MODEL ȘI ANALOGIE: RAPORTURI EPISTEMICE ISTORICE

Ana BAZAC[1]

Abstract: *The basis of the article is a semantic research of the concept of* model*: and its comparison with those of "concept", "theory", "paradigm" allows us to see what the specificity of the model as a cognitive approach consists of. However, abstract concepts – like those above – are ambiguous, and a quick point of their ambiguity helps us perceive both the problem of ambiguity itself and the concrete problem of distinguishing the "model". An essential means of constructing models is analogy. Highlighting the different aspects of its definition allows us to capture the evolution of scientific models according to the changing types of analogy. The model of science here is physics. Traditionally, the scientific model was based on analogies with natural phenomena. Because mathematics uses internal analogies, between mathematical problems and solutions,* the mathematization of physics has led to the drastic limitation of analogies with natural phenomena and to the cascading emergence of models of physics*. With all the physical object of physics and with all the "application" of mathematics to physical reality, mathematization has led to a production of models from models, hence from the reality of abstract mathematical objects, from the reality of abstract creation.*

But Artificial Intelligence (AI) – which is a production and offer of models for solving real problems in knowledge and the real world – is, although internally constituted on mathematical models, a creation through analogies with the real physical world. AI is trained/loaded with data and data processing algorithms. In principle and in perspective, the data loaded into AI is much more than that in the mind of a researcher. As a result, the analogies are also more numerous and more original, and, thus, the problem-solving models are better. And, just as the mathematization of sciences led to the forgetting of the initial analogies and the emergence of formalized models, so too AI creatively develops models from other models whose factual origin remained in the history of the cognitive approach.

Keywords: *idea, concept, theory, model, paradigm, prototype, scheme, ambiguity, analogy, mathematization, science and contemporary science, mathematical physics, Artificial Intelligence (AI).*

[1] Division of Logic, Methodology, and Philosophy of Science, Romanian Committee of History and Philosophy of Science and Technology, Romanian Academy.

Introducere

În cele ce urmează este vorba, în primul rând, de o *cercetare semantică* despre conceptul de *model*.

Cercetarea semantică este un izvor al analizei epistemologice. Deoarece „modelul modelului" este cel din *știință – cunoaștere întemeiată*, dacă mergem la sensul platonic originar al termenului –, deja ne lovim de caracterul insuficient al definițiilor, asumate convențional. Iar caracterul convențional al definițiilor ca atribuiri de sensuri este măsurat de eficacitatea definițiilor: atât timp cât funcționează/„lucrează", aceste definiții sunt acceptate. Dar echivocul, ambiguitatea semantică ce influențează *ideea pe care și-o face știința despre propriul său obiect*[2] pot impieta asupra exactității și eficacității ei, adică asupra „lucrului" ei.

În plus, aspectul metodologic al *alegerii* teoriei și modelului, al punctului de vedere – ce are în subtext convingerea adevărului acestora – arată, o dată mai mult, importanța discutării clare a indiciilor multiple ale premiselor /ipotezelor/tezelor/teoriei pe baza cărora se construiesc modelele. Dacă știința înseamnă rigurozitate în raționamentele logice – deci formalizare – ca dovadă a caracterului întemeiat al narațiunii sale despre cauze și condiții[3], aceeași rigurozitate se cere și în examinarea punctului de plecare, a concepției cuprinzător structurante[4]. Acest aspect

---

[2] De fapt, formularea de mai sus este o figură de stil (sinecdocă). Nu știința, ci cercetătorii sunt cei care își fac o imagine despre obiectul științei.

[3] Caracterul *riguros* al detectării cauzelor înseamnă, din punct de vedere filosofic, discernerea componentelor necesare dintr-un set de condiții ce, împreună, sunt suficiente pentru apariția efectului. Lars-Göran Johansson, *Philosophy of Science for Scientists*, Springer, 2016, p. 127.

[4] Această concepție/teorie structurantă a fost numită, cum știm, *paradigmă* (Thomas Kuhn), adică „program de cercetare" (I. Lakatos, "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", pp. 91-196. In: Imre Lakatos, Alan Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science, London, 1965, volume 4, Cambridge at the University Press, 1970, p. 118 sqq. Dar el a folosit formula relativ la Alexandre Koyré – p. 92 – care determinase schimbările științifice de către revoluții „metafizice". [Vezi *Études galiléennes* (1939), Paris, Hermann, 2008, de fapt, „atitudini metafizice", p. 13, dar în capitolul *Le problème physique du copernicanisme* (pp. 166-204), Koyré a demonstrat că metafizica lui Giordano Bruno, având în subtext fizica sa antimatematică, nu a putut să se opună metafizicii aristotelice, ci a rămas cantonată în metafizica lui Copernic; că Tycho Brahe a lucrat în aceeași

metodologic arată *determinarea socială a științei*, dincolo de circumscrierea acesteia în cadrul său formalizat. Ignorarea acestui aspect metodologic permite preluarea necritică – deci neștiințifică, exterioară logicii științei – a unei teorii: preluare bazată pe argumentul informal al autorității. Ceea ce duce nu doar la o piedică a progresului științei, ci și la alterarea concepției despre adevărul științific: autoritatea este aici ceea ce dă adevărul unic și nechestionabil. Coexistența și raportul dintre tradiția științei (a fiecăreia în parte) și invenția științifică sunt, aici, supuse metodologiei autorității.

În sfârșit, micul popas semantic din articol atrage atenția asupra unui moment originar al construirii (spontane/naturale și științifice) a modelelor: *analogia*. Iar evoluția științei, determinată de nevoia de cunoaștere precisă a lanțurilor de corelații și cauze, a dus la o *schimbare a locului și rolului analogiei în știință.* Într-un înțeles mai degrabă potrivit paradigmei *aristotelice-baconiene* – care, desigur, nu a matematizat știința –, modelul științific matematizat era (doar) o formalizare a observației asupra sensibilului, ajutată de o analogie tot în sensibil. Adică știința este aici în esență observație asupra sensibilului, experiență sensibilă, și doar pe această bază vine matematica cu precizia dată de calcul. Aristotel a considerat că nu se poate matematiza calitatea, și deci nu se poate deduce de aici mișcarea naturii. Dimpotrivă, în alt înțeles, *galilean*, fără matematizarea naturii nu apare nici calitatea și nici mișcarea, deoarece *matematizarea înseamnă relevarea necesității, deci a esenței*, și nu simplul calcul

---

metafizică și fizică aristotelică; la rândul său, Johannes Kepler, creatorul termenului de inerție și care a dezvoltat o fizică astronomică nouă bazată pe geometrizarea spațiului a fost, din punct de vedere filosofic, un om al Evului Mediu, mai aproape de Aristotel decât de Descartes sau Galileo. Iar în capitolul *Le « dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde » et la polémique anti-aristotélicienne* (pp. 205-238), Galileo este un părinte fondator al fizicii moderne bazate pe matematizare, iar pentru a demonstra cu mijloacele acestei fizici care acum se sprijină hotărât pe matematică este nevoie de o fundamentare filosofică nouă, deci Platon bazat pe geometrie și, mai mult, pe o filosofie matematică dialectică, în loc de Aristotel ce credea în perfecțiunea cercului. (Pentru diferența dintre acest Platon și cel mistic, Léon Brunschvicg, *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1912, pp. 43-70: Platon a promovat unirea dintre analiza matematică ce se bazează pe o percepțoie științifică a concretului cu sinteza dialectică ce pleacă acum de la ipotezele-concluzii evidențiate de analiză și ajunge la principii (p. 56)].

al accidentelor. Doar scolastica – a arătat Descartes[5] – a redus matematica la un calcul mecanic subordonat. Or, în acest înțeles modern, matematizarea contemporană nu doar că a dus la mutarea sensibilului la sfârșitul teoriei matematizate, ca verificare post, ci modelele matematizate își au originea în alte modele matematizate, iar sensibilul stă sub/este sub matematizare. Imaginația – ca facultate a teoretizării sensibilului (Kant) – s-a schimbat ea însăși: parcă prima este acum imaginația modelului matematizat, iar sensibilul este văzut așa cum ne arată acest model. Tocmai această schimbare are loc la Inteligența Artificială (IA): imaginea sensibilului este dată prin modele matematizate, iar modelele lumii sensibile sunt deja generate numai de modele matematizate. Dar, pe baza acestor modele matematice interne, IA este capabilă să multiplice și să ridice la un nivel foarte înalt modelele de descriere a lumii reale. Funcția modelelor IA devine generarea realității (sensibile).

Iar atunci, dilemele etice legate de raportul dintre om și IA – care se scaldă în aceeași realitate – pot fi soluționate prin modelul simplu al creării unei realități prielnice ambilor. Dar toată această schiță a evoluției modelelor și analogiei – *analogie naturală–știință matematizată–IA* – este, ea însăși, *doar un model*: *formalizarea totală a științei nu este posibilă*. Nu neapărat în sensul că deocamdată nu este posibilă, ci în sensul că nu există o fundare ultimă a formalizării (sistem formal ultim, dat ultim, limbaj privilegiat)[6]. Totuși, încă o dată: deși *teoria matematică* se referă la obiecte care nu există fizic, *obiectele matematice*, ele corespund naturii și cunoașterii ei prin experiență într-un mod esențial: iar teoria lor captează chiar esența realității sensibile, deoarece ea captează raporturi necesare în cadrul acesteia. Progresul științei moderne nu putea și nu poate avea loc în afara *matematizării* sale.

În sfârșit, ca fiecare concept abstract, și termenul de model are un aspect *obiectiv* și unul *subiectiv*. Ceea ce, dintr-o dată, ne apropie de complexitatea problemei definirii, mai frust, de *ambiguitatea* termenilor abstracți. Aspectul obiectiv constă în *evidențierea condițiilor/determinațiilor necesare* pentru

---

[5] În *Discours* (1637), cf. *Œuvres de Descartes*, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, VI, *Discours de la méthode* et *Essais*, Paris, Léopold Cerf, 1902, p. 7, utilizarea matematicii în artele mecanice a relevat caracterul ei solid dar încă nevalorificat.

[6] Vezi și Jean Ladrière, *L'articulation du sens*. 2. *Les langages de la foi*, Paris : Les Éditions du Cerf, 1984, pp. 49-50.

constituirea și îndreptățirea unui concept. Aspectul subiectiv constă în *decelarea și propunerea*[7] unei/unor condiții din ansamblul celor necesare, și în contrapunerea condițiilor alese celor general-necesare.

Deconstrucție a conceptului de model: genuri proxime și diferențe specifice

1. Înainte de toate, modelul este o *idee*: care are intenția să reprezinte realitatea fizică și cea ideală. În ceea ce urmează ne ocupăm doar de modelele pentru reprezentarea lumii ideale, adică a teoriilor; iar modelul ideal al teoriilor este teoria științifică. (Prima observație metodologică aici: pe când modelele obiectelor fizice *se aseamănă* cu realitatea (fizică, desigur), modelele teoretice *corespund* teoriilor, de abia acestea din urmă fiind construite prin asemănarea cu realitatea. Caracterul metodologic al observației constă în importanța distincției între modelele *fizice* care au o asemănare structurală, și modelele *teoretice* care sunt bazate pe izomorfism/corespondență matematică).

