

## **Inovația tehnologică: concept, proces, tipologie și implicații în economie**

**Mihaela DIACONU**  
Universitatea „Petre Andrei”, Iași  
mhl\_dcn@yahoo.fr

**Rezumat.** *Interesul în creștere pe plan mondial pentru intensificarea activității inovatoare a întreprinderilor, cu deosebire cea tehnologică, este urmărit atât pentru menținerea sau sporirea competitivității economiilor naționale, cât și ca urmare a conștientizării efectelor rezultate din activitatea economică asupra consumului de resurse și mediului, ceea ce impune conceperea de noi modele de producție și consum. În lucrarea de față urmărim revederea celor mai importante contribuții din literatură în planul implicațiilor inovării tehnologice în economie, la nivel micro- și macroeconomic, prin prisma capacității organizațiilor de a genera noi idei, în suportul creșterii producției, ocupării forței de muncă și protecției mediului, pornind de la conceptele de inovație, proces inovator și, respectiv, de la analiza tipologiei inovațiilor.*

**Cuvinte-cheie:** inovație tehnologică; proces inovator; eco-inovare; cercetare-dezvoltare; dezvoltare economică.

**Cod JEL:** O33.  
**Cod REL:** 18D.

## 1. Introducere

Care sunt implicațiile inovației în viața economico-socială? Răspunsul la această întrebare, după cum se poate argumenta, se bazează pe semnificația termenului inovație. O percepție foarte răspândită asupra inovației este cea care se referă la soluții tehnologice avansate, oferite prin utilizarea celor mai recente cunoștințe. Asemenea inovații sunt, cu deosebire, privite a fi rezultatul forței de muncă înalt calificate și întreprinderilor cu intensitate semnificativă în domeniul cercetării-dezvoltării, având legături strânse cu cele mai importante centre de excelență din lumea științifică. Semnificația inovației este, însă mai largă, și cuprinde și inovațiile care nu sunt realizate în sfera high-tech a industriei mai sus amintite. Din această ultimă perspectivă, inovația nu cuprinde numai produsele sau procesele noi, dar și cele îmbunătățite rezultate inclusiv din așa-numitele sectoare low-tech, a căror efecte economico-sociale cumulative sunt la fel de importante.

Interesul în creștere pe plan mondial pentru intensificarea activității inovaționale a întreprinderilor, cu deosebire cea tehnologică, este urmărit atât în vederea menținerii sau sporirii competitivității economiilor naționale, cât și ca urmare a conștientizării efectelor rezultate din activitatea economică asupra consumului de resurse și mediului, ceea ce impune conceperea de noi modele de producție și consum. În lucrarea de față dezbatem modurile în care inovarea tehnologică contribuie la dezvoltarea economică. În contextul acestei analize, privim dezvoltarea sustenabilă a organizațiilor ca fiind rezultanta capacității acestora de a genera noi idei, în suportul creșterii producției, ocupării forței de muncă și protecției mediului. Pentru aceasta, secțiunea 2 este alocată conceptului de inovație tehnologică și de proces inovațional, luând în considerare, în definirea conceptelor, attribute recent încorporate în reflectarea simbolică a impactului obținabil de diferitele tipuri de inovare asupra vieții economico-sociale. Întrucât implicațiile diferitelor tipuri de inovare tehnologică în economie constituie, încă, un subiect controversat în literatură, cu precădere cea empirică, considerăm de interes să procedăm la o analiză a tipologiei inovațiilor, în secțiunea 3, în diferitele unghiuri de abordare. În secțiunea 4 conturăm cadrul teoretic și de reflectare empirică a incidenței inovațiilor tehnologice în economie, prin revederea celor mai importante contribuții din literatură, iar secțiunea 5 o alocăm concluziilor.

## 2. Conceptul de inovație tehnologică și procesul inovațional

Punctul de vedere schumpeterian abordează dezvoltarea economică prin prisma unui proces al schimbărilor calitative, ca urmare a inovării. Astfel, J.

Schumpeter privește inovarea ca funcție a activității antreprenoriale, în care au loc „noi combinații” de resurse existente. Definiția oferită de Schumpeter în *Theory of Economic Development* (1934) continuă să fie de referință, în asocierea „noilor combinații” de factori cu producerea de noi produse și servicii, introducerea de noi procese de producție, de comercializare și organizare a afacerii.

În principiu, în literatură se operează cu distingerea invenției de inovație. De pildă, F. Malerba (1997) definește *invenția* ca fiind o nouă idee, o nouă descoperire științifică sau noutate tehnologică (ce nu a mai fost implementată și difuzată), în timp ce *inovația* vizează o aplicare comercializabilă a unei invenții, ca urmare integrării acesteia în practica economico-socială. Inovația este privită, astfel, ca rezultată a unui proces ce debutează cu geneza unei idei și continuă cu materializarea sa. În același context schumpeterian, Manualul Oslo (2005) definește inovația ca fiind o activitate din care rezultă un bun (produs sau serviciu) nou sau îmbunătățit semnificativ, un nou proces, o metodă nouă de marketing, de organizare a afacerilor. În acest cadru, potrivit Manualului Frascati (OCDE, 2002), inovațiile tehnologice cuprind produse și procese noi sau modificate tehnologic semnificativ, privindu-se noutatea *tehnologică*, spre deosebire de îmbunătățirile aduse produselor sau proceselor, ca fiind o rezultă a caracteristicilor de performanță a acestora.

Nu întotdeauna este posibilă disocierea *invenției* de *inovație*, urmare a interrelației proceselor aferente, mai ales în cazul inovării tehnologice. Cu toate acestea, pot exista decalaje de timp semnificative între momentul generării unei invenții și cel al obținerii de inovații, ce reflectă cerințe de revenire asupra unei idei în vederea integrării acesteia în practică, inclusiv ca urmare a condițiilor neîndeplinite pentru difuzare (cerere încă insuficientă, imposibilitatea producției ca urmare a lipsei inputurilor sau factorilor de producție complementari ce nu sunt încă disponibili ș.a.). În același cadru, implementarea practică a unei invenții poate necesita, la rândul său, invenții și inovații suplimentare pentru succesul procesului inovațional.

