

SOBRE A INFLUÊNCIA DAS CONCEPÇÕES FILOSÓFICAS NA EVOLUÇÃO DAS TEORIAS CIENTÍFICAS*

A. Koyré **

Na comunicação que acabamos de ouvir, M. Philip Frank (1) explicou-nos que as razões favoráveis ou contrárias à aceitação de certas teorias científicas nem sempre se reduzem à consideração do valor *técnico* da teoria em pauta, isto é, à sua capacidade de dar-nos uma explicação coerente acerca dos fenômenos por ela tratados, mas depende, muito freqüentemente, de numerosos outros fatores.

Assim, por exemplo, no caso da astronomia copernicana, não se tinha simplesmente de escolher entre uma teoria mais simples e uma outra, mais complicada, dos movimentos celestes, mas também entre uma Física que parecia mais simples (a de Aristóteles) e uma outra que parecia mais complicada, entre a confiança na percepção sensível — tal como Bacon, tão bem, a viu (2) — e sua rejeição em proveito de uma especulação teórica etc . . .

Estou inteiramente de acordo com M. Frank. Apenas lastimo que ele não tenha ido suficientemente longe e que, em sua análise, tenha esquecido de falar a respeito da influência exercida pela subestrutura, ou o “horizonte” filosófico das teorias concorrentes. Estou, na verdade, profundamente convencido de que o papel desta “subestrutura filosófica” tem sido de uma importância muito grande, e que a influência das concepções filosóficas sobre o desenvolvimento da ciência tem sido tão grande quanto a das concepções científicas sobre o desenvolvimento da filosofia. Acerca desta influência, numerosos exemplos poderiam ser citados. Um dos melhores, e é o que eu vou apresentar-vos brevemente-

* Conferência pronunciada na reunião da Associação Americana para o Progresso da Ciência realizada em Boston, 1954; cf. *The Scientific Monthly*, 1955.

** Tradução de J. E. Rodrigues Villalobos, Professor-Titular, Chefe do Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

(1) Ibid.

(2) Por este fato, Bacon rejeita a teoria copernicana.

te, nos é fornecido pelo período pós-copernicano da ciência, período que, segundo a opinião geral, é considerado como das *origens da ciência moderna*. Refiro-me à ciência que dominou o pensamento europeu durante mais ou menos três séculos, *grosso modo*, desde Galileu até Einstein e Planck, ou Niels Bohr.

Deploro, portanto, ser necessário dizer-vos que considero muito grave, e bastante lamentável, a omissão na qual incorreu Philip Frank. Mas, a bem dizer, ela é quase normal, pois, se muito se fala a respeito da influência do pensamento científico sobre a evolução das concepções filosóficas, e isto a justo título, já que ela é evidente e certa (basta evocar os nomes de Descartes, de Leibniz, de Kant, fala-se, por outro lado, muito menos, ou mesmo nada se fala, acerca da influência da filosofia sobre a evolução do pensamento científico. Ou então, como o fazem às vezes os historiadores de obediência positivista, menciona-se esta influência apenas para ensinar-nos que, antigamente, a filosofia efetivamente influenciara e mesmo dominara a ciência, e que é precisamente a este fato que a ciência antiga e medieval deve sua esterilidade. Depois da revolução científica do século XVII, entretanto, a ciência revoltou-se contra a tirania desta suposta *Regina scientiarum*, e seu progresso coincidiu justamente com sua liberação progressiva e sua fundamentação sobre a base firme da "empíria". Liberação que não se produziu de um golpe só — ai!, em Descartes, e mesmo em Newton, encontram-se ainda vestígios de especulação metafísica, e foi preciso esperar o século XIX, ou mesmo o XX, para vê-los desaparecer inteiramente, — mas que se fez, em todo caso, graças a Bacon, Augusto Comte, Ernst Mach e a escola de Viena.

Certos historiadores vão ainda mais longe e nos dizem que, no fundo, a ciência como tal — ao menos a ciência moderna — nunca se vinculou realmente à Filosofia. É o caso de M. E. Strong, em sua obra muito conhecida, *Procedure and Metaphysics* (Berkeley, 1936), quando nos explica que as introduções e os prefácios filosóficos dos grandes criadores da ciência moderna a suas obras são, na maior parte das vezes, apenas gestos polidos, ou impostos, expressões de um acordo conformista com o espírito do tempo; e que no próprio momento em que eles revelam convicções sinceras e profundas, estas não têm maior importância nem se relacionam mais com os *procedimentos*, isto é, com o trabalho real dessas grandes personagens, do que suas convicções religiosas . . .

M. E. A. Burt, autor do célebre *Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (Londres, 1925) é quase uma voz isolada ao admitir a influência positiva e o papel importante das concepções filosóficas na evolução da ciência. Mas mesmo M. Burt só vê aí pontos de apoio, andaimes que ajudam o sábio a

formar e a formular suas concepções científicas, e que, uma vez terminada a construção teórica, podem ser descartados, e o são efetivamente pelas gerações posteriores.