Gândurile, inerent articulate/desigur, doar cele articulate, sunt – după intuiții, fulgurații, fragmente de lucruri/idei – reprezentări ale *intenției* de a înțelege un lucru și manifestări *sintetice* în a-l înțelege. Această sinteză, realizată prin *judecăți* (elemente logice ale/în operațiile mentale epistemice), este/a fost numită *idee*. După cum se știe de la Kant, ideea nu este doar o *reprezentare* – nu discutăm aici despre funcția de mediere, reprezentare și exprimare de sens a limbajului – ci și o *re-producere*, adică nu doar o imagine prezentificată ci și una prelucrată/produsă prin conexarea și evaluarea altor idei și altor doar imagini și doar concepte. *Ideea este o reprezentare*[8] *conștientă conceptuală, îndeplinită prin conexarea conceptelor*[9], deci o sesizare (și construire) a sensurilor lucrurilor din realitate.

---

[7] Numai în modelul ideal al științei, deci din punct de vedere exclusiv epistemologic, este propunerea dependentă doar de criterii universale de cunoaștere.

[8] Deoarece s-a amintit conceptul de *realitate* și cel de *reprezentare*, să reținem aici – deoarece discutăm despre cunoaștere – doar că realitatea este constituită din *obiecte* ale intenției noastre de cunoaștere. Presupozițiile de bază sunt existența obiectelor și, desigur, vizibilitatea lor potrivit momentului și nivelului de cunoaștere. Aceste presupoziții nu relativizează obiectele, și nu le transformă în existențe efemere determinate de subiect – ca în caricatura idealismului lui Berkeley – ci înseamnă, pur și simplu, că realitatea are culoarea/consistența/forma pe care le sesizează oamenii.

2. Semnificațiile par a fi prinse în *concept*. Ca urmare, acesta este al doilea *gen proxim* al „modelului". *Conceptele* abstracte, care sunt construite/prelucrate prin conexarea și evaluarea *altor concepte abstracte* și cărora nu le corespund direct experiența – opus *noțiunilor* concrete[10], ce reflectă direct experiența (ex. roșu etc.) și celor abstracte, ce reflectă indirect experiența, sintetizând semnificații generale ale noțiunilor concrete (ex. culoare) – ci *judecata asupra și în cadrul conceptelor abstracte*, au fost numite de Kant, *transcendentale*: nu *transcendente* în sensul comun al termenului (domeniu al absolutului dincolo de percepția umană) – deoarece sunt tot rezultatul construcției din minte – ci constituind un „strat"/„nivel" în cadrul acestei construcții și care explică fenomenul de *cunoaștere* ca atare: care nu este doar o reflectare animală a concretului prezent, ci o *articulare* a generalizării și *explicării* acestei reflectări, deci a operării cu concepte abstracte și într-un registru din ce în ce mai universal[11] și din ce în ce mai

---

Vezi Nicolai Hartmann, *Zur Grundlegung der Ontologie* (1935). 4. Auflage, Berlin: Walter de Gruyter, 1965, ca *Ontology: Laying the Foundations*, Translation and Introduction by Keith R. Peterson, Walter de Gruyter, Berlin, 2019, p. 96: „Conștiința științifică percepe aceeași realitate naturală a lumii. Modul de a fi al obiectului nu este modificat de progresul cunoașterii. Fizica are o suspiciune critică că atomul ar putea fi construit complet diferit față de ceea ce descriu modelele atomice predominante. Cu toate acestea, presupoziția evidentă în concepția ipotetică este că, indiferent de ceea ce tratează conceptul de atom, acesta este la fel de real ca și alte lucruri. Modul de a fi al realității nu este în discuție, ci doar forma sa particulară și determinarea. Tocmai această determinare ar trebui investigată". Deci faptul că *există* (atomi) nu este disputabil, dar *cum arată* (acești atomi)este mereu în funcție de cunoaștere.

[9] Immanuel Kant, *Critica rațiunii pure*, Traducere, Studiu introductiv, Studiu asupra traducerii, Note, Bibliografie selectivă, Index de concepte german-român, Index de concepte român-german de Rodica Croitoru, București: Editura Paideia, 2019, ideile sunt conexate arhitectonic conform scopurilor de comprehensiune și acțiune, A 318, p. 307; B 375, p. 613.

[10] Kant le denumește *reprezentări empirice* (de ex., roșu), deoarece *notiunea* corespunde intelectului, este un concept *pu*r (puritatea ce caracterizează conceptele este rezultatul și dovada operațiunii de sinteză), dar originar în i*ntelectul* care generalizează, deci sintetizează *indirect* obiectele experienței (în exemplul din text, culoare). În limbajul actual, este vorba de noțiuni abstracte ce *mediază* între reprezentările empirice și, pe de altă parte, obiectele experienței. Immanuel Kant, *Critica rațiunii pure*, A 320, p. 308; B 377, p. 617.

[11] Vezi concepte universale ca modele, sau ca idealuri.

construit[12]; nivelul „transcendental" – adică, mai puțin intimidant, nivelul conceptelor abstracte și al judecăților cu și dintre acestea (și fără corespondență directă cu experiența, dând *a priori*-ul, cunoștințele necesare și universale care sunt condiția oricărei cunoștințe întemeiate, în orice caz, a științei) – nu este doar absolut necesar pentru procesarea mentală umană ci, astfel, și (a) un dirijor al acestei procesări și (b) superior în această procesare: nivel la care *se urcă* în urma efortului de înțelegere și de la care *se coboară* pentru a da judecăți coerente legate de noțiunile concrete/care dă cadrul judecăților legate de aceste noțiuni și de concepte.

Conceptele abstracte sunt, la fel ca noțiunile legate direct sau indirect de concret, instrumente de recunoaştere a realităţii şi de creare mentală a acesteia. Această *funcție instrumentală* se realizează prin tipurile conceptelor care, în știință, sunt: concepte calitative (generice/tipare – care dau genurile și calitățile ce, în fond, clasifică lucrurile), comparative, cantitative (așa cum sunt fin analizate de Blaga[13]), conceptele-imagini (ca la Goethe, *Urphänomen*), tipurile ideale[14], conceptele hermeneutice[15]. Iar astfel, conceptele sunt constructe intelectuale: ce sunt generative de alte concepte, desigur odată cu dezvoltarea teoriilor, și în relații de dependență reciprocă și feedback.

Blaga a evidențiat o caracteristică importantă a conceptelor abstracte, ce ne folosește și în înțelegerea modelelor. Conceptele *abstracte* – și nu noțiunile concrete, deoarece ele sunt imediat descifrate de intuiția comună[16] – semnalează *paradoxuri*[17]. Adică sensul lor constă în *coexistența* unor

---

[12] Ca în matematică.

[13] Vezi Ioan Biriș, *Lucian Blaga. Conceptele dogmatice*, Cluj-Napoca: Editura Școala Ardeleană, 2020.

[14] Tipurile ideale sunt doar *criterii* sau *jaloane*, nu modele/teorii care ar cenzura absolut cercetarea, observația științifică. Sir Arthur Eddington (1882-1944), cel care a confirmat experimental teoria relativității generale a lui Einstein (1919), a dat *contra-exemplul* în care teoria ar fi Procust cu patul său, iar călătorii ar fi cercetătorii.

[15] Ioan Biriş, *Conceptele ştiinţei,* București: Editura Academiei Române, 2010.

[16] Lucian Blaga, „Manuscrise blagiene transcrise", I, [Manuscrisul nr. 6572, fără titlu], în *Apostrof,* Anul XXXVI, nr. 5 (420), 2025, p. 16: „Sinteza dialectică se face prin concret (AB, ca la Hegel, cum a arătat Blaga). Sinteza dogmatică e imposibil de realizat în concret".

[17] *Ibidem*: „Dar nici orice construcţie paradoxală – nu e o dogmă. Dogma e un fel între multe altele.

aspecte contrarii, dacă nu și contradictorii, deci – spre deosebire de situația conceptelor concrete care, la Hegel, sunt rezultatul unei sinteze dialectice în care contradicția este cumva rezolvată – implică nu doar principiul logic al terțului inclus[18] ci și principiul semantic al integrării referinței la mai multe planuri într-una și aceeași entitate cognitivă. De ex. „un întreg/sistem/organism" înțeles ca sumă a părților este un plan, să-l denumim al descrierii cantitative, iar în același timp înțelegem că „un întreg este mai mult decât suma părților", acest sens fiind alt plan, să-l denumim al evaluării intensionale (al discernerii sensului global). Atunci când folosim conceptul („întreg"/„sistem"/„organism") îl folosim i*ntegral* – desigur, în funcție de informație și educație/experiență – cumva „intuind"/„simțind" ambele planuri. Caracterul paradoxal al conceptelor abstracte este doar *implicit*, ceea ce nu le micșorează caracterul provocator.

3. Ca urmare, fiind *abstracte*, conceptele sunt *și „teorii"*, adică deja *idei coerente despre* un lucru sau altul: *ideile despre* nu sunt definiții, ci sugerează elemente și direcții de anchetă[19]: *în judecăți*. De abia acestea vor forma teoriile. Sau, mai precis, conceptele abstracte sunt *sugestii teoretice* care invită implicit la descifrarea caracterului lor paradoxal. Dar faptul că este vorba doar de sugestii teoretice ale conceptelor este foarte important:

Astfel de construcţii paradoxale, cari nu sunt dogme:

1. ipotezele (cu contradicţii interioare): ficţiunile lui Vaihinger (contradicţia acestor paradoxii degradează contradicţia la rangul de simplă ficţiune);

2. construcţiile metafizicei dialectice: paradoxiile sunt rezolvite prin „dialectică", „ritm", „totalitate concretă".

3. construcţiile metafizicei idealiste: paradoxiile sunt rezol- vite prin aceea că termenii contradicţiilor sunt luaţi drept simple produse ale reflexiunii. Se postulează un × transcendent – care depăşeşte termenii, afirmă termenii paradoxiei, punându-i totodată ca insuficienţi (fictivi).

Faţă de aceste paradoxii constructive – dogma îşi rezolvă paradoxiile prin postularea unui transcendent în care raportul dintre termeni e tocmai afirmat".

[18] De ex. „totul"/„unul"/„întregul"/„sistemul" care nu înseamnă doar suma părților, ci ceva mai mult din punct de vedere calitativ. Aceste concepte abstracte ce par a semnala paradoxuri – iar la Blaga cer și trimit la o „gândire dogmatică" ce este gândirea ce acceptă ceea ce intuiția infirmă (azi vorbim de teorii ce, la prima impresie, sunt contraintuitive) – sunt, de fapt, construcții mentale ce unesc concluzii de ordin diferit, le-aș numi „mecanice" (sistemul = suma părților) + „relativiste" (sistemul în sine este unu, are forță de entitate).

