

Cercetarea științifică nu este o activitate comercială

Alexandru D. Corlan
Spitalul Universitar de Urgență București, România

Rezumat. Capacitatea de predicție a realității condiționează adaptarea oamenilor la lumea înconjurătoare. Această capacitate este întreținută și dezvoltată de societățile științifice.

Adaptarea la realitate se poate exprima în termenii evitării unor evoluții nedorite cum ar fi: îmbolnăvirile și agravarea bolilor, conflictele și escaladarea lor, disfuncțiile unor aparate, instalații sau structuri, recesiunea economică sau consecințele unor fenomene naturale—de la inundarea unei pivnițe la un nou potop.

Dezvoltarea industrială este doar un obiectiv colateral al cercetării științifice. Impactul social al activităților științifice este în mod obișnuit de natură calitativă, descrierea acestora în termeni economici fiind în general improprie.

1 Introducere

Multe documente oficiale lasă impresia că principala justificare a investițiilor în cercetarea științifică ar fi nevoia de produse noi: pe măsură ce crește productivitatea, tot mai puțini angajați pot face aceeași treabă; cum să dai o ocupație celorlalți dacă nu crezi industriei noi?

Într-un sens, asocierea este corectă: nu există produse și industrie noi fără cercetare.

În celălalt sens, este o gravă confuzie: rațiunea și utilitatea sistemului de cercetare nu stau în crearea de noi tipuri de produse comercializabile ci în crearea și perfecționarea metodelor științifice de predicție a realității. Unele efecte, secundare, ale progresului științific sunt de natură economică și dintre acestea o mică parte îmbracă forma creării de noi industrii.

Citirea greșită a utilității sociale a cercetării prin prima acestui efect comercial colateral da naștere la erori de strategie dăunătoare pe termen lung. Drept pentru care considerăm util să descriem mai jos, negru pe alb, ce este sistemul cercetării științifice în societatea contemporană și la ce folosește el.

Pe scurt, cercetarea produce metode verificabile de predicție a evenimentelor exterioare (privind natura, comportamentul oamenilor și evoluția societăților). Pentru a examina această chestiune trebuie să vedem mai întâi câteva cazuri de ignoranță.

2 Despre ignoranță

Am citit că au existat până recent (și poate mai există prin America Centrală) triburi care nutreau credința fermă că noaptea vine definitiv. Aceste triburi erau convinse că

depind de o castă locală care, prin prestarea unui ritual, să convingă soarele să răsară încă o dată.

Exemplul poate părea ridicol de îndepărtat pentru civilizația europeană, dar să ne uităm puțin în jurul nostru. Oare copilul de 2-3 ani nu se teme că atunci când vine noaptea ziua s-a sfârșit definitiv? Desigur, părinții moderni n-o să profite de această teamă și îi vor spune că după noapte urmează negreșit o nouă zi. Dar ignoranța respectivă nu ne-a părăsit. Așa cum nu ne-a părăsit nici o formă de ignoranță din trecut. Ele renasc cu fiecare copil și reapar la retrăirea aceluiași nivel de cunoaștere la care au apărut și în trecutul societății și trebuie combătute din nou cu fiecare copil în parte.

Alternanța zilei și a nopții poate fi redescoperită de aproape oricine privește chestiunea fără prejudecăți pentru că se întâmplă în limitele duratei memoriei sale. Altfel spus, oricine poate formula o lege simplă a naturii: *după zi urmează noapte și după noapte o nouă zi* și poate face predicții pe baza ei, gen 'noaptea asta n-o să dureze o veșnicie'.

Dar legi descriind evenimente mai rare, cum ar fi revenirea primăverii, erau puțin cunoscute chiar în trecutul istoric. Pentru a asigura populația de inevitabilitatea fenomenului erau necesare ritualuri cum ar fi saturnaliile în Roma antică; ritualuri care mai persistă și astăzi sub forma serbărilor de anul nou, probabil și a Crăciunului, oricum a caprei, mascașilor și a plugușorului—chiar dacă nu mai vorbește nimeni de o relație cauzală între ritual și nașterea unui nou an.

