lui. Frica are influențe negative și asupra activității echipei.

Cu trecerea timpului, prin câștigarea unei experiențe profesionale și de viață, la unii cercetători apare un sentiment de generozitate, o caracteristică a omului de valoare, care începe „să dea de la el”, alții urmărind să primească. În acest fel apare și se dezvoltă viitorul șef de echipă și în final organizatorul unei activități de cercetare.

Practic, pe întregul interval al activității de cercetare, între persoanele echipei apare și o competiție de promovare, care în unele cazuri, dă naștere la conflicte, cauzate în principal de egoism, ce trebuie evitat, pe cât posibil, prin adaptarea individului la calea urmată de echipă. În acest scop un prim pas, ce ține de etica individului, este instituirea unei stări de reciprocitate, bazate pe relații definite de o veche zicală „ce ție nu-ți place altuia nu-i face”. Tot referitor la etică și la același conflict, cel mai „puternic” (mai bun profesional, mai înalt în grad) trebuie să fie mai generos (noblețea obligă), ceea ce se numește beneficiul celui mai puțin puternic.

Evitarea situațiilor generatoare de conflicte atenționează asupra importanței care trebuie acordată realizării unui climat de participare a indivizilor în echipă. Climatul de participare în echipă este influențat și de scopurile diferite ale indivizilor din echipă. Astfel pentru cercetătorul științific motivațiile sunt de natură „cosmopolită”, de recunoaștere internațională, cât timp ale inginerului sunt de natură „locală”, legate de aplicarea directă a tehnologiei. Atenția care trebuie acordată acestei stări se traduce în cerința ca la lucru în echipă aprecierile să nu favorizeze unilateral disciplinele, mai ales că scopul final este de utilitate socială.

În final calitățile cercetătorului se concretizează în performanța lui individuală, care practic depinde de doi factori:

$$\text{Performanța} = f(\text{abilitate} \times \text{motivație})$$

care la rândul lor sunt:

$$\text{Abilitatea} = f[\text{aptitudini} \times (\text{pregătire} + \text{experiență})]$$

și

$$\text{Motivația} = f(\text{recompensa externă} + \text{recompensa internă})$$

Ceea ce influențează performanța unui cercetător trebuie căutat în relația dintre individ și organizația de cercetare.

În analogie cu transmiterea oricărui tip de flux, transferul de la interfața dintre știință și tehnologie este determinat de o caracteristică specifică interfeței (k) și o diferență de potențial (ΔP)

$$\tau = k\Delta P$$

care în cazul de față se poate formula:

$$\tau = (\text{capabilitate}) \times (\text{interes})$$

Prin *capabilitate* se înțeleg în totalitate posibilitățile pe care le are organizația pentru a rezolva cu succes problemele legate de obiectivele programului de cercetare. Posibilitățile constau din personal, dotare și fonduri.

Revenind acum la performanța personalului, motivația – prin cele două forme de recompensă, externă și internă, direct legate de organizație – necesită o explicitare.

Prin recompensă externă trebuie înțeleasă recompensa pe care o dă organizația sub formă de salarii, beneficii, premii, călătorii la conferințe sau alte manifestări științifice și tehnice.

Prin recompensă internă se înțelege crearea unor condiții corespunzătoare de lucru, de mediu și a unor modalități de sesizare de către individ a importanței activității sale în organizație și a efectului ei social.

Parte din personalul de cercetare mai desfășoară și unele activități colaterale, cum ar fi: didactică, administrativă sau social-economică. Exceptând pe ultima, există diferite păreri cu privire la influența pozitivă care ar avea-o una din cele două activități, didactică și administrativă, asupra performanței individului în cercetare. Din experiența personală, a rezultat că cercetătorii angrenați și în activități administrative de organizație sunt mai performanți, mai productivi. Explicația are trei laturi: (i) practicând și activități administrative, acestea contribuie la obișnuința cercetătorului de a fi ordonat în acte, deci și în lucrări; (ii) administrația îl obișnuiește cu un limbaj simplu și concis, care îi dă claritate în exprimare; (iii) luând cunoștință cu problemele administrației, practic în cunoștință cu problemele organizației și prin aceasta participă într-un fel la conducerea ei și cunoaște nemijlocit obiectivele întregului program de cercetare și conexiunile dintre teme.

