

LBRIS

We know
books

GALILEO ȘI REVOLUȚIA ȘTIINȚIFICĂ

Spre noua știință

Giuseppe Morino

LITERA

București

CUPRINS

Introducere	7
Filosofie și fizică. Greutatea tradiției	13
Modelul aristotelic	15
Modelul atomist	21
Modelul platonice	26
Astronomia tradițională	31
Astronomia modernă	35
Nicolaus Copernic	39
După Copernic. Brahe și Bruno	46
Kepler	57
Galileo (I): viața	65
<i>Galileo Galilei. Contra purtării togii</i>	68
<i>Abjurarea lui Galileo</i>	77
Galileo (II): Între fizică, astronomie și filosofie	79
Spre noua știință	79
Fizica: descoperiri și erori	86
Aspecte matematice	93
Aspecte fizice	94
Calitate și cantitate: spațiu, materie	98
Întrebări deschise	104
Sentința	108

Isaac Newton

Spațiu, timp și mișcare

Regulile lui Newton pentru filosofarea corectă

Bibliografie

Cronologie

Indice de nume

11

11

12

13

13

14

Introducere

Într-o carte publicată în 1962, *Structura revoluțiilor științifice*, care a avut un impact redus asupra comunității intelectuale, istoricul științific și epistemologul Thomas Kuhn se întreabă „care sunt revoluțiile științifice și care este funcția pe care o îndeplinesc acestea în dezvoltarea științei”. Răspunde tot el că „putem considera revoluții științifice acele episoade ale dezvoltării necumulate în care o paradigmă veche este susținută total sau parțial de una nouă, incompatibilă cu ea”.¹

Revoluțiile sunt necesare într-o dezvoltare științifică, iar necesitatea concretă provine, în mod paradoxal, tocmai din partea necumulată. Adesea, științele reale sunt prezentate drept cunoștințe care au de partea lor virtutea acumulării, spre deosebire de științele umane, care derivă din compoziție. Mai simplu, în științele matematic-naturale cunoașterea se cumulează de-a lungul unei traiectorii liniare, care aduce noi descoperiri despre baza celor deja existente. Aceasta este imaginea oferită, de exemplu, de Karl Popper, în *Logica cercetării*, potrivit căreia un om de știință, teoretician, cercetător produce aserțiuni sau

¹ T. Kuhn, *Structura revoluțiilor științifice*, trad. Radu J. Bogdan, București, Editura Humanitas, 1999.

sisteme de aserțiuni și le verifică pas cu pas.² În această imagine cumva optimistă și idealizată a cercetării științifice, Kuhn răspunde semnalând necesitatea unei rupturi care atacă tocmai această metodă care, potrivit lui Popper, permite cunoștințelor să devină acceptabile științific.

Potrivit lui Kuhn, există o „știință normală” în care se impune o anumită paradigmă, iar în această știință normală lucrurile funcționează, *grosso modo*, așa cum descrie Popper: cercetătorul, referindu-se la propria sa paradigmă, examinează consistența și coerența descoperirilor pe care le realizează. În timp ce lucrurile avansează pe această cale, știința progresează în sens cumulativ. Dar apare un fapt, se întâmplă ceva în lume, care nu se potrivește paradigmei dominante. Atunci, comunitatea științifică elaborează forme tot mai complexe pentru a explica aceste noi dovezi. Pe scurt, încearcă să „salveze fenomenele” care apar. Dar, când asemenea strategii de supraviețuire a paradigmei dominante sunt complicate, știința normală intră într-o adevărată criză. Este terenul pe care apare și prinde viață o revoluție științifică menită să distrugă știința normală, îi răstoarnă paradigmele și își impune supremația:

Apariția noilor teorii este precedată, de obicei, de o perioadă de nesiguranță profesională profundă. [...] Cum este de așteptat, această nesiguranță este provocată de eșecul persistent în rezolvarea puzzle-urilor științei normale. Eșecul regulilor existente este preludiul căutării altor reguli.³

² Karl Popper, *Logica cercetării*, trad. Mircea Flonta, Alexandru Surdu și Erwin Tivig, București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1981.

³ T. Kuhn, *Structura revoluțiilor științifice*, op. cit.

Atunci, regulile sunt înlocuite. Începe o fază de amplă creativitate, în care absența sau declinul progresiv ale paradigmei dominante declanșează potențialul imaginativ al științei. În această fază extraordinar de productivă, regulile unei științe cumulate și ordonate, cum și-o dorea Popper, nu se mai aplică. Enunțurile științei încep să dispună de un curaj și de o forță inedite, iar cercetătorii care participă la jocul noii științe inventează și regulile de bază. Popper se întreba ironic: *Se poate justifica vreun enunț prin faptul că este convins Karl Popper de veridicitatea sa? Singurul răspuns posibil este nu.*⁴ Din contră, într-o revoluție științifică apare un moment în care devine valid tocmai faptul că răspunsul la această întrebare ar fi *da*.