Dar evenimente și mai rare? De exemplu revenirea cometei Haley? Încă în 1066 în Anglia se credea că invazia normandă a fost chiar adusă de cometă și până prin 1812 puținii se îndoiau în Rusia că aceeași cometă (dar ei credeau că e una nouă) ar fi adus invazia franceză. Și eu am fost informat confidențial, în copilărie, că o cometă vestește diverse nenorociri și mai ales războaie.

Predicția unor evenimente terestre pe baza unor evenimente astronomice era un lucru obișnuit înainte de generalizarea calendarului pentru că diverse constelații sunt vizibile în diverse perioade ale anului. De exemplu, Hesiod recomandă cititorilor, în 'Munci și zile', să evite călătoriile pe mare când se văd Pleiadele. Un sfat bun, pentru că Pleiadele sunt vizibile în anotimpul rece cu furtuni frecvente și imprevizibile.

Dar predicții utile de acest fel, verificate de la an la an, publice (ca cea a lui Hesiod) sau secrete (ca predicțiile revărsărilor Nilului făcute pe baza poziției stelei Sirius și prezentate poporului ca niște competențe divine) trebuie să se fi amestecat cu nenumărate scheme predictive false. De unde știm? Cel puțin pentru că mai persistă și azi sub forma 'predicțiilor' astrologice. Chiar într-o populație teoretic educată cum e cea din Statele Unite, National Science Foundation a putut stabili că există o proporție de 8% din cetățeni care cred că evenimentele de pe pământ sunt determinate de pozițiile imaginare ale planetelor în diverse constelații (pentru că pozițiile din horoscoape nici măcar nu sunt cele reale, care se pot observa pe cer).

Aceste exemple ilustrează o stare de fapt permanentă: în societate există simultan nenumărate credințe false (unele desemnate drept superstiții, altele chiar drept adevăruri "științifice") și cunoștințe verificabile. Acestea îmbracă forma unor formule predictive, calitative sau cantitative, multe pur imagine, altele fundamentate și efectiv utile.

Numărul acestor formule și intensitatea comunicării lor sunt o bună măsură a nevoii de predicții a societății. Ele sunt căutate cu atâta aviditate încât omul, dacă le atribuie oarecare autoritate din cine știe ce motive, nu se mai întrebă dacă n-or fi cumva simple povești și le ia de bune făcând următoarea eroare: ar fi mai bună o informație, chiar greșită, decât nici una. Și, într-un sens înșelător al binelui, chiar așa și este: aflând o soluție greșită a unei probleme dispare măcar sentimentul dezagreabil de incertitudine.

3 Metoda științifică și construcția limbajului

Pare evident că am putea identifica formulele valide verificând pur și simplu dacă predicțiile lor se îndeplinesc. Dar de regulă găsim că o formulă merge uneori și alte ori nu. Văzând când merge și când nu putem încerca să îmbunătățim formula pentru ca s-o facem mai predictivă. Această îmbunătățire presupune până la urmă crearea unui limbaj nou, specific problemei în chestiune, pentru că motivul pentru care primele formule care se propun dau rezultate ambigue este deseori o limitare a limbajului nostru inițial.

În cazul cel mai simplu, aceste metode predictive sunt simple legi empirice ale naturii cu o expresie calitativă. De exemplu: prezența Pleiadelor pe cerul nopții se asociază cu risc de furtună; sau ziua alternează cu noaptea. Când domeniul mai avansează, legile predictive sunt articulate în construcții logice mai complexe. De pildă, poziția și mișcările Pământului pe orbită în raport cu Soarele explică toate ‘legile’ bazate pe asocierea vizibilității unor stele cu evenimente sezoniere.

Formarea și verificarea acestor construcții logice, numite după caz modele, teorii sau paradigme, au permis desprinderea adevărului din folclorul de observații, generalizări imaginare, confuzii, falsuri intenționate și pur delir care formau ‘cunoașterea lumii obiective’ în societățile preștiințifice (și ne referim la acelea care măcar acceptau existența unei lumi obiective, cum era în parte societatea greacă clasică).

De exemplu, putem acum separa facil ‘asociațiile astrale’ verificabile—cele legate de perioada anului și implicând niște fenomene sezoniere—de cele imaginare, cum ar fi între poziții fanteziste ale planetelor la momentul nașterii și vârsta la care se căsătorește persoana respectivă.

