CUM AJUNGEM SĂ DESCRIEM ȘTIINȚIFIC NATURA?

Autor: Andrei Marin | 17 iunie 2023

Științele naturii și-au construit de-a lungul ultimelor secole seturi proprii de principii (axiome), care le permit să explice o gamă largă de fenomene. Oamenii de știință sunt atât de obișnuiți cu această situație încât arareori se întreabă de unde a apărut ideea de axiomatizare a științei sau care este relația dintre naturalism, înțeles ca atașament față de imaginea fidelă pe care ne-o creăm asupra realității, și axiomatica proprie fiecărei științe.

Situația este firească deoarece, într-o gamă largă de situații, axiomele apar ca sistematizări ale unor observații empirice. Totuși, după cum voi încerca să arăt, lucrurile nu stau nici pe departe atât de simplu. Multe științe folosesc axiome ce decurg firesc din alte științe, deci din alte principii. Să luăm drept pildă principiile stratigrafiei, ramura geologiei care studiază dispunerea în teren a stratelor de roci. Voi expune câteva principii, care își găsesc imediat explicația în fizică[1]:

- Legea superpoziției: într-o structură nedeformată de roci sedimentare, fiecare strat de rocă este mai vechi decât cel de deasupra lui și mai tânăr decât cel de dedesubtul lui. Legea, exprimată ca atare, datează din 1669;
- Principiul orizontalității originale: straturile de sediment se depun într-o manieră orizontală, iar dacă astăzi ne apar cutate, deformarea s-a produs după încheierea depunerii;
- Principiul relațiilor de întretăiere: ruperea unui strat de roci, fie prin faliere (tăiere), fie prin pătrunderea unei alte structuri prin strat, se produce după ce stratul s-a depus definitiv.

Aceste principii ne pot părea evidente și ne-ar tenta să credem că elaborarea lor s-a încheiat înaintea secolului al XIX-lea. Totuși, nu așa stau lucrurile. De la o colecție oricât de impresionantă de fapte la niște principii suficiente pentru a explica acele fapte e o cale lungă, care implică intuiția cercetătorului. Când vedem stratele de roci, trebuie să știm la ce să ne uităm pentru a extrage concluzii valoroase din punct de vedere științific.

De pildă, doi geologi contemporani cu specializări diferite se pot raporta foarte diferit la culoarea unui strat de rocă: unul poate să o folosească pentru a presupune tipul de rocă din respectivul strat, iar celălalt o poate folosi pentru a stabili frontiera dintre acel strat și stratele învecinate.

Până acum, ne-am situat într-un cadru complet naturalist, în sensul în care ori plecăm de la natura pe care o observăm, ori manipulăm natura în cadrul unui experiment. Totuși, nici măcar fizica clasică nu poate fi înțeleasă într-o cheie așa îngustă. Principiile mecanicii newtoniene se aplică unui punct material, adică unui punct matematic înzestrat cu o masă. Punctul material este văzut ca aproximare a corpurilor reale atunci când dimensiunile lor sunt neglijabile în raport cu distanțele dintre ele. Deși modelul punctului material simplifică neîndoielnic teoriile din punct de vedere matematic, folosirea sa atrage după sine o abstractizare suplimentară și o îndepărtare de natură, la care se ajunge – de regulă – tot prin intuiție.

Trecând peste subtilitățile din definiții, ajungem la formularea propriu-zisă a principiilor mecanicii clasice. Principiul inerției (principiul I) afirmă că un corp își păstrează starea de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă atât timp cât asupra sa nu acționează nicio forță. Izolat de celelalte principii ale mecanicii, nu avem cum verifica principiul inerției, întrucât nu există – la modul riguros – niciun corp asupra căruia să nu acționeze nicio forță și nici nu va putea vreodată să existe vreunul (măcar din cauza atracțiilor gravitaționale). Există două metode de a rezolva această problemă. Putem mai întâi invoca principiul suprapunerii forțelor, care ne permite să echivalăm două forțe egale ca mărime, dar care acționează în sensuri opuse, cu situația în care nu acționează nicio forță. Apoi, putem invoca principiul al doilea, care ne permite să calculăm contribuția diferitelor forțe care acționează în realitate și să constatăm cum contribuția lor este imposibil de detectat.

