

**Recenzie**

**Eseu despre fundamentele modelării matematice  
Neculai Andrei**

**Editura Academiei Române, 2012**

**ISBN:978-973-27-2204-6**

**337 + xii pagini**

Lucrarea prezentată Editurii Academiei Române de către Dl. Neculai Andrei tratează o problemă veșnic actuală - **matematicile** - și, în contextul de azi al hiperdezvoltării tehnice, problema de maximă stringență - **modelarea matematică**.

Structura cuprinde 14 capitole. În primele nouă capitole autorul face o trecere în revistă a modului de dezvoltare a științei de la constituirea matematicii în formă "axiomatică" și până la fundamentarea științei pe baza raționalismului descartian. În planul gândirii, se face trecerea de la actul contemplativ, direct, la revelație, singurul mod admis de creștinism pentru aflarea adevărului.

În capitolul al II-lea se expune mentalitatea rațională grecească, evidențiind exigența gândirii de a găsi punctul de unde încep gândirea și existența, adică principiul. Se arată filiația filosofică prin care spiritul rațional grec a ajuns de la forma metafizică, tradițională, la forma științifică ce constituie capitalul intelectual al omului modern. Rolul determinant în această transformare l-a avut Aristotel, care a fundamentat metafizica drept știință a adevărului.

Autorul insistă pe ideea că grecii nu au ajuns la experimentul numeric, pentru ei fiind important actul gândirii, și nu modul în care, eventual, acest act se poate materializa în viața practică, grecii fiind interesați în primul rând în atingerea unei înțelepciuni interioare, nu de un discurs despre aceasta sau despre cunoașterea lumii materiale. Anticii voiau să cunoască lumea prin ce are aceasta esențial, modernii, prin știința de tip empiric, vor să cunoască lumea în materialitatea ei.

Este relevantă căderea raționalismului și răspândirea scepticismului, apărut prin sofști, scepticism care - arată autorul - va constitui baza îndoielii veșnice a lui Descartes.

În capitolul al treilea autorul ne arată cum a supraviețuit matematica și cum s-a dezvoltat știința de tip matematic, preluată de arabi într-un mod propriu, după ce gândirea filosofică și matematica au fost izgonite din Athena, intrată sub zodia creștinismului.

Capitolul al patrulea ne prezintă cultura scolastică, acel capital de idei preluat de la stoicii antici prin cele șapte arte liberale, îmbrăcate în formă teologică de Thomas de Aquino. Bagajul matematic este preluat în totalitate din Antichitate, dogma teologică împiedicând dezvoltarea raționamentului, problemele care ocupau mințile oamenilor fiind probleme de teoria numerelor. Pe plan filosofic, din lupta dintre realism și nominalism a ieșit învingător nominalismul, acesta pregătind terenul pentru știința de tip matematic.

Capitolul al cincilea se ocupă cu mișcarea intelectuală a Renașterii, posibilă datorită căderii Scolasticii decadente, redusă la câteva formule mnemotehnice de către autoritățile eclesiastice. Rolul esențial în această revoluție l-a avut Academia din Florența, susținută de către Lorenzo de' Medici. Acum apar marile figuri enciclopedice, animate de idealul antic al cunoașterii. Matematica, fiind riguroasă, este instrumentul principal de cunoaștere. Autorul îi trece în revistă pe marii savanți ai epocii: da Vinci, Galilei, Bruno, Erasmus, Copernicus. Acum apare pentru prima dată conceptul de experiment legat de adevărul științific. Aceștia vor face posibilă apariția marilor oameni de știință ai secolelor al XVII-lea și al XVIII-lea: Leibniz și Newton. Ei vor face "*saltul intelectual*", după cum spune autorul, de la știința de observație la elaborarea teoriilor științifice bazate pe legi.

Capitolul al șaselea face o incursiune în empirism, acesta fiind în istoria gândirii o consecință normală a nominalismului. Autorul detectează urmele empirismului în stoicismul lui Zenon și în modul de a gândi al romanilor. Este evidențiat rolul lui Bacon în fundamentarea inducției pe alte baze decât cele puse de Aristotel, care introdusese inducția penetrantă.

Pe baza ideilor lui Bacon se dezvoltă empirismul englez, bine reprezentat în cartea lui N. Andrei: T. Hobbes, J. Locke, G. Berkeley, D. Hume.