Vom numi în continuare aceste produse ale cercetării care folosesc la formularea de predicții verificabile despre realitate ‘modele științifice’. Vom numi modelele nevalide științific ‘modele imaginare’. Orice model se naște, desigur, în această a doua varietate, și devine eventual științific atunci când cineva reușește să verifice o predicție a sa, să documenteze metoda de predicție, iar metoda documentată se dovedește funcțională, adică predicțiile pot fi verificate și independent.

Cele mai multe modele pleacă de la observații calitative sau simple măsurători, dar integrarea lor presupune deseori un aparat matematic de natură cantitativă. Așa că o bună parte a construcției modelelor implică de fapt crearea acestor aparate matematice, care sunt particularizări (sau ‘aplicații’) ale unor sisteme axiomatice existente sau special dezvoltate pentru domeniul respectiv de aplicație. Capacitatea cercetătorului naturii de a construi modele predictive este imediat condiționată de existența unor scheme de relații logice gata construite de matematicieni.

4 Cercetarea și societatea

Este științific un model ale cărui predicții sunt verificate independent. Independent înseamnă *de către altcineva*. Rezultă că un model poate deveni științific după ce începe să existe în societate (nu doar în mintea autorului lui), adică după ce este comunicat. Fără societate nu putem avea știință.

Competența profesională implică într-o bună măsură o abilitate personală de predicție a realității. Această abilitate include intuiții antrenate prin cazuri din trecut, de care persoana respectivă nu-și mai amintește poate în detaliu și care pot să nu fie exprimate sau măcar exprimabile verbal. O parte a acestei competențe devine model când se formulează în scris și când formula respectivă reconstruiește capacitatea predictivă

în persoana cititorului, care o poate și verifica.

Cu alte cuvinte, modelul științific este o formulă care înzestrează societatea și are o existență obiectivă, în afara persoanelor. Pentru acest motiv trebuie să vorbim de sistemul cercetării științifice ca despre un subsistem al societății și de cercetare ca despre o activitate socială.

Un exemplu este teoria lui Marco Polo privitor la drumul către China și lumea chineză. Înaintea lui Polo alți negustori vizitaseră China și trăiseră acolo. Dar Polo a ‘descoperit’ China, printr-o carte care a ‘descoperit-o’ societății europene. Acea carte poate fi descrisă în termenii unor predicții: dacă vei călători în cutare mod și pe cutare drum vei găsi cutare locuri, populații, comportamente și mărfuri. Procesul de descoperire a Chinei de către europeni a avut mai multe componente: competența personală a lui Polo de a călători și a face comerț în China, deprinsă din experiența familiei lui, formularea în scris a unei descrieri suficient de exacte (făcută de fapt de un coleg de celulă al lui Marco Polo, scriitorul Rustichello din Pisa) și verificarea realității descrierii de către alți călători europeni care au putut confirma validitatea metodei lui Polo.

Fenomenul este așa de simplu numai văzut de la distanță. Altminteri, diverse modele mai mult sau mai puțin predictive privitor la o chestiune (de exemplu: ce se întâmplă când călătorești mult spre est) sunt susținute de diverși—uneori din ignoranță, alteori pentru că prestigiul personal este legat de teoria respectivă, alteori dintr-un interes mai mult sau mai puțin vital. Validitatea unui model este atribuită în moduri diferite de persoane diferite: unii acceptă, într-adevăr, că un model este valid doar atunci când face predicții verificabile, dar în mod spontan omul consideră ceva adevărat atunci când este susținut de o persoană cu autoritate (asupra căreia transferă imaginea părinților) sau este scris într-un mediu căruia îi atribuie autoritate—‘a zis la radio’, sau ‘scrie pe internet’, sau ‘scrie în cutare revistă științifică prestigioasă’ (chiar dacă este vorba numai de o ipoteză de moment sau de o eroare), sau când ‘așa zice toată lumea’. Alții cred sincer că un lucru este adevărat dacă le-ar conveni sau i-ar favoriza pe ei să fie, sau pur și simplu pentru că așa cred ei și n-au instrumentele logice sau emoționale să-și schimbe aceasta concepție. Și desigur alții, chiar persoane cu autoritate legitimă, susțin modele false cu bună știință (adică mint) din interes sau din răutate sau ca să nu recunoască propriile erori și să nu-și piardă în felul acesta autoritatea, sau pentru ca să-i împiedice pe alții să dobândească autoritate.