Așa după cum notează K. Pavitt (1987, p. 9), „cele mai multe tehnologii sunt complexe și sunt dezvoltări cumulative. Acestea sunt specifice, în special, întreprinderilor la nivelul cărora se desfășoară activitatea tehnologică”. În timp ce invențiile pot rezulta din medii economico-sociale diferite, inovațiile sunt, cu precădere, o rezultată a activității întreprinderilor. Pentru utilizarea unei invenții și transformarea acesteia în inovație este necesar ca, la nivel de întreprindere, să se combine în mod eficient resurse informaționale, umane, financiare și materiale, precum și existența unui sistem de difuzare funcțional. Din această perspectivă, rolul inventatorului diferă de cel al inovatorului (persoana sau unitatea organizațională ce combină factorii necesari inovării numită, în viziune schumpeteriană, „antreprenor”).

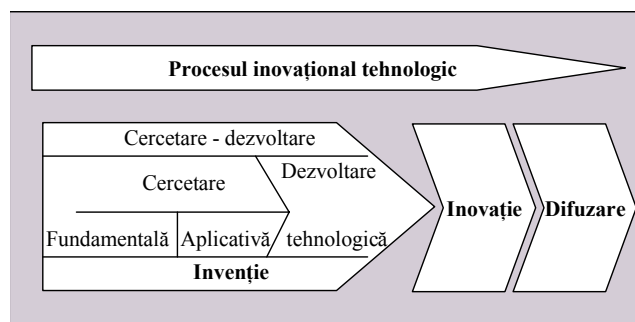
Dificultatea diferențierii invenției de inovație rezultă și din continuitatea procesului inovațional, așa după cum S.L. Kline și N. Rosenberg (1988, p. 283) aveau să noteze: „este o greșeală să privim inovația ca fiind bine definită, ca pe un obiect omogen ce poate avea o dată precisă de intrare în circuitul economic – sau să devină disponibilă la un moment de timp bine precizat. Cele mai importante inovații trec prin schimbări radicale de-a lungul ciclurilor de viață, care adesea conduc la transformarea semnificației lor economice. Îmbunătățirile ulterioare aduse unei invenții pot fi chiar mult mai importante, din punct de vedere economic, decât disponibilitatea invenției în forma sa originală”. Așadar, inovația poate fi, adesea, rezultatul unui proces îndelungat, în care sunt implicate multiple procese de inovare aflate într-o strânsă interrelație.

*Procesele inovaționale* nu prezintă aceleași caracteristici prin prisma capitalurilor angajate și rezultatelor obținabile, ci prezintă diferențieri la nivelul întreprinderii, în funcție de tipul inovării, de mărimea firmei, de strategia și experiența acesteia în domeniul inovațional. Diversitatea proceselor inovaționale generează dificultăți de analiză a costurilor și rezultatelor obținute din activitățile de inovare prin folosirea datelor microagregate. Ca urmare, studiul activității inovaționale a întreprinderilor este orientat asupra facilitatorilor inovării și efectelor acestora prin prisma avantajelor competitive obținabile de întreprinderi pe sectoare sau pe ansamblul economiei. Cu toate acestea, desprindem câteva trăsături comune ale proceselor inovaționale:

- implică explorarea oportunităților pentru realizarea de bunuri (produse sau servicii) noi/îmbunătățite, bazate pe cunoștințele tehnice, în funcție de cererea de piață sau combinații ale celor două. Eforturile investiționale aferente inovării tehnologice corespund, cu precădere, „dezvoltării și ingineriei de producție, cadru în care cunoștințele sunt, de asemenea, acumulate prin experiența în producție, învățarea prin practică (*learning by doing*) și prin utilizare” (*learning by using*, Pavitt, 1987, p. 9);
- în procesul inovațional axat, cu precădere, pe cercetare-dezvoltare, este imposibilă previziunea cu acuratețe a costurilor și performanțelor noilor artefacte și reacția utilizatorilor la acestea.

Dificultățile de analiză a activității inovaționale ale întreprinderilor se datorează, în opinia noastră, faptului că inovarea nu este un proces liniar, constituit din stadii secvențiale, distincte temporal și conceptual, ce definesc cauzalități unidireționale. Inovarea este bazată pe utilizarea cunoștințelor anterior dobândite, pe rezultatele unor tehnologii noi, pe dezvoltarea tehnologică sau pe noi combinații ale tehnologiei existentă. Totuși, „modelul liniar” (figura 1) - deși nu încorporează toate conexiunile posibile între stadiile procesului inovațional și, respectiv, reconsiderarea celor mai timpurii de către

întreprindere care, la rândul lor, pot conduce la noi inovații – prezintă utilitate în înțelegerea acestuia, în accepțiunea dependenței derulării fiecărui stadiu în funcție de finalizarea celui precedent.



**Figura 1.** *Procesul inovațional tehnologic*

Acumularea de cunoștințe din activitatea de cercetare teoretică și experimentală în planul aspectelor fundamentale sau aplicative ale fenomenelor, precum și folosirea celor asimilate ca urmare a experienței practice, constituie un prim stadiu al procesului inovațional, urmat de translatarea cunoștințelor în artefacte, de producție și difuzare. Întrucât de realizările stadiului cercetării depinde implementarea celorlalte stadii, devine evidentă importanța acestuia.

Nu toate întreprinderile, însă, adoptă un mod de inovare bazat pe cercetare-dezvoltare în cadrul structurilor acestora definite, potrivit Manualului Frascati ca fiind „activități sistematice și creatoare, inițiate pentru sporirea volumului de cunoștințe” (OCDE, 2002, p. 30). Cercetarea-dezvoltarea reprezintă numai vârful dezvoltării tehnologice și procesului inovațional care, în afară de cercetare-dezvoltare, implică și aptitudini pentru achiziționarea, integrarea în practică și utilizarea de tehnologie la nivele superioare de complexitate, productivitate și calitate, precum și proiectarea, ingineria și capacitățile manageriale de achiziționare a tehnologiei, pentru asigurarea unui flux continuu de îmbunătățiri și generare de inovații. Cercetarea-dezvoltarea este mai relevantă pentru firmele din apropierea frontierei tehnologice sau aflate la frontieră. Achiziția de tehnologie și folosirea aptitudinilor, pe de altă parte, sunt mai relevante întreprinderilor ce asimilează tehnologii, pentru crearea de tehnologii îmbunătățite.