Cea mai delicată relație dintre individ și organizație este recompensa externă. În primul rând organizația trebuie să salarizeze pe individ după performanța lui și nu după poziție. Dificultatea mare intervine în aprecierea individului, care este – nu de puține ori – subiectivă (simpatizezi sau nu pe cercetător). Contribuția individului este cu atât mai dificil de apreciat cu cât lucrează în cadrul unei echipe. Atenție, aprecierile greșite trag mai mult în cumpănă decât succesele.

Pentru că una din condițiile de salarizare este gradul științific obținut de individ, este foarte important ca organizația să întocmească de așa natură criteriile de promovare, încât ele să contribuie la creșterea eficienței activității de cercetare în raport cu interesul personal al cercetătorului.

Incontestabil, problema principală într-o organizație de cercetare este omul, în toată complexitatea lui ca individ și echipă, conducerii organizației și în special directorului, revenindu-i dificila sarcină de a căuta să mențină un echilibru între interesele personale ale omului și interesele organizației de cercetare.

5

DIRECTORUL

Am ales denumirea de *director* și nu de manager, titulatură cu largă circulație în ultimul timp, deoarece pentru o organizație de cercetare directorul are o sferă mai largă decât managerul: el este un om de știință și ca atare se va ocupa, echilibrat, atât de activitatea științifică a organizației, cât și de gospodărirea ei.

Problema de bază a unui director este să îmbine armonios interesele organizației cu interesele personale ale indivizilor, astfel ca, pe ansamblu, rezultatele organizației să prezinte un bilanț pozitiv, respectiv să marcheze continuu o dezvoltare progresivă.

Această îmbinare alătură unele condiții obiective cu unele condiții subiective, ceea ce face ca organizarea unei activități să reprezinte o confruntare între necesitățile organizației și necesitățile individului. Directorul va trebui, ca urmare, să ia în considerare interesul, abilitatea și personalitatea individului în raport cu necesitățile organizației.

În relația director-individ, la care directorul trebuie să se poată adapta după personalitatea fiecărui individ, luarea unei decizii se confruntă cu atât de sugestiva reflexie a lui Victor Hugo: „e atât de ușor să fi bun, greutatea e să fi drept”.

Elementul căruia directorul trebuie să-i organizeze activitatea este omul, care ar trebui definit din punct de vedere al muncii sale, urmând ca modul de organizare să rezulte în concordanță cu specificul de comportament al elementului. O definiție, e drept puțin trivială (dată de o carte de management) a omului muncitor, indiferent de pregătirea lui profesională, dar în general aplicabilă, mai ales dacă în fața fiecărui caracter se introduce un coeficient de participare cu o valoare egală sau mai mică decât unu, însă în nici un caz zero, suna așa: „omul muncitor este persoana care dorește să câștige cât mai mult, cu cât mai puțină muncă și dacă este posibil fără nici o răspundere”.

Un rol tot atât de important ca omul, în organizarea unei activități de cercetare, îl reprezintă scopul, care trebuie să fie clar și poate purta numele de *program*, *obiectiv*, *temă* și care, bineînțeles, se cere a fi îndeplinit. De scop este legată și mărimea organizației.

În stadiul inițial, organizația poate fi „supravegheată” de un singur director. La dezvoltarea organizației aceasta se va divide în unități cu particularități diferite, ceea ce va face să apară și interese de organizație diferite, care însă nu sunt în avantajul eficienței globale a organizației. Rezultă recomandarea ca o organizație de cercetare să nu depășească mărimea ce nu poate fi supravegheată de un singur director, acesta împărțindu-și activitatea, echilibrat, între cercetare și administrație.

Din relația organizație-individ, sau mai simplu scop-om rezultă principalele atribuții pentru un director de organizație de cercetare.

Pentru organizarea activității de cercetare directorul dispune de următoarele elemente de bază:

- *personal*
- *idei*
- *fonduri*
- *bunuri culturale.*

Personalul de cercetare a fost discutat în capitolul precedent, ca element de bază în organizație. Personalul ajutător (de execuție) și din administrație este format din indivizi cu pregătire superioară și medie, cu sarcini de serviciu precise.

Ideile sunt fondul de dezvoltare al organizației și provin din însăși activitatea de bază sau din exteriorul instituției. Cele mai multe idei noi nu sunt luate din literatură, ci rezultă în urma discuțiilor cu persoane care lucrează în probleme similare. De aici și importanța și eficiența manifestărilor științifice și tehnice, cum ar fi congrese, conferințe, simpozioane etc.

