

**Simpozionul Principiile cercetării științifice
ACADEMIA ROMÂNĂ
COMITETUL ROMÂN DE ISTORIE ȘI FILOSOFIE A
ȘTIINȚEI ȘI TEHNICII
Divizia de Logică, Metodologie și Filosofie a Științei,
26 septembrie 2019**

**CERCETAREA ÎNTRE DORINȚA DE CUNOAȘTERE ȘI UTILITATE:
ASPECTE TEORETICE ȘI PROCEDURALE**

**DR.ROLANDA PREDESCU
FOST DIRECTOR GENERAL ÎN
MINISTERUL CERCETĂRII ȘI INOVĂRII**

DORINȚA DE CUNOAȘTERE vs. REZOLVAREA DE PROBLEME

Capacitatea de a stoca cunoștințe și de a rezolva probleme nu mai reprezintă de mult o caracteristică exclusiv umană a devenit un atribut comun al calculatoarelor dotate cu inteligență artificială,

DAR

Ramân ca apanaj uman **dorința de cunoaștere și capacitatea de a stabili scopuri și de a identifica sau formula (a pune) problemele** ce trebuiesc rezolvate pentru atingerea acestora.

O posibilă tipologie a cercetării

- Cercetarea de tip constatativ, determinată de **dorința de cunoaștere a universului existent** și care urmărește **stabilirea adevărului ultim** relativ la acesta, folosind **sisteme de gândire științifică** construite pe baza unor modele specifice de raționament.
- Cercetarea de tip creativ/ inovativ/ utilitar, orientată spre **îmbogățirea efectivă a universului existent**, cu noi elemente componente, funcțiuni sau mijloace de operare. Acest tip de cercetare este orientat spre **atingerea unor scopuri și obiective concrete** și constă în **identificarea, formularea și soluționarea problemelor asociate** acestora, prin modelare conceptuală, simulare și experimentare.

(de la “studii despre...” la rezolvarea de probleme, cu rezultate concrete, măsurabile)

Cercetarea de tip constatatativ Apariția și dezvoltarea științei moderne

Revoluția în știință (Scientific Renaissance)

- Dezvoltarea matematicii, a fizicii, a chimiei și biologiei
- **Durată** aproximativă:
 - de la 1543 – Nicolaus Copernicus – *De revolutionibus orbium coelestium*
(Despre revoluțiile corpurilor cerești)
 - la 1687 – Isaac Newton *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*
(Principiile matematice ale filozofiei naturii) – “*Principia*” (marea sinteză)

Cercetarea de tip constatativ

Apariția *metodologiei științifice*

EMPIRISM vs. RATIONALISM (1)

Empirism

- Francis Bacon – întemeietorul empirismului (Novum Organum, 1620)
- raționamentul inductiv (generalizare): de la fapt observat la axiomă/ lege)
- **Adevărul** (Concluzia)
 - Se bazează pe informația rezultată din *observații*
 - Este aflat prin *experimentare științifică* planificată sistematic
 - Este acceptat doar ca *probabil*, concluzia poate fi și falsă (*probabilitate inductivă*)

Școala empiristă: John Locke, George Berkeley, David Hume

Cercetarea de tip constatatativ

Apariția *metodologiei științifice*

EMPIRISM vs. RATIONALISM (2)

Raționalism

- Renée Descartes – întemeietorul raționalismului (Discurs asupra metodei, 1637; Principii de filozofie, 1644)
- raționamentul deductiv (particularizare: de la axiomă/ lege la fapt)

Adevărul (Concluzia)

- rezultă și este justificat *pe bază de raționament logic*, nu din observații
- reprezintă *concluzia logică* pe baza *conceptelor apriori* (înnăscute)
- este *sigur*, nu trebuie probat/ nu poate fi pus la îndoială (*realitatea este logică, nu depinde de simțuri*)
- Școala raționalistă: Benedict de Spinoza, Gottfried Wilhelm Leibniz

Cercetarea de tip constatativ

Dezvoltarea *metodologiei științifice*

PRAGMATISM

- **Charles Sanders Peirce** – întemeietorul pragmatismului (Deduction, Induction, and Hypothesis, 1878; What Pragmatism Is (1905)
- Raționamentul ipotetic/ abductiv (inferența pe baza unor ipoteze)
- **Adevărul** (Concluzia)
 - *Independent de opinii particulare*
 - Se bazează pe *o multitudine de argumente*
 - Rezultă *dintr-o teorie*:
 - *construită abductiv*, pe baza unor ipoteze
 - *aplicată deductiv* pentru a vedea implicațiile practice (**pragmatism**)
 - *testată și evaluată inductiv* din punct de vedere al utilității
- **Școala pragmatismului**: William James, John Dewey