Assim sendo, quaisquer que sejam as idéias para – ou ultra-científicas que tenham guiado um Kepler, um Descartes, um Newton ou mesmo um Maxwell até as suas descobertas, elas têm, afinal de contas, pouca – ou nenhuma – importância. O que conta é a descoberta efetiva, a lei estabelecida, a lei dos movimentos planetários e não a harmonia do Mundo; a conservação do movimento e não a imutabilidade divina . . . É como disse Heinrich Herz: “A teoria de Maxwell são as equações de Maxwell”.

Poder-se-ia dizer que, segundo M. Burt, as subestruturas metafísicas (ou os fundamentos) teriam na evolução do pensamento científico um papel análogo ao desempenhado pelas imagens, conforme a epistemologia de Henri Poincaré.

Isto já seria bastante interessante. Quanto a mim, acredito que não se deve difamar demais as imagens. Na verdade, o que mais me surpreende não é o fato de que elas não concordam definitivamente com a realidade teórica . . . É, ao contrário, o fato de que o acordo se verifica tão bem, e que a imaginação – ou a intuição – científica chegue a fabricá-las tão belas, a penetrar tão profundamente (vemos isto se repetir todos os dias) em regiões – o átomo, e mesmo o seu núcleo – que, à primeira vista, pareciam dever estar completamente vedadas a ela. E eis-nos de volta às imagens, aquelas mesmas que – como em Heisenberg – haviam sido, de início, radicalmente eliminadas.

Admitamos, então, com M. Burt, que as considerações filosóficas não passem de andaimes . . . Ora, como raramente vemos casas serem construídas sem eles, a comparação de Burt poderia levar-nos a uma conclusão diametralmente oposta à dele, ou seja, a da necessidade absoluta desses andaimes, que sustentam a construção e a tornam possível. O pensamento científico pode, sem dúvida, rejeitá-los *post factum*, mas, talvez, apenas para substituí-los por outros. Ou, ainda, para fazê-los cair no esquecimento, na inconsciência das coisas acerca das quais não se pensa mais – como no caso das regras de gramática, que esquecemos à medida em que aprendemos uma língua e que desaparecem da consciência no próprio momento em que elas mais a dominam.

E voltando a M. Strong, é bastante claro, evidentemente, que a obra de Faraday não se explica por sua adesão à obscura seita dos sandemanianos ou a de Gibbs por seu presbiterianismo, assim como a de Einstein por seu judaísmo ou a

de Louis de Broglie por seu catolicismo (ainda que fosse temerário negar *qualquer* influência, tão bizarros e ilógicos são os caminhos do espírito!). E é bem possível que, muito freqüentemente, as asserções filosófico-teológicas dos grandes sábios dos séculos XVII e XVIII não tenham mais valor que as asserções análogas de nossos contemporâneos quando afirmam ter encontrado a luz do materialismo dialético ou nas obras geniais do grande Stalin. Mas nem sempre é este o caso. Seria fácil, por exemplo, — ou pelo menos possível — mostrar que a grande batalha que domina a primeira metade do século XVIII, aquela entre Leibniz e Newton, decorre, em última análise, de uma oposição teológico-metafísica, e que não se trata de uma oposição entre duas coisas fúteis, ou mesmo entre duas técnicas, mas, precisamente, entre duas filosofias (3).

A história do pensamento científico nos ensina, portanto (pelo menos é o que tentarei sustentar):

1º — que o pensamento científico nunca se separou inteiramente do pensamento filosófico;

2º — que as grandes revoluções científicas foram sempre determinadas por reviravoltas ou mudanças de concepções filosóficas;

3º — que o pensamento científico (refiro-me às ciências físicas) não se desenvolve *in vacuo*, mas se encontra sempre, no interior de um quadro de idéias, princípios fundamentais, evidências axiomáticas que, habitualmente, têm sido considerados como pertencentes ao que é próprio da filosofia.

Isso não quer dizer, entenda-se bem, que eu queira negar a importância da descoberta de fatos novos ou a da técnica e, tampouco, a autonomia e mesmo a autologia do desenvolvimento do pensamento científico. Mas isto é outra história, a respeito da qual não tenho a intenção de falar hoje.

Quanto a saber se a influência da filosofia sobre a evolução do pensamento científico foi boa ou má, eis uma questão que, rigorosamente, *ou* não faz muito sentido, pois acabo justamente de afirmar que a presença de uma "ambiência" e de um quadro filosófico é uma condição indispensável para a própria existência da ciência, *ou* tem um significado muito profundo, pois tal questão nos levaria ao problema do progresso — ou da decadência — do próprio pensamento filosófico.

De fato, se se respondesse que as boas filosofias exercem uma boa influência e as más uma não tão boa, iríamos de Scila e Caribde, pois seria preciso saber quais são as boas . . . E se as julgássemos pelos seus frutos, o que é muito natural,

(3) Cf., hoje em dia, meu *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore, 1957.

talvez cometêssemos, como nos ensinou Descartes em caso análogo, uma espécie de círculo vicioso.