Întreprinderile inovează ca urmare a cererii existentă pe piață și, în principiu, procesul inovațional debutează cu revederea și combinarea tuturor informațiilor și cunoștințelor existente, ceea ce presupune, inclusiv, apelarea la experiența utilizatorilor de inovații și folosirea acesteia ca sursă importantă de inovare. Deschiderea la noi idei și soluții este esențială în inovare, în special în

stadiile incipiente ale procesului, permițând adoptarea de decizii prin combinarea de idei, cunoștințe și aptitudini, iar combinarea lor în diferite moduri conduce la inovații mai complexe.

De altfel, desfășurarea procesului inovațional depinde esențialmente de condițiile externe; activitățile de proiectare de noi tehnologii sunt o rezultantă a interacțiunii cu clienții, furnizării, competitorii și cu diferite alte organizații publice și private. Aceasta explică de ce clusterelor, competiția și legăturile cu alte întreprinderi sunt atât de importante pentru procesul dezvoltării tehnologice. În acest cadru, inovarea privită ca sistem, sub aspect spațial, la nivel regional sau național, permite înțelegerea și analiza acestor interacțiuni, cu incidență asupra propensității de inovare și performanțelor în activitatea inovațională.

Competitivitatea tehnologică, urmare a inovării axate pe activitatea de cercetare-dezvoltare proprie a organizațiilor este, însă, forța motrice a dezvoltării economice. O întreprindere ce inovează va realiza o rată înaltă a profitului, dând un semnal altor întreprinderi, inclusiv imitatorilor care, dispunând de condiții de intrare pe piață, vor urmări să împartă beneficiile, rezultând diminuarea avantajelor inovatorului inițial. Această „împânzire” a imitatorilor la nivel industrial sau sectorial antrenează dezvoltarea tehnologică de-a lungul unui interval de timp, după care efectele rezultate din noile tehnologii asupra creșterii vor fi încetinite. Preluând această idee de origine marxistă, Schumpeter avea să noteze importanța difuzării inovațiilor, argumentând că imitatorii pot avea succes dacă îmbunătățesc inovația originală, respectiv dacă devin ei înșiși inovatori. În acest cadru, devine evident faptul că achiziția de tehnologie nu poate fi asimilată unei simple cumpărări de la furnizori. Firma trebuie să dispună de capacitatea de identificare a tehnologiilor necesare, de evaluare a opțiunilor tehnologice spre a fi utilizate sau de modificarea acestora și, nu în ultimul rând, de integrarea noilor tehnologii în procesele de producție. Cu alte cuvinte, întreprinderile ce practică acest mod de inovare trebuie să dispună de aptitudinile necesare pentru achiziția și utilizarea noilor tehnologii sau a celor substanțial îmbunătățite.

În fapt, inovațiile tind să faciliteze realizarea altor inovații în domenii apropiate. În acest sens, inovarea prin *difuzare* este un proces creativ, în care inovația devine input în alte activități inovaționale, fără a fi un proces pasiv, ci unul adaptiv. Interdependența sistemică între inovatorul inițial și cel indus implică, de asemenea, faptul că inovațiile tind să se concentreze în anumite sectoare, antrenând dezvoltarea acestora (Schumpeter, pp. 200-201). Schumpeter a privit către această dinamică, explicând astfel lungimea „ciclurilor de afaceri” și „valurilor lungi” în economie.

În acest cadru, R. Vernon (1966) observă că dezvoltarea industrială este antrenată de inovația de produs, indusă de competiția produselor pe piață. În

timp, însă, produsele sunt afectate de uzura morală, conducând la orientarea întreprinderii către inovația de proces, ca urmare a competiției pe piață în reducerea costurilor. S-a argumentat că aceste schimbări de condiții de competitivitate pot favoriza transferul de tehnologie, asociat cu fluxurile de capital străin în forma investițiilor străine directe, de la o țară inovatoare către țările cu potențial de comercializare. În acest context, „capacitatea absorbtivă”, respectiv abilitatea de recunoaștere, asimilare și exploatare a noilor informații, devine esențială în transferul de tehnologie, fiind, însă, funcție de mărimea cheltuielilor de cercetare-dezvoltare anterior realizate de întreprinderi, care permit creșterea capacităților acestora de a exploata oportunitățile ivite din relațiile externe (Cohen, Levinthal, 1990).

### 3. Tipologia inovațiilor

Schumpeter (1934) distinge cinci tipuri de inovații: noi produse, noi metode de producție, exploatarea de noi piețe de desfacere, noi metode de ofertă pe piață a produselor și noi moduri de organizare a afacerilor. La rândul său, J. Schmookler (1966) diferențiază „produsul tehnologic” de „producția tehnologică”, prin prisma modului în care se creează sau se îmbunătățesc produsele și, respectiv, în funcție de modul de producere a lor, iar K. Pavitt (1987, p. 9) notează că „tehnologiile sunt specifice inovațiilor de produs și proces”.

Similar, termenii „inovație de produs” și „inovație de proces” au fost utilizați ulterior în Manualul Oslo (2005), ca tipologii ale inovațiilor tehnologice. În acest sens, *inovația tehnologică de produs* este rezultatul fabricării sau comercializării de noi bunuri (produse sau servicii) sau cu caracteristici de performanță îmbunătățite, iar *inovația tehnologică de proces* corespunde implementării sau adoptării unui nou proces de producție sau îmbunătățit. Putem admite că cele mai multe întreprinderi inovatoare introduc ambele tipuri de inovații în același timp, urmărindu-se fie competitivitatea prin preț (indusă în special de inovarea de proces), fie cea tehnologică (asociată inovațiilor de produs).

Prin definiție, toate inovațiile trebuie să fie caracterizate de noutate, fie că sunt tehnologice (de produs sau proces) sau nontehnologice (de marketing și organizaționale). Noutatea bunurilor sau proceselor diferențiază inovația de noninovație. În figura 2, alături de tipologia inovațiilor, reprezentăm gradul de noutate a bunurilor (produse sau servicii) și proceselor, recunoscut de Manualul Oslo în definirea inovațiilor.