Problema este complicată de faptul că validitatea atribuită unei afirmații este extinsă și asupra consecințelor sale aparent logice (în logica proprie fiecăruia) și că atribuția validității se face și subconștient, mai ales prin modul autoritar, făcând ca fiecare afirmație să ne trezească un anume sentiment subtil de verosimilitate care poate fi înșelător. Dacă adăugăm la acestea și tendința omenească de a ignora percepțiile neverosimile și faptul că multe modele predictive sunt inexprimabile în limbajul obișnuit, sau că sunt greșit înțelese dacă se atribuie termenilor sensul obișnuit, obținem o rețetă de confuzie deplină, dar plină de convingere.

Din aceste motive, diseminarea și verificarea modelelor științifice, care implică deseori un mare volum de argumentare, pot implica segmente destul de largi ale societății în dispute uneori violente (în trecut, chiar violente fizic). Uneori organizații și societăți puternice au un interes major să mențină o concepție asupra unei chestiuni, iar altele să se afirme una cumva incompatibilă și atunci se pot produce fenomene conflictuale de anvergură. Un exemplu este recent încheiata dispută privind efectele morbide ale fumatului între lumea medicală și industria de tutun, industrie cu numeroși “oameni de știință” în subordine. Această dispută a antrenat masele de dependenți de nicotină, sistemul juridic și legislativ vreme de jumătate de secol și a dus până la urmă la pro-

cese cu milioane de petenți, sute de miliarde de dolari în daune, legi juridice și sisteme sociale noi pentru aplicarea lor.

Însă chiar și cele mai dramatice cazuri de acest fel, dacă în sprijinul unei dintre părți se pot aduce dovezi experimentale reproductibile, sunt minore față de conflictele în care oamenii pot fi antrenați de convingeri pur imaginare, care nu se pot invalida niciodată pentru că nu există nici o normă obiectivă de validare.

Revenind la ale noastre, printre cele mai mari dificultăți de diseminare sunt acelea date de înțelegerea și acceptarea metodei științifice și de limbajul specific în care se formulează modelele și care poate fi foarte îndepărtat de limbajul obișnuit.

5 Sistemul cercetării științifice

Civilizația europeană este în bună măsură definită de apariția unei forme de organizare numită ‘societate învățată’ sau ‘societate științifică’. Aceasta este de regulă o asociație a unor persoane preocupate de un domeniu. În interiorul unei astfel de asociații multe din problemele de comunicare aparent intractabile descrise mai sus se reduc substanțial sau dispar. Mai întâi, membrii societății împărtășesc același limbaj și un set de cunoștințe comparabil în domeniu. Apoi, novicii care intră în societate atribuie de regulă membrilor mai vechi o anumită autoritate și oricum comunică destul de mult cu ceilalți membri. Așa că, în acest context, mecanismele subconștiente ale autorității și ale ‘opinieii tuturor’ ajută mai adesea decât încurcă. Între colegii din societate sinceritatea conferă mai multă autoritate decât păstrarea cu orice preț a vechilor opinii.

Modelele și verificările care-i conving pe membrii societății sunt de obicei înregistrate într-un jurnal (revistă) al acesteia. Înscrierea (publicarea) în acest jurnal presupune o primă acceptare a plauzibilității lucrării printr-un proces numit *peer review*, adică recenzie între colegi. Acest proces elimină o bună parte din erorile noilor modele propuse prin discuții în contextul mai rezonabil al societății respective în loc de dispute publice care ar fi mult mai confuze și mai costisitoare.

Pentru public, acceptarea de către colegii din societate a unui model reprezintă o indicație orientativă privind potențiala lui valoare predictivă.