[19] Cele mai evidente sunt conceptele *tipuri ideale* și conceptele *hermeneutice*.

deoarece aceste sugestii *nu* sunt soluții clare, precise – așa cum sunt teoriile ca atare –. În acest sens, conceptele pot fi folosite în *limbajul comun*: aici, partenerii de dialog pot avea un miez comun pentru un concept folosit de toți, dar în același timp fiecare dintre ei poate presupune că ei toți dau același sens conceptelor, deși fiecare dă alt sens[20]. Asta arată, o dată mai mult, că forma conceptelor doar sugerează că *semnificațiile conceptuale/conținutul conceptelor* sunt istorice, dependente de context. Dar tocmai aceste semnificații conceptuale sunt *cadre ce modelează judecățile*[21].

4. Deoarece l-am amintit pe Blaga, să reținem și conceptul său de *dogmă* – opus sensului comun al acestui cuvânt (cunoaștere neverificată și nesupusă analizei critice) – reprezentând, dimpotrivă, un set de judecăți ce vor să expliciteze caracterul paradoxal (deci dogma e o „paradoxie explicită"[22]) al unor teorii. Mai precis, dogma este o formulă metafizică ce are un sens metodologic, adică o formulă operativă și inovativă: o teorie – deci un set de judecăți, de raționamente – ce asumă și explicitează niște contradicții structurale între elementele luate în seamă și, astfel, ce provoacă efotul de a crea noi teorii[23]. Dogma blagiană este o etalare asumată a unei contradicții ce, tocmai pentru că există, provoacă efortul de cunoaștere și este productivă, creatoare de cunoaștere.

Model și teorie

5. *Modelul* este, însă, mai mult decât un concept. El *nu* este ambiguu, adică sugerând multe sensuri pe multe planuri, ci, dimpotrivă, *precis*. Astfel, el *nu* este o *paradigmă*, adică un set de *principii-cadru*, principii generale pentru un domeniu sau o direcție de cercetare, ci, dimpotrivă, o reprezentare *precisă* referitoare la o problemă *precisă*. Deci, deși conceptele

---

[20] Asta duce la caracterul politetic al conceptelor: deci nu că au mai multe sensuri, ci că sunt folosite în același dialog cu sensuri diferite, desigur neexplicitate. Vezi Raymond Boudon, *L'art de se persuader des idées douteuses, fragiles ou fausses*, Paris : Fayard, 1990, pp. 139-140.

[21] De ex., una este să vorbim despre democrație în sensul liberal originar/utopic – în care toți cetățenii au aceleași drepturi politice și juridice, iar drepturile juridice implică sacralitatea contractelor odată semnate – și alta este să folosim cuvântul democrație atunci când această sacralitate a contractelor este încălcată.

[22] Lucian Blaga, „Manuscrise blagiene transcrise", *ibidem*.

[23] Ana Bazac, "Lucian Blaga and Thomas Kuhn: The Dogmatic Aeon and the Essential Tension", *Noesis*, XXXVII, 2012, pp. 23-36.

s-au caracterizat și în a fi teorii, iar teoriile se pot defini și ca modele, adică moduri de concepere/rezolvare a unor întrebări despre lucruri, modelele – ca și teoriile (deci spre deosebire de conceptele abstracte) – sunt *clare*: și *deschise* numai din punctul de vedere al conținutului lor concret care invită la confirmarea/infirmarea lor, la dezvoltarea lor, dar care, metodologic, sunt *închise*/date pe baza presupunerii mentale asumate a întemeierii, a raționalității lor. Sigur că *paradigmele* sunt modele – generale și cuprinzătoare – dar nu toate modelele sunt paradigme. Totuși, toate modelele sunt teorii/implică teorii.

De ce? Deoarece teoriile – concret, în știință, deoarece nivelul superior al teoriilor este în știință, iar acest nivel luminează mai ușor specificul gnoseologic al constructelor mentale – spre deosebire de concepte, nu sunt sugestii, ci soluții clare, precise. Tocmai această constrângere epistemică a teoriilor generează noi concepte: legate de problema cercetată[24].

A) Chiar teoriile care se avansează ca încercări, soluții posibile (cu diferite grade de probabilitate) sunt *clare*, deoarece declară, își declară de la început caracterul de variantă, de expunere a posibilului. Ceea ce nu mărește neapărat caracterul *provocator* al teoriilor: deoarece teoriile ca atare și, mai mult, toate constructele cognitive sunt provocatoare, deoarece toate sunt elemente ce articulează raportul dintre subiect și realitate, declanșând astfel noi experiențe, noi întrebări și noi răspunsuri, noi verificări, într-o spirală infinită. Ele sunt și instrumente cognitive de cunoaștere și definiții, adică rezultate ale cunoașterii, reflectând contextele concrete ale spiralei cunoașterii.

B) Știința operează și cu concepte non-politetice – fiecare având un sens precis și acceptat și folosit de comunitatea științifică – și cu concepte politetice. Acestea din urmă apar mai degrabă în științe sociale sau în unele umanioare, dar oricum din știință nu se pot exclude conceptele politetice[25].

---

[24] Un exemplu este cel al mărimii, proporției, scării, vezi Nicolai Harmann, pp. 207-252 (invarianța, modelele, simetria, din jurul scării). Dar vezi și Cristian Suteanu, *Scale: Understanding the Environment*, Springer, 2022.

[25] Raymond Boudon, *L'art de se persuader des idées douteuses, fragiles ou fausses*, p. 332. Dar vezi evidențierea precedentului temporal al conceptului politetic asupra celui monotetic, o demonstrație a necesității și fenomenului permanentei redefiniri în cercetare, Michael Kleineberg, "Monothetic Classification and Polythetic Classification:

O tendință a fost și este *impunerea* ideii că noțiunile politetice din știință[26] și din discursul public ar fi concepte non-politetice. Desigur că nu această impunere este soluția, ci *precizarea* și *critica științifică* a sensurilor conceptelor folosite, adică a *criteriilor* în stabilirea acestor sensuri. Redefinirea termenilor nu este superfluă[27], cum crede Boudon (*ibidem*), ci dimpotrivă face parte din efortul științific de adâncire a cunoașterii: cu condiția ca redefinirea să aibă loc într-un dialog al comunităților științifice, ceea ce înseamnă, cum arăta Popper demult, preluarea de către toți membrii ai unei comunități a argumentelor celor mai fiabile.

C) *Politetic* nu înseamnă *polisemic*. Adică nu este vorba de o rezolvare de tip eliminativist – care elimină/selectează din definirea unui concept doar trăsături ce pot fi regăsite în toate obiectele din clasa care este definită – sau de tip esențialist, care caută trăsăturile esențiale ale clasei, evidențiind pluralitatea sensurilor și ale clasei și ale obiectelor din ea. Cele două rezolvări aparțin de strategia epistemică în sine. Conceptul de politetic se referă, însă, la utilizarea cu sensuri diferite – chiar și opuse – a aceluiași concept într-un dialog, fiecare participant, sau cel puțin unul din ei, considerând că toți ceilalți dau conceptului sensul pe care el îl dă. Strategia „instinctivă" de cunoaștere este, încă o dată, de asumare a polisemiei – ceea ce nu înseamnă relativism epistemic – și de precizare a sensurilor asumate.

Modelele reflectă teoriile asumate: ele sunt precise, țintite, în cadrul acestor teorii, adică în funcție de sensurile din *acea* teorie. Ca urmare, modelele sunt clarificatoare în și pentru acea teorie. Dar – inclusiv pentru că teoria este bazată pe principiul abducției – al deciziei (cumva o ghicire) de alegere a teoriei, deoarece ea pare cea mai bună[28] – modelele par a fi și ele realizate abductiv: capacitatea lor explicativă este acceptată tocmai pentru că ele sunt reduceri, simplificări, deci par să ușureze înțelegerea. Dar nu există o suprapunere/repetare a capacității explicative a modelului

---

A Cognitive-Developmental Perspective". In: *Knowledge Organization across Disciplines, Domains, Services and Technology*, Ergon Verlag, 2022, pp. 159-171.

[26] Chiar „știința" este un concept politetic.

[27] Vezi Gabriella Eichinger Ferro-Luzzi, "The Polythetic-Prototype Concept of Caste", *Anthropos*, Bd. 81, H. 4./6., 1986, pp. 637-642.

[28] Aici perspectiva despre raționamentele prin abducție (Peirce etc.) este înrudită cu teoría despre ipotezele științifice.

și a teoriei: fiecare are și capacitatea de a îmbogăți inedit cunoașterea[29], adică de a declanșa legături, inferențe, ipoteze.

6. Dacă modelele sunt teorii – ca modele ale teoriei – ele au o *dublă funcție*: 1) descriptivă și predictivă (modelul *cum*) și 2) explicativă (modelul *de ce*). Tocmai această dublă funcție, care este a teoriei, permite distingerea între modele: unele sunt modele ale teoriei, deci au cele două funcții; altele au numai funcția descriptivă și predictivă, iar atunci sunt subordonate teoriei – nu egale cu ea – adică îi sunt unelte. Iar limita de aplicabilitate a uneltelor nu poate fi depășită: descrierea și prezicerea comportamentului unui sistem fizic nu este și explicare a cauzelor acestui comportament.

Modelul între schemă și cea mai perfectă redare a obiectului experienței

7. Modelul este *reprezentarea selectivă și schematică dar precisă a unor idei, în sensul de raționamente coerent centrate pentru a rezolva o problemă, adică o întrebare, deci în sensul de teorie despre un fenomen sau, cu un termen științific mai propriu, despre un sistem*. Modelul este, în primul rând, o *formă* a datului teoriei – iar punerea în formă este *formalizare*, formalizarea acestui dat –. Altfel spus, modelul este un mod[30]/șablon mental al cărui structură apare prin *comparare*, deci *analogie*[31] posibilă între lucruri cunoscute și lucruri ce

---

[29] Lorenzo Magnani, *The Abductive Structure of Scientific Creativity: An Essay on the Ecology of Cognition*, Springer, 2017, pp. 31-46.

[30] *Modulus*, diminutiv de la *modus* – măsură (în sens de etalon), mod. Adică și unitate de măsură – care reprezintă un raport –, sau parte componentă la care poate fi redus un obiect fizic.