Produsele sau procesele pot fi „noi pentru firmă” sau „noi pentru piață” (regională/națională sau în lume). Gradul de noutate a produselor fabricate sau proceselor elaborate prezintă utilitate în calculul de indicatori de output ai inovării, care încorporează date despre piața întreprinderii (locală, națională sau

internațională). De asemenea, proporția cifrei de afaceri aferentă produselor „noi pentru firmă” sau „noi pentru piață” din total cifră de afaceri realizată de întreprinderi permite comparații internaționale sau sectoriale. Totuși, dacă avem în vedere că produsele „noi pentru firmă” se referă la piața firmei, care poate fi mai puțin dezvoltată, încorporând inclusiv inovațiile deja disponibile pe alte piețe, compararea nivelurilor indicatorului poate conduce la aprecieri neadecvate asupra performanțelor inovaționale ale întreprinderilor. Considerăm, prin urmare, că noutatea produselor sau proceselor poate fi evidențiată mai adecvat dacă avem în vedere cifra de afaceri din inovațiile noi pentru piață, care corespunde concomitent produselor vândute pe piețele internaționale. În acest cadru, admitem că întreprinderile ce activează pe piețele internaționale sunt cele care introduc produse sau procese cu un mai mare grad de noutate decât cele ce operează pe piața locală sau națională. Dimensiunea unui indicator sintetic de output inovațional în funcție de piața întreprinderii permite, în opinia noastră, inclusiv comparabilitatea indicatorului pentru diferitele state sau regiuni.

			INOVATIE			Non-inovație Existența în întreprindere
			Maxim	Intermediar	Minim	
			Nou în lume	Nou în țară/regiune	Nou în întreprindere	
Inovație tehnologi- că (de produs și proces)	Nou tehnologic	Produce				
		Proces de producție				
		Proces de livrare				
	Îmbunătățit tehnologic semnificativ	Produce				
		Proces de producție				
		Proces de livrare				
Alte inovații	Noi sau îmbunătățite	De organizare				
Non- inovații	Schimbări nesemnifica- tive, schimbări fără noutate, alte îmbunătățiri	Produce				
		Proces de producție				
		Proces de livrare				
		De organizare				

Inovații tehnologice (de produs și proces)

Alte inovații

Non-inovații

Sursa: OCDE (1996, p. 36).

Figura 2. Tipologia inovațiilor



Noutatea, ca rezultat al activităților inovaționale, prezintă însemnătate în analiza modului de inovare a întreprinderilor. În acest cadru, se poate pune întrebarea: dacă agentul A introduce o inovație, iar B procedează ulterior la introducerea aceleiași inovații pe piață, ambii trebuie caracterizați ca fiind inovatori? După Schumpeter, termenul de „inovator” ar trebui rezervat agentului A, în timp ce B este „imitator”. Am putea argumenta, totuși, că agentul B poate fi privit ca fiind, de asemenea, inovator, prin introducerea inovației pentru prima dată într-un nou context, dacă avem în vedere noutatea potrivit Manualului Oslo, dar admitând un proces de „imitare activă”, în care produsele sunt realizate prin modificarea sau îmbunătățirea celor existente. În fapt, așa după cum notează Kline și Rosenberg (1986), procesele inovaționale cu semnificație economică se desfășoară inclusiv după difuzarea produselor sau proceselor. Introducerea de noi procese sau produse într-un anumit context simplifică, în mod considerabil, procesul adaptării (inovării incrementale), facilitând creșterea productivității și menținerea competitivității.

O altă abordare similară a inovațiilor, prin prisma noului, se urmărește și în identificarea lor ca fiind „incrementale” („marginale”), ca urmare a îmbunătățirilor continue aduse produselor și proceselor, sau „radicale”, axate pe noi concepte, ce conduc la „revoluții tehnologice” și impact economic considerabil. Schumpeter a analizat inovațiile inclusiv din această perspectivă, privită a fi de importanță sporită. Considerăm, însă, că impactul economico-social cumulativ al inovării incrementale poate fi cel puțin la fel de important dacă avem în vedere că realizarea de beneficii din inovațiile „radicale” necesită îmbunătățiri incrementale.

O atenție sporită este acordată, însă, inovării radicale prin prisma contribuției acestora la performanțele de mediu. Din ce în ce mai multe state consideră *ecoinovația* ca factor important în soluționarea provocărilor contemporane, incluzând schimbările climatice, securitatea energetică și de resurse naturale. În același timp, întreprinderile privesc ecoinovarea ca sursă potențială de avantaj competitiv pe piața bunurilor și serviciilor industriale.

Ecoinoavația este un termen nou, cu semnificație prin impactul mai favorabil exercitat asupra mediului de procesele de producție sau prin utilizarea bunurilor. Termenul a fost utilizat pentru prima dată de C. Fussler și P. James în 1996 (în lucrarea *Driving Eco-Innovation*), prin referirea la noi produse și procese care furnizează clienților și afacerilor valoare, concomitent cu reducerea semnificativă a impactului asupra mediului, prezentând o semnificație similară „inovația de mediu”, „inovația pentru dezvoltarea sustenabilă” sau „inovația sustenabilă”. În același timp, ecoinoavația este asociată diferitelor concepte, precum ecoeficiența (creșterea producției de bunuri și servicii în condițiile consumurilor mai reduse de resurse naturale și

energie), producția „mai curată” (ca activitate strategică de reducere continuă a poluării și risipei de resurse) și ecoproiectarea (reproiectarea produselor sau proceselor pentru reducerea impactului asupra mediului în timpul ciclurilor de viață aferente).

Definirea ecoinovației nu a fost, însă, lipsită de dificultăți, urmare a constatării că produsele admise a fi prietenoase cu mediul pot antrena la utilizator, prin folosirea excesivă, o creștere a consumului de resurse, cu înregistrarea „efectului de recul” (*rebound effect*). Ca urmare, în definirea ecoinovației, Comisia Europeană (proiectul MEI, 2005) include toate formele de inovație ce reduc impactul asupra mediului și/sau optimizează consumul de resurse de-a lungul ciclului de viață a activităților asociate. Astfel, ecoinovația (i) reduce riscurile de mediu, poluarea și consumul de resurse (inclusiv de energie) față de alternativele relevante; (ii) se referă la bunuri (produse sau servicii), procese de prelucrare sau modele de afacere; (iii) include tehnologiile verzi, fără a se limita la acestea și fără a avea originea din mediul ambiant sau a conține componente tehnologice; (iv) poate fi radicală și sistemică (prin înlocuirea materialelor poluante cu cele prietenoase cu mediul) sau incrementală (printr-un consum mai redus de resurse la utilizarea produselor).