Cercetarea de tip constatativ

Dezvoltarea *metodologiei științifice*

SEMIOTICĂ

Charles Sanders Peirce – întemeietorul semioticii moderne (*Of logic as a study of signs*, 1873; *On Semiotics and Significs*, 1908)

- **Logica: semiotică formală**, studiul formal/ filozofic al semnelor
- Studiul triadei: *semn* (semnificant) – *obiect* (semnificat) – *interpretant* (al semnului)
- **Adevărul - multivalent**: obiectul reprezintă un *univers de discurs*
(spațiul interpretărilor semnului)

Școala semiotică (sec 20): Ferdinand de Saussure, Umberto Eco

Cercetarea de tip constatativ

Dezvoltarea metodologiei științifice

PARADIGMA ÎN ȘTIINȚĂ

- **Thomas Kuhn** – autorul conceptului de **paradigmă în știință**
 - (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962)
- **Paradigmă** – setul de **concepte și practici ce definesc o disciplină științifică** într-o anumită perioadă de timp
 - admise pe bază de **consens**
- **Adevărul** - nu poate fi definit obiectiv, există *perspective subiective*
 - rezultă prin *consensul comunității științifice* la un moment dat
 - conform cu progresul neliniar al cunoașterii: **paradigmele științifice**
 - se modifică în timp (**paradigm shift**)

Cercetarea de tip constatativ

Dezvoltarea *metodologiei științifice*

ADOPTAREA TEORIILOR ȘTIINȚIFICE

- **Thomas Kuhn – norme descriptive** pentru adoptarea unei teorii științifice
- *Riguroasă* – compatibilă cu experimentele și observațiile efectuate
- *Consistentă* – intern, dar și extern cu alte teorii
- *Arie largă* – concluziile se extind dincolo de prevederile inițiale
- *Simplă* – oferă cea mai simplă explicație pentru fenomene
- *Productivă* – descoperă fenomene noi sau relații noi între fenomene

Cercetarea de tip constatativ

Dezvoltarea *metodologiei științifice*

RAȚIONALISMUL CRITIC

- **Karl Popper** – autorul conceptului de **falsificaționism empiric**
(**raționalism critic**, opus empirismului inductiv clasic)
(*Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*, 1972)
- **Adevărul**
 - **obiectiv** (cunoașterea este în mod **obiectiv adevărată**)
 - *independent de subiectul cunoscător*
 - Poate fi falsificat, trebuie **verificat prin experimente decisive**,
 - Este *valid până când apare o probă contrară*, care impune abandonarea lui

Cercetarea orientată *SISTEME DE CERCETARE*

- Sec 19: “**instituționalizare**” a științei:
 - Recunoașterea importanței, finanțarea de către stat
 - Crearea/ dezvoltarea **instituțiilor științifice de nivel național** (academii)
- Sec. 20:
 - dezvoltarea masivă a *sistemelor naționale de cercetare* (...și inovare)
 - *Personal* specializat
 - *Sistem instituțional* specific (universități, institute, centre)
 - *Politică publică* dedicată (administrație, buget, obiective prestabilite - strategii)
 - dezvoltarea cooperării internaționale
 - *Instituții și politici* specifice
 - *Marile instalații de cercetare* (în special în domeniul nuclear): atractori pentru comunitatea științifică internațională

Cercetarea orientată

POLITICA DE CERCETARE (1)

- **Politica de cercetare** reflectă și susține
 - interacțiunea cercetare – economie – societate
 - evoluția **sistemelor naționale de cercetare**
 - **cooperarea internațională** în domeniu
- **Instrumente de bază:**
 - **STRATEGIA DE CERCETARE (...ȘI INOVARE)** direcționează investiția în cercetare
 - **Orizont multianual** (planificare pe termen mediu, lung)
 - **Priorități și obiective** la nivel de sistem, stabilite prin:
 - *analiza evidențelor* privind situația curentă – (SWOT)
 - *consultare largă* a comunității științifice și de afaceri și a factorilor de decizie
 - *analize previzionale* (foresight)
 - **Volum și mod de alocare a resurselor necesare**
 - **PLANUL DE IMPLEMENTARE A STRATEGIEI**
 - stabilirea **programelor/proiectelor/activităților** specifice și *planificarea implementării*;
 - **planificarea alocării resurselor** umane, materiale, financiare

