

## **Cercetarea tehnologică și pregătirea cadrelor în scopul modernizării și viabilității economice**

În procesul de tranziție în care a intrat România, trei obiective, cel puțin, au o importanță fundamentală: trecerea spre economia pieței libere, democratizarea întregii societăți, modernizarea tehnologico-științifică a economiei.

Stimularea creației tehnologice și largă sa difuzare în sistemul tehnologic al societății, cu alte cuvinte invenția și inovația tehnologică, joacă un rol central, cu funcții sociale specifice legate nu numai de modernizarea economică, de funcționarea unui mecanism productiv eficient și competitiv pe plan mondial, ci și de asigurarea unei economii de piață viabile, capabile a imprima întregii noastre societăți un curs nou și progresiv, de sprijinirea și stimularea instaurării unui regim democratic menit să ducă la noi relații umane prin care poziția fiecăruia să depindă de aportul adus bunului mers al societății.

Analiza modului în care procesele de invenție și inovație tehnologică își găsesc cadrele societale adecvate, iar specialiștii sînt pregătiți pentru a realiza modernizarea este de o mare actualitate.

Studiile efectuate în București și provincie\* într-o serie de unități productive, institute de cercetare și proiectare, instituții de învățămînt (profesional, liceal și superior), discuțiile purtate cu cadre de conducere și specialiști, și — cu predilecție — desfășurarea unor experimente (pe parcurs a cinci ani) cu colective de oameni legați direct de modernizarea științifico-tehnologică a producției (în cadrul cărora s-au inițiat proiecte de invenții și inovații tehnologice, s-au analizat structurile organizaționale și profesionale implicate în procesul de creativitate, s-a testat eficiența pregătirii specialiștilor în raport cu cerințele participării lor la rezolvarea problemelor de modernizare din întreprinderi etc.) ne-au permis să formulăm concluzia, că, printre altele, *un factor important ce frîncează creativitatea științifico-tehnologică, folosirea rezultatelor științifice în sfera modernizării tehnologice, realizarea de produse de înaltă calitate și competitivitate constă în lipsa unei pregătiri și activități adecvate a specialiștilor din perspectiva exigențelor cercetării tehnologice.*

---

\* Cercetările au fost realizate de O. Hoffman (coord.), D. Țenoviei, S. Rașeev, D. Dragomirescu, împreună cu un alt colectiv al Institutului de sociologie coordonat de Șt. Costea și M. Larionescu, la care au colaborat numeroși specialiști din diverse domenii ale științei tehnologiei, învățămîntului și producției.

## I. Cercetarea tehnologică — verigă specifică, necesară în activitatea creativă

*Cercetarea tehnologică* \* reprezintă un tip specific de activitate creativă diferită calitativ (deși în strînsă îmbinare) de cercetare științifică.

Deși în practică oamenii sînt nevoiți să realizeze această activitate specifică (impusă de natura sarcinilor urmărite a fi rezolvate), în abordările teoretice și, în special, în instituțiile societale (oficial nu se recunoaște diferențierea cercetării tehnologice de cea științifică fapt pentru care nu se prevăd poziții specifice în nomenclatorul de profesii și mici modalități de organizare a muncii în colective sau institute de cercetare tehnologică) și în pregătirea specialiștilor (se pregătesc, deși deficitar, cadre doar pentru cercetarea științifică) cerințele și problematica proprie acestui tip specific de activitate sînt ignorate.

Investigațiile noastre au arătat că în gîndirea și comportarea multora domină viziunea greșită conform căreia știința este cea care asigură rezolvarea tuturor problemelor creative pe plan economic, iar tehnologia reprezintă doar o aplicare a științei, o activitate de transfer din sfera cunoașterii în cea a aplicabilității (termenul de „cercetare științifică aplicativă” fiind folosit în mod ambiguu, incluzînd și toată activitatea de creație nemijlocită a tehnologiei).

În acest fel, întreaga cercetare s-ar desfășura exclusiv în sfera științei, termenii de „cercetare” și „cercetare științifică” apărînd echivalenți. Prin aceasta, latura creativă în progresul tehnologie este pusă doar pe seama cercetătorilor științifici, iar personalul ocupat în sfera tehnologiei (reduc la cel din întreprinderile productive) este privit a avea doar preocupări de natură „practică”, de folosire a achizițiilor științei, de exploatare a utilajului, de execuție etc.