[31] Rolul comparării, analogiei și metaforelor a fost evidențiat demult în discuția filosofică despre cunoaștere și limbaj. O apropiere a acestor procese și a figurilor de stil metaforice de conceptul de model a fost realizată recent de Daniela M. Bailer-Jones, "Models, Metaphors and Analogies", 108-127, *The Blackwell Guide to the Philosophy of Science*, (Edited by Peter Machamer and Michael Silberstein), Malden, Ma., Oxford, UK, 2002. Analogia este o comparare *explicită* care *explică* prin exemple intuitive (Aristotel se referă la analogia dintre teoria lui Thales despre pământul care plutește pe apă așa cum plutește o bucată de lemn – vezi Aristotle, *De Caelo*, Translated by J. L. Stocks, Oxford, 1922, II, 13, 294a 30-31). Metafora este o comparare i*mplicită* care explică prin transferul înțelesului dintr-o expresie/descriere cunoscută, obișnuită asupra unui fenomen nou, neobișnuit. Sunt diferite grade de metaforicitate, dar modelele metaforice sugerează mereu un aspect nou ce trebuie studiat. În orice caz, folosirea modelelor metaforice – care

urmează să fie cunoscute. Înțelegerea presupune, înainte de toate, interesul față de un lucru și, în același timp, încrederea/optimismul că acest lucru poate fi cunoscut: deoarece el este „ca și"/ „ca și cum" ar fi asemănător cu un lucru cunoscut. Iar modelul este imaginea clară a lucrului de cunoscut, pe baza unor prezumții – care sunt idei, teorii (sau doar ipoteze, dacă vrem să fim riguroși) – asumate explicit. De ex., aici, conceptul de model este configurat prin compararea cu conceptele de idee, concept, teorie, paradigmă.

Analogia și modelul dau/sugerează imagini/reprezentări *fragmentate*, deci doar aspecte ale fenomenului cercetat. În acest sens, și deși fiecare model în parte este precis, cunoașterea dată este doar aproximativă[32]. Realitatea – deoarece înseamnă experiență – este mai bogată decât modelul, deci e nereductibilă la model: deși noi o cunoaștem prin fațetele aduse în conștiință de model. Ca urmare, deși existența modelelor expres considerate social duce și la tendința de lenevire a minții în efortul de a infera mai departe – să nu uităm: gândirea însăși realizându-se prin modele, ideile fiind moduri, deci modele de rezolvare a problemei existenței unui lucru – impulsul realității care chestionează modelele și criteriile potrivit cărora sunt create, este contra-tendința celei de mai sus.

8. Conceptul care ne ajută să sesizăm specificul modelului față de conceptele abstracte este *prototipul*. Noi suntem obișnuiți cu acest termen din tehnologie, unde el este numele primului obiect descifrat și realizat dintr-o gamă de obiecte dezirabile și după care se construiesc *n* copii ale lui. La Kant prototipul/arhetipul/imaginea originară (*Urbild*) este *ideea maximală* despre un lucru, adică ideea care descrie forma cea mai perfectă a acelui lucru. Este, cu un alt cuvânt, *idealul*: chiar dacă ideea nu se poate realiza, ea este reperul pentru lucrurile care se explică și se așază sub acea idee. Prototipul este *ideea ridicată la maximum-ul său*[33]. Este ca Ideea lui Platon, șablonul care dă forma lucrurilor așezate sub acea Idee. Și într-adevăr, nu este prototipul tehnic obiectul perfect, maximum-ul atins într-un anumit cadru spațio-temporal pentru un obiect cu parametrii doriți?

---

este expres declarată ca moment inițial al studiului – nu trebuie confundată cu exprimarea metaforică ce nu trebuie să apară la sfârșitul studiului.

[32] Vezi Gaston Bachelard, *Essai sur la connaissance approchée*, (1928), Troisième édition, Paris : Vrin, 1969; și Stephen Toulmin, *The Philosophy of Science. An Introduction*, London: Hutchinson's University Library, 1953, p. 105.

[33] Immanuel Kant, *Critica rațiunii pure*, A 317, p. 306; B 374, p. 615.

Modelul este reprezentarea gândită ca fiind *cea mai bună* a unui lucru (într-un cadru spațio-temporal, deci în funcție de referențiale și instrumente cognitive precise), adică a unui sistem de relații și elemente.

În acest fel, modelul este un *standard*: încă o dată, obiectul mental și comunicat ce dă *măsura/planul* obiectelor din clasa sa, parametrii obiectelor din această clasă. Mai disecat, modelul dă *criteriile* ce trebuie avute în vedere pentru înțelegerea lucrului. Într-o analiză fenomenologică, am putea spune că modelul, deși precis, *nu este un construct rigid*, deoarece – pliind datul teoriei pe exigențele unei formalizări pentru a face acest dat accesibil, adică asimilabil de conștiință[34] – el implică invitația de a-l transcende. Modelul presupune mereu avertismentul – prezent în conștiință – că el trebuie dezvoltat, completat, deoarece altfel conștiința ar avea la îndemână și ar produce numai schițe subiective și inerent reductive. Ca urmare, și în această analiză, modelul este creator.

Legat de acest sens maximal al modelului, să reținem și termenul de *exemplu* cu varianta sa de *exemplu perfect*. Exemplul nu explică nimic, doar ilustrează, și prin aceasta întărește teoria din spatele/amontele său. Dar exemplul perfect[35] ridică această funcție de întărire – prin confirmare – a teoriei: exemplul perfect chiar sugerează că teoria nu poate fi infirmată, deși el doar strânge într-o reprezentare ilustrativă elementele calitative ale obiectului/fenomenului/teoriei. Cumva din această cauză exemplul perfect este și substantivizat ca *exemplar*, adică reprezentant al clasei fenomenului studiat.

Un tip special de exemplu perfect și, în același timp, de prototip, de standard este ceea ce s-a numit *dovada conceptului/dovada principiului*, adică

---

[34] Deci modelul „este o simplă punere la dispoziția conștiinței a unui dat sau a unei serii de date menite nu doar să îi îmbogățească conținutul, dar să i-l îmbogățească într-un anumit fel, ca această îmbogățire să fie căutată de către conștiință pentru un scop precis"; această interpretare fenomenologică a fost făcută pentru conceptul de informație (nu pentru cel de model), de către E. Moutsopoulos, *Conformisme et déformation. Mythes conformistes et structures déformantes*, Paris: Vrin, 1978, p. 13.

[35] *Exemplul perfect* al unei anumite calități se cheamă în greacă παράγων. Dar acest cuvânt mai înseamnă și model, specimen, dar și cel care acționează, *agentul*, *creatorul*. Fără multă speculație, am putea să spunem că modelul are putere de creație, de a declanșa creația mai departe.

un model ce urmărește să demonstreze că teoria din spatele său poate fi aplicată în realitate, este fezabilă[36].

9. Reprezentarea modelică este *schematică*: deoarece această reprezentare este menită tocmai să dea o idee principală despre legăturile/logica sistemului de înțeles. La Kant, schema este reprezentarea/imaginea *metodologică* pentru *legătura/corespondența dintre conceptele cele mai abstracte/generale și, pe de altă parte, lucrurile experimentate senzorial*: prin intermediul judecăților cu funcțiile lor și prin intermediul conceptelor *empirice*, intuite ușor în reprezentări empirice; prin intermediul conceptelor *pure matematice*, legate de senzitivitatea *a priori* a spațiului și timpului; prin intermediul conceptelor pure ale înțelegerii, adică al *categoriilor.* Adică schema ca atare este transcendentală, și în plus aplicarea categoriilor la obiecte ca atare este transcendentală. Caracterul metodologic al schemei înseamnă că schema ca atare nu este o reprezentare a obiectelor, ci un set de reguli de derivare/tragere/corespondență a unui obiect la un concept general, și reguli de transpunere a sensului conceptelor la obiecte. Schema este metodologia *sine qua non* pentru ca un lucru să fie cunoscut, deoarece cunoașterea are loc numai prin concepte[37].

În conceptul folosit astăzi în științe – și, în general, în epistemologie – modelul este o *schemă* deoarece este o simplificare, potrivit unor *criterii explicite*, a constituirii și funcționării unui lucru. În acest sens, un model este o *reducere* – clar înțeleasă și asumată – a unui lucru la o structură de relații și elemente, considerată esențială sau principală în înțelegerea acelui lucru. Ceea ce înseamnă că modelul asumă faptul că el este numai un moment în construcția teoretică: deoarece teoria nu aspiră la reducere, ci la o completare progresivă.

10. Deoarece întreaga gândire se derulează prin discernere, comparare, integrare, ea (gândirea) este o suită de modele: succesive, înglobate și înglobante – ca în păpușile Matrioșka – minimaliste și maximaliste, deci de reducții de diferite feluri.

---

[36] https://en.wikipedia.org/wiki/Proof_of_concept. Dar vezi și un exemplu de asemenea demonstrație, Steven Abel, Michael Spannowsky, "Observing the fate of the false vacuum with a quantum laboratory", 2020, arXiv:2006.06003.

[37] Immanuel Kant, *Critica rațiunii pure*, A 140, p. 198: schematismul intelectului este procedeul prin care schema conceptului poate fi aplicată unui obiect oarecare.

11. Modelul *nu* este paradoxal, chiar dacă el arată expres contradicții ale fenomenului modelat și, astfel, provoacă atenția asupra lor: el dă o imagine care este coerentă.

12. În orice caz, modelul este mereu corespunzător obiectelor/clasei de obiecte de interes. În acest sens, el este o descriere a acelui obiect cu ajutorul conceptelor din domeniul ce include acel obiect sau care se poate lega de el. Iar când vorbim despre obiect, includem în clasa obiectelor și – cum s-a văzut de la Kant – strategiile metodologice de abordare a lucrurilor: harta este un model, dar există și *diferite tipuri* de hărți, pentru același lucru, desigur. În acest sens, modelul este „personalizat", adică dedicat unei/unor obiective precise. Ca urmare, modelul *descrie*, *explică*, *ilustrează* și *prezice*. Dar, încă o dată, modelul se referă la un referențial potrivit unor criterii, deci descriptori, dar fenomenul este complex, are multe fațete ce trebuie puse în lumină și cu alte modele, și cu alți descriptori.

Astfel, modelul *nu este, totuși, Teoria*, ci doar un aspect și o parte a ei. Un câmp de fenomene e acoperit de mai multe modele și mai multe teorii. Niciun model nu este exhaustiv, ci este mereu dintr-o anumită perspectivă pentru o problemă dată. Iar în acest sens, nu există o „teorie ultimă", nicio descriere nu este completă, modelul fiind schema prescurtată ce permite comunicarea (specialiștilor).

Posibilitatea modelului științific

13. Cele de mai sus au dorit să califice conceptul de model, în cadrul metodologic cunoscut al ambiguității conceptelor.[38] Dar problema este cum are loc trecerea de la premisele (de ex. modelele) *exprimate logic într-o formă* la concluzie: iar răspunsul este că premisele și concluzia trebuie să fie *exprimate la fel, în aceeași logică*[39]. Iar această problemă se continuă, din nou, cu întrebarea despre reflectarea realității de către modele. Răspunsul este, și aici, că nici realitatea nu poate fi dedusă din model și nici modelul din realitate – exemplul este cel al diagramelor razelor din optica geometrică și, pe de altă parte, fenomenele pe care le reprezintă –. Dar că modelul conține tot ceea ce e prezent în observații, dar în manieră sintetică și coerentă. Doar

[38] Așa cum a apărut deja, toate conceptele din tripticul principal – concept, teorie, model – sunt ambigue. Totuși, suprapunerea lor este relativă. Putem totuși să discernem diferențe specifice.