Cu privire la revoluția științifică din secolul al XVII-lea, alt mare epistemolog al secolului trecut are concluzii fascinante. În volumul său, intitulat mușcător și polemic *Tratat contra metodei. Schema unei teorii anarhiste a cunoașterii*, Paul K. Feyerabend, care se consideră un anarhist al epistemologiei, demonstrează cum Galileo Galilei, precursor al științei moderne, a utilizat acest tip de stratageme pe care le interzicea știința normală, care apelează recurent la temutele ipoteze *ad-hoc*;⁵ în consonanță cu descrierea popperiană strictă, ipoteza *ad-hoc* ar fi inadmisibilă. Dar, când ne aflăm înaintea apariției unei noi paradigme descriptive, în zona în care nu este nimic garantat încă, prăbușirea vechiului înseamnă, mai ales, formularea unor ipoteze care nu sunt susținute de dovezi factice. Feyerabend adaugă că un epistemolog orientat către o concepție metodologică și ordonată a științei, dacă ar fi trăit în secolul al XVII-lea, ar fi trebuit să

⁴ Karl Popper, *Logica cercetării*, op. cit.

⁵ P.K. Feyerabend, *Tratado contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*, trad. Diego Ribes, Madrid, 1986.

aleagă școlile academice aristotelice, respingând noua știință, pentru că acele școli aveau de partea lor rațiunea metodei: „aristotelicii» se descurcau foarte bine, în timp ce «modernii» se confruntau cu numeroase probleme pe care le deghizau în stratageme propagandistice.”⁶

Fără îndoială că viziunea acestor epistemologi nu trebuie considerată un imn înălțat lipsei de reguli și de control. Poziția apărută de Kuhn și de Feyerabend reflectă o imagine a istoriei și a logicii științei care se pretinde mai realistă decât cea transmisă de manuale și de metodologii riguroase. Angajamentul său constă în demonstrarea faptului că, în lumina evenimentelor istorice, cele mai importante aspecte ale progresului științific sunt ruptura violentă, momentul de ruptură, grație căruia apare pe scenă o nouă teorie care, într-o secundă, anihilează o paradigmă sedimentată de-a lungul anilor și chiar mileniiilor.

Epoca de care ne ocupăm în aceste pagini și figura sa centrală, Galileo, trebuie considerate, dacă ne permiteți jocul de cuvinte, paradigmatic față de orice nouă schimbare de paradigmă. Nu doar că a apărut o noutate teoretică fără precedent, dar s-a și impus cu o violență și o claritate fără precedent. Revoluția științifică a secolului al XVII-lea poate fi considerată, într-un fel, ca un model din care ia ființă, pentru prima dată, această structură esențială care ghidează momentul de ruptură a cunoașterii. În acest sens, iată ce argumentează Kuhn:

Aceste transformări ale paradigmelor opticii fizicii constituie revoluții științifice, iar tranzițiile ulterioare de la o paradigmă la alta în timpul unei revoluții constituie modelul obișnuit al

⁶ *Ibidem*, pp. 198–199.

dezvoltării științei mature. Fără îndoială, nu este modelul caracteristic al perioadei anterioare operei lui Newton.⁷

Drumul care ne poartă de la aristotelismul medieval la fizica lui Newton, trecând prin teoriile lui Copernic, Kepler, Brahe, Bruno și Galileo, conturează schema prin care devine posibilă înțelegerea structurii revoluțiilor științifice. Este inegalabilă importanța descoperirilor lui Lavoisier pentru demitizarea teoriei flogisticului, sau a ecuațiilor lui Maxwell în domeniul electromagneticii. Practic, s-a produs o conjuncție magnifică la cumpăna dintre secolele XVI și XVII, asociată cu spiritul baroc, melancolic și saturnian, cum se exprima Walter Benjamin⁸, al instituțiilor ecleziastice, care a știut să își impună propria paradigmă în orice schimbare a epocii.

Istoria pe care o vom explica este, în fond, o istorie a erorilor. Adesea, cineva care a dorit să demonstreze ceva a sfârșit prin a demonstra cu totul altceva. De exemplu, Tycho Brahe, chiar aristotelian și de formare geocentrică, a furnizat material indispensabil pentru susținerea ipotezei heliocentrice. Să nu îl uităm nici pe Kepler, care, dorind să verifice o teorie eronată privind curenții turbionari generați de Soare, a formulat legi ale fizicii încă în vigoare și astăzi.