Nedelimitarea cercetării tehnologice de cea științifică face ca pregătirea profesională a celor care lucrează în zona tehnologiei să fie deficitară.

Pornindu-se de la prejudecata că doar în știință se face cercetare, cei ce nu lucrează direct în acest sector, ce nu sînt socotiți drept cercetători, sînt formați în mentalitatea că ei doar „aplică” rezultatele creației științifice obținute de alții, că sînt doar „practicanți” etc. În numeroasele discuții avute (în special cu personalul din întreprinderile productive) s-a arătat că o asemenea atitudine este dăunătoare pentru întreaga formare și activitate a specialiștilor din tehnologie.

Problema are o deosebit de serioasă implicație practică. *Cercetarea tehnologică se efectuează practic, căci ea este o secvență absolut necesară între cercetarea științifică și creația tehnologică, dar — în lipsa unei pregătiri speciale corespunzătoare și a unei folosiri adecvate a cadrelor — ea se realizează prin mijloace empirice, în mare parte cu o metodologie improvizată și cu oameni insuficient pregătiți pentru această profesie.*

\* Abordăm tehnologia în semnificația sa generală, incluzînd : tehnica (adică „hardul” tehnologiei : unelte, instalații, mașini etc.), programele și procesele (ceea ce se desemnează prin „soft”), organizarea (tehnologiile organizării : diviziunea muncii, sistemele de conducere și stimulare etc.), arhitectura (funcțiile sistemului tehnologic) la care unii mai adaugă (ca o parte distinctă de „soft”) programele integrate în aparatura automată (sub denumirea de „firm”).

În fond — și acest fapt este foarte important de luat în considerație — învățământul superior pregătește în mai mică măsură cadrele pentru *profesia de cercetător* ci, în esență, doar ca o formare în specialitate. În epoca revoluției științifico-tehnologice, pregătirea profesiilor diferențiate din sfera creației științifico-tehnologice este deficitară. Ca o remarcă generală putem arăta că învățământul superior pregătește cadrele doar sub aspectul domeniului de specialitate și nu în cel al profesiilor, urmându-se ca profesionalizarea propriu-zisă să fie făcută la locul de muncă. Astfel, absolventul (de exemplu) în chimie, specialitatea chimie organică, poate să-și aleagă (în raport cu preferințele sale) un post în domeniul învățământului, cercetării, producției, proiectării, deși fiecare din aceste locuri de muncă presupune profesii diferite cu aptitudini, solicitări și cunoștințe specifice. Studiile întreprinse de noi atestă cerința ca, cel puțin în ultimul an de studiu al studenților, să se treacă la o reală profesionalizare a cadrelor din perspectiva specificului muncii de cercetare științifico-tehnologică. O altă propunere (ce ar putea fi complementară primei) are în vedere posibilitatea organizării unor cursuri post universitare mai complexe (pe 3—5 luni) cu cadrele ce activează efectiv în sfera cercetării științifico-tehnologice.

Recunoașterea cercetării tehnologice, prezența profesiilor aferente acesteia în cadrul nomenclatorului de profesii și a practicii instructiv-educative a unităților de învățământ are menirea de a crea cadre bine pregătite necesare progresului tehnologic și a schimba mentalitățile, atitudinile acestora, modul de a fi priviți și tratați de către ceilalți specialiști. Tocmai lipsa de atenție acordată cercetării tehnologice duce la o atitudine „pasivistă”, necreativă, neangajantă din partea unor specialiști din tehnologie, aceștia „așteptând” ca problemele să fie rezolvate de alții (cei din cercetarea științifică).

## II. Specificul cercetării tehnologice

Diferențele dintre cercetarea tehnologică și cea științifică are la bază distincția calitativă existentă între tipul de probleme pe care le abordează și le rezolvă și, de aici, specificul proceselor de creație — în final — a produselor pe care ele le pot genera.

*Cercetarea științifică* se ocupă de probleme ideatice, cu alte cuvinte ea își pune întrebări asupra existenței (reale sau posibile) care urmăresc nemijlocit cunoașterea adevărată și relevantă (profundă și complexă).