Além do mais, é preciso desconfiar das apreciações muito prematuras: o que era admirável ontem talvez não o seja mais hoje, e, inversamente, o que ontem era ridículo talvez não o seja hoje, de maneira alguma. A história nos mostra muitos exemplos destas idas e vindas (*corsi e ricorsi*) verdadeiramente perturbadoras e, se em nenhum caso ela nos ensina a *époque*, (4) ensina-nos seguramente a prudência.

Poder-se-ia objetar que (desculpo-me por deter-me tanto tempo em considerações preliminares, mas elas me parecem, com efeito, de grande importância), mesmo que eu tivesse razão, isto é, mesmo que eu tivesse provado, e até aqui apenas o afirmei, que a evolução do pensamento científico foi influenciada, e não travada, pela evolução do pensamento filosófico, isto valeria somente para o passado, e nada poderia nos ensinar quanto ao presente e ao futuro.

Em síntese, a única lição da história seria a de que não se pode tirar qualquer lição dela. Além disto, o que é a história, sobretudo a história do pensamento científico, ou técnico? Um cemitério de erros ou mesmo uma coleção de monstruosidades (*monstra*) justamente relegadas ao depósito de refugos e boas apenas para um barracão de restos de demolição; um campo-santo de teorias esquecidas (*a graveyard of forgotten theories*) ou mesmo um capítulo da história da estupidez humana (*Geschichte der menschlichen Dummheit*). Esta atitude em relação ao passado — muito mais própria, aliás, do técnico do que do grande pensador criativo — é, confessemos-lo, bem normal, ainda que não seja, de maneira alguma, inevitável. Ela é muito normal somente para aquele que, do ponto de vista do presente, e mesmo do futuro para o qual pendeu durante seu trabalho, dá uma espiada no passado — um passado há muito *superado* — as teorias antigas surgem como monstros incompreensíveis, ridículos e disformes. De fato, já que ele volta atrás no curso do tempo, ele os encontra, no momento da morte deles, velhos, ressequidos, esclerosados. Em uma palavra, ele vê a Bela Armeira tal

(4) Este termo grego significa, originalmente, "parada", "interrupção". Na linguagem cética significa "suspensão do juízo", estado de dúvida. De acordo com Cícero, Arcesilau (315-340. A.C.) teria sido o primeiro a chegar à "époque". "A suspensão do juízo se faz (...) por meio da oposição entre as coisas. Nós opomos as aparências, às aparências, os conceitos aos conceitos, ou, alternativamente, as aparências aos conceitos". "Depois de haver começado a filosofar sobre a distinção entre as representações e sobre o conhecimento das verdades e falsidades (...) o cético caiu numa discordância de força igual, de tal maneira que se absteve de decidir, por não poder fazê-lo" (Sexto Empírico, *Súmulas Pírronianas*, Livro I). N. do T.

como nos foi apresentada por Rodin. É apenas o historiador que a reencontra em sua primeira e gloriosa juventude, em todo o esplendor de sua beleza, é somente o historiador que, ao refazer e ao reconstituir a evolução da ciência, apreende as teorias do passado em seu nascimento e vive, ao lado delas, o impulso criador do *pensamento*.

Voltemo-nos, pois, para a história.

A revolução científica do século XVII, época em que nasceu a ciência moderna, tem, em si mesma, uma história muito complicada. Mas como tratei deste assunto em uma série de trabalhos, eu me permitirei ser breve. Assim sendo, ela será caracterizada pelos seguintes aspectos:

a. destruição do Cosmos, isto é, a substituição do mundo finito e hierarquicamente ordenado de Aristóteles e da Idade Média por um Universo infinito, ligado pela identidade de seus elementos componentes e pela uniformidade de suas leis;

b. geometrização do espaço, isto é, substituição do espaço concreto (conjunto de "lugares") de Aristóteles pelo espaço abstrato da geometria euclidiana, daí por diante considerado como real.

Poder-se-ia acrescentar — mas, no fundo, trata-se apenas de um corolário do que acabo de dizer —: substituição da concepção do movimento—processo pela do movimento—estado.

As concepções cosmológicas e físicas de Aristóteles passam, em termos gerais, por muito maus apuros. O que se explica, em minha opinião, principalmente:

a. pelo fato de que a ciência moderna nasceu em oposição, e em luta contra, a de Aristóteles, e

b. pela persistência em nosso espírito da tradição histórica e dos juízos de valor dos historiadores dos séculos XVIII e XIX. Para estes, com efeito, que consideravam as concepções newtonianas não apenas como verdadeiras mas também como evidentes e até naturais, a própria idéia de um Cosmos finito parecia ridícula e absurda. Como se zombou de Aristóteles por ter atribuído ao mundo dimensões determinadas, por ter pensado que os corpos podiam mover-se sem ser atraídos ou impelidos por forças exteriores, por sua crença de que o movimento circular era um movimento de uma espécie particularmente importante, e de ter-lhe chamado movimento natural!