Dimensiunile, finanțarea și forma juridică a societăților științifice sunt în mare măsură guvernate de costurile de comunicare, comunicarea (anunțarea modelelor, a rezultatelor verificărilor, desfășurarea disputelor, recenziei colegiale și publicarea) fiind principala lor rațiune de existență. Modul de comunicare a îmbrăcat în timp diverse forme: întâlniri, minute ale acestora (proceedings), scrisori (letters), publicații în jurnale, buletine, cărți, rapoarte formale de observații, anagrame științifice, depozite secrete de documente, patente, mesaje de e-mail, corespunzând fiecare câte unui gen literar specific. Infrastructura de comunicare și arhivare include edituri comerciale, biblioteci, organizații care întrețin arhivele electronice și baze de date, servicii poștale fizice sau electronice, birouri de patente.

Societățile la care ne referim pot fi mai mult sau mai puțin formale, locale, regionale, naționale și mai nou globale și chiar virtuale, adică nu este vorba numai de asociații cu personalitate juridică și cu o titulatură științifică. Forme ale societăților științifice au existat și în antichitate, de regulă la nivel local (cum ar fi societatea celor care se întâlneau la discuții în grădinile lui Akademos) dar dincoace de evul întunecat suveranii și statele au început să le recunoască utilitatea, să le protejeze și să le încurajeze.

Evoluția formelor de societate științifică a fost mult influențată de evoluția infra-

structurii de comunicare și arhivare. Tiparul, progresul sistemelor poștale și de transporturi au avut un impact important în secolele trecute.

După generalizarea rețelei Internet trăim o nouă revoluție structurală a societăților științifice, mai ales că principala invenție, “world wide web” a fost făcută anume pentru facilitarea comunicării științifice (de către un cercetător de la CERN, pe nume Tim Berners Lee, care de altfel a și fost concediat pentru că-și pierdea timpul cu asemenea jucărele neserioase).

Știința în sine se rezumă la construcția modelelor predictive și la verificarea lor. Aplicarea de la caz la caz e făcută de experți sau consultanți cum ar fi ingineri, medici sau economiști. În multe cazuri aceștia sunt chiar membri ai societăților respective, mai mult sau mai puțin antrenați în disputele științifice din cadrul societății, alteleori păstrează doar o legătură mai îndepărtată cu societatea, de exemplu cumpărând și lecturând jurnalul acesteia.

6 Cercetare și educație

Majoritatea oamenilor, și oricum toți șoferii, ar râde bine dacă li s-ar spune că se poate scrie o carte pe care citind-o să devii capabil să conduci automobilul.

Paradoxal însă, majoritatea oamenilor găsesc acceptabilă ideea că o disciplină cum este, să zicem, astronomia se poate învăța pur și simplu citind o carte, și mai ales că se poate preda prin niște simple prelegeri. Astronomia, desigur, este știința care se ocupă cu predicția poziției astrelor pe cer.

Este drept că, la fel ca și conducerea auto, predarea astronomiei nu se poate lipsi de cărți sau de prelegeri, dar nici nu se poate limita la ele. Mai exact, din cărți dobândești doar o idee orientativă despre natura subiectului și oarecare elemente de limbaj. Acest limbaj este încă o sumă de forme fără fond. Pentru ca să devină o competență funcțională, fie că e vorba de competența de a duce autoturismul la destinație în siguranță, fie de competența de a prezice de unde de pe Pământ va fi vizibilă o eclipsă de soare, aceste forme verbale trebuie legate de niște experiențe.

Aceste experiențe pot fi de natură pur logică dar și atunci sunt indispensabile. Toți am dobândit în școală astfel de experiențe de natură logică. De exemplu, lecțiile de matematică constau în două părți: o introducere teoretică, în care se povestea o teoremă sau o metodă de calcul, și o parte demonstrativă în care se arăta cum povestea respectivă ne ajută să rezolvăm o problemă sau alta. După care urmau teme pentru acasă—încercări de a rezolva probleme pe cont propriu—examinări la tablă, extemporale, toate menite să lege povestea despre metodă de o abilitate practică de aplicare a ei. Și aici am vorbit despre matematică, unde descrierea metodei este perfect riguroasă, completă și lipsită de orice fel de ambiguitate. Dar în discipline cum sunt astronomia, fizica, biologia, lingvistica sau sociologia, povestea respectivă nici măcar nu încearcă decât să dea o aproximație a realității.