[39] Stephen Toulmin, *The Philosophy of Science. An Introduction*, p. 106.

că tocmai acest rezultat sintetic și coerent trebuie înțeles, adică cercetătorii trebuie să fie antrenați să știe să aplice modelele la fenomene[40].

14. Deoarece modelele sunt exprimate și prin imagini – despre care azi se spune că fac cât mii de cuvinte – să reținem că, indiferent de puterea lor semnificantă, pentru a avea o explicare coerentă potrivit standardelor științifice este necesar ca imaginile să fie însoțite sau urmate de explicarea obiectivelor științifice concrete care au dus la crearea lor (cauzare, corelații, legi, abateri și excepții). Cu alte cuvinte, imaginile, diagramele, chiar ferestrele de formule de semne (ca în chimie, de ex.), trebuie însoțite de interpretarea lor/teoria lor.

15. Aici trebuie să ne oprim un moment pentru a preciza mai mult conceptul de *formalizare*. Formalizarea este o descriere nouă, exterioară narațiunii în limbaj natural[41], a unui fenomen prin semne (inclusiv diagrame) și formule construite convențional sau considerate convențional ca reprezentând precis un element, un aspect, o calitate (ca posibilitate a existenței sale/a cantității) a fenomenului și care sunt puse în relații. Formalizarea este fie prin semne *nematematice* fie prin semne și operații *matematice*. Ambele tipuri de formalizare au fost create în vederea decelării mai clare a raporturilor și structurilor din realitate. Decelarea matematică nu doar introduce *precizie* în distingerea și raporturile dintre fenomene/ elementele unui sistem, ci și *evidențiază* aceste raporturi care, altfel, din simpla observație empirică, nu ar fi apărut/ar fi apărut mai greu și mai târziu. Altfel spus, formalizarea matematică a adus în câmpul conștiinței lucruri noi: rezultatul ei este o realitate mai bogată. Formalizarea matematică a fost și este, în esență, *calcul* al raporturilor și problemelor deja evidențiate de diagrame și formule nematematice. De fapt, acestea sunt însoțite de ecuații ce dau temeiul: fără aceste ecuații, diagramele ar rămâne descrieri intuitive.

---

[40] *Ibidem*, pp. 108-109: „Fizica nu stă în formule, așa cum au sugerat ei și așa cum suntem adesea înclinați să presupunem, la fel cum nici capacitatea de a te orienta nu face parte dintr-o hartă. Problema aplicării calculului teoretic rămâne în fizică problema centrală, căci o știință nu este nimic dacă legile sale nu sunt niciodată folosite pentru a explica sau prezice nimic".

[41] Dar descrierea științifică însăși a realizat o formalizare *avant la lettre în limbajul natural*. Toate conceptele ce au semnalat aspectele noi descoperite în realitate, deci au corespuns acestor aspecte, au fost puse în relații coerente și au dat astfel forma cunoașterii acelor aspecte și, astfel, au constituit jargonul de specialitate.

Exemplul emblematic este *fizica matematică*, ce vizibilizează ipotezele fizicii astfel încât aceste *ipoteze devin teorii*: *ecuațiile devin teoria*, sau *miezul teoriei* care, în lipsa ecuațiilor, ar rămâne descrieri empirice intuitive[42]. Mai mult, ecuațiile permit autonomizarea diagramelor/azi, imaginilor in 3D, astfel încât *ansamblul diagrame-ecuații* poate fi discutat *separat* de fenomenul empiric (în exemplul teoriei undei, ecuațiile permit înțelegerea undei dincolo de aspectele speciale date de tipul și locul undelor – mecanice, electromagnetice –).

Autonomizarea modelului (de explicare) față de fenomenul demonstrat experimental – în cadrul modelului modern al științei în care experimentul fizic, anterior sau/și ulterior teoriei, este dovada credibilității și admisibilității acesteia – a permis și dezvoltări ale acestui model care chiar nu au fost generate de demonstrații experimentale ale unui fenomen înainte necunoscut[43] și care, o dată mai mult, generează noi modele, adică sisteme de ecuații și teoreme matematice ce *pot fi dovedite matematic dar care sunt contraintuitive în fizica clasică*: totul plecând de la prezumții fizice intuitive – de ex., legat de ecuația lui Schrödinger (1926), posibilitatea teoretică de a separa și urmări mișcarea unui singur atom, și liber de influența oricărei forțe, ecuațiile mișcării sale putând fi apoi generalizate și pentru atomul din câmpul de forțe – și de la prezumții fizice demonstrate matematic (comportamentul cuantic și ca particulă și ca undă). Aplicabilitatea generală în fizica cuantică a ecuației lui Schrödinger – explicând, între altele, radiația discontinuă prin schimbarea frecvenței emiterii, fiecare schimbare de frecvență generând un salt în emiterea radiației, și, legat de acest fenomen, dezintegrarea uraniului prin emiterea unei particule de către nucleu, deși energia acestuia nu permite emiterea potrivit mecanicii clasice – stă în *funcția de undă* ce conține întreaga informație despre starea *probabilă* a unei particule[44], adică situația

---

[42] Vezi *ecuația undei*, care descrie undele/câmpurile de unde staționare mecanice și electromagnetice.

[43] Ecuația lui Schrödinger despre mișcarea unei particule cuantice, ca funcție de undă, dependentă de impuls și timp. Ea explică comportamentul tuturor particulelor cuantice – așadar, funcția sa predictivă este totală – iar această adecvare a fost dovedită experimental prin măsurarea parametrilor unei cuante în mișcare controlată.

[44] Starea probabilă a unei particule are ca premisă evidențiată cuantic, *spațiul configurat* – din posibilitățile de situare aici potrivit coordonatelor multiple ale

parametrilor /coordonatelor particulei, și care este, cel puțin deocamdată, un instrument matematic pentru aflarea probabilității locației particulei în funcție de *măsurarea* coordonatelor. Dar nu putem cunoaște starea/locația decât dacă măsurăm, iar măsurarea dă mereu o stare într-un spațiu probabil, deci într-un spațiu format din ansamblul probabilităților coordonatelor: ceea ce înseamnă că o nouă măsurare dă o altă locație, iar asta presupune că, între timp, și coordonatele s-au schimbat[45].

Măsurarea presupune o prezumție nu simplist subiectivistă – deoarece măsurarea e repetabilă, deci controlabilă – ci una care depășește cu totul perspectiva realistă naivă: *lumea* în principiu obiectivă este în funcție de ceea ce cunoaștem despre ea; iată, inclusiv despre fenomene cuantice demonstrate matematic, dar contraintuitive în perspectiva clasică. Ceea ce înseamnă că valorile lumii – AB, nu doar cuantice – sunt nu proprietăți intrinseci/date imuabil, ci „proprietăți relaționale", analog cu ceea ce se întâmplă în lumea fizicii clasice[46].

Așadar, interpretarea *de către fizicieni* a modelelor fizicii este exprimată *formalizat*: adică *teoria*, explicarea cauzală are loc în forme matematice care, de abia apoi sunt condensate, eventual pentru nespecialiști, în limbajul natural. Deci mai precis, trebuie să distingem între modele în imagini și, pe de altă parte, modele matematizate. Acestea din urmă sunt clar inserate tot

---

acestor posibilități, date atât de coordonatele multiple ale particulei (și ale tuturor particulelor dintr-un sistem) cât și de coordonatele observatorului (fizice și psihice), și ale instrumentelor de măsurare – și nu spațiul fizic din mecanica clasică.

[45] Această perspectivă potrivit căreia fiecare măsurare dă o nouă locație este o dovadă matematică în lumea cuantică a faptului evidențiat în lumea mezzo-fizică în care trăiesc oamenii – observatori – atât a coexistenței dintre schimbarea superficială și păstrarea așa-numitei identități, cât și a schimbării cel puțin superficiale a ambelor entități din relație. Filosofii antici au formulat asta ca mișcare în care suntem antrenați și față de care ne păstrăm identitatea. „Nu te poți scălda de două ori în aceeași apă a râului", a observat Heraclit. Dar cel care se scaldă este, pe de o parte, același de cele două ori – din moment ce este observator al ambelor momente – iar pe de altă parte, diferit deoarece și el se schimbă, ca și apa râului.

[46] Harvey R. Brown, "Aspects of objectivity in quantum mechanics", In Jeremy Butterfield & Constantine Pagonis, *From Physics to Philosophy*. Cambridge University Press, 1999, pp. 45—70 (p. 62). Dar și detaliata analiză epistemologică Steven French & Juha Saatsi (Eds.), *Scientific Realism and the Quantum*, Oxford University Press, 2020.

într-o teorie matematizată, doar aceasta fiind „tradusă" în limbaj natural. Dar, datorită caracterului matematizat al fizicii (și al științelor) contemporane, chiar eficiența modelelor în imagini cere explicație matematizată.

Și, deoarece am atras atenția asupra *interpretării*: explicația *tehnică* în fizica de astăzi are loc în limbaj matematic, dar pe de o parte, ea cere o suplimentare a acestei explicații dintr-o perspectivă *exterioară* conceptelor și cauzării tehnice: aceea a unei anchete asupra domeniului ca atare, dincolo de calcul și formalizare[47]. Dar de fapt, ancheta asupra domeniului poate fi făcută și rămânând în cadrul tehnic formalizat: dacă cercetătorii privesc formalizarea domeniului în cheie istorică[48].

16. Pentru același obiect științific există diferite tipuri de modele – deci și sincronic, nu doar diacronic. Tipurile diferite de modele sunt determinate nu doar de fațeta specifică pe care o iau în seamă modelele, ci, evident, și de teoriile respective.

17. Modelele asumate sunt generatoare de ordine în știință, adică dau direcțiile de cercetare a problemelor prinse de modele. Acest fenomen are consecințe pozitive, dar dacă atmosfera peri- știință obstrucționează spiritul științific ca atare, critica liberă în cadrul științei, el poate avea și consecințe negative.