Prin prisma aceluiași caracteristici, ecoinovarea include „crearea sau implementarea de bunuri (produse sau servicii), procese, metode de marketing sau organizaționale care – cu sau fără intenție – conduc la îmbunătățiri aduse mediului față de alternativele relevante” (OCDE, 2009, p. 9). Totodată, potrivit Manualului Oslo, o firmă poate ecoinova/inova, inclusiv prin achiziționarea unei tehnologii mai curate și implementarea acesteia în producție.

*Ecoinovația tehnologică* cuprinde produse sau procese ce încorporează progres tehnologic ce contribuie la îmbunătățirea condițiilor de mediu și pot fi analizate prin prisma mecanismelor și impactului rezultat din crearea lor. Astfel, *prin prisma mecanismelor*, ecoinovațiile tehnologice cuprind: (i) modificări reduse și progresive aduse produselor sau proceselor; (ii) reproiectarea, prin operarea de schimbări semnificative aduse produselor sau proceselor existente; (iii) introducerea de alternative (produse sau procese) cu aceleași caracteristici funcționale, dar care operează ca înlocuitori ai produselor existente; (iv) crearea, proiectarea și introducerea de produse sau procese complet noi. În principiu, beneficiile aduse mediului de produsele sau procesele de producție noi sau alternative la cele existente sunt superioare celor rezultate din modificarea sau reproiectarea celor existente. La rândul său, *impactul* exercitat de ecoinovațiile tehnologice poate fi unul curativ, prin utilizarea de tehnologii ce permit eliminarea poluanților deja degajați în mediul înconjurător sau preventiv.

Putem admite că, „în general, tehnologiile avansate tind să fie axate, în principal, pe eforturile de ecoinovare. Aceasta este o caracteristică tipic asociată cu noile produse sau procese, cu modificarea sau reproiectarea mecanismelor lor principale” (OCDE, 2009, p. 16). În același cadru, aderăm la opinia conform căreia, deseori, investițiile economice și protecția mediului „merg mână în mână”, această convergență reprezentând situația ideală” (Zaman, Zenovic, 2007, p. 137).

#### 4. Implicații ale inovării tehnologice în economie

Capacitatea inovațională este o determinantă cheie a competitivității economice a națiunilor. Inovația – motorul progresului economic și bunăstării – reprezintă, în același timp, instrumentul de soluționare a provocărilor actuale globale din domeniul mediului și sănătății. Privim dezvoltarea sustenabilă a organizațiilor ca fiind rezultatul capacității acestora de a genera noi idei, în suportul creșterii producției, ocupării forței de muncă și protecției mediului.

Implicațiile inovării în creșterea producției au suscitât interesul economiștilor, cel puțin începând cu Adam Smith (1776), nu numai prin asocierea câștigurilor de productivitate din specializare prin diviziunea muncii, prin îmbunătățiri tehnologice aduse proceselor și bunurilor de capital, dar recunoscându-se și rolul exercitat de activitățile de cercetare-dezvoltare sau de transferul tehnologic în economie. În modelele creșterii producției, progresul tehnologic a fost introdus însă, începând cu anul 1957, de R. Solow. În modelele neoclasice timpurii, producția,  $Q$ , este exprimată în funcție de factorii ce conduc la obținerea acesteia, capitalul fizic,  $K$ , și forța de muncă,  $L$ , fără includerea progresului tehnologic:

$$Q = f(K, L) \quad (1)$$

Solow, însă, a observat că nu numai capitalul de fizic sau factorul muncă prezintă incidență asupra dimensiunii producției; un alt factor,  $A$ , progresul tehnologic, antrenează, de asemenea, creșterea productivității capitalului și muncii, astfel că prin includerea acestuia ca factor separat,  $A$ , rezultă:

$$Q = A f(K, L) \quad (2)$$

Totuși, progresul tehnologic a fost admis a fi exogen până când P. Romer (1986) l-a abordat ca rezultat al inputurilor explicite în procesele inovaționale: cheltuielile de cercetare-dezvoltare,  $CD$ , și capitalul uman de înaltă calificare,  $HC$ , potrivit relației:

$$A = f(CD, HC) \quad (3)$$

O mare parte a cercetărilor empirice a fost alocată relației între producția  $Q$  și factorii  $CD$  și  $HC$ , care se pot substitui progresul tehnologic:

$$Q = f(K, L, CD, HC) \quad (4)$$

Relația (4) este utilizată în analizele empirice pentru estimarea impactului investițiilor în cercetare asupra creșterii productivității totale a factorilor, în accepțiunea că activitățile de cercetare-dezvoltare sunt sursă a inovării. În utilizarea relației de mai sus trebuie să se țină seama, însă, de sursele cunoștințelor care conduc la inovare, ce pot proveni nu numai ca urmare a cheltuielilor de cercetare finanțate din resursele întreprinderilor, dar și din cele cu sprijin guvernamental, din contractele de colaborare cu alte întreprinderi sau din achizițiile de tehnologie. Totodată, considerăm că relația (5) poate fi utilizată în aprecierea performanțelor activităților inovaționale axate pe cercetare-dezvoltare; pentru un mod de inovare bazat pe importul de cunoștințe (prin informație sau tehnologii) inclusiv, ca urmare a investițiilor străine directe, este necesară încorporarea acestor factori în model în estimarea creșterii producției.