Oricum, cu rezolvarea de probleme cu tot, imaginea predată în școală despre o disciplină este doar o examinare a ei din afară. Cercetarea, și practica independentă a unei discipline predictive, includ cum ar veni și formularea de probleme, de clase de probleme și găsirea și rezolvarea unor “mari probleme”—cele din matematică s-ar numi teoreme și sisteme axiomatice—adică găsirea unor metode care să clarifice simultan clase largi de probleme; cam așa cum înțelegerea poziției și deplasării Pământului pe orbită a lămurit nenumăratele mici probleme despre poziția stelelor pe cer, succesiunea anotimpurilor, și legăturile care există sau nu există între aceste evenimente și ce se întâmplă pe Pământ.

Cercetarea științifică este această artă a evadării din multe probleme mici într-o problemă mai generală, și apoi a antrenării restului societății în această evadare. Drumul pe care se face evadarea este un nou limbaj.

La o examinare superficială evoluția prin generalizare (sau abstractizare) sugerează că ne îndreptăm către un model final al întregii lumii, care să poată explica (adică prezice) "totul". Dar de fapt abstractizările sunt posibile, cel puțin deocamdată, în mai multe sensuri, un exemplu fiind chiar paragrafele de mai sus care încearcă o abstractizare a procesului de abstractizare, așa încât dacă am figura relația între modele mai particulare și abstractizările lor n-am obține o piramidă ci mai degrabă un graf ca o conopidă, sau o ciupercă sau un sistem nervos de mamifer.

Reprezentări tot mai complexe sunt asimilate de fiecare copil prin participarea la societatea școlii, care include colegii și profesorii. Învățarea propriu-zisă nu este memorarea formei ci legarea ei de conținut, care este de fapt o redescoperire. Pe măsură ce copilul progresează, formele prezentate didactic sunt substituite progresiv de forme percepute nemijlocit din realitate, iar societatea care caută reprezentări predictive este acum o societate profesională (nu mai este propriu-zis școală). Numim această societate profesională "științifică" atunci când descoperirea, documentarea și validarea modelelor predictive reprezintă o activitate importantă a sa.

Calitatea societăților științifice determină direct capacitatea adaptativă a societății omenești în general.

Unii dintre noi își trăiesc viața extrafamilială imersați exclusiv în această activitate de comunicare și participare la dezvoltarea și verificarea de modele predictive. Alții sunt trecuți de sistemul de învățământ prin aceste societăți care nu le trezesc însă mare interes, sau al căror rost nici nu-l recunosc prea clar, percepând prezența lor acolo ca pe o obligație fără un motiv evident, sau fiind aduși acolo de alte nevoi cum ar fi nevoia de prestigiu sau cerințele slujbei pe care și-au ales-o și din care subzistă.

Dar, în mare vorbind, cu cât participarea lor a fost sau este mai intensă cu atât capacitatea lor de predicție a aspectelor specifice ale lumii reale este mai importantă. Această capacitate le poate permite o activitate lucrativă de vânzare de astfel de predicții, și de recomandări pe baza lor, formulate de regulă pentru fiecare client dar alteori împachetate în artefacte produse în serie cum ar fi publicații, programe de calculator, substanțe sau aparate.

Deseori, omul modern percepe și nu poate nega existența unei lumi a cunoașterii luând contact cu astfel de artefacte cu proprietăți aparent magice sau trezindu-se eventual antrenat într-o activitate economică legată de artefactul respectiv. Și, desigur, poate face ușor confuzia că lumea cognitivă respectivă este lumea acelor aparate și are drept scop chiar economia aceasta în care s-a trezit antrenat el.

Tot așa, omul medieval credea ca rostul stelelor este să lumineze cerul nopții și că starea de încântare pe care i-o trezește contemplarea lor este chiar rațiunea pentru care au fost făcute. Dar, când s-au construit primele lunete s-a văzut că sunt mult mai multe stele, stele peste tot, care nu se văd cu ochiul liber. Giordano Bruno a avut obrăznicia să constate că stelele trebuie că au un alt rost și implicit că ar fi posibil ca cei care susțineau ca rostul ar fi încântarea noastră să nu prea știe ce vorbesc. Pentru că această constatare era insuportabilă, bietul imprudent a fost ars pe rug. Ceea ce, desigur, nu a rezolvat problema pentru că stelele invizibile n-au dispărut în acest fel, dar a dus în timp la compromiterea definitivă a organizației care l-a condamnat, și a altora care păreau să aibă orice mică legătură cu ea, chiar fără să poarte vreo vină.