Fondurile, fără de care nu se poate imagina nici un fel de activitate, sunt o grijă permanentă a directorului, care trebuie să-și orienteze atenția asupra obiectivelor care pot fi comercializate pe cât mai multe piețe, unde numărul de beneficiari este mai mare și ca atare costurile cercetării se vor împărți la un număr cât mai mare, făcând activitatea cu atât mai eficientă.

Bunurile culturale sunt de două categorii: obiective și subiective. Bunurile culturale obiective sunt formate din laboratoare, echipamente, clădiri, birouri, mobilier etc., iar cele subiective sunt reguli, legi, norme, valori etc.

Organizarea administrativă presupune un proces de conducere (managerial) și o funcție de conducere. În principal prin proces de conducere trebuie înțelese activitățile de planificare, control, bugetare, de personal ș.a., iar prin funcție de conducere, aprovizionarea, producția, negocierile ș.a.

În funcție de scop (program), directorul va decide dacă aplică un sistem de organizare centralizat sau descentralizat. Pentru proiecte de durată scurtă și pentru care fluxul informațional este lent, se recomandă sistemul centralizat. Pentru proiecte de lungă durată, la care fluxul informațional și de cunoștințe este rapid, se recomandă sistemul descentralizat. Pentru organizații mai mari cele două sisteme se pot combina. Tendința însă trebuie să fie descentralizarea, bazată pe un flux informațional bine pus la punct.

Creșterea eficienței unei organizații, și în special controlul ei, este o funcție de gradul de autonomie pe care directorul, cu responsabilitate, trebuie să-l impună organizației. Autonomia este de două feluri, strategică sau operațională. Autonomia strategică este cea care îți dă libertatea de a-ți alege „ordinea de zi”, iar autonomia operațională este libertatea de a implementa „ordinea de zi” în diferite moduri. Cea mai importantă este autonomia operațională, pe care am putea-o numi, ca politică organizatorică, „libertate controlată”. Ea înseamnă practic că, în cadrul unui program, ești liber să iei orice hotărâre.

Directorul trebuie să se gândească mereu la viitor și ca atare trebuie să acorde o atenție deosebită investiției în cercetarea fundamentală (de bază), cu ajutorul căreia creează un suport al procesului de educație și școlarizare a omului de știință și a inginerului, creează o legătură strânsă între invenții și inovații, cu care menține competitivitatea internațională a industriei și, prin valorificare, dezvoltă tehnologii de ordin economic, social sau strategic.

Revenind la elementul de personal, directorul trebuie să instituie un climat de participare, de egalitate, de siguranță și chiar de plăcere. Conducerea în organizația de cercetare este un proces de influență mutuală între șef și subordonat. În primul rând trebuie introdusă și menținută o stare de sinceritate totală, bazată și controlată pe deschidere și pe transparență. Discuția critică să fie o metodă de lucru și nu un act de penalizare.

Angajamentele luate de director trebuie raportate la capacitatea organizației: unui director nu i se permite să afirme că el ar fi rezolvat problema, dar nu a avut cu cine. Un asemenea director trebuie schimbat. Angajamentele fac parte din acțiunile exterioare ale directorului și pentru a le duce la bun sfârșit trebuie să acorde o mare atenție unor acțiuni interne, dintre care de mare importanță este rezolvarea problemelor conflictuale, care în general sunt generate de faptul că percepția, nu realitatea, determină comportarea personalului. De aici stări de mulțumire sau nemulțumire. În general conflictele sunt individuale, personale și, mai rar, de grup, uneori chiar interculturale.

Conflictele personale au cauze diferite, cum ar fi: supraîncărcarea sau subîncărcarea în activitate, competiția pentru promovare în grupa de lucru, depășirea capacității profesionale, neacceptarea liberă a temei de cercetare, sentimentul de marginalizare, ambiguitatea în intențiile și programul superiorilor ș.a.

Conflictele de grup sunt generate de condițiile de dotare, spații, comportament, mediu ș.a.

Conflictele mai grave sunt cele interculturale, care se datorează regulilor de conduită, credinței religioase, limbii vorbite, convingerilor politice ș.a.