18. La fel, respectarea standardelor științei generează un spor formidabil în cunoaștere. Dar iată, optimismul frazei trebuie să fie interpretat nu doar în cheie epistemologică, ci și într-una de sociologie a științei și într-una de sociologie: de ex., asumarea rigidă a unei teorii poate duce la o proliferare a cercetărilor cu un grad redus de relevanță. După cum, sporul în cunoașterea formalizată poate mări ecartul epistemologic între specialiști și publicul general: *dacă* educația acestuia transmite o perspectivă a-științifică despre – să formulăm filosofic – raportul dintre subiect și obiect. Această perspectivă transmite o *imagine mitică* despre știință și teoriile ei: epistemologic, imaginea mitică se formează atunci când într-o disciplină sau într-un domeniu, apărând o teorie nouă, cu valoare de adevăr, teoria veche își manifestă inerția (vezi perioada dintre apariția teoriei moderne heliocentrice și asumarea ei normală). Sociologic, imaginea mitică este

---

[47] Van Fraasen în J.E. Wolff, "Naturalism and the interpretation of quantum mechanics", pp. 103-119, in Steven French & Juha Saatsi (Eds.), *Scientific Realism and the Quantum*, ed. cit.

[48] *Ibidem*.

populară atunci când, pe terenul educației precare, mesajele peri- știință induc teorii iraționale.

Modelul matematic al științelor

19. Matematizarea modernă a științelor și, concret, a fizicii[49], a constat în evidențierea relațiilor cantitative dintre fenomene și în eficiența dovedită a acestei evidențieri cantitative. Cauza și rostul matematizării au fost *transformarea descrierilor calitative ale obiectelor în descrieri cantitative, calculabile* și înțelegerea *modului în care se trece* de la observații calitative în limbaj natural la reprezentări cantitative ale acestora. În principiu – și cu atât mai mult vizibil în dezvoltarea teoriilor – modelele matematice corespund teoriilor pe care le reprezintă, iar această corespondență este *matematică* (izomorfism în înțeles matematic): ea presupune o măsurarea ca *structură similară* a modelului matematic cu teoria, indiferent de felul diferit al elementelor reale acoperite de teorie[50]. Din acest punct de vedere, corespondența modelului este cu *conceptul ideal* din teorie[51], și mai mult – și, cu atât mai mult cu cât e vorba de teorii complexe – modelele matematice sunt de mai multe feluri și împreună *dau teoria*. Cu alte cuvinte, teoria sistemelor complexe este matematizată de la început, ca modele ale teoriei. Îndepărtarea de modelele empirice de la începutul științei moderne este clară. Mai mult, din nou, modelele matematice „stabilesc realitatea", adică dau teorema reprezentativă pentru aceasta: iar aceasta arată că orice *model* empiric corespunde cu *modelele* matematice[52]. Altfel spus, formalizarea matematică este indispensabilă pentru înțelegerea lumii fizice.

20. Cu toate acestea, un aspect esențial al modelului matematic este caracterul său *descriptiv* și *predictiv*. Lui îi lipsește caracterul *explicativ-cauzal* în mod direct. El arată doar *ce* se întâmplă în relațiile dintre obiectele matematice luate în calcul, iar *dovezile* corectitudinii raționamentelor matematice reprezintă doar un „*adevăr*" *matematic*: coerența soluțiilor și corespondența lor cu regulile, axiomele și teoremele folosite. Dar eficiența modelelor matematice a reliefat tocmai principiul unei corespondențe între

---

[49] Otávio Bueno and Steven French, *Applying Mathematics: Immersion, Inference, Interpretation*, Oxford University Press, 2018.

[50] Patrick Suppes, *Representation and invariance of scientific structures*. Stanford: CSLI Publications, 2002, p. 54.

[51] Lars-Göran Johansson, p. 192.

[52] Patrick Suppes, *Representation and invariance of scientific structures*, pp. 3-4.

adevărul matematic și cel fizic[53]. Argumentul despre rolul *euristic* al matematicii – adică de ofertă de metode și reguli de descoperire – a fost asumat de către susținătorii caracterului *explicativ* al matematicii: faptul că reprezentarea matematică introduce în sistemul fizic reprezentat elemente și proprietăți care sunt noi, nu erau cunoscute înainte de începerea formalizării, deci că sistemul fizic se restructurează în cunoaștere, el determinând fasonarea ipotezei matematice și „explicația prin constrângere", faptul că demersul matematic se bazează, astfel, pe „inferențe ampliative", demonstrează puterea euristică a matematicii și în cadrul ei și pentru lumea fizică[54]. Dar oare acest argument nu presupune că, de fapt, manipularea reprezentării matematice prin introducerea ipotezelor

---

[53] Sorin Bangu, "Mind the gap: noncausal explanations of dual properties", *Philosophical Studies*, 181, 2024, pp. 789–809: reprezentările matematice ale unui sistem fizic au puterea de a-l explica *descriptiv*, deci au o proprietate explicativă duală (și în matematică și în domeniul fizic ca atare). Deci, spune autorul, o asemenea explicație este non-cauzală. Deoarece orice determinație este o cauză, iar explicația cauzală a neglijat unele determinații pe care tocmai explicația descriptivă matematică le relevă.

Observații. 1) Această capacitate descriptivă a reprezentărilor matematice este esențială în IA. 2) Analiza cauzală a lucrurilor sub toate aspectele este un proces determinat de experiența istorică a oamenilor. Adică oamenii au descoperit cauze pe măsură ce noi și noi aspecte în relațiile lor cu mediul social s-au dovedit a fi esențiale. Iar distincția operată de filosofie între aspecte/cauze a reflectat determinarea și gnoseologică și social a procesului menționat.

Cumva o ilustrare și a observației și a poziției autorului de mai sus a apărut și în Mary Leng, "Models, structures, and the explanatory role of mathematics in empirical science", *Synthèse*, 199, 2021, pp. 10415–10440. Explicația matematică descriptivă este numită *structurală*, cu argumentul că structura matematică ce descrie fenomenul fizic arată că, tocmai potrivit aspectelor fizice transpuse matematic în această structură, fenomenul are loc.

Argumentul de susținere a caracterului explicativ al matematicii a apărut, dar ca argument al caracterului explicativ al dovezii în cadrul matematicii, și la Mark Steiner, "Mathematical Explanation", *Philosophical Studies: An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition*, Vol. 34, No. 2, 1978, pp. 135-151: O demonstrație explicativă face referire la o proprietate caracterizatoare a unei entități sau structuri menționate în teoremă, astfel încât din demonstrație este evident că rezultatul depinde de proprietatea respectivă (p. 143).

[54] Emiliano Ippoliti, "On the heuristic power of mathematical representations", *Synthèse*, 200, 5, 2022, article number 407, pp. 1-28.

și elementelor arată rolul explicativ al matematicii pentru lumea fizică prin evidențierea elementelor ce corespund unor parametri fizici?

Totuși, indiferent de această corespondență, modelul matematic nu explică în mod direct *de ce* este un sistem fizic într-un fel sau altul, ci arată doar *cum* este acesta dacă parametrii săi – transformați în variabile matematice – au diferite valori/coeficienți și cum se schimbă sistemul odată cu schimbarea altor parametri matematici. Această *cauzalitate descriptivă* – sistemul este așa deoarece parametrii x, y, deci acești parametri sunt cauza schimbării sistemului – nu este *cauzalitatea genetică ce implică* telos-*ul sistemului*[55], și care este nu doar aceea clasică și pre-Newton ci și aceea considerată de filosofie. Relevarea cauzalității în ambele forme[56] este *asimptotică* nu doar în matematică, iar cauzalitatea descriptivă nu este opusă celei „statice": de fapt, ambele se completează, fiind versanți ai cercetării științifice.

„Adevărul" matematic nu este, însă, echivalent cu adevărul unei teorii fizice/despre lumea fizică. În acest sens, obiectele matematice nu sunt reale în sens fizic ci, încă o dată, constructe intelectuale[57]. Totuși, atât timp cât există ființe raționale – ca să folosim generalizarea pe care a făcut-o Kant – aceste constructe au o realitate imaterială/intangibilă[58]: adică toate obiectele matematice sunt obiect pentru subiecți, sunt luate în seamă, evaluate și apreciate, iar rezultatele matematice – aceste evaluări și aprecieri – sunt criterii obiective de judecată mai departe. Constructele matematice sunt ca *valorile* care sunt – să nu-l uităm nici acum pe Kant – concepte

[55] Sunt denumirile mele (AB).

[56] Aceste două feluri de explicație au fost formulate și ca explicație și înțelegere: iar împotriva ignorării explicației cauzale genetice, a fost propusă și soluția epistemologică a unirii celor două teorii, împreună cu considerentul fin al variației acestora în diferite câmpuri și probleme matematice și al caracterului vizualizat – deoarece vizualizabil – al înțelegerii matematice, Jamie Tappenden, "Proof Style and Understanding in Mathematics: Vizualization, Unification and Axiom Choice", pp. 147-214. In Paolo Mancosu, Klaus Frovin Jørgensen, Stig Andur Pedersen (Editors), *Vizualization, Explanation and Reasoning Styles in Mathematics*, Springer, 2005.

[57] Este o perspectivă de nominalism matematic.

[58] Acest punct de vedere este consonant cu demonstrația, cu argumente matematice, a prezenței *ontologice* a obiectelor matematice, Sorin I. Bangu, *The Applicability of Mathematics in Science: Indispensability and Ontology*. Palgrave Macmillan, 2012.

transcendentale, abstracții din abstracții forjate din procesare mentală, și care au o putere incomensurabilă asupra lumii umane. Și matematica are putere cauzală asupra acestei lumi, chiar dacă – iată un paradox – ea însăși nu dezvăluie direct cauzalitatea fizică.

21. Se bazează oare modelele matematice pe analogii?

Conceptul de analogie este și el ambiguu: el înseamnă, din punct de vedere *gnoseologic* originar, că oamenii caută să cunoască un lucru nou prin referirea la lucruri deja cunoscute, iar lucrurile cunoscute sunt, într-o *ontologie* originară a analogiei, cele din lumea fizică apropriabilă natural. Istoric – și desigur în istorie nu există borne absolute demarcând concepții absolut discontinue[59] –, fizica *de tip aristotelic-medieval* a dezvoltat, într-o manieră metafizică, concepte abstracte intuite din realitate (plecând de la *observarea fenomenelor naturale* și analogiile între acestea) dar/și considerate cauze ale fenomenelor naturale (de ex. impulsul mișcării explicat prin *virtus motiva*, iar inerția – prin *vis insita*, sau mișcarea unui corp nu poate fi separată de motorul mișcării). Ca urmare, comparațiile și analogiile între diferite tipuri de mișcări etc. aveau loc exclusiv în limitele permise de aceste concepte. Fizica *clasică*[60] (Galileo, Newton), ce a ajuns la matematizare, a dezvoltat teorii științifice plecând de la *concepte*[61] supuse *experimentului* și transpunerii și verificării matematice (de fapt, geometrice). Natura oferea probleme, analogiile doar ușurau și certificau teoriile. În fizica nouă (Einstein), formarea ipotezelor a accentuat această schimbare ce implică mereu o schimbare în *filosofia* ce subîntinde teoriile fizice ca atare. Și le este și cadru de bază: deci și generatoare de probleme. În acest sens, construirea ipotezelor și teoriilor fizice contemporane are loc printr-o puternică legătură cu filosofia.