7 Aplicații industriale ale modelelor științifice

O categorie restrânsă de aplicații ale modelelor științifice sunt predicții cum că un aparat imaginat într-un anumit fel va funcționa, sau o substanță, un material sau o ființă vie vor fi obținute printr-un proces imaginat cumva și vor avea anumite proprietăți, potențial dezirabile. Verificarea acestui gen de predicții se face prin construcția aparatului sau încercarea de a sintetiza substanța în cauză și testarea calităților acestora.

Principala utilizare a acestor aparate, substanțe sau ființe este tot în scop de cercetare, făcând de regulă posibilă sau accelerând abordarea unor direcții noi. Această piață de desfacere nutrește cel mai inovativ și mai explorator segment al industriei. Cele mai multe produse nu ajung pe alte piețe, dar aproape toate care ajung pornesc de aici.

Față de acest segment al industriei, cercetarea fundamentală are un rol de evaluare de neînlocuit, altfel fiind imposibil de răspuns obiectiv la întrebarea dacă un produs principal nou are o anumită calitate sau utilitate.

Unele din produsele vândute pe piața laboratoarelor de cercetare, și care se dovedesc utile la predicții (cum ar fi instrumentele și reactivii) pot găsi un debușeu pe piața serviciilor de consultanță (adică de predicție).

Uneori, dacă se găsește un comerciant și un investitor se poate să se încerce producția pe scară mai largă a unui produs bazat pe o metodă nouă, transformând un progres științific într-un produs comercial și eventual într-o industrie nouă, deși cele mai multe din produsele pentru care se încearcă comercializare largă nu reușesc să atingă un nivel profitabil din varii motive.

Această comercializare se face mai adesea când solicitarea unui produs nou sau îmbunătățit pleacă de la comerciant (care vede o nevoie potențială pe o piață), dar de obicei deși apar noi publicului este vorba de principii de funcționare cunoscute de mulți ani și popularizate deja în mediile comerciale, pentru care cineva găsește în sfârșit un debușeu. Între prototip și produsul comercializat cu succes intervin de regulă numeroase reproiectări cerute de nevoile de marketing pe măsură ce comerciantul descoperă cerințele reale ale piețelor, așa că din prototipul inițial rareori mai rămâne altceva decât principiul.

8 Cercetare și economie

Cercetarea răspunde nevoii de adaptare a societății, sistemul cercetării constituind ramura perceptivă a mecanismului de adaptare. Adaptarea implică schimbarea societății. Unele schimbări pot fi descrise economic, sau chiar în termeni de dezvoltare industrială: dispar industrii (de exemplu, transportul cu diligențe), apar industrii (de exemplu industria electronică) iar altele se restructurează. Acest proces pare pe termen scurt mai mult sau mai puțin agreabil pentru diverși membri ai societății, așa încât unii se opun și îl întârzie cu mai mult sau mai puțin succes.

Dar cele mai multe schimbări nu pot fi descrise economic și cu atât mai puțin industrial. De exemplu, este greu de spus ce impact economic va avea teoria încălzirii atmosferei. Industria energetică se va restructura. Pentru unii vor apărea oportunități noi. Alții vor trebui să-și închidă întreprinderile, poate cu pierderi, poate chiar prin intervenția guvernelor. Dar aceste chestiuni, chiar dacă par de anvergură într-o expresie financiară, sunt neglijabile în raport cu principalul beneficiu al predicției schimbărilor climatice: evitarea unui nou potop.

Și în general, utilitatea imediată a cercetării poate fi formulată în acești termeni, ai evitării catastrofelor—folosind cuvântul într-un sens larg, de ‘orice evoluție nedorită’.