*Cercetarea tehnologică* este un tip complementar de cercetare (chiar dacă se împletește cu cea științifică) ce are ca obiect rezolvarea de probleme privind crearea de noi realități (probleme proiectiv-constructive) legate de conceperea, proiectarea, construirea, folosirea instrumentelor nemijlocite ale acțiunii umane.

Orice tip de activitate (cercetare științifică, creație artistică, învățământ-educație etc.) presupune o tehnologie specifică, dar aceasta devine relevantă în cadrul producției de bunuri materiale (la care ne vom referi și noi în exclusivitate).

Produsele științei (cunoașterea științifică, concepte, ipoteze, teorii etc.) nu pot fi folosite direct în producția de bunuri materiale (teza conform

căreia știința devine forță nemijlocită de producție nu înseamnă transformarea sa în tehnologie, ci doar fundamentarea tehnologiei pe știință), și nici nu se „aplică” ca atare în tehnologie (cunoașterea științifică generând o imagine abstractă, la nivel de esență a existenței nu poate fi transpusă direct în producerea de lucruri concrete, particulare, așa cum sînt produsele tehnologice).

Problemele cercetării tehnologice vizează schimbarea realității (creare de produse tehnologice și modificarea însăși a naturii și societății) pentru rezolvarea cărora este necesară o cunoaștere de alt gen (care, plecînd de la cea științifică, se axează pe întrebări de genul „cum să facem?”, „cum să acționăm”?, „cum să rezolvăm”?).

În raport cu profunzimea schimbării pe care urmărește a o produce în sistemul tehnologic al societății, cercetarea tehnologică poate fi și ea: de străpungere (inițierea unei noi direcții de concepere a tehnologiilor cum ar fi realizarea, azi, a calculatoarelor de generația a cincea bazate pe inteligența artificială), fundamentele (schimbarea unor principii de realizare tehnologică: cum au fost modificările aduse primelor patru generații de calculatoare), de optimizare (optimizarea aceluiași tip de tehnologie, cum ar fi mărirea vitezei de funcționare a calculatoarelor, a numărului de operații pe secundă).

*Rezolvînd probleme de tip calitativ diferit, cercetarea tehnologică presupune un mod specific de abordare a acestora (o gîndire proprie, o metodologie adecvată, comportamente și atitudini deosebite).*

Discuțiile purtate și, cu deosebire, cooperarea directă cu numeroase cadre angrenate efectiv în cercetarea și creația tehnologică ne-au permis a schița cîteva aspecte privind specificul procesului de cercetare (și creație) tehnologică.

În legătură cu caracteristicile a ceea ce s-a denumit a fi „gîndirea tehnologică” amintim:

**a.** Caracterul axiologic (valorico-normativ) orientat al proceselor de cunoaștere și decizie, întreaga problematică tehnologică fiind determinată de fundamentarea scopului pe care-l urmărește cercetarea. Cercetarea tehnologică poate avea rezultate net diferite în raport cu valorile pe care le luăm drept „etaloane” de apreciere, selectare a alternativelor posibile și decizie asupra produsului pe care hotărîm să-l efectuăm. Astfel, *cercetarea tehnologică folosește selectiv cunoașterea oferită de cercetarea științifică și, în genere, stocul resurselor disponibile, în conformitate cu criteriile (valorile) luate în considerație.*

**b.** Caracterul combinatoriu al gîndirii și activităților practice implicate în cercetarea și creația tehnologică. produsul tehnologic fiind caracterizat prin combinarea de elemente și principii funcțional-constructive. Caracterul combinatoriu al tehnologiei pune în fața cercetătorului numeroase probleme teoretice și practice.

Tehnologia nu combină numai (și nici în special) componente multiple, ci (în special) principii diferite de funcționare. Un bioreactor combină procesele biologice, cu cele mecanice, electrice, termice, chimice etc. toate dirijate de microprocesoare. Un furnal modern presupune procese chimice, termice, fizice, mecanice, optice și, de asemenea, conducerea prin calculator. Construcțiile de locuințe necesită luarea în considerație a problemelor

legate de rezistența materialelor, transferul de căldură și umiditate, adaptarea la cerințele sociale generale ale locatarilor (educaționale, de confort, loisir, sănătate, etc.).