---

[59] De ex. Newton a folosit multe analogii din natură – Sir Isaac Newton, *Optics or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light* (1704). Based on the Fourth Edition, London 1730. With a Foreword by Albert Einstein, An Introduction by Sir Edmund Whittaker, A Preface by I. Bernard Cohen, And An Analytical Table of Contents prepared by Duane H. D. Roller, New York, Dover Publications, 1952 – pe care le-a transformat imediat în experimente geometrizate.

[60] Koyré a folosit această denumire. Dar în nota 3 la Introduction (p. 11), a ținut să sublinieze (volumul a apărut în 1939, să nu uităm): „În urma revoluției științifice din ultimii zece ani, pare că e preferabil să îi rezervăm epitetul de modern și să numim fizica pre-cuantică drept clasică".

[61] Adică, în fapt, ipoteze.

Ca urmare, *pe de o parte*, *epistemologic*, modelele matematice și funcționarea lor presupun analogii. O problemă se rezolvă pe baza analogiei cu modelele de rezolvare a acelui tip de probleme, adică pe baza elementelor matematice (axiome, teoreme, proceduri de inferență) cunoscute.

Dar cum funcționează analogiile? Acestea sunt, oricum, doar *momente declanșatoare* ale rezolvării. Modelele matematice sunt constructe intelectuale care *doar ca* idei – teoreme cu axiomele și structura lor – sunt imagini mentale ori, ca rezultat/cunoștințe ce există în minte ca modele sunt imagini mentale. „Ecuația liniară este o ecuație algebrică polinomială și se rezolvă în forma algoritmică de bază a x + b = 0". Fraza este un model, desigur, iar copiii ce învață matematică învață modele de acest fel. Dar atunci când li se dau exerciții cu mai multe variabile etc., ei nu le mai rezolvă întorcându-se în minte la forma analogică simplă de mai sus, ci, cunoscând semnificația matematică a fiecărui semn din ecuații și a regulilor de construcție matematică, și desigur și formulele pentru ecuații liniare complexe, ei inferă și deduc soluția nouă adecvată exercițiului complex[62].

În sens larg, adică mai degrabă gnoseologic, *cunoștințele sunt modele*, dar în sens strict matematic, rezolvarea matematică este construcție adecvată problemei[63]. Desigur că matematicienii compară și problema cu familia de probleme asemănătoare, după cum compară și soluțiile date în problemele din această familie. Și ei pot, pur și simplu, să aplice aceste soluții (ce, acum, sunt modele), după cum ei pot să încerce soluții noi. Oricum, *analogiile au loc exclusiv în cadrul matematic, formalizat*. După cum, pe măsură ce problemele devin mai complicate – inclusiv fiind aplicate la probleme

---

[62] Acest demers – model de gândire în matematică – este asemănător cu acela din învățarea vorbirii (din punct de vedere gnoseologic). La început, copiii învață semnificația fiecărui cuvânt, dar apoi, odată ce le-au învățat, ei le folosesc în situații/configurări lingvistice noi fără să se mai gândească la modelul originar în care semnificația era legată de o situație, să spunem, originară. Astfel, *cuvintele par a se detașa de semnificații, și ele sunt folosite cumva automat* (desigur, copiind discursuri auzite): parcă mintea trimite gurii cuvintele cele mai potrivite pentru situația existentă; adică structurile mentale ale înțelegerii – modelele de semnificații și corespondențe – se exprimă articulat, dincolo de istoria constituirii acestor modele. Așa se explică și aparenta dificultate de a exprima ce înseamnă, totuși, cuvântul/expresia, deci, în ultimă instanță, ideea exprimată de aceasta.

[63] Dar acest tablou al rezolvării matematice este un model al înțelegerii oricărei probleme în general.

complicate ale sistemelor fizice complexe – analogiile sunt urmate de soluții inedite.

Și atunci, *pe de altă parte,* forma analogică indispensabilă în constituirea oricărei cunoașteri nu mai legitimează din punct de vedere ontologic definirea matematicii la fel cu definirea unei cunoașteri a lumii fizice exterioară matematizării. Modelele matematice nu fac analogii cu lumea fizică reală, neconstruită – ele doar descriu matematic această lume și doar verificarea în această lume certifică adecvarea și corespondența modelelor cu ea – și nu se bazează pe (astfel de) analogii.

22. Modelele matematice sunt predictive în două sensuri: ele arată cum trebuie rezolvată matematic o problemă matematică de același fel cu modelul și, astfel, și cum poate fi rezolvată matematic o problemă a sistemelor fizice complexe.

23. Astfel, modelele matematice sunt *reprezentări*: nu atât ale realității fizice sensibile, cum ne-am grăbi să spunem, ci ale nivelului nostru de a înțelege proprietățile acesteia. Ca urmare, în principiu aceste modele nu pot să reprezinte totul din realitate. Dar ele ne permit să calculăm, „fără prea multă justificare, un mare număr de rezultate cantitative"[64].

Modelele create de IA

23. Este vorba, cum știm, de un *sistem de programe* ce sunt, în fapt, matematice, și care converg pentru a realiza corespondența dintre elemente ale lumii fizice și simbolurile matematice și, pe baza *învățării* acestei corespondențe ce înseamnă *datele* în modelul IA, pentru a selecta și a manipula date din lumea fizică astfel încât rezultatul/rezolvarea acestei manipulări să fie construirea de *cunoștințe noi* ce, la rândul lor, schimbă datele existente în memoria IA.

Primul program în ordinea construcției logice a IA este programul pentru *memorie,* adică pentru înmagazinarea datelor. El este realizat pe baza teoriilor asociației semantice și el însuși constă în patru momente: cel al asocierii dintre cuvinte și simbolurile matematice ce semnalează acțiuni, obiecte, proprietăți și relații; cel al asocierii dintre cuvinte și semnificații; cel al memoriei scurte legate de comanda imediată ce șterge cumva asocierile făcute în urma altor comenzi – la om, intenția imediată „pune între paranteze" intențiile existente anterior –; și cel al învățării formelor gramaticale, program ce include cunoștințele realizate prin programele

[64] Patrick Suppes, p. 467.

anterioare dar care implică recunoașterea și generalizarea formelor gramaticale doar din cuvintele din comenzi. Astfel, odată cu această generalizare, deci învățare a formelor gramaticale, se întăresc asociațiile menționate ale cuvintelor odată cu reprezentările lor simbolice. Iar „atunci când asocierile incorecte sunt șterse prin învățare ulterioară, formele gramaticale bazate pe astfel de asocieri sunt, de asemenea, șterse”[65].

Există, desigur, programe pentru învățarea limbajului intern, adică al semnificației abstracte a simbolurilor și, încă o dată, pentru învățarea asocierii dintre acest limbaj intern și comenzile în cuvinte ce se referă la lumea exterioară, fizică[66].

Există apoi, programe de înțelegerii a denotării, adică reguli și algoritmi pentru înțelegerea comenzilor, adică a cuvintelor și frazelor, inclusiv a celor care nu au un denotat – ca articolul – sau al căror denotat este o proprietate abstractă ca poziționarea spațială și temporală, sau a cuvintelor cu mai multe denotate.

Iar pe baza celor de mai sus, s-au creat și se creează IA/programe specializate pentru nu doar înmagazinarea și clasificarea datelor dintr-un domeniu de cercetare, ci și crearea de cunoștințe noi și obiecte noi care îmbogățesc realitatea[67].

Toate aceste programe implică și duc la crearea a n modele (pentru variante lingvistice și de complexitate lingvistică). Cu alte cuvinte, învățarea presupune aceste modele, iar comenzile sunt scrise în cuvinte. Nu este locul aici pentru a descrie mai departe precondițiile și axiomele

---

[65] Patrick Suppes, *Representation and invariance of scientific structures*, p. 420.

[66] Acesta din urmă este un program de asociere categorială.

[67] Vezi Fengyuan Dai et al., “Toward *De Novo* Protein Design from Natural Language”, *BioRxiv*, 2025, https://doi.org/10.1101/2024.08.01.606258; Syed Asad Rizvi et al., “Scaling Large Language Models for Next-Generation Single-Cell Analysis,” *BioRxiv*, 2025, https://doi.org/10.1101/2025.04.14.648850; Moritz Schaefer et al., “Multimodal learning of transcriptomes and text enables interactive single-cell RNA-seq data exploration with natural-language chats”, *BioRxiv*, 2024, https://doi.org/10.1101/2024.10.15.618501; Yifan Deng, Spencer S. Ericksen, Anthony Gitter, “Chemical Language Model Linker: blending text and molecules with modular adapters”, 2025, arXiv:2410.20182; Timothy P. Riley, Pourya Kalantari, Ismail Naderi, Kooshiar Azimian, “A generalized protein design ML model enables generation of functional de novo proteins”, *BioRxiv*, 2025, https://doi.org/10.1101/2025.03.21.644400.

programelor de învățare, și nici pentru a menționa că aceste programe și antrenarea cu ele a IA reprezintă un proces de dezvoltare accelerată[68].

Surpriza

24. Dar a apărut clar un fenomen care ar trebui să fie paradoxal, dar nu e: deși IA are la bază modele matematice și un limbaj intern formalizat care, cum am văzut, au loc prin *analogii în cadrul acestui limbaj*, ea este o construcție de modele care au în vedere lumea fizică și, inclusiv din cauza logicii și rostului IA care cer transpunerea deci înglobarea semnificațiilor din lumea fizică în limbajul formalizat intern, IA creează modele nu doar prin analogiile interne, ci *și cu ajutorul analogiilor din lumea fizică*.

Încă o dată: orice proces de cunoaștere implică analogii. Dar matematica se bazează pe analogii doar în limitele sale, în afară de fenomenelor cunoscute din lumea fizică. Și iată, IA – deși înglobează în sine matematica – este capabilă să facă analogii între obiecte, proprietăți, relații din lumea fizică; doar astfel este ea eficientă și doar astfel reprezintă ea *o inteligență*, alături de cea umană. Un demers matematic *prezice* pasul următor și nivelul următor de inferență. Demersul IA va ajunge, tocmai pe baza învățării prin analogii din lumea fizică, să *explice* secvențele și corelațiile. Cumva am putea să distingem între *determinismul matematic* – lăsând, desigur, la o parte caracterul probabilistic al unei bune părți a matematicii – și, pe de altă parte, *probabilismul IA*.