Sabemos hoje em dia — embora não o tenhamos ainda *aceito e admitido* — que tudo aquilo não era, talvez, tão ridículo, e que Aristóteles tinha muito mais razão do que ele mesmo sabia. Ao final das contas, o movimento circular parece, de fato, estar particularmente espalhado no universo e ser particularmente importante; tudo dá voltas e gira, ao que parece, as galáxias e as nebulosas, os

astros, os sóis e os planetas, os átomos e os eletrons . . . os próprios fotons parecem não fazer exceção à regra.

Quanto ao movimento espontâneo dos corpos, sabemos muito bem, desde Einstein, que uma curvatura local do espaço pode perfeitamente produzir movimentos desse gênero. Sabemos, igualmente, ou acreditamos saber, que nosso Universo não é, de forma alguma, infinito (ainda que ele não tenha limites, ao contrário do que acreditava Aristóteles), e que fora deste Universo, a rigor, nada há, justamente porque não há “fora” e porque todo o espaço é “dentro”.

Trata-se precisamente do que nos dizia Aristóteles, que, não tendo a seu dispor os recursos da geometria riemaniana, limitava-se a afirmar que fora do mundo *nada* havia, nem *pleno*, nem *vazio*, e que todos os *lugares*, isto é, *tudo o espaço, estavam no interior*, ou dentro (5).

A concepção aristotélica não é uma concepção matemática: — eis a sua fraqueza e eis, também, sua força — é uma concepção metafísica. O mundo de Aristóteles não é um mundo que possua uma curvatura geométrica; ele é, digamos assim, metafisicamente curvo.

Os cosmologistas de hoje, quando tentam explicar-nos a estrutura do mundo einsteiniano, ou pós-einsteiniano, com seu espaço curvo e finito, ainda que sem limites, dizem-nos habitualmente que se trata de concepções matemáticas muito difíceis e que aqueles dentre nós aos quais falta a formação matemática necessária não serão capazes de compreendê-las como é preciso. O que é justo, sem dúvida. Mas é muito divertido notar que os filósofos medievais, quando tinham de explicar aos profanos, ou a seus estudantes, a cosmologia de Aristóteles, diziam algo semelhante, ou seja, que eles lidavam com concepções metafísicas muito difíceis, e que os que não tinham uma formação filosófica suficiente e não podiam elevar-se acima da imaginação geométrica não poderiam compreendê-las e continuariam a propor questões (estúpidas) tais como: o que é que há fora do mundo?, ou então, o que aconteceria se se empurasse um bastão para além da superfície última da abóboda celeste?

A dificuldade real presente na concepção aristotélica consiste na necessidade de situar uma geometria euclidiana no interior de um Universo não euclidiano, em um espaço metafisicamente curvo e fisicamente diferenciado. Confessemos que isso pouco preocupava Aristóteles, pois a geometria não era, para ele, uma ciência fundamental do real que pudesse exprimir-lhe a essência e a estrutura profunda; era apenas uma ciência abstrata que, para a física, ciência do real, não passava de um recurso auxiliar.

5) Cf. “Le vide et l’ espace infini au XIV^e siècle”, Archives d’ histoire doctrinale et littéraire du Moyen Age, 1949; supra, p. 37 segs.

A percepção e não a especulação matemática, a experiência e não o raciocínio matemático *a priori*, eis o que formava para ele o fundamento da verdadeira ciência do real.

Ao contrário, a situação era muito mais difícil para Platão, que ensaiara relacionar a idéia do Cosmos com uma tentativa de construir o mundo do devir, do movimento e dos corpos a partir do vazio, ou do espaço puro (*coroa*) (6) plena e inteiramente geometrizado. A escolha entre estas duas concepções (a da ordem cósmica e a do espaço geométrico) era inevitável, ainda que tenha ocorrido muito tarde, precisamente no século XVII, quando ao levar a geometrização do espaço a sério, os criadores da ciência moderna tiveram de rejeitar a concepção do Cosmos.

Parece-me perfeitamente evidente que aquela revolução, ao substituir o mundo qualitativo do senso comum e da vida cotidiana pelo mundo arquimediano da geometria reificada (*réifié*), não pode explicar-se pela influência de uma experiência mais rica ou mais ampla do que aquela que os Antigos — Aristóteles — tinham à sua disposição.

De fato, como P. Tannery o mostrou já há muito tempo, a ciência aristotélica, precisamente porque fundada sobre a percepção sensível e realmente empírica, concordava bem melhor com a *experiência* comum do que a de Galileu e de Descartes. Afinal de contas, os corpos pesados caem *naturalmente* para baixo, o fogo aponta *naturalmente* para o alto, o Sol e a Lua nascem e se põem, e os corpos projetados não continuam, indefinidamente, seu movimento em linha reta . . . O movimento inercial não é certamente um fato da experiência, que, de fato, a contradiz todos os dias.