Pentru aplanarea conflictelor nu se poate prescrie o rețetă. Directorul trebuie să prezinte mult tact, o bună cunoaștere a oamenilor și să fie cooperativ. Va trebui să evite cât mai mult egoismul și să îndrepte personalul să adopte calea grupului.

Pentru rezolvarea conflictelor de grup este recomandabil ca directorul să se întâlnească cu toți membrii grupului și nu numai cu reprezentanții lor și dacă conflictul este între grupuri, soluția va trebui găsită de către cele două grupuri și nu să fie impusă din afară.

Preventiv, pentru evitarea stării conflictuale, este recomandat să existe norme etice de laborator, să fie stimulată corespunzător cointeresarea, iar realizarea scopului principal să se facă prin creativitate și rezolvări concrete ale problemelor.

Directorul trebuie să învețe să tolereze un domeniu larg de comportări ale subordonaților, mai ales când aceștia sunt persoane care manifestă multă independență și judecă logic, conlucrând cu inteligența lor pentru înlăturarea incertitudinilor inerente din activitatea de cercetare științifică.

Atenție, vulnerabilitatea directorului constă în conflicte și ambiguitate!

Datorită personalității fiecărui individ în parte, conducerea unei organizații de cercetare are un specific aparte, ea fiind un proces mutual de influență între director și subordonați. Directorul trebuie să fie în primul rând un bun profesionist și să participe cel puțin jumătate din timpul lui de activitate în cercetare, în contact direct cu colaboratorii. În felul acesta poate armoniza atribuțiile personalului cu scopurile organizației și aplica cu succes principiul libertății controlate, care să permită autonomia individuală și să se obțină cele mai bune soluții. Indirect, prin această conlucrare personalul cunoaște problemele organizației, poate contribui activ la rezolvarea lor, printr-o activitate și un comportament în cunoștință de cauză.

Tratând pe angajat ca o personalitate, directorul va putea, urmărind activitatea lui în timp, să aibă o confirmare sau nu, dacă a procedat corect în relația cu personalul. O primă reacție care poate fi urmărită este absenteismul, care dacă scade, trebuie asociat cu satisfacția individului, ceea ce se repercutează asupra creșterii eficienței organizației.

Din cele discutate până acum, rezultă că filozofia conducerii unei unități de cercetare vede relația cu personalul ca fiind cea mai importantă, cea care generează eficiența organizației. Această relație s-ar putea rezuma:

Indivizii care formează personalul, sunt resurse de valoare, deoarece ei au idei și cunoștințe.

Personalul trebuie tratat corect și cu respect.

Personalul trebuie să-și perfecționeze continuu pregătirea profesională, care să fie susținută de organizație.

Personalul trebuie antrenat să participe la viața de organizație, să capete încredere în ea, să participe la decizii și să dezvolte soluții mai bune; astfel personalul va accepta schimbări.

Personalul de valoare trebuie încurajat să ia decizii importante asupra conducerii activității, din care să le rezulte satisfacție, cu consecințe asupra eficienței organizării.

Personalitatea directorului și viabilitatea organizației de cercetare se verifică în perioadele de schimbări (tranziții) și transfer tehnologic, situații care se succed reciproc.

6

SCHIMBARE ȘI TRANSFER

Relația de interdependență dintre știință, tehnologie și societate, prin care știința stimulează tehnologia și, ca revers, tehnologia stimulează știința și amândouă – economia, fac ca situația în știință să se dezvolte permanent și, ca atare, ea să se afle într-o stare dinamică, de continuă transformare, stare dinamică caracterizată, după caz, de perioade de amplitudini diferite.

Schimbările într-o organizație de cercetare se manifestă diferit, din care amintim că o cercetare fundamentală în acest an poate fi una aplicată în anul viitor; munca creatoare din organizație poate aduce însă rezultate neașteptate, sau rezolvări în timp mai scurt, care aplicate ansamblului au efecte cum sunt cele reprezentate în fig. 11; obiective sau chiar programe de cercetare pot avea un caracter convergent și devine necesară orientarea imediată, pe cât este posibil, spre o cercetare cu caracter divergent, cu deschidere largă spre viitor.