Cercetarea orientată

POLITICA DE CERCETARE (2)

- Investiția în cercetare, pentru:
 - **Progresul cunoașterii** - cercetarea constatativă, acumulare de cunoștințe pe domenii (posibil “străpungeri”)
 - **Cercetarea orientată către scopuri/ probleme concrete** – utilitară (goal/ target oriented):
 - *obiective clare* (îmbunătățiri progresive sau ținte de atins),
 - *rezultate și impact așteptate*, predefinite și măsurabile
 - **Cercetarea orientată către misiuni** (concrete, măsurabile, realizabile)
 - „engage research and innovation in (n.a. – major, large scale endeavours) **meeting the key challenges facing society..... A mission-driven approach can be critical for European competitiveness**” (M.Mazzucato - Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union, EC-DGR&I Report, 2018)
 - **Dezvoltarea economiei bazate pe cunoaștere** (knowledge-driven economy)
 - **Economia post-industrială**: bunurile și serviciile sunt inovate continuu pe baza rezultatelor de cercetare, proprietatea intelectuală are o importanță majoră

Cercetarea orientată

POLITICA DE CERCETARE (3)

Investiția globală în cercetare (National Science Foundation – S&E Indicators 2018)

➤ 2015: cheltuieli totale CD la nivel global - **1.918 trl \$**

(Asia de est și sud-est: 37,6%; America de Nord: 27,9%; **Europa: 21,6%**)

- **US** - cheltuieli totale (2015) – 495,1 mld \$ (**2,7% din PIB** vs. Coreea de Sud-4,3%, Japonia-3,4%)
 - cercetare fundamentală - 17%
 - cercetare aplicativă - 20%
 - **dezvoltare experimentală - 63%**
 - **contribuție sector privat - 67%**
 - **execuție sector privat - 72%**

Sursa: National Science Foundation - Science and Engineering Indicators 2018

- **RO:** - total- < 0,5% din PIB: sector privat - < 0,2% (cca 40%); sector public - < 0,3% (cca 60%)
 - << 2 ‰ **dintre întreprinderi desfășoară activități CD !!!** (cu stimulente financiare și fiscale)

Cercetarea orientată

PROGRAME ȘI PROIECTE DE CERCETARE (1)

➤ Programele de cercetare

- Sunt incluse în Planul de implementare al strategiei
- Set de obiective concrete (generale și specifice) care:
 - răspund unor **provocări economice sau sociale**,
- Set de instrumente specifice în funcție de obiectiv (tipuri de **proiecte de cercetare**)
- Au alocate bugete pentru atingerea obiectivelor

➤ Proiectele de cercetare

- Set de activități de cercetare orientate spre *atingerea unui scop/ rezolvarea unei probleme într-o perioadă de timp determinată*
- Dacă sunt incluse în programe de cercetare, **scopul proiectelor susține atingerea obiectivelor programului**
- Rezultate și impact concrete, predeterminate și măsurabile

Cercetarea orientată

PROGRAME ȘI PROIECTE DE CERCETARE (2)

Caracteristici comune pentru programe și proiecte

- **Obiective:**

SMART (specifice, măsurabile, realizabile, realiste, perioadă determinată)

- **Management:**

- **planificarea implementării**

- pentru fiecare etapă/ activitate: *durate, resurse, costuri și LIVRABILE*

- **monitorizarea și evaluarea implementării**

- *Urmărirea progresului*: respectarea *calendarului, costurilor și a normelor de calitate* pentru fiecare etapă/ activitate/ rezultat