Quanto à infinidade do espaço, trata-se de algo que, evidentemente, não pode ser um objeto da experiência. O infinito, tal como Aristóteles já havia assinalado, não pode ser transposto, nem dado. Comparado com a eternidade, um bilhão de anos é como se fosse nada; comparados com a infinidade espacial, os mundos que nos foram revelados pelos telescópios (mesmo o de Palomar) não são maiores que o dos gregos. Ora, a infinidade do espaço é um elemento essencial da estrutura axiomática da ciência moderna; ela está contida em suas leis do movimento, muito especialmente na lei de inércia.

(6) Gr., lugar, espaço, sítio (*tópos* tem sentido mais restrito). Termo que entrou para o vocabulário filosófico em virtude de seu emprego por Platão em passagem célebre do *Timeu* (52 a-d). Desde Zeller, que se fundamentou em Aristóteles (Fis. IV, 2, 209 b 11), tornou-se clássica a interpretação segundo a qual o espaço (*cora*), em Platão, se identificaria com matéria, tal como em Descartes (*a res extensa*, ou o espaço geométrico, idêntica à matéria). É neste sentido que o A. emprega o termo grego, embora o assunto não seja pacífico (cf., p. ex., Brochard, *Études de Phil. Ancienne et de Phil. Moderne*, Vrin, 1954, págs. 195 sgs.; Rivaud, *Notícia sobre o Timeu*, Les Belles Letres, 1925, págs. 67 sgs.). N.do T.

Finalmente, quanto às “experiências” alegadas pelos promotores da ciência moderna, e sobretudo por seus historiadores, elas não provam absolutamente nada, porque: a. tais como foram Executadas, — eu o mostrei em meu estudo sobre a medida da aceleração no século XVII (7) — elas nada têm de precisas; b. para ser válidas, elas exigem uma extrapolação para o infinito; e c., elas devem, supostamente, mostrar-nos a existência de algo — tal como o movimento inercial — que não apenas não pode e nem poderá jamais ser observado por alguém, mas que, além do mais, é estrita e rigorosamente impossível.

O nascimento da ciência moderna é concomitante com uma transformação — mutação — da altitude filosófica, com uma reviravolta quanto ao valor atribuído ao conhecimento intelectual comparado à experiência sensível, com a descoberta do caráter positivo da noção de infinito. Da mesma forma, é inteiramente congruente que a “infinetização” do Universo (“ruptura do círculo”, nas palavras de Miss Nicholson (8), ou “o rompimento da esfera”, tal como eu próprio preferi chamá-lo) tenha sido obra de um puro filósofo, Giordano Bruno, e que, por razões científicas — empíricas — tenha sido violentamente combatida por Kepler.

Giordano Bruno não é, sem dúvida, um filósofo dos maiores. É um sábio mesquinho. E as razões que ele nos apresenta em favor da infinidade do espaço e do primado intelectual do infinito não são muito convincentes (Bruno não é Descartes). Não se trata, porém, do único caso no qual um raciocínio defeituoso, partindo de premissas inexatas, chega a resultados extremamente importantes (há numerosos exemplos disto tanto em filosofia como em ciência pura: pensemos em Kepler, em Dalton e mesmo em Maxwell).

A revolução do século XVII, por mim chamada, há tempo, de “desforra de Platão”, foi, na verdade, o efeito de uma aliança: a de Platão com Demócrito. Estranha aliança! Palavra de honra, isto acontece na história do Grande Turco que se alia ao Rei Muito Cristão, — os inimigos de nossos inimigos são nossos amigos — ou, voltando à história do pensamento filosófico-científico, o que há de mais estranho do que a aliança, mais recente, entre Einstein e Mach?

Átomos de Demócrito no espaço de Platão — ou de Euclides —: compreende-se perfeitamente por que Newton tenha tido a necessidade de um Deus para manter a união entre os elementos constitutivos do seu Universo. Entende-se igualmente bem o caráter estranho deste Universo (pelo menos *nós* o compreendemos bem: o século XIX estava muito habituado a ele para nele enxergar

(7) “An experiment in measurement”, *American Philosophical Society Proceeding*, 1953.

(8) *The Breaking of the Circle*, Evanston, 1950. Cf. o meu *From the Closed World to the Infinite Universe*.

toda a estranheza) cujos elementos materiais, objetos de uma extrapolação teórica, se embebem, sem ser por isto afetados, no não-ser necessário e eterno, objeto de um conhecimento *a priori*, do espaço absoluto. Compreende-se da mesma forma a rigorosa inconsistência deste absoluto, ou destes absolutos (espaço, tempo, movimentos absolutos), rigorosamente incognoscíveis a não ser pelo pensamento puro, pelos dados relativos (espaço, tempo, movimento relativos), os únicos que nos são acessíveis.