Nu discutăm aici, desigur, despre psihologia și logica creației matematice – care include și ea intuiția, ghicirea, raționamentul abductiv, exact ca orice creație umană – ci doar despre raționamentul matematic în sine. IA va putea să dezvolte, „cu ajutorul" modelelor matematice ce dau corelații sigure între obiectele matematice respective, modele în care fenomene aleatorii ajung să fie controlate științific. Momentul esențial aici este nu acela al construirii modelelor matematice ca atare, ci transformarea fenomenelor în *date* și strângerea unui număr atât de mare de date încât regularitățile stabilite matematic ajung să ni se prezinte ca răspunsuri creatoare spontane de informație. Construirea modelelor matematice – și astfel, a celor de *computație artificială* – este dificilă și, pe bună dreptate,

[68] De ex., s-au creat programe/roboți, adică IA capabile să înțeleagă nu doar comenzi scrise, ci și doar vorbite (deja amintitul Fengyuan Dai et al., "Toward *De Novo* Protein Design from Natural Language", *BioRxiv*, 2025, https://doi.org/10.1101/2024.08.01.606258)

socotită drept miezul creației matematice și a informaticii. Totuși, construirea de programe este doar o parte din modelarea științifică, fiind construirea de algoritmi, secvențe de inferențe (inducție, analogie, metaforă și combinațiile lor). În afară de această construcție se află *generarea de ipoteze* – ce presupune și ea modelare matematică, deci formalizarea unor proceduri euristice: ce sunt și tehnici și, din nou, structuri de date. Teoriile – ce, în principiu, devin explicative și coerente – conțin ambele aceste laturi ale modelării, găsirea problemei – sesizarea contradicțiilor – și definirea, niciodată completă, a scopurilor[69], generarea de ipoteze, software-ul tratării acestora, adică rezolvarea problemei.

(Oricum, încă o dată apare că inteligența – capacitatea de a face legături și, deci, a infera – este dependentă de numărul și calitatea elementelor între care se exercită această capacitate).

Și, dacă nu toate fenomenele din sistemele complexe sunt reductibile computațional[70], nu trebuie să recurgem, o dată mai mult, la capacitatea cognitivă a tuturor minților umane, a speciei de *homo sapiens*? Cel puțin deocamdată, computerele și modelarea matematică cer un input al oamenilor pentru rezonabilitatea modelelor create artificial[71].

În loc de concluzii

25. Modelele sunt, desigur, reduceri ale fenomenului complex, perspective selective asupra sa. În acest sens, ele sunt elemente de/pentru analogii intelectuale. Știința – și, aici, fizica – a/au trecut de la modele speculative (în înțelesul comun al acestui cuvânt, de imagine propusă dar fără nicio susținere reală) la modele științifice: care nu au fost niciodată private de o bază filosofică: care oferă ipoteze de cercetat științific, nu adevăruri.

Schimbările revoluționare în conceperea teoriilor științifice despre lume presupun, desigur, o permanentă schimbare a modelelor științifice. Dar nu orice schimbare a modelelor duce la revoluții în gândirea despre lume[72].

---

[69] Herbert Simon, "Machine Discovery", *Foundations of Science*, 1, 1995, pp. 171-200.

[70] Stephen Wolfram, *A New Kind of Science*, Wolfram Media, 2002, p. 821.

[71] Mark Addis, Peter D. Sozou, Peter C. Lane, Fernand Gobet, "Computational Scientific Discovery and Cognitive Science Theories", pp. 83-97. In V. Miller V. (Ed), *Computing and Philosophy*. Selected Papers for IACAP 2014, Springer, 2016.

[72] Patrick Suppes, pp. 468-469.

Nu putem încheia, deci, fără să arătăm că, deși analogiile însoțesc tipul și istoricul modelelor, și că deși analogiile au devenit parte precisă sau cărămizi preliminare specificate ale modelelor, ele sunt mai numeroase decât modelele ca atare, reflectând infinitatea adâncă a minții umane.

BIBLIOGRAFIE

ABEL, Steven, SPANNOWSKY, Michael. "Observing the fate of the false vacuum with a quantum laboratory", 2020, arXiv:2006.06003.

ADDIS, Mark, SOZOU, Peter D., LANE, Peter C., GOBET, Fernand. "Computational Scientific Discovery and Cognitive Science Theories", pp. 83-97. In V. Miller V. (Ed), *Computing and Philosophy*. Selected Papers for IACAP 2014, Springer, 2016.

ARISTOTLE. *De Caelo*, Translated by J. L. Stocks, Oxford, 1922.

BACHELARD, Gaston. *Essai sur la connaissance approchée*, (1928), Troisième édition, Paris: Vrin, 1969.

BAILER-JONES, Daniela M. "Models, Metaphors and Analogies", 108-127, *The Blackwell Guide to the Philosophy of Science*, (Edited by Peter Machamer and Michael Silberstein), Malden, Ma., Oxford, UK, 2002.

BANGU, Sorin I. *The Applicability of Mathematics in Science: Indispensability and Ontology*. Palgrave Macmillan, 2012.

BANGU, Sorin. "Mind the gap: noncausal explanations of dual properties", *Philosophical Studies*, 181, 2024, pp. 789–809.

BAZAC, Ana. "Lucian Blaga and Thomas Kuhn: The Dogmatic Aeon and the Essential Tension", *Noesis*, XXXVII, 2012, pp. 23-36.

BIRIȘ, Ioan. *Conceptele ştiinţei,* București: Editura Academiei Române, 2010.

BIRIȘ, Ioan. *Lucian Blaga. Conceptele dogmatice*, Cluj-Napoca: Editura Școala Ardeleană, 2020.

BLAGA, Lucian. „Manuscrise blagiene transcrise", I, [Manuscrisul nr. 6572, fără titlu], în *Apostrof,* Anul XXXVI, nr. 5 (420), 2025, p. 16.

BOUDON, Raymond. *L'art de se persuader des idées douteuses, fragiles ou fausses*, Paris: Fayard, 1990.

BROWN, Harvey R. "Aspects of objectivity in quantum mechanics", In Jeremy Butterfield & Constantine Pagonis, *From Physics to Philosophy*. Cambridge University Press, 1999, pp. 45—70.

BRUNSCHVICG, Léon. *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1912.

BUENO, Otávio and FRENCH, Steven. *Applying Mathematics: Immersion, Inference, Interpretation*, Oxford University Press, 2018.

DAI, Fengyuan et al. "Toward *De Novo* Protein Design from Natural Language", *BioRxiv*, 2025, https://doi.org/10.1101/2024.08.01.606258.

DENG, Yifan, ERICKSEN, Spencer S., GITTER, Anthony. "Chemical Language Model Linker: blending text and molecules with modular adapters", 2025, arXiv:2410.20182.

DESCARTES. *Œuvres de Descartes*, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, VI, *Discours de la méthode* et *Essais*, Paris, Léopold Cerf, 1902.

EICHINGER FERRO-LUZZI, Gabriella. "The Polythetic-Prototype Concept of Caste", *Anthropos*, Bd. 81, H. 4./6., 1986, pp. 637-642.

FRENCH, Steven & SATSI, Juha (Eds.), *Scientific Realism and the Quantum*, Oxford University Press, 2020.

HARTMANN, Nicolai. *Zur Grundlegung der Ontologie* (1935). 4. Auflage, Berlin: Walter de Gruyter, 1965, ca *Ontology: Laying the Foundations*, Translation and Introduction by Keith R. Peterson, Walter de Gruyter, Berlin, 2019.

IPPOLITI, Emiliano. "On the heuristic power of mathematical representations", *Synthèse*, 200, 5, 2022, article number 407, pp. 1-28.

JOHANSSON, Lars-Göran. *Philosophy of Science for Scientists*, Springer, 2016.

KANT, Immanuel. *Critica rațiunii pure*, Traducere, Studiu introductiv, Studiu asupra traducerii, Note, Bibliografie selectivă, Index de concepte german-român, Index de concepte român-german de Rodica Croitoru, București: Editura Paideia, 2019.

KLINEBERG, Michael. "Monothetic Classification and Polythetic Classification: A Cognitive-Developmental Perspective". In: *Knowledge Organization across Disciplines, Domains,Services and Technology*, Ergon Verlag, 2022, pp. 159-171.

KOYRÉ, Alexandre. *Études galiléennes* (1939), Paris, Hermann, 2008.

LADRIÈRE, Jean. *L'articulation du sens*. 2. *Les langages de la foi*, Paris : Les Éditions du Cerf,1984.

LAKATOS, I. "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", pp. 91-196. In: Imre Lakatos, Alan Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science, London, 1965, volume 4, Cambridge at the University Press, 1970.

LENG, Mary. "Models, structures, and the explanatory role of mathematics in empirical science", *Synthèse*, 199, 2021, pp. 10415–10440.

MAGNANI, Lorenzo. *The Abductive Structure of Scientific Creativity: An Essay on the Ecology of Cognition*, Springer, 2017.

MOUTSOPOULOS, E. *Conformisme et déformation. Mythes conformistes et structures déformantes*, Paris: Vrin, 1978.

NEWTON, Sir Isaac. *Optics or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light* (1704). Based on the Fourth Edition, London 1730. With a Foreword by Albert Einstein, An Introduction by Sir Edmund Whittaker, A Preface by I. Bernard Cohen, And An Analytical Table of Contents prepared by Duane H. D. Roller, New York, Dover Publications, 1952.

RILEY, Timothy P., KALANTARI, Pourya, NADERI, Ismail, AZIMIAN, Kooshiar. "A generalized protein design ML model enables generation of functional de novo proteins", *BioRxiv*, 2025, https://doi.org/10.1101/2025.03.21.644400.

RIZVI, Syed Asad et al. "Scaling Large Language Models for Next-Generation Single-Cell Analysis," *BioRxiv*, 2025, https://doi.org/10.1101/2025.04.14.648850.

SCHAEFER, Moritz et al. "Multimodal learning of transcriptomes and text enables interactive single-cell RNA-seq data exploration with natural-language chats", *BioRxiv*, 2024, https://doi.org/10.1101/2024.10.15.618501.

SIMON, Herbert. "Machine Discovery", *Foundations of Science*, 1, 1995, pp. 171-200.

STEINER, Mark. "Mathematical Explanation", *Philosophical Studies: An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition*, Vol. 34, No. 2, 1978, pp. 135-151.

SUPPES, Patrick. *Representation and invariance of scientific structures*. Stanford: CSLI Publications, 2002.

SUTEANU, Cristian. *Scale: Understanding the Environment*, Springer, 2022.

TAPPENDEN, Jamie. "Proof Style and Understanding in Mathematics: Vizualization, Unification and Axiom Choice", pp. 147-214. In Paolo Mancosu, Klaus Frovin Jørgensen, Stig Andur Pedersen (Editors), *Vizualization, Explanation and Reasoning Styles in Mathematics*, Springer, 2005.

TOULMIN, Stephen. *The Philosophy of Science. An Introduction*, London: Hutchinson's University Library, 1953.

WOLFF, J.E. "Naturalism and the interpretation of quantum mechanics", pp. 103-119, in Steven French & Juha Saatsi (Eds.), *Scientific Realism and the Quantum*, ed. cit.

WOLFRAM, Stephen. *A New Kind of Science*, Wolfram Media, 2002.