De exemplu, legea lui Hesiod servea la evitarea unor catastrofe personale cum ar fi naufragierea sau înecul. Metodele moderne de predicție meteo ne ajută să evităm catastrofe mai mici (cum ar fi să ne prindă ploaia fără umbrelă) sau mai mari (cum ar fi să plecăm la drum și să rămânem blocați în zăpadă). Metodele de prevenire a îmbolnăvirilor, de predicție a evoluției bolnavilor sub diverse tratamente, a efectului substanțelor ingerate cu alimentele sau ca medicamente asupra organismului, a efectelor măsurilor de marketing asupra vânzărilor pe o anumită piață, sau potențialului militar și a conflictelor, a impactului unei acțiuni de propagandă, a activităților agricole asupra recoltelor, a fiabilității aparatelor sau a ratelor de succes a proceselor tehnologice, a efectului măsurilor educaționale asupra dezvoltării copiilor, a efectului diverselor soluții de compromis pentru stingerea litigiilor de un gen sau altul, a semnificației unei formulări pentru cititori de o anumită enculturație, a viitorului societății pe baza proceselor istorice, a măsurilor administrative care ar duce la dezvoltarea sau descurajarea societăților științifice și în general a tot ce poate fi prezis, de o manieră verificabilă, sunt produse ale cercetării fundamentale și efectele lor benefice nu se pot exprima economic decât cel mult parțial.

Sigur că orice efect benefic va putea avea până la urmă un impact economic pozitiv. De exemplu, predicția (și posibilitatea prevenirii) îmbolnăvirilor va avea drept efect o populație mai sănătoasă, din care o proporție mai mare va fi activă și o proporție mai mică va fi dependentă și desigur că economia într-o astfel de societate se va dezvolta mai repede. Dar, rareori putem vorbi de o relație imediată 'cercetare → profit'.

Rezultatul cercetării stă în calitatea metodelor predictive. Economia privește alocarea resurselor limitate, de același fel, fiind vorba întotdeauna de niște cantități. În acest sens, fie că este vorba de impactul economic al cercetării, fie de problema mai generală a evaluării cercetării, fie de finanțarea cercetării, problema este de regulă pusă inadecvat în termeni economici.

Mai mult, procesul creării, verificării și aplicării modelelor științifice sunt legate de procesul lent al învățării și evoluției profesionale a persoanelor și generațiilor, abia scara de timp a vieții omului fiind adecvată pentru a le descrie. Dimpotrivă, fenomenele economice obișnuite au loc de la un an la altul sau chiar de la o zi la alta. În consecință, majoritatea instrumentelor contabile și juridice, orientate către aceste fenomene, sunt inaplicabile procesului cercetării științifice.

Analizele economice îi sunt accesibile doar fațete nedefinitorii ale sistemului de cercetare. De exemplu, putem observa că finanțările acordate sistemului de cercetare au trei destinații specifice: salariile angajaților în sistem, cheltuieli de comunicare (inclusiv deplasări și documentare) și cheltuieli cu investiții și consumabile. Salariile ajung cheltuite pe bunuri și servicii de larg consum. Cheltuielile de comunicare sunt de fapt achiziții ale produselor industriilor editoriale, de turism și de comunicații.

Impactul imediat al investițiilor în cercetare asupra dezvoltării industriale este indirect, prin achizițiile de aparatură, instalații, servicii și consumabile specifice. Fondurile cu această destinație acordate instituțiilor de cercetare ajung desigur la producătorii acestor aparate, instalații, software și consumabile de un tip nou. Fără această piață a laboratoarelor de cercetare, cele mai multe produse noi n-ar putea face saltul de la prototip la produs pentru piața comercială generală: obiectivul sănătos pentru o industrie este să satisfacă o cerere, o industrie nouă presupune o cerere de produse noi și o capacitate a clienților de a le evalua, iar această cerere de un fel cu totul nou este în mod normal creată de sistemul cercetării.

Analizele acestor interfețe cu economia nu trebuie însă extinse asupra întregului sistem al cercetării, ale cărui obiective definitorii și activitate sunt de o natură diferită. Perceperea greșită a sistemului științific ca având drept scop atragerea finanțărilor sau

impactul economic, și antrenarea de resurse financiare și sociale pe baza unei astfel de concepții îi pot fi dăunătoare.