A ciência moderna, a ciência newtoniana, está indissoluvelmente ligada a essas concepções de espaço absoluto, de tempo absoluto, de movimento absoluto. Newton, tão bom metafísico quanto físico ou matemático, reconheceu-o muito bem, como o fizeram, aliás, seus grandes discípulos MacLaurin e Euler, e o maior dentre eles, Laplace: é somente sobre esses fundamentos que os axiomas ou leis do movimento (*Axiomata seu leges motu*) são válidos e chegam mesmo a ter sentido.

Além disso, a contraprova nos é fornecida pela história. Basta citar Hobbes, que não aceita a existência de um espaço separado dos corpos e, por isto, não compreende a nova concepção, galileana, cartesiana, do movimento. Mas Hobbes talvez seja um mau exemplo, pois não era bom em matemáticas. Não é à toa que John Wallis disse um dia que era mais fácil ensinar a falar em surdo-mudo do que fazer o Dr. Hobbes compreender o significado de uma demonstração matemática. Leibniz, cujo gênio matemático não fica atrás de ninguém (*nulli secundus*) é uma testemunha bem melhor. Ora, de fato, Hobbes é o modelo de Leibniz em matéria de dinâmica. É que este, tanto quanto aquele, jamais admitiu a existência de um espaço absoluto e, portanto, jamais pôde compreender o significado verdadeiro do princípio de inércia. O que, aliás, talvez fosse apenas uma "imprecação" fingida (*blissing in disguise*): como poderia ele, de outra forma, ter concebido o princípio da mínima ação? (9). Enfim, ninguém melhor do que Einstein para ser citado: é claro que na física einsteiniana a negação do movimento e do espaço absolutos envolve imediatamente a negação do princípio de inércia.

(9) Princípio enunciado, em tais termos, por Fermat. Em Leibniz, é assim definido: *natura nihil facit frustra* ou *natura agit per vias brevissimas* (a natureza nada faz em vão; a natureza age pelos caminhos mais curtos). Trata-se do princípio da simplicidade, cujas consequências metodológicas foram fundamentais para a construção da ciência moderna, de Copérnico a Galileu. Para este, *la natura non opera con l'intervento di molte cose quel che si può fare col mezzo di poche* (Dialogo dei Massimi Sistemi, *Giornata Seconda*). N. do T.

Mas voltemos a Newton. É possível, nos diz ele, que talvez não haja um só corpo no mundo que esteja verdadeiramente em repouso e que, além disto, nos seja impossível distingui-lo de um corpo em movimento uniforme. É igualmente verdadeiro que não podemos, e nem poderemos jamais (se bem que Newton parece ter tido esta esperança), determinar o movimento absoluto — uniforme — de um corpo, seu movimento em relação ao espaço, mas somente seu movimento relativo, isto é, seu movimento em relação ao de outros corpos, a respeito de cujos movimentos absolutos (na medida que trata de movimentos uniformes e não de acelerações) estamos tão pouco esclarecidos quanto ao do primeiro. Mas não há aqui uma objeção contra as noções de espaço, de tempo, de movimento absolutas; ao contrário, trata-se de uma consequência rigorosa da própria estrutura deles. Além do mais, é claro que, no mundo newtoniano, é infinitamente improvável que um corpo se encontre alguma vez em repouso absoluto; e completamente impossível que se encontre algum em movimento uniforme. A ciência newtoniana, entretanto, não pode dispensar essas noções.

No mundo newtoniano e na ciência newtoniana (ao contrário do que pensava Kant, por havê-los compreendido mal, mas que, por sua interpretação errônea, abriu o caminho para uma epistemologia e uma metafísica novas, fundamentos possíveis de uma ciência não newtoniana), em ambos, não são as condições do saber que determinam as condições do ser fenomênico dos objetos dessa ciência — ou “sendos” (*étants*) — mas, ao contrário, é a estrutura objetiva do ser que determina o papel e o valor de nossas faculdades de saber. Ora, para empregar uma velha fórmula de Platão: na ciência newtoniana, e no mundo newtoniano, não é o homem e sim Deus que é a medida de todas as coisas. Os sucessores de Newton puderam esquecer isto, puderam acreditar que não tinham necessidade da hipótese Deus, andaime daí em diante inútil para uma construção que se sustentava por si própria. Estavam enganados. Privado de seu suporte divino, o mundo newtoniano mostrou-se instável e precário. Tão instável e tão precário quanto o mundo de Aristóteles que ele substituíra.]

A interpretação da história e da estrutura da ciência moderna que eu acabo de esboçar não é a opinião comum dos doutos (*communis opinio doctorum*), ou pelo menos não ainda, se bem que me parece estar em vias de tornar-se tal. Mas ainda não chegamos lá. De fato, a interpretação mais corrente é muito diferente. Continua sendo, e sempre, a interpretação positivista, pragmatista.