Se cere, în consecință, o mare capacitate de adaptare, practic la tot ce e nou și într-un timp cât mai scurt, ceea ce are drept consecință mărirea eficienței organizației (conurența are caracter general). Se impune o precizare: orice schimbare în organizație este un experiment. De aceea schimbările trebuie făcute după un studiu prealabil, bine pregătit și analizate cu grijă, pentru a vedea dacă sunt eficiente. O condiție esențială este ca schimbarea să se facă la timpul potrivit. La baza schimbării stă creativitatea, care la rândul ei depinde de persoane și de mediu, deci ceea ce se schimbă sunt oameni, echipe, organizația însăși. Sunt schimbări necesare anual, altele după perioade mai lungi de 5 – 7 ani, în funcție de obiective, programe și conjunctură.

De importanță vitală pentru succesul unei schimbări este atitudinea participanților, înainte, în timpul și după efectuarea schimbărilor, deoarece individul, prin natura lui, este conservator și anumite incertitudini îl fac să accepte cu rezerve o inovație, mai ales când are impresia că schimbarea îi poate aduce unele neplăceri.

Înainte de a proceda la orice fel de schimbare este necesar să se facă o analiză atentă și un plan de acțiune, care să vizeze un rezultat final. Cel mai comun impediment în realizarea unei schimbări este lipsa unei înțelegeri complete a scopului și a modului de acțiune. Pentru aceasta este absolut necesar să se stabilească cu anticipație obiectivele pe termen lung și apropiat, să se specifice schimbarea cerută, care sunt modalitățile prin care se realizează schimbarea, când și cine sunt implicați în schimbare și ce se obține după realizarea schimbării.

În ce constă schimbarea și când trebuie efectuată sunt factori critici, care trebuie corelați cu cererea externă (piața) și conjunctura social-economică.

Schimbarea se face cognitiv, afectiv și comportamental. Este dificil să recomanzi o rețetă pentru realizarea ei, fiind mult influențată de condițiile locale. Totuși, ca linii directe se pot aminti următorii pași:

- Diagnoza sau analiza de caz
- Evitarea sau înlăturarea rezistenței la acțiuni inovatoare
- Pregătirea și educarea personalului pentru efectuarea schimbării
- Evaluarea cheltuielilor în raport cu beneficiile
- Instituționalizarea schimbării prin noi norme și scheme organizatorice
- Difuzarea schimbării și câștigarea opiniei pentru reușită.

În rezumat, încercând o prezentare a unei schimbări în organizație, se poate imagina următorul tabel:

Problema	Implicarea
Rezistența	Motivată schimbarea
Controlul	Organizată tranziția
Efort	Modelarea dinamicii politicii de schimb

O schimbare în organizație este provocată și de transferul tehnologic al unei cercetări, care pornind de la un program în majoritatea cazurilor convergent asupra unui obiectiv, impune o nouă orientare, dacă este posibil și după cum am amintit, cu un obiectiv divergent ca aplicabilitate, dar bazat pe cunoștințele acumulate în decursul cercetării care acum se transferă.

Transferul tehnologic reprezintă un factor care trebuie să se impună în pofida psihologiei personalității, deoarece mulți sunt cei care se opun inovațiilor și schimbărilor și, ca atare, este necesar un mare efort pentru a promova noul.

Practic este necesar să se poată menține un echilibru între inițiativă și risc, deoarece orice greșeală este imediat penalizată. Un factor important în transferul tehnologic îl reprezintă participarea activă a beneficiarului. Ar trebui să se lucreze sub deviza: *Supraviețuirea depinde de schimbare!*

Rezultă că transferul este o acțiune comună a cercetării cu beneficiarul prin intermediul unei organizații de proiectare, care să întocmească documentația tehnică în conformitate cu normele interne și internaționale. Proiectantul poate fi independent sau să aparțină, după caz, cercetării sau beneficiarului.