În legătură cu coniecturile empirice, autorul face o succintă dar bogată prezentare a concepției lui Nicolaus Cusanus, în special din lucrarea acestuia, *De docta ignorantia*.

Capitolul al șaptelea ne prezintă noua abordare filosofică a științei, prin care Descartes ajunge la certitudinea adevărului prin cele două principii ale metodei sale: îndoiala metodică și ideile clare și distincte. Din scepticismul epocii, Descartes ajunge să descopere existența obiectivă.

Autorul face o expunere a metodei raționaliste, *Mathesis universalis*, care nu este matematica, aceasta fiind numai aplicația metodei. Prin activitatea sa, Descartes pune pe primul plan calculul în dezvoltarea științei, prin matematizarea acesteia.

Adept al raționalismului, Leibniz este prezentat ca o mare personalitate a secolelor al XVI-lea și al XVII-lea, având în vedere rezultatele activității sale: calculul diferențial și integral, proiectul unei limbi universale (*Characteristica* și *Alfabetul*)

care constituie prima aritmetizare a cunoștințelor umane, reluată în sec. al XX-lea de Kurt Gödel în aritmetizarea sistemelor formale.

Kant apare în următorul capitol drept demolatorul ideilor înnăscute, prin punerea problemei invers: care sunt condițiile mentale care fac posibilă cunoașterea, factorii transcendențiali fără de care fenomenele sunt ininteligibile. Răspunsul este simplu: spațiul și timpul. Cu acestea mintea omenească îmbracă lumea exterioară pentru a o cunoaște.

În ceea ce privește problema cunoașterii, Kant dă un răspuns negativ: nu putem avea o metafizică calchiată pe matematică; pentru el cunoașterea nu poate trece de lumea experienței, principiile sintetice fiind principii ale unei experiențe posibile. El rămâne remarcabil în domeniul științei prin faptul că a căutat să dea o bază certă cunoașterii. Această necesitate au resimțit-o și alți gânditori, fie implicită, fie afirmată net, fie sub o formă atenuată, de a pleca de la categorii pentru a își fundamenta cunoașterea.

Capitolul al nouălea conține o trecere în revistă a diverselor concepții filosofice și științifice apărute de-a lungul timpului, terminând cu activitatea de cercetare științifică de tip matematic, după schema: știință de observație - știință a invarianților (legi) - control și ajustare a datelor experimentale, această din urmă activitate modificând din nou legile, procesul continuând la nesfârșit.

Capitolul al zecelea consemnează schimbările (autorul le numește "*metamorfoze*") pe care le suferă știința ca urmare a modificării survenite în *forma mentis* a vremii, cu periodizările și menționarea structurii pe care o capătă știința în fiecare dintre aceste faze.

Legat de aceste "metamorfoze", autorul introduce noțiunea de "pierdere a inocenței", vrând să sugereze prin aceasta că acuratețea cu care omul modern modelează fenomenele nu poate trece de o anumită limită; printr-o extindere care i se pare posibilă, N. Andrei aplică această "*pierdere a inocenței*" și sistemelor formale, destinate de data aceasta să dea seama de modul în care omul "gândește" prin procesele sale mentale și nu modul în care fuzionează realitatea exterioară în simboluri.

Capitolul următor ne prezintă o perspectivă a căutărilor fundamentale ale omului din Antichitate, când idealul său era înțeleptul, până în zilele noastre, când matematica a creat din rațiune un zeu. Autorul enunță problemele actuale de mare stringență care preocupă mințile oamenilor de știință, insistând pe cele trei mari liste de probleme (Hilbert, Landau, Smale), la care se adaugă și unele dintre cele *7 probleme ale mileniului*, ridicate de Clay Mathematics Institute.

Principiile și legile fac obiectul capitolului al doisprezecelea. Se face opoziția între știința dezvoltată în Antichitate pe principii - *arhe* -, cunoscute în mod direct, și știința de tip matematic, ale cărei legi și principii sunt formulate grație unei inducții de tip matematic.

Se insistă pe caracterul de exactitate al legilor. Se face apoi distincția între modelele sistemelor ingineresti și cele economice, prin faptul că primele folosesc legi și principii generale aflate la baza domeniului lor, pe când cele din urmă sunt irepetabile, fiind generate de ipoteze arbitrare, care au un rol mai mult de predicție.