În fața cercetătorului, a creatorului de tehnologie se ridică exigențe privind elucidarea modalităților de combinare și angrenare consistentă a unei scheme, căci nici o știință nu ne indică modul de rezolvare a problemei. Corelat primei caracteristici menționate, combinarea presupune elaborarea de tehnologii integrate (consistența nu numai a componentelor unui produs tehnologic, ci a întregului sistem tehnologic al societății), ceea ce ridică probleme speciale în formarea specialiștilor.

**e.** Caracterul preponderent analitico-concret (imagistic) al gândirii în cercetarea tehnologică relevă mersul specific al acesteia de la abstract (cunoașterea științifică) spre concret (produsul tehnologic) sau de la concret la concret (prin analogia tehnologică). În acest context, gândirea cercetătorului în tehnologie este marcată de analiza concretului, a elementelor ce stau la baza combinării produsului, intuiția însăși presupunând relevanța aspectelor de analiză empirică, acționale (față de cele implicate în cercetarea științifică orientată, în special, spre sinteza rațională, dezvoltătoare).

**d.** Procedeele cercetării tehnologice, pornind de la specificul problematicii sale, sînt și ele diferite. Amintim, drept procedee caracteristice: analogia (găsirea unor similarități între tehnologii diferite), transferul (replicarea unui principiu dintr-o zonă a tehnologiei spre altele), procedeele bionice (găsirea de analogii între o „tehnologie a naturii”, adică între un procedeu, mecanism, proces din natură și o posibilă rezolvare pe planul creației umane), procedeele invenției (metodele intuitive de creație colectivă sau individuală), tehnicile de gândire convergentă (realizarea aceleiași soluții-obiectiv pornind de la situații acționale diferite) sau de gândire divergentă (elaborarea mai multor soluții alternative la aceeași problemă), experimentul tehnologic (ca rezolvare „pas cu pas” a problemei etc.).

### III. Specificul pregătirii cadrelor pentru cercetarea tehnologică

Rolul tot mai important al științei și tehnologiei în evoluția țării noastre impune depășirea modalităților actuale de formare a cadrelor avîndu-se în vedere că strategia de trecere spre economia de piață necesită asigurarea unui înalt potențial creativ al oamenilor. Punerea de acord a structurilor profesionale cu sistemul de sarcini și activități implicat de desfășurarea revoluției științifico-tehnologice, mai mult, crearea unor asemenea structuri apte a stimula și direcționa mersul nostru înainte prin aplicarea rapidă și largă a rezultatelor cercetărilor științifice și tehnologice autohtone și mondiale cer cu acuitate o pregătire specială a specialiștilor din zona cercetării tehnologice (așa cum am arătat la începutul studiului).

Conturarea modalităților de pregătire a viisoarelor profesii implicate în cercetarea tehnologică presupune:

**a.** Diversificarea actualului sistem de specializare profesională, prin conturarea unor tipuri de activități necesare a primi o pregătire proprie și cărora să li se atribuie competențe directe și exprese legate de ciclul proceselor de cercetare tehnologică, proiectare de noi tehnologii, introducerea

procesului tehnologic în producție, exploatarea și întreținerea optimă a utilajului etc. Nomenclatorul concret al profesiilor trebuie stabilit pe baza unor analize concrete, în fiecare domeniu profilându-se noi posibile profesii. Cercetările făcute de noi în sfera construcțiilor au arătat necesitatea unor profesii cum ar fi : cercetător-proiectant de materiale de construcții, cercetător în domeniul elementelor de construcții, cercetător în tehnologia demolării și recuperării, cercetător în amenajarea teritoriului și urbanistică etc.

**b.** Pregătirea multi și interdisciplinară capătă particularități derivate din caracterul combinatoriu al tehnologiei, din cerința rezolvării problemelor din perspectiva unei game cât mai complete de criterii (valori).

**c.** Pregătirea pentru cooperare impune formarea unor comportamente cerute de munca în echipe pe care cercetarea tehnologică le impune astăzi confruntată cu complexitatea crescândă a temelor abordate și a marii diversități de criterii (valori) pe care trebuie să le ia în considerație.