Pe relația (4) se bazează modelele de dinamică industrială în explicarea variațiilor de dezvoltare pe termen lung, utilizând argumente de sorginte schumpeteriană: (i) competiția tehnologică reprezintă forma principală de competiție pe piață; (ii) inovațiile, respectiv „noile combinații” de resurse, conduc la oportunități pentru noi afaceri și continuă schimbare. Așa de pildă, Posner (1961) explică dezvoltarea economică în ritm diferit între state ca fiind datorată progresului tehnologic rezultat din două surse: inovația, care generează aceste diferențe, și imitația, care tinde să le reducă. Lucrarea lui a constituit fundamentul contribuțiilor ulterioare în identificarea „gapului tehnologic” din cadrul așa-numitelor abordări „nord-sud” pentru explicarea diferențelor de dezvoltare economică a statelor, argumentându-se necesitatea eforturilor susținute în direcția inovării pentru menținerea locului de care dispun în ierarhia competitivității mondiale. Pe aceeași poziție se situează și Fagerberg, în referirea la reducerea decalajului tehnologic și de venituri între state, care poate fi posibilă atât prin imitație, dar mai ales implică inovarea, identificând trei factori cu impact asupra ritmului de dezvoltare economică a statelor: inovarea (bazată pe cercetare-dezvoltare), imitarea și eforturile de difuzare a tehnologiilor. Analiza sugerează că reducerea decalajelor de creștere între state devine posibilă mai ales prin inovare, reprezentând cel mai important factor în explicarea diferențelor de creștere economică între state (Fagerberg, 1996).

Dacă inovarea este privită a fi o determinantă majoră a creșterii producției, o dezbateră aprinsă în literatură vizează efectele inovării tehnologice asupra ocupării forței de muncă. Astfel, inovația de produs este privită a prezenta efecte în planul creșterii calității și varietății produselor, creării cererii pe noi piețe de desfacere, conducând la sporirea producției, a veniturilor și ocupării forței de muncă; de asemenea, noile produse creează posibilitatea reducerii costurilor, consecință a inovațiilor de proces (Pianta, 2000). Inovarea

de proces - asociată cu reducerea costurilor (de capital și forță de muncă) – poate antrena sporirea productivității totale a factorilor, ca și inovarea de produs, dar inclusiv prin reducerea locurilor de muncă și scăderea prețurilor (Fagerberg et al., 2006). Se argumentează și că, în măsura în care inovarea de proces conduce la creșterea calității produselor sau reducerea prețurilor, sporirea cererii poate determina creșterea ocupării forței de muncă. După unii autori, consecințele în planul ocupării forței de muncă tind să fie pozitive în sectoarele de producere de mașini și utilaje sau negative (când compensarea de cerere nu este suficientă) în industriile ce realizează noi investiții (Edquist, Hommen, McKelvey, 2001).

Alte studii atestă că întreprinderile cu activitate inovațională preponderent tehnologică (de produs și proces) înregistrează o rată de creștere a profitului mai mare decât alte întreprinderi, astfel că impactul asupra ocupării forței de muncă este unul pozitiv, indiferent de sectorul industrial, de mărimea sau alte caracteristici ale firmelor (Van Reenen, 1997). Cu toate acestea, studiile la nivel de întreprindere nu pot surprinde dacă rezultatele inovării, inclusiv sporirea locurilor de muncă, nu se înregistrează în detrimentul competitorilor sau efectul net agregat la nivel industrial. Analiza la nivel de industrie poate răspunde mai bine cerințelor de apreciere a efectelor directe sau indirecte ale inovării (prin prisma variației outputului sau a locurilor de muncă, în care firmele cu activitate inovațională mai intensă se află în avantaj competitiv față de cele mai puțin angajate în inovare), precum și evoluția indicatorilor inovării ca urmare a reducerii prețurilor antrenată de activitatea de inovare. Astfel, se creează și posibilitatea comparării indicatorilor inovării și poate reflecta dinamica cererii între sectoare, permițând inclusiv comparații internaționale.

Abordate diferențiat, pe tipuri de inovare tehnologică, se arată că impactul inovării de produs asupra ocupării este unul pozitiv în industrie (în special, în cea prelucrătoare, cât și în servicii), în timp ce inovarea de proces este asociată cu reducerea locurilor de muncă. Efectul total aferent eforturilor de inovare tehnologică variază, însă de la o perioadă sau de la o țară la alta dar, în general, creșterea cererii este stimulatorie pentru activitatea inovațională, cu precădere, de produs, în industrie, cu impact pozitiv asupra ocupării (Pianta, 2006). Alte studii empirice pe bază de chestionare au arătat că, în Europa, de asemenea, ocuparea forței de muncă a fost afectată de dinamica cererii și de tipul inovării tehnologice și, în același timp, o mai mare intensitate a cercetării-dezvoltării a prezentat un impact nefavorabil asupra ocupării, sugerându-se a fi predominantă înlocuirea forței de muncă cu echipamente de producție. În contextul dezvoltării industriale europene modeste în anii 1990, în statele cu accent pe inovația de proces s-a înregistrat un impact nefavorabil asupra ocupării. Acest efect s-a datorat faptului că sporirea competiției internaționale a

antrenat unele state în procese de restructurare și inovații de proces, rezultând efectele de reducere a costurilor cu forța de muncă, în timp ce inovarea de produs a avut un impact favorabil asupra producției și ocupării (Antonucci, Pianta, 2002).

O privire mai cuprinzătoare privind incidența inovării asupra ocupării oferă cadrul macroeconomic ce integrează toate efectele indirecte reprezentate de schimbările tehnologice asupra acesteia. O astfel de abordare privește, în mod tipic, asupra „mecanismelor de compensare”, cel mai important fiind acela prin reducerea prețurilor asociat, de regulă, cu introducerea de noi tehnologii. Potrivit „teoriei compensării” (numită astfel de K. Marx în *Capitalul*, 1961), forțele pieței trebuie să compenseze impactul inițial concretizat în reducerea locurilor de muncă prin inovarea de proces. Se disting, astfel, următoarele mecanisme de compensare:

- prin „reducerea prețurilor”; dacă inovațiile de proces conduc la reducerea locurilor de muncă, pe de altă parte, determină diminuarea costurilor unitare de producție care, pe o piață eficientă, poate antrena reducerea prețurilor. Aceasta din urmă conduce la creșterea cererii de produse și, mai departe, la sporirea producției și ocupării. Rezultatul este condiționat, însă, de deciziile firmelor de a transfera în prețuri mai mici câștigurile de productivitate, ca urmare a inovării (Sylos, 1969);
- „via noi echipamente”, în accepțiunea că dacă inovațiile de proces eliberează forța de muncă în sectoarele utilizatoare de tehnologii, creează alte locuri de muncă în cele producătoare de echipamente;
- „via noi investiții”, cadru în care profiturile suplimentare înregistrate ca rezultat al inovării de proces pot fi utilizate pentru finanțarea de noi investiții de creștere a capacităților de producție și ocupării forței de muncă sau de înlocuire cu efecte de economie de forță de muncă;
- prin „reducerea salariilor”, care este, în mod tipic, un punct de vedere neoclasic. Declanșarea șomajului tehnologic antrenează reducerea salariilor, care ulterior conduce la creșterea capacității firmelor de sporire a locurilor de muncă oferite. Acest mecanism este fundamentat, însă, pe accepțiunea posibilității de efectuare a oricărei combinații între muncă și capital, piețe eficiente, flexibilitatea salariilor și forței de muncă;
- prin „noi produse”, rezultate din inovarea de produs, care este stimulatorie pentru înființarea de entități economice în cadrul cărora pot fi create noi locuri de muncă.