Os historiadores de tendência positivista têm o hábito de insistir, quanto à obra dos Galileu e dos Newton, em seu aspecto, ou feição, experimental, empirista, fenomenista; em sua renúncia à pesquisa das causas em proveito da pesquisa das leis, no abandono da questão: por quê?, e sua substituição pela questão: como?

Essa interpretação não é certamente desprovida de fundamentos históricos. O papel da experiência ou, mais precisamente, da experimentação na história da ciência é a própria evidência; as obras dos Gilbert, dos Galileu, dos Boyle etc. estão cheias de louvores à fecundidade dos métodos experimentais, opostos à esterilidade de especulação. E quanto à procura das leis de preferência à das causas, ninguém ignora a famosa passagem dos *Discorsi* na qual Galileu nos anuncia que seria sem proveito e inútil discutir as teorias causais da gravidade propostas por seus contemporâneos e predecessores, já que ninguém sabe o que seja a gravidade — pois não passa de um nome — e que vale muito mais contentar-se com o estabelecimento da lei matemática da queda.

É todo mundo que conhece igualmente a não menos célebre passagem dos *Principia* na qual Newton, a propósito da mesma gravidade, já tendo esta passado, nesse ínterim, a atração universal, nos diz que, até então, ele não fora capaz de descobrir a causa “das propriedades da gravidade (a partir) dos fenômenos” e que ele não “inventa” hipóteses explicativas “pois o que não é deduzido dos fenômenos deve levar o nome de hipótese, e as hipóteses, tanto físicas quanto metafísicas, mecânicas ou que (proponham) qualidades ocultas não têm lugar na filosofia experimental. Nesta filosofia, as proposições particulares são inferidas dos fenômenos e, em seguida, generalizadas por indução”. Em outros termos, as relações estabelecidas por experiência são, por indução, transformadas em leis.

Desta maneira, não é surpreendente que, para um grande número de historiadores e de filósofos, este aspecto legalista, fenomenista ou, para encerrar o assunto, positivista da ciência moderna apareça como sua essência, ou pelo menos como o seu próprio (*proprium*), e que eles o oponham à ciência realista e dedutiva da Idade Média e da Antigüidade.

A tal interpretação, entretanto, eu gostaria de levantar as seguintes objeções:

a. enquanto a tendência legalista da ciência moderna é totalmente indubitável e, mais, foi extremamente fecunda ao permitir aos sábios do século XVIII que se consagassem ao estudo matemático das leis fundamentais do Universo newtoniano, um estudo que culmina na obra admirável de Lagrange e de Laplace (ainda que, na verdade, uma dessas leis, especialmente a lei de atração, tenha sido transformada por eles em *causa* e em *força*), seu caráter *fenomenista* é muito menos aparente. De fato, não são os *faitômenas* mas os *noeta* (10) que se acham relacionados por leis causalmente inexplicadas — ou

(10) Plural do *gr. noetos*, o que pode ser percebido pela inteligência, intelectual, em oposição a *faitômenos* (adv.) que, substantivado, significa o que é aparente, manifesto, visível, isto é, o que pertence à experiência sensorial. N. do T.

inexplicáveis. De fato, não são os corpos de nossa experiência comum mas os corpos abstratos, as partículas e os átomos do mundo newtoniano que são as coisas relacionadas (*relata*) ou os fundamentos (*fundamenta*) das relações matemáticas estabelecidas pela ciência:

b. a auto-interpretação e auto-restrição positivistas da ciência não são, de forma alguma, um fato moderno. Como já foi estabelecido por Schiaparelli, Duhem e outros, elas são quase tão velhas quanto a própria ciência, e como tudo, ou quase tudo, foram inventadas pelos gregos. O objetivo da ciência astronômica, explicavam os astrônomos alexandrinos, não é o de descobrir o mecanismo real dos movimentos planetários, os quais, aliás, não podemos conhecer, mas apenas o de salvar os fenômenos, *sôxien tà fainômena*, combinando, sobre a base empírica das observações, um sistema de círculos e de movimentos imaginários – um artifício matemático – que nos permite calcular e *prever* as posições dos planetas de acordo com as observações futuras.

Além do mais, é a esta epistemologia pragmatista e positivista que recorre Osiander (em 1543) para mascarar por trás dela o impacto revolucionário da obra copernicana. E é precisamente *contra* esta interpretação positivista equivocada que protestam tão violentemente os grandes fundadores da astronomia moderna: Kepler, que põe AITIIOLOGETOS no próprio título de sua grande obra sobre Marte (11), da mesma forma que Galileu e mesmo Newton, estabelecendo este, em seus *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, apesar de seu célebre “não invento hipótese” (*hypotheses non fingo*) (12), uma ciência não apenas realista mas até mesmo causalista. Isto porque, a despeito de ter ele, renunciado, provisoriamente e até mesmo definitivamente (13), à procura do *mecanismo de produção* da atração, e se bem que ele tenha também negado a realidade física da ação a distância, ele a situa, todavia, como uma força *real* –

(11) *Astronomia nova AITIIOLOGETOS sive Physica Coelestis, tradita Commentaris de motibus stellae Martis, 1609. N. do T.*: o título desta obra se completa com as palavras *Ex observationibus G. V. Tychonis Brahe* (“Astronomia nova explicada pelas causas ou Física Celeste, publicada nos Comentários sobre os movimentos da estrela Marte, segundo as observações do Gratíssimo Varão Tycho Brahe”). Foi a partir das observações do astrônomo dinamarquês que Kepler procurou explicar as causas, daí o “aitiologetos”.