Caracteristica modelelor matematice este faptul că acestea sunt elaborate pe baza legilor de conservare. Totuși, modelele suferă de deficiențele induse de neputința de a elabora un model complet pe baza matematicii: completitudine și minimalitate. Se enumeră apoi principiile științei moderne, cu evidențierea exigențelor specifice fiecăruia dintre ele.

Se pune accentul pe faptul că la elaborarea legilor și a teoriilor științifice se presupune ca adevărate omogenitatea spațiului și a timpului. Sunt prezentate teorema lui Noether și legile de conservare, care reprezintă invarianții lumii în care trăim și care au la bază conceptul de simetrie sau de dualitate.

Sunt prezentate în continuare concepțiile lui Cusanus și Descartes, apoi mecanica solidului, termodinamica (cu modele rulate pe calculator), mecanica fluidelor (și aceasta pe modele făcute în GAMS), electromagnetismul (cu exemple), teoria elasticității, mecanica cuantică.

Partea de sisteme economice și ecologice este bine structurată, cu exemple sugestive și prezentată în detaliu pe modele.

Sistemele dinamice au o tratare principială, fără aplicații, dar cu enumerarea direcțiilor în care s-au dezvoltat: abordările frecvențială, algebrică în timp, polinomială matriceal-frecvențială și structuralistă pe digrafuri.

După această perspectivă a evoluției gândirii de la simple intuiții la concepții complexe matematice, autorul prezintă în capitolul al treisprezecelea conceptul de modelare matematică și, strâns legate de acesta, clasele de probleme supuse formalizării. Sunt prezentate avantajele modelului matematic față de cel exprimat în limbajul natural intuitiv, prin identificarea modelului intern propriu domeniului cercetat. Este indicată schema de modelare prin parcurgerea traseului descriere lingvistică (model verbal) - reprezentare algebrico-diferențială - reprezentare internă, pasul final fiind făcut prin limbajele de modelare (GAMS, AMPL, ALLO ș.a.). Expunerea este finalizată cu exemple ample comentate.

Capitolul final al lucrării trece în revistă încercările făcute de-a lungul timpului de a calchia gândirea pe calcul și apoi de a rula acest calcul pe calculator. Sunt menționate și cele trei direcții prin care s-a încercat fundamentarea matematicilor: logicismul, intuiționismul și formalismul, precum și paradoxele apărute în teoria mulțimilor.

Informatica s-a dezvoltat în mod natural din această tendință de a pune activitatea umană pe calculator prin cele două tendințe principale: analiza numerică și teoria calculului, bazate fiind pe algoritmi de calcul.

Problema complexității computaționale este susținută cu un bogat material ilustrativ.

Vârful activității computaționale este reprezentat de calculul de înaltă performanță, punct în care converg trei activități majore: știința calculatoarelor, tehnica de calcul și aplicațiile. Acest calcul presupune concepte matematice avansate, materializate în algoritmi convergenți foarte rapid (cel puțin pătratic) și calculatoare cu arhitecturi paralele sau distribuite. Se atrage atenția că subtilitatea acestui calcul nu rezidă în

forța brută a supercalculatoarelor paralele sau distribuite, ci în folosirea conceptelor rafinate care au o complexitate computațională redusă.

În finalul capitolului, autorul face apoteoza activității creației informatice, pe care o include într-un intelectualism de tip matematic, prin care se prelungește puterea de analiză a conceptelor prin mărirea puterii lor computaționale. Entuziasmul creat de acest tip de activitate este temperat de autor, care ne avertizează că speranța noastră de a cunoaște este limitată numai la ameliorarea percepției acestor concepte matematico-informatic, realitatea lor "*platonice*" rămânând intangibilă.

Cartea este scrisă limpede, într-un limbaj clar și expositiv, cu explicații și cu exemplificări, fapt ce presupune un bogat bagaj intelectual și de specialitate.

Prin conținut și formă de prezentare, lucrarea se adresează unui mediu axat pe gândire matematică, dar și celor interesați de abordări filosofice ale științei. Stilul este maioreșcian și respectă normele Editurii Academiei.

**mat. Paul Sfetcu**

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică - Bucureșt