**d.** Îmbinarea pregătirii de specialitate cu o viziune globală integratoare impusă de efectele tot mai profunde, diverse și extinse (în timp și spațiu) a acțiunii tehnologice.

În cadrul acestei viziuni integratoare (avînd drept principiu „a acționa local, a gândi global”), un loc central trebuie să revină pregătirii economice a cercetătorilor, formării aptitudinilor de a judeca și decide asupra alternativelor tehnologice prin prisma evaluării implicațiilor socio-umane generale, a impactelor posibile asupra naturii.

**e.** Pregătirea diversificată pe nivele legată de natura sarcinilor de modernizare tehnologică. Astfel, alături de formarea cadrelor cu studii superioare se cuvine a lua în considerație cerința creării unor muncitori și cadre medii de înaltă specializare și competență care vor fi atrași direct în sfera cercetării și creației tehnologice, a introducerii rezultatelor acestora în producție. În studiile noastre ni s-a atras de multe ori atenția asupra lipsei unor muncitori formați special pentru a coopera cu personalul cu studii superioare din zona cercetării, numeroase invenții, inovații, modernizări impunînd cadre medii cu deschidere specială pentru aceste activități.

**f.** Pregătirea unitară a specialiștilor din sfera tehnologiei impune părăsirea vechii mentalități și practici de separare a tehnicii (definită ca referindu-se la utilaj, mașini, aparate etc.) de tehnologie (redușă la procese, instrucțiuni, norme etc.) ceea ce conduce la o anumită izolare (și greutate de cooperare) între așa-ziii tehnicieni (ce cunosc construirea utilajului) și așa-ziii tehnologi (specialiști în procese). În cercetările noastre ni s-au relatat numeroase cazuri în care constructorii de utilaje cunosc foarte puțin procesele ce dau sens acestora, (mărginindu-se la o imagine descriptivă a alcătuirii unor mașini, instalații etc., lipsite de suportul funcționării lor efective), iar specialiștii în procese nu se pricep la alcătuirea și construirea utilajelor. De aceea, cu greu se face transferul de la cercetare spre producție și invers, invenții deosebite, sînt asimilate cu multă întîrziere în fabricație, iar executarea lor este adesea defectuoasă. De multe ori, învățămîntul reproduce și adîncește această stare de fapt, prin separarea pregătirii cadrelor legate de construcția utilajului de cele aferente funcționării acestora.

**h.** Acordarea unei atenții speciale laturii educative în pregătirea cadrelor din cercetarea tehnologică, formarea lor în spiritul responsabilității sociale avându-se în vedere caracterul profund axiologic al întregului demers al creației.

*Pornind de la aceste considerente propunem:*

1. La instituțiile de învățămînt superior cu caracter politehnic să se limiteze o subsecție de pregătire a cadrelor pentru cercetarea tehnologică la care să se predea, alături de unele discipline de profil, cursuri legate de sociologia științei și tehnologiei, teoria și metodologia cunoașterii și creativității tehnologice, inventica, logica și psihologia cercetării, bionica, scientica etc.

2. La instituțiile de învățămînt superior cu caracter politehnic să se introducă, pentru toți studenții care nu vor fi repartizați în cercetare, cursuri de genul celor de mai sus pentru a se dezvolta receptivitatea întregului personal tehnologic productiv față de cercetare și modernizare, pentru a se putea realiza un dialog și cooperare în această privință.

3. Pentru specialiștii în tehnologie din întreprinderile productive să se inițieze cursuri de perfecționare pe probleme legate de cercetarea și creația tehnologică. La Universitatea din București s-ar putea introduce un curs de specializare postuniversitară pentru unele cadre din producție, institute de cercetare și proiectare care să profesionalizeze pe cei chemați a participa la cercetarea tehnologică.

4. Pe lângă comisiile județene ale inginerilor și tehnicienilor să se organizeze cicluri de expuneri și dezbateri pe teme legate de cercetarea și creativitatea științifico-tehnologică.

5. Centrele de perfecționare a cadrelor de pe lângă unele ministere să poată iniția cursuri complexe (de 3—6 luni) de pregătire postuniversitară cu personalul angajat în sfera cercetării-proiectării.