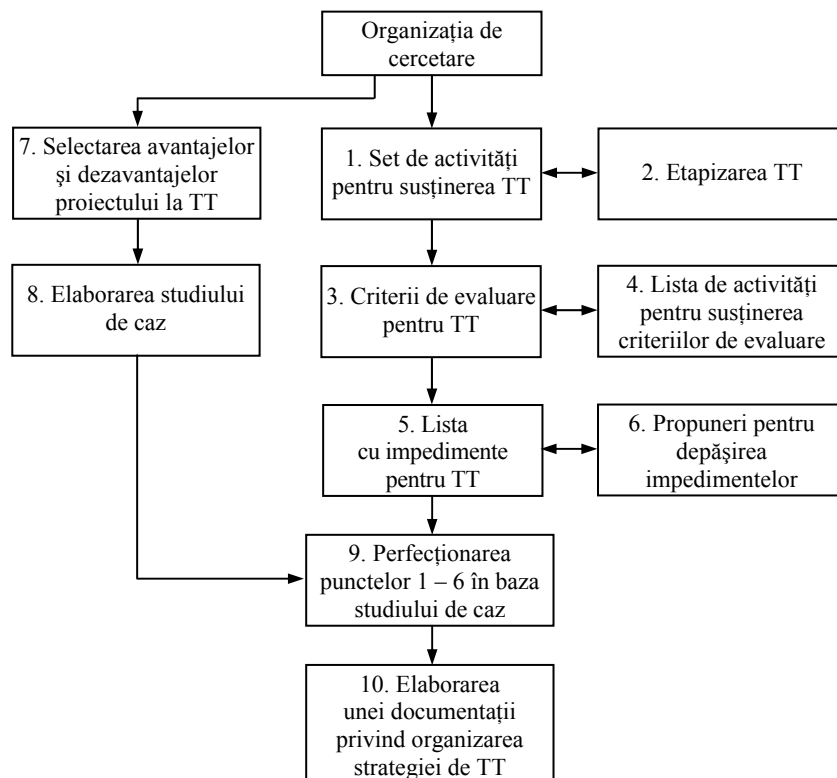
Proiectantul, ca intermediar în transferul tehnologic, determină în bună parte volumul cercetărilor, deoarece cercetarea trebuie să acopere diferența dintre cunoștințele tehnologice ale proiectantului și noutatea adusă de cercetare. Este evident că la o mare experiență a proiectantului, aportul cercetătorului este limitat la specificul noului, în timp ce pentru o tehnologie cu totul nouă, sau la experiență mai redusă a proiectantului, cercetătorul trebuie să dea practic totul. În acest din urmă caz cercetării îi revine sarcina de a rezolva și probleme legate de anumite echipamente specifice noii tehnologii. Pentru ca o țară să poată fi numită industrială, nu este de ajuns să fie numai deținătoarea unor tehnologii, ci trebuie să aibe și capacitatea de a le pune în aplicare.

Relația cercetare – proiectare – beneficiar (client) trebuie să se bazeze pe încrederea reciprocă în profesionalismul fiecăruia. Amatorismul trebuie evitat cu desăvârșire.

În condițiile actuale transferul tehnologic ridică o problemă specifică, legată de opțiunea între risc și răspundere. Aplicarea unei tehnologii proprii sau importante prezintă un risc aproximativ egal, mai ales raportat la exploatarea obiectivului. La importul unei tehnologii răspunderea proiectului este minoră, cât timp la industrializarea unei tehnologii proprii răspunderea cercetător-proiectant este practic totală. La aceasta trebuie adăugat că cercetarea unei noi tehnologii este concurențată de tehnologiile din țările avansate industrial și, ca atare, cercetarea pornește handicapat. Toate acestea trebuie compensate prin programe de finanțare și o legislație care să vină în sprijinul promovării tehnologiilor naționale, permițând astfel personalului de specialitate să-și desfășoare cu răspundere activitatea și având în același timp și siguranța și continuitatea unui loc de muncă, după pregătirea lui profesională.

Transferul tehnologic, după cum se poate constata, este o acțiune complexă, poate cea mai importantă pentru o cercetare organizată, urmărind un rezultat final legat de o schimbare esențială în organizație, și care vine să confirme viabilitatea ei.

Transferul tehnologic, care reprezintă valorificarea cercetărilor de interfață, trebuie pregătit cu minuțiozitate pentru a prezenta credibilitate și eficiență. Pentru aceasta trebuie elaborată o strategie de transfer, care presupune o pregătire și un document final de organizare.



TT = transfer tehnologic

Fig. 15. Schema de organizare a unui transfer tehnologic.

În perioada de pregătire se dezvoltă o serie de activități pentru susținerea transferului tehnologic, care prevăd etapizarea pentru diferitele tehnologii și se întocmește o listă de acțiuni, care să poată influența pozitiv criteriile de evaluare. Trebuie avute în vedere și analizate obstacolele care pot interveni la transferul tehnologic și elaborarea de sugestii pentru depășirea acestor impedimente.