Ce este important din discuția de mai sus este că – oricât de bizar ar suna – principiul I al mecanicii nu poate fi enunțat de sine stătător. De fapt, niște linii de argumentare similare vor conduce la concluzia că principiile mecanicii nu pot fi enunțate decât împreună, niciunul neavând sens în lipsa celorlalte. Situația aceasta implică ideea că în elaborarea acestora nu avem de a face cu simple remarci consemnate ca atare, ci cu o formă profundă de intuiție. Newton transpune observațiile din lumea reală într-un formalism eminamente matematic, apoi îl readuce în realitate prin concluziile pe care principiile mecanicii le implică.

Cum intuiția se manifestă în cadre diferite de la individ la individ, depinzând și de viziunile filosofice ale fiecăruia, diferiți oameni de știință pot formaliza aceeași teorie în moduri complet diferite. Deși nu este neapărat uzual, principiile mecanicii clasice pot fi scrise în maniere cu totul diferite, inclusiv într-unele în care nu este necesară introducerea noțiunii de forță. În cazul termodinamicii, dezvoltate cu predilecție în

secolul al XIX-lea, lucrurile stau diferit, în sensul în care cele mai populare tratate din domeniu pot da uneori impresia că descriu lucruri diferite, deoarece folosesc formalisme diferite. Interesant este că aceste formalisme se leagă foarte vizibil, în multe cazuri, de scopurile pe care diferiții savanți le urmăreau prin studiile lor. Pe de o parte, existau fizicienii care doreau să înțeleagă mai ales parcursul energiei (al căldurii mai ales) prin Univers; pe de altă parte, termodinamica se lega direct de eterna dorință a oamenilor de a produce un *perpetuum mobile*, adică un dispozitiv capabil să efectueze lucru mecanic la nesfârșit fără aporturi suplimentare de energie din exterior. Bineînțeles, distincția aceasta este grosieră, iar aceste două obiective nu sunt în niciun caz singurele, însă contrastul dintre ele este elocvent pentru amplitudinea manierelor diferite de a ne referi la aceleași concepte.

Rolul intuiției în fizica modernă a crescut simțitor, pe măsură ce trebuiau imaginate principii prin care să poată fi explicate fenomene tot mai depărtate de intuiția noastră uzuală. Într-adevăr, atât relativitatea specială, cât și mecanica cuantică au o bază fenomenologică incompatibilă cu intuiția clasică, fără a-și pierde însă caracterul natural. Așadar, intuiția omului de știință se deosebește de intuiția comună, cele două ajungând uneori să se contrazică. Astfel au apărut butade precum afirmația lui Richard Feynman conform căreia „Dacă îți închipui că înțelegi mecanica cuantică, atunci n-o înțelegi“. Deosebirea dintre cele două forme de intuiție constă în bagajul de cunoștințe pe care îl acumulează un om de știință. În baza pregătirii sale, un cercetător poate să-și exprime ideile în limbajul mult mai vast al matematicii, ceea ce îi conferă deschideri intelectuale suplimentare.

Cunoașterea a progresat rapid atunci când intuiția comună s-a reflectat direct în principiile științifice, nefiind nevoie de medierea unui savant, care să se gândească la experimente mentale sau la alte modalități de a trage concluzii pe baza observațiilor din natură. Să ne gândim în continuare la computere, bazate pe aritmetica binară (în baza de numerație 2). Cum majoritatea societăților umane, pornind probabil de la numărul nostru de degete, au dezvoltat aritmetica în baza 10, există o incompatibilitate serioasă între modelele noastre mentale și calculul binar. Ne este ușor să înmulțim două numere de două cifre pe foaie dacă sunt scrise în baza 10, însă mult mai greu să facem aceeași operație cu numere scrise în baza 2. Argumente de acest tip l-au determinat pe astronomul britanic Fred Hoyle să afirme că, dacă am fi avut câte patru degete la fiecare mână, am fi descoperit computerele cu un secol mai devreme. Într-adevăr, principiile aritmeticii binare ar fi fost mai accesibile, opt fiind cubul lui doi.

Deși teoria relativității și mecanica cuantică au o bază naturalistă, în sensul în care au fost necesare pentru explicarea unor fenomene observate în natură (prin care înțelegem și laboratoarele), constructele implicate în aceste teorii au o natură matematică contraintuitivă. Se întărește astfel ideea că în elaborarea acestora intuiția omului de știință a jucat un rol fundamental, fiind indispensabilă atingerii nivelului necesar de

abstractizare. Matematica a conferit termenului de „spațiu“ o extensiune formidabilă. Relativitatea specială și mecanica cuantică pleacă de la fenomene observate în spațiul natural, a cărui construcție rămâne de natură strict filosofică (perceperea spațiului), și le transpun matematic în spații Minkowski, respectiv Hilbert, fiecare cu proprietățile sale.