Studiile efectuate la nivel agregat de W. Baumol și E. Wolff (1998) pe cazul SUA, prin analiza a cinci indicatori ai inovării aflați în legătură cu structura și variația șomajului între anii 1950-1995, au condus la concluzia că

prin inovare se înregistrează o mai mare „rată naturală a șomajului” și perioade mai îndelungate de șomaj. R. Lavard și S. Nickell (1985), pe de altă parte, au evidențiat că mecanismele de compensare nu pot reduce șomajul în Marea Britanie. La rândul său, M. Vivarelli (1995) a elaborat un model de ecuații simultane pentru testarea mecanismelor de compensare în SUA și Italia, găsind că cel prin reducerea prețurilor prezintă o eficiență sporită, conducând la creșterea locurilor de muncă în SUA, dar nu și în Italia. Această abordare a fost ulterior considerată de R. Simonetti și K. Tancioni (2002), care au elaborat un model pentru o economie deschisă pe cazul Marii Britanii și Italiei, găsind un impact diferențiat al mecanismului de compensare între cele două state.

În timp ce această abordare este cea mai cuprinzătoare, explicând impactul schimbării tehnologice asupra ocupării la nivelul economiilor naționale, complexitatea construcției unui astfel de model, problemele întâmpinate în specificarea relațiilor între variabile și constrângerile în planul datelor disponibile limitează fezabilitatea acesteia. Privite în ansamblu, putem conchide că studiile existente demonstrează un impact diferențiat al inovării de produs și față de cel al inovării de proces asupra ocupării, în funcție de condițiile macroeconomice ale statelor și de factori instituționali. Totodată, deși mecanismele de compensare pot fi funcționabile, reechilibrarea amintită nu poate fi presupusă *ex-ante*, dar putem admite că impactul inovării asupra ocupării forței de muncă este unul, în general, cu precădere pozitiv.

Procesele de combinare eficientă a resurselor umane, materiale, informaționale și financiare creatoare de valoare nouă și bunăstare socială prin inovare suscită un interes în creștere, mai ales în ultimi ani, în contextul constatării reducerii ireversibile a potențialului de resurse naturale, ca rezultat al activității umane. De altfel, din ce în ce mai multe studii (seria rapoartelor către *Clubul de la Roma*) „au demonstrat faptul că criteriile noastre de optimizare economică sunt inconsistente cu dinamica naturală a resurselor de bază” (Dinga, 2009, p. 40). Se apreciază, de asemenea, că procesele de prelucrare industriale și utilizarea de bunuri, inclusiv în gospodării, au fost responsabile de o treime din consumul de resurse naturale, de energie și emisii de bioxid de carbon înregistrate pe plan mondial până la nivelul anului 2004 (OCDE, 2009), ceea ce a impus o reconsiderare a procedeelelor de fabricație și elaborare de noi produse mai prietenoase cu mediul.

Beneficiile aduse mediului prin inovare și, implicit, omenirii vizează reducerea consumului de resurse și/sau emisiilor de poluanți și, prin aceasta, evitarea deteriorărilor aduse mediului, menținerea calității vieții, accesul generațiilor viitoare la resursele naturale și prezervarea intergenerațională a potențialului economic. În același timp, fabricarea de noi produse sau implementarea de noi procese prietenoase cu mediul într-un anumit sector

antrenează dezvoltarea altor sectoare, conducând la o dezvoltare economică sustenabilă. Astfel, inovarea este privită, în ultimul deceniu, ca fiind motor al dezvoltării sustenabile.

Până în prezent, în industriile prelucrătoare s-au adoptat măsuri diferite în acest sens, și sub presiunea reglementărilor, pentru o mai multă responsabilitate a agenților economici și utilizatorilor casnici în planul impactului exercitat asupra mediului. Totodată, poate fi evidențiată tendința de creștere a interesului întreprinderilor pentru îmbunătățirea voluntară a performanțelor de mediu, urmărindu-se obținerea de profit din activitățile de ecoinovare, orientate pe piețe de desfacere caracterizată de cerere în creștere. Trecerea treptată de la controlul poluării la soluții integrate mai eficiente prin ecoinovare poate asigura un impact relativ mai redus asupra mediului, însă efectele pozitive pot fi obținute în condițiile în care rata de sporire a emisiilor sau de consum de resurse este mai redusă decât rata de creștere a producției și, în același timp, descrescătoare în termeni absoluți.

## 5. Concluzii

Fără îndoială, rolul inovării în viața economico-socială rezultă din funcția inovării, de introducere a noului și varietății în activitatea umană. În absența proceselor inovaționale, economia ar intra într-un „stadiu staționar”, caracterizat de creștere economică modestă sau lipsită de creștere. Ca urmare, inovarea este crucială pentru dezvoltarea economică sustenabilă (pe termen lung).

Intensitatea inovării este un factor explicativ al diferențelor de performanță economică între întreprinderi, regiuni și state. Organizațiile ce inovează și înregistrează succese în activitatea inovațională sunt prospere, în detrimentul competitorilor implicați mai modest în inovare. Ajungerea din urmă a țărilor sau regiunilor aflate în ipostaza de lideri ai inovării presupune eforturi de intensificare a activității inovaționale, atât prin cercetare-dezvoltare, cât și prin difuzare, în interesul manifestat pentru sporirea producției, ocupării forței de muncă și protecției mediului, ce justifică preocuparea statelor pentru stimularea inovării.