Strategia propriu-zisă a unui transfer de tehnologie începe cu selectarea avantajelor și dezavantajelor diferitelor proiecte de transfer. Pentru aceasta se elaborează un studiu de caz pentru fiecare proiect, ținând cont de datele obținute în perioada de pregătire și care au fost perfecționate pe parcurs. În felul acesta se elaborează o documentație care prevede o orientare generală pentru organizarea specială a dezvoltării strategiei de transfer a unei tehnologii.

În fig. 15 se prezintă, sub forma unei scheme logice, modul de elaborare a unei strategii pentru transfer tehnologic.

Transferul unei noi tehnologii este limitat de utilitatea lui și pentru aceasta, la întocmirea strategiei o atenție deosebită trebuie acordată criteriilor de evaluare. Dintre acestea se amintesc: micșorarea costurilor, a timpului sau îmbunătățirea calității față de tehnologiile existente; compatibilitatea cu experiența, capacitatea sistemului de organizare; complexitatea, respectiv gradul de dificultate pentru asimilarea tehnologiei (echipamente speciale, școlarizare etc.); resurse, existența capitalului necesar la beneficiar; pregătirea tehnică a personalului de cercetare pentru cunoașterea întregii tehnologii și posibilități de intervenție pe parcurs; surse externe, care să contribuie la transfer, ca norme, standarde, pregătirea beneficiarului etc.

Se poate afirma că după realizarea unui transfer tehnologic încununat de succes, organizația de cercetare și-a atins maturitatea și a obținut încrederea pentru dezvoltări ulterioare.

7

ÎN LOC DE ÎNCHEIERE

Interfața dintre știință și tehnologie impune o cercetare organizată, de valorificare a cunoștințelor științifice, pentru progresul economic și social. Prin această valorificare putem confirma ideea că tehnica este știința de a face.

Între știință și tehnică a existat o interinfluențare, practic o concurență, poate alimentată de dorința de afirmare. Cred că următoarea povestioară aduce unele clarificări în această discuție: cu ocazia lansării unui satelit, în ediția specială a ziarelor, știrea a fost relatată sub titlul, cu litere mari: „Mare succes al științei, a fost lansat cu succes un nou satelit al pământului”. Câteva săptămâni mai târziu s-a pregătit o nouă lansare, dar la scurt timp după start, o explozie a rachetei a condus la un eșec. În aceeași ediție specială a ziarelor, știrea a fost relatată sub titlul scris cu aceleași litere mari: „Din cauza unei defecțiuni tehnice, satelitul nu a putut fi lansat”.

Este de la sine înțeles că succesele și insuccesele nu pot fi atribuite selectiv. Ele sunt o parte a activităților umane. Discuția între știință și tehnică poate și este mediată de către cercetarea de interfață. Fiecăreia dintre aceste activități trebuie să i se acorde o importanță egală, confirmată în final de societate. Știința și tehnologia se influențează și se completează reciproc, au domenii specifice, iar cercetarea corespunzătoare, orientată sau organizată, are caractere diferite, care, rezumativ, sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

CERCETARE

Clasificare	Orientată	Organizată
Echivalent	Research	Development
Scop	Cunoaștere	Valorificare
Criterii de decizie	Ce face ca știința să progreseze	Ce face beneficiarul pentru necesitățile cercetării
Caracter	Cosmopolit, recunoaștere	Local, direct aplicată
Element de bază	Individ - personalitate științifică	Echipă
Activitate bazată pe	Studiu de caz	Program
Controlul activității	Consiliu de analiză	Contact - recepție
Calitatea aprecierii	Subiectivă	Obiectivă
Protecția valorii	Publicații	Brevete
Protecția socială	Locuri în învățământ	Prin producție proprie sau locuri în industrie
Pregătirea personalului	Feedback	Feedback
Formă organizatorică	Individ - laborator	Institut
Tip de unitate	Non profit	Cu profit
Apartenență	Independentă de guvern	Dependentă de guvern
Costuri	Reduse	Importante
Finanțare	Subvenții (grand), buget	Buget, fond special

Se poate pune întrebarea: Cum ar fi o organizație ideală de cercetare? Un răspuns documentat nu cred că se poate da, dar nu putem rezista tentației de a vedea o organizație fără șefi, cu un director fără birou și bazată pe un sistem informațional total. Individul ideal nu există și este foarte bine că nu există, deoarece pentru unii organizatori el ar reprezenta doar un element „ascultător”, care ar putea fi asemuit mai mult cu un „obiect”, fiind astfel lipsit de calitatea lui principală, personalitatea. Și deoarece indivizii sunt oameni normali, cu calități și defecte, în organizație apare tendința de promovare în calitate de șef, care aduce după sine separarea formației (echipa) și odată cu ea se manifestă rezistența la transmiterea informației. De aici necesitatea elaborării unui sistem organizatoric propriu fiecărei organizații, bazat pe condițiile reale de existență.