- *Atingerea indicatorilor* de rezultat/ impact pentru fiecare etapă/ activitate

- *Evaluarea rezultatelor* (intermediare/ finale) *și a impactului*

Cercetarea orientată

ACTIVITĂȚI DE CERCETARE

- **Cercetare fundamentală:** dezvoltarea teoriilor științifice, identificarea soluțiilor conceptuale (TRL 1)
- **Cercetare aplicativă:** utilizarea cunoștințelor științifice în aplicații practice, ducând inclusiv la invenții (TRL2)
- **Cercetare-dezvoltare (CD):** dezvoltarea, pe baza rezultatelor cercetării (fundamentale și aplicative), de **noi produse, tehnologii sau servicii** sau îmbunătățirea celor existente (TRL 3-5)
(modele experimentale, funcționale; prototipuri în condiții de laborator),
 - Corelare pozitivă între **activitățile de CD și creșterea productivității întreprinderilor**, dar
 - Corelarea este **mult mai puternică în firmele high-tech decât în cele low-tech** (efectul Matei)
- **Politici de stimulare:** - stimulente **financiare** (ajutor de stat, împrumuturi avantajoase),
- stimulente **fiscale** (reduceri/ scutiri de impozite)
UE/ Regulamentul CE 651/2014; RO/ Codul fiscal – art. 20, art.60; EIB/EIF

Cercetarea orientată *ACTIVITĂȚI DE INOVARE*

- Realizarea de **noi produse, tehnologii sau servicii funcționale**, pe baza **transferului** în practică al rezultatelor CD (TRL 6-9)
 - **Creșterea competitivității**, prin **creșterea productivității și a calității**, prin durabilitate și sustenabilitate (consum de energie, protecția mediului), îmbunătățirea serviciilor asociate și scăderea prețului
 - **Instrumente specifice (facilitatori)**: prototipizare rapidă, managementul îmbunătățit al ciclului de viață (de la proiectare la disponibilizare), analiza calității și a valorii, audit tehnologic, standarde, proprietate intelectuală
 - **Resurse umane și infrastructuri specializate**: brokeri de tehnologie/ inovare, centre de transfer tehnologic, incubatoare de tehnologie/ afaceri, parcuri S&T și industriale
- **Politici**: sprijin financiar (ajutor de stat, împrumuturi avantajoase) pentru **validarea funcționalității** (prototipuri, serii zero, instalații pilot), dezvoltarea **clusterelor**

Cercetarea orientată

EVALUAREA PROIECTELOR DE CERCETARE (1)

- Evaluarea **propunerilor de proiecte**

Ex. Criterii UE:

- **selectare:** - capacitate **financiară**,
- capacitate **operațională**
- **evaluare:** - **excelență** (validitatea conceptului, calitatea și relevanța obiectivelor, existența nivelului de excelență și a masei critice necesare)
- **impact** (beneficii cheie pentru economie și societate, creșterea competitivității, efect de structurare pe termen lung a eforturilor de cercetare)
- **calitatea și eficiența implementării** (metodologie, plan de lucru, coordonarea activităților, structuri și proceduri de management, calitatea consorțiului, alocarea adecvată a activităților și resurselor)

Cercetarea orientată

EVALUAREA PROIECTELOR DE CERCETARE (2)

Evaluarea proiectelor pe ciclul de viață
(în timpul implementării și după finalizare)

- **Examinarea periodică** (semestru, an) a implementării, urmărind realizarea obiectivelor
 - *Relevanța, eficacitatea și eficiența activităților derulate*
 - Obținerea **rezultatelor urmărite**: *relevanța, calitatea și conformitatea* rezultatelor intermediare/ finale
(obiecte fizice, rapoarte și lucrări, brevete)
 - Producerea **efectelor așteptate**: *relevanța și eficacitatea impactului*

Cercetarea orientată

EVALUAREA PROGRAMELOR DE CERCETARE

- UE – Evaluarea ex-post, de către un înalt grup de experți, a Programului Cadru 7 (FP7)
 - **Commitment and coherence - Ex-post-evaluation of the 7th EU Framework Programme (2007-2013), High level Expert Group Report**
(<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7e74df87-ebb0-11e8-b690-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-80689114>)
- FP7 (buget 55 mld euro) – **”o investiție majoră în cunoaștere, inovare și capital uman, pentru a crește potențialul de creștere economică și pentru a întări competitivitatea europeană”**
- **Aspecte evaluate:**
 - **Conținut, implementare și rezultate** (scopuri și obiective, programe specifice, participanți - țări și organizații, rate și factori de succes, monitorizare și evaluare)
 - Accent special pe **IMPACTUL** asupra excelenței științifice, creșterii economice și competitivității, asupra sistemului european de inovare și asupra societății în general
- **RO/Evaluarea Intermediară a Strategiei Naționale și a Planului Național CD&I 2007-13**
Technopolis Group, Austria, FM Management, GEA Consulting, 2012