Capacitatea de inovare a întreprinderilor este o funcție a abilității acestora de a elabora strategii tehnologice coerente, de achiziționarea și absorbția de tehnologii, de formarea și exploatarea legăturilor cu terții și de dezvoltare a altor competențe necesare inovării. Din această perspectivă, la cel mai înalt nivel se află întreprinderile care absorb tehnologii de vârf și inovează în domeniul high-tech, iar la nivelul cel mai de jos se află întreprinderile fără capacitate tehnologică. Dimensiunile non-CD ale dezvoltării tehnologice sunt, în special, necesare întreprinderilor care nu sunt angajate în CD, aflate departe de frontiera tehnologică și care nu necesită cercetare de vârf pentru



îmbunătățirea poziției competitive. Pentru aceste firme, considerăm că asistența în crearea aptitudinilor pentru achiziția și utilizarea de tehnologii poate fi mai relevantă decât sprijinul guvernamental pentru finanțarea cheltuielilor CD. O abordare diferențiată din acest punct de vedere necesită domeniul ecoinovării, în care tehnologiile radicale, cu eficiența cea mai mare în protecția mediului, sunt axate pe CD, în care sunt implicate cheltuieli mai mari, pe un orizont de timp mai îndelungat, caracterizate de o incertitudine sporită în planul realizării veniturilor și ofertă redusă de resurse de finanțare.

Orientarea studiilor pe inputul cheltuieli de cercetare-dezvoltare la nivel de întreprindere se datorează rolului cheie pe care îl exercită cercetarea-dezvoltarea ca sursă a invenției în „modelul liniar” al inovării. Firmele nu inovează, însă, în izolare, ci prin interacțiunea continuă cu mediul în care operează, astfel că „modelul sistemic” permite o înțelegere mai bună a rolului exercitat de actorii implicați în procesul inovațional, a efectelor obținabile și opțiunilor posibile de politică guvernamentală necesară sporirii proporției întreprinderilor inovatoare din totalul întreprinderilor.

Impactul exercitat de diferitele tipuri de inovații și determinantele inovării au primit o atenție deosebită în ultimii ani. Studiile în domeniul activității inovaționale, cu deosebire bazate pe cercetare-dezvoltare la nivel de întreprindere, s-au intensificat mai ales în ultimele două decenii, prin analiza indicatorilor inovării, în încercarea de identificare a modului în care se inovează în diferitele sectoare și performanțele înregistrate, indispensabile politicilor de inovare. O relevare nu la fel de amplă a reprezentat evidențierea intensității și efectelor rezultate din activitățile de difuzare a cunoștințelor, de asemenea esențiale inovării, atât pentru firmele cu activitate de cercetare-dezvoltare, cât și pentru celelalte, incluzând achiziția de cunoștințe ce nu implică interacțiunea cu sursa (bunuri de capital, servicii, drepturi de proprietate intelectuală), cât și achiziția de cunoștințe disponibile de la sursă (publicații științifice, participarea la târguri și expoziții) sau achiziția de cunoștințe obținute direct prin relații de colaborare. Or, creșterea producției, ocuparea forței de muncă și protecția mediului sunt rezultată atât a aplicațiilor în planul cercetării-dezvoltării, cât a difuzării noilor tehnologii (fie că implică sau nu activități de cercetare-dezvoltare).

### **Mulțumiri**

Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul „Studii postdoctorale în economie: program de formare continuă a cercetătorilor de elită – SPODE”, contract de finanțare nr. POSDRU/89/1.5/S/61755, proiect finanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

## **Bibliografie**

- Antonucci, T., Pianta, M. „The Employment Effects of Product and Process Innovation in Europe”, *International Review of Applied Economics*, 16 (3), 2002, pp. 295-308
- Cohen, W., Levinthal, D., „Absorbitive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”, *Administrative Science Quarterly*, 35, 1990, 123-133
- Dinga, E. (2009). *Studii de economie. Contribuții de analiză logică, epistemologică și metodologică*, Editura Economică, București
- Dodgson, M., Gann, D., Salter, A. (2008). *The Management of Technological Innovation*, Oxford University Press
- Edquist, C., Hommen, L., McKelvey, M. (2001). *Innovation and Employment: Product versus Process Innovation*, Edward Elgar, Cheltenham
- Fagerberg, J., Mowery, C.D., Nelson, R.R., eds. (2006). *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press
- Fagerberg, J., „Technology and Competitiveness”, *Oxford Review of Economic Policy*, 12, 1996, pp. 39-51
- Freeman, C., Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*, 3<sup>rd</sup> ed., Pinter, London
- Kline, S.L., Rosenberg, N. (1986). *An Overview of Innovation*, în R. Landau și N. Rosenberg (eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academic Press, Washington: 275-304
- Malerba, E., Orsenigo, L., „Technological Regimes and Sectorial Patterns of Innovative Activities”, *Industrial and Corporate Change*, 6, 1997, pp. 83-117
- Nelson, R., Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press
- OCDE (2009). *Sustainable Manufacturing and Eco-Innovation*
- OCDE (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*
- OCDE (2002). *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*
- OCDE (1996). *Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technological Activities*
- Pavitt, K., „The Objectives of Technology Policy, Science and Public Policy”, 14, 1987, pp. 182-188
- Pianta, M. (2000). *The Employment Impact of Product and Process Innovation*, în M. Vivarelli și M. Pianta (eds.), *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, Routledge, London
- Posner, M.V., „International Trade and Technical Change”, *Oxford Economic Papers*, 13, 1961, pp. 323-341
- Van Reunen, J., „The Creation and Capture of Economic Rents: Wages and Innovation in a Panel of UK Companies”, *Quarterly Journal of Economics*, 111 (1), 1996, pp. 195-226
- Vernon, R., „International Investment and International Trade in the Product Cycle”, *Quarterly Journal of Economics*, (80), 1966, pp. 190-207
- Vivarelli, M., „Innovation and Employment: A Survey”, *IZA Discussion Paper No. 2621*, 2007
- Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press
- Zaman, G., Zenovic, G., „Criterii și principii ale dezvoltării durabile”, *Buletinul AGIR nr.1*, ianuarie-martie 2007