Această organizație de cercetare, reală și eficientă, o vedem cu un număr maxim de 100 profesioniști, care poate fi rațional administrat, cu un grad mare de vehiculare a informației și cu un program bine conturat. Organizația trebuie să aibe în atenție să rezolve cât mai multe din problemele angajaților, pentru ai putea antrena cât mai eficient în activitatea de cercetare, care să devină astfel preocuparea lor principală. Tot organizației îi revine datoria de a cultiva valorile, ca prin inteligență să dezvolte idei inovatoare, valorificate cu profesionalism și finanțate corespunzător; acestea sunt condițiile de bază pentru obținerea unor rezultate de valoare. Principiul democrației trebuie să stea la baza oricărei organizări în activitatea de cercetare, dar aplicarea lui în practică, date fiind condițiile reale, poate uneori lua și forma din fig. 16.



Fig. 16. O posibilă desfășurare a unei ședințe de consiliu de administrație.

BIBLIOGRAFIE CONSULTATĂ

- [1] R. K. JAIN, H. C. TRIANDIS, *Management of reseaech and development organization*, Ed. John Wiley, New-York, 1990.
- [2] H. NYSTRÖM, *Tehnologica land market innovation*, Ed. John Wiley, New-York, 1990.
- [3] W. B. WEIMER, *Notes on the methodology of scientific research*, Ed. Lawrence Erlbaum As. Hillsdale, 1979.
- [4] D. H. HARRIS, F. B. CHANEY, *Humman factors in quality assurance*, Ed. John Wiley, New-York, 1969.
- [5] S. MARCUS, *Controverse în știință și inginerie*, Ed. Tehnică, București, 1990.
- [6] M. PECULEA, *Heavy water an interface between science and technology*, Romanian Reports in Physic, vol. 45, 1993, Nr. 2, pg. 129-152.
- [7] M. PECULEA, *Apa grea*, Rev. Academica, An II, martie 1992, Nr. 5 (17).
- [8] M. PECULEA, *Cercetarea științifică*, Rev. Academica, An. III, octombrie 1993, Nr. 12 (36).
- [9] M. PECULEA, *Industrializarea proceselor de separare a apei grele. Investigații în domeniul energiei*, Ed. Dacia, Cluj, 1982, pg. 99-116.
- [10] M. PECULEA, *Programe de cercetare pentru tehnologia de separare a izotopilor hidrogenului*, Curierul de fizică, An. II, martie, 1991, Nr. 1 (4), pg. 16-17.



Acad. Marius PECULEA (n. 13.04.1926 Cluj-Napoca) este absolvent al Facultății de Electromecanică a Politehnicii din Timișoara (1949), doctor în termodinamică (1966), doctor docent (1974), profesor universitar (1971), membru corespondent (1991), titular (1993) și Secretar General (1994 – 1999) al Academiei Române. Domeniu de referință: termodinamica și separări izotopice, având o contribuție majoră la elaborarea, experimentarea și transpunerea industrială a tehnologiei de

separare și producere a apei grele. Distincții: Premiul Academiei Române (1981), Ordinul Meritul Științific cls. II (1974) și cls. III. (1981), Ordinul Pentru Merit în grad de Mare Ofițer (2000), Cetățean de Onoare al Municipiului Cluj-Napoca (1995) și al Municipiului Râmnicu-Vâlcea (2008). Doctor Honoris Causa al Universităților Tehnice din Cluj-Napoca (1995), București (1996), Craiova (1996), Oradea (1998), Constanța (2000), Timișoara (2002), Galați (2005). Membru al „Academia Scientiarum et Artium Europaea” din Salzburg (1996) și al „Academiei de Științe Tehnice din România” (1998), căreia îi este și membru fondator.

ISBN 978-973-720-306-9



9 789737 203069