Pe lângă o istorie a erorilor, va fi și o istorie a paradigmelor. Ruptura aristotelismului se datorează, în mare parte, influenței celor două vechi teorii introduse treptat de învățații bizantini în Occident: teoria ermetică și platonismul, care se comportă surprinzător prin comparație cu tradiția atomistă inactivă.

⁷ T. Kuhn, *Structura revoluțiilor științifice*, op. cit.

⁸ W. Benjamin, *Originea dramei baroce germane*, trad. Maria-Magdalena Anghelescu, Lorin Ghiman și George State, Cluj Napoca, Editura TACT, 2010.

Platon, celest, ideal și divin, grație matematizării termenilor pe care îi formulase teoretic, s-a îndepărtat de atomistul Democrit și a reușit să creeze o paradigmă științifică solidă și compactă, pe spezele materialistului Aristotel, a cărui concretețe în gândire a exprimat-o foarte bine Rafael, în Școala din Atena. În orice caz, prezentăm inițial aceste modele vechi, care reușesc să explice singure disputa care, în secolul al XVII-lea, a dat naștere unuia dintre cele mai importante episoade ale istoriei: revoluția științifică.

În *Ideologia germană*, Marx nu descrie revoluția politică comunistă ca pe un ideal căruia ar trebui să i se conformeze realitatea. Dimpotrivă, revoluția socială este „mișcarea reală, care anulează și precedă starea actuală de fapt”. În paginile următoare se vor descrie presupunerile și dezvoltarea unei mișcări reale similare care, în practică, cel puțin în zona cognitivă a științelor concrete, a anulat și a depășit starea de fapt.⁹

⁹ Karl Marx, Friedrich Engels, *Ideologia germană*, Editura de stat pentru literatură politică, 1956.

Filosofie și fizică. Greutatea tradiției

Astăzi, considerăm evidentă diferența dintre filosofie și fizică, sau, la nivel general, între cunoașterea filosofică (așadar, umanistă) și cunoașterea științifică (așadar, naturalistă). Dar, la începuturile gândirii moderne, această separare nu era atât de limpede. Marii fizicieni erau și mari filosofi, iar marii filosofi, pe vremea aceea, nu se puteau abține să nu se ocupe de forma minuțioasă umanistă și cunoașterea științifică (așadar, naturalistă). Dar, la începuturile gândirii moderne, această formă de *ancilla theologiae* („slujitoare a teologiei“) a început să fie considerată regina științelor, adică o specie de cunoaștere generală capabilă de a-și asuma sarcina de încorporare a disciplinelor diferite într-un corp unitar.

Potrivit interpretării empirice, revoluția științifică este considerată un amestec în filosofie al elementelor culturale din exteriorul mediului său tradițional. Concret, revoluția științifică ar fi fost cauzată de o noutate de interpretare destul de radicală.

Fără a delegitima acest tip de interpretări, se remarcă faptul că, urmând această cale, există riscul de simplificare excesivă.

De fapt, filosofia modernă există și se dezvoltă în mijlocul tradiției, însă o tradiție neunitară și derivată, în mare parte, din interpretarea textelor antice. Când se pomeneste despre revoluția științifică ne confruntăm cu o fuziune și cu lupta dintre elementele interne ale tradiției moderne, ceea ce dă naștere unei noi paradigme, pornită însă de la paradigme deja sedimentate.

Făcând un salt în timp, putem afirma că în secolul al XVI-lea au fost active, în principiu, trei tradiții filosofice: tradiția aristotelică, cea atomistă și cea platonice. Pentru a înțelege nouitatea și geneza revoluției științifice, trebuie să înțelegem cum au interacționat cele trei tradiții, pentru a crea o modificare reală a cunoașterii, incomparabilă cu altele precedente.