Am lămurit deja ideea că știința nu descrie realitatea (natura), iar teoriile sale lucrează în baza unor idealizări ale situațiilor din natură. A fost avansată inclusiv ideea unei similitudini între știință și artă, întrucât ambele transpun realitatea, fără a-și propune vreodată să o reproducă perfect. Însă acestei idei trebuie să-i fie adus un amendament important: științele exacte dispun de mijloace de calcul al abaterilor unui model față de realitate. De aceea, ca să rămânem în spiritul analogiei cu arta, aș propune să asemuim fizica cu un tablou ce-și propune să redea cât mai fidel un peisaj. Știm că respectiva pânză nu a reprodus la perfecție realitatea, nici n-ar fi fost cu putință așa ceva. Dar știm, pe baza încrederii pe care o avem în măiestria artistului și în vigilența publicului[2], că niciun aspect important din peisaj nu a fost omis în tablou, că nuanțele nu sunt fundamental diferite etc. Bineînțeles, există și cazuri în care știința este aplicată unor situații imaginare, fără bază naturală, cum ar fi imaginarea unui Univers cu parametri cosmologici fundamental diferiți sau a anatomiei unor eventuali extratereștri. Atunci s-ar cuveni să facem analogii cu alte curente artistice, care și-au permis, la rândul lor, să deformeze semnificativ natura.

O ultimă idee importantă despre conexiunea dintre naturalism și axiomatica științifică se referă la natura bilaterală a legăturii. Am văzut că diferite manifestări ale intuiției conduc de la observație la principiu. Însă și principiul a ajuns să conducă la observație. Găurile negre și undele gravitaționale au fost două dintre predicțiile teoriei relativității generale confirmate prin observații la mult tip după formularea teoriei. Detectoarele de unde gravitaționale sau acceleratoarele de particule sunt instalații foarte scumpe, pe care nimeni nu le-ar fi construit vreodată fără să aibă în minte că va găsi ceva anume. De altfel, caracteristicile tehnice și rigorile pentru asemenea instalații decurg tot din așteptările teoretice pe care le avem. Procedăm similar în viața de zi cu zi, atunci când pierdem un obiect: trebuie să știm cum arată obiectul pierdut și cum se distinge de alte obiecte de care am putea să dăm pe durata căutărilor. Singura diferență este că în căutările științifice nu avem informații despre obiecte pentru că le-am mai văzut înainte, ci avem predicții ale unor teorii. Iar de la teorie la experiment se ajunge tot prin intuiția unor oameni de știință.

Contururile pe care le-am trasat în acest text probează că intuiția la care m-am referit de-a lungul lui trebuie înțeleasă într-un sens euristic, afirmație care se menține pe mai multe planuri. Înainte de toate, am discutat baza empirică a oricărei teorii științifice. Indiferent cum s-a ajuns la acea teorie, undeva există un fundament fenomenologic. Apoi, atât timp cât folosim modele (adică tot timpul), ajungem obligatoriu la soluții

aproximative. Relațiile de mai sus nu sunt conjuncturale, ci necesare: fără abordări euristice, nu putem fundamenta știința.

Concluzia principală a discuției acesteia este că există o relație clară și bilaterală între natură și teoriile științifice, mediată de intuiție. Fără a elucida propriu-zis ce este intuiția, ne putem da seama cât de mare nevoie avem de ea. Apoi, date fiind aceste relații, avem o motivație clară pentru care nu Universul ascultă de legile științifice (cum adesea se spune), ci omul face – în cadrul științei și prin intuiție – tot posibilul pentru a înțelege Universul.

NOTE

1. Pentru mai multe detalii, vezi Edward J. Tarbuck, Frederick K. Lutgens – *Earth. An Introduction to Physical Geology*. Prezentarea de față omite câteva aspecte din motive de brevitate, fără a pierde rigoarea celor afirmate. Menționez că pluralul „strate“ este singurul plural corect în accepțiunea geologică a termenului. ↑
2. Aici analogia se menține mai bine dacă introducem în discuție un critic de artă care a văzut peisajul reprodus în pictură. El este echivalentul revizorilor din știință, care aprobă articolele pentru publicare. ↑

LECTURI SUPLIMENTARE

1. Guilhem Golfin – *Le paradoxe naturaliste de la physique théorique*, Les éditions du Cerf, 2018.
2. Steven Weinberg – *Lumea explicată. Descoperirea științei moderne*, Ed. Humanitas, 2017.

Imagine: Unsplash