Cele trei modele menționate se ciocnesc inevitabil. Aristotelismul, de exemplu, a suferit o criză mai puternică, iar declinul său este evidențiat de importanța sa din trecut, când interpretarea lumii în viziunea sa era cvasi-totalitară. Aristotelismul, prin teologia creștină a Sfântului Toma din Aquino, a garantat un tip de ordine pe care, când a intrat el în criză, nu l-a mai putut furniza alt model. Dar revoluția științifică se poate considera atât o confruntare între modelele interpretative ale lumii, cât și un epifenomen al unei crize sociale și politice, așa cum au sugerat învățați de calibrul lui Ludovico Geymonat.¹⁰

Când vine vorba despre acest episod istoric delicat, trebuie să fim foarte atenți și să expunem toate alternativele generate de istoria învățaților. Așadar, primul lucru pe care îl vom

¹⁰ Pentru relația dintre criza socială și progresul științific, consultați L. Geymonat, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, Milano, 1970-72. În consecință, mediile la care progresul tehnico-științific trebuie să recurgă pentru a extirpa răul generat în această societate sunt foarte diverse și mult mai grave decât cele propuse de către romanticii detractori ai rațiunii științifice, și, odată cu ea, ai lumii moderne (vezi L. Geymonat, *Scienza e realismo*, Feltrinelli, Milano, 1977).

întreprinde în această carte va fi să prezentăm modelele de la care a pornit revoluția științifică, în mare. Concret, aluzia se referă la concepția fizicii și a sistemului planetar.

Modelul aristotelic

Potrivit modelului aristotelic, în centrul sistemului planetar, așa cum se știa deja, se afla Terra, care nu era considerată planetă. Revoluția științifică are loc în momentul în care Terra începe să fie considerată planetă, la fel ca toate celelalte. Potrivit acestui model, universul este un întreg spațial finit. Dincolo de univers nu găsim nimic – iar nimicul nu trebuie confundat cu vidul din fizica modernă. Vidul este o porțiune de spațiu și, așadar, continuă să fie ceva. Dimpotrivă, nimicul reprezintă tocmai absența lucrurilor, inclusiv spațiul. Pe de altă parte, potrivit teoriei care-i este atribuită lui Aristotel, universul ar avea formă sferică, pentru că, dintre toate formele geometrice, sfera este cu siguranță cea care exhibă cel mai înalt grad de perfecțiune.¹¹ Din acest motiv, modelul aristotelic poate fi înțeles drept model calitativ, pentru că se bazează pe ideea perfecțiunii formale și nu pe cantitativul dimensiunii.

Forma sferică a universului este prezentată ca sumă de sfere concentrice, a cărei mișcare, de asemenea concentrică, ar poseda, din câte se înțelege, viteze periferice distincte, care cresc pe măsură ce ne îndepărtăm de centru. Planetele sunt considerate incrustații înăuntrul sferelor, iar acestea se mișcă, de

¹¹ „Este necesar ca cerul să aibă formă sferică, pentru că este figura cea mai adecvată entității [celeste] și prima, din fire” (Aristotel, *Despre cer*, trad. Șerban Nicolau, București, Editura Paideia, 2005).

fapt. Un astronom antic, precum Eudoxus din Knidos, a încercat să rezolve problemele modelului aristotelic, complicându-i considerabil structura. Astfel, universul devine o structură care conține câte patru sfere pentru fiecare planetă, cu sfere relative intermediare care evită fricțiunea în timpul mișcării. Obținem un total de 55 de sfere al căror obiectiv este explicarea mișcării planetare. Se rezolvă unele probleme, însă apar altele. De exemplu, sferele intermediare ne obligă să admitem existența vidului, pe care Aristotel îl considera inadmisibil.

Mișcarea în mod clar imperfectă a planetelor se justifică pe baza metafizicii aristotelice, mai concret, a diferenței dintre capacitate și acțiune. Motorul imobil este potențial perfect, însă nu înseamnă că și acțiunea de a se mișca ar fi. Problema apare în justificarea trecerii de la acțiunea pură, imobilă, la mișcarea în sine. Mișcarea rotativă a sferelor celeste, apropiată de perfecțiune, se află între acțiunea pură, care mișcă sferele fără a fi mișcată, și mișcarea în general. Așa se stabilește o ierarhie în fizică: motor imobil, mișcare de rotație, mișcare produsă în fizica sublunară, adică sub ultima sferă. Este justificarea deosebirii dintre fizica perfectă (celestă) și fizica imperfectă și coruptibilă (terestră).

Mișcarea, potrivit lui Aristotel, poate determina substanțele cărora li se aplică, generând astfel separarea disciplinelor, cu o metafizică potrivită numai pentru a se ocupa de substanța eternă, exonerată de mișcare. Caracterul intermediar pe care l-ar avea mișcarea de rotație, care, grație omogenității sale, este simultan eternă și în mișcare, este cel care îi permite lui Aristotel să înțeleagă mișcarea ca lipsită de cauză, la origine. De fapt, mișcarea este eternă, și nu poate fi creată, indiferent ce s-ar întâmpla. Mișcarea în principiu regulată și, în acest sens, perfectă este cea a sferei externe, care corespunde cerului și