(12) Cf., presentemente, meu “Hypothèse et expérience chez Noewton”, *Bulletin de la Société française de Philosophie*, 1956, e I. B. Cohen, *Newton and Franklin*, Filadélfia, 1956.

(13) Definitivamente, na medida que procura uma explicação mecânica da atração; provisoriamente, na medida que ela poderia reduzir-se à ação de forças *não mecânicas* – elétricas – revezando-se a repulsão e a atração.

transfísica — que subjaz à “força matemática” de sua construção. O ancestral da ciência (física) positivista não é Newton. É Malebranche.

Com efeito, a atitude newtoniana que renuncia à explicação física da atração e a situa como um fato de ação transfísica não tem sentido do ponto de vista positivista. Daquela perspectiva, uma ação instantânea a distância, tal como nos explicaram Ernst Mach, outrora, e bem recentemente M.P. W. Bridgman, nada tem de repreensível: exigir a continuidade temporal ou espacial é estar atado a um prejuízo.

Ao contrário, tanto para Newton quanto para os melhores de seus sucessores, a ação a distância — através do vácuo — foi sempre sentida como algo impossível e, portanto, inadmissível, e é aquela convicção, tal como eu acabo de lembrá-la, que podia apelar para a autoridade do próprio Newton, que conscientemente inspirou a obra de Euler, de Faraday, de Maxwell e, finalmente, a de Einstein.

Veja-se bem, não é a atitude positivista mas, ao contrário, a do *realismo matemático* que está na origem da física dos campos, este novo conceito-chave da ciência, a respeito do qual Einstein nos mostrou tão bem a importância capital.

Parece-me possível, portanto, concluir, provisoriamente ao menos, que o ensinamento da história nos mostra:

a. que a renúncia — a resignação — positivista é apenas uma posição de retirada que não dura sempre, e se o espírito humano, na busca do saber, assume periodicamente esta atitude, ele não a aceita jamais como definitiva e última (pelo menos não o fez jamais até agora); cedo ou tarde para de fazer da necessidade virtude e de se felicitar por sua derrota. Cedo ou tarde ele volta à tarefa e se entrega à procura da solução sem proveito, ou impossível, de problemas tidos como destituídos de significado, tentando encontrar uma explicação, causal e real, das leis estabelecidas e aceitas por ele;

b. que a atitude filosófica que, *com o passar do tempo*, se evidencia boa não é a do empirismo positivista ou pragmatista mas, ao contrário, a do realismo matemático. Em síntese, não a de Bacon ou a de Comte, mas a de Descartes, Galileu e Platão.

Eu poderia, acredito, (se eu dispusesse de tempo) apresentar casos de desenvolvimento inteiramente paralelos, retirados de outros domínios da ciência. Poderíamos, por exemplo, seguir o desenvolvimento da termodinâmica desde Carnot e Fourier — sabe-se, aliás, que foram os cursos de Fourier que inspiraram Augusto Comte — e ver o que ela se tornou nas mãos de Maxwell, de Boltzmann e de Gibbs, isto sem esquecer a reação — tão significativa em seu perfeito malogro — de Duhem.

Poderíamos estudar a evolução da química que, apesar da oposição (perfeitamente razoável) de grandes químicos, substitui a *lei* das proporções definidas por uma concepção atômica e estruturalista da realidade subjacente e encontrou precisamente aqui uma explicação para a lei.

Poderíamos analisar a história do sistema periódico que, há algum tempo, meu colega e amigo G. Bachelard nos apresentava como exemplo perfeito de "pluralismo coerente" e ver o no que ele se transformou nas mãos de Rutherford, de Moseley e de Niels Bohr.

Ou, ainda, a história dos princípios de conservação, princípios metafísicos, caso desse no mesmo, princípios para a manutenção dos quais somos obrigados, de tempos em tempos, a postular seres — como o *neutrino* — não observados e até mesmo não observáveis na época de sua postulação, cuja existência parece possuir apenas um único objetivo: a sustentação dos princípios em questão.

Creio até que se chegaria a conclusões inteiramente análogas se se estudasse a história (acredito que começamos a poder fazê-lo) da revolução científica de nossa época até nós.

É fora de dúvida que a obra de Einstein foi inspirada por uma meditação filosófica e dele poder-se-ia dizer que, como Newton, foi tão filósofo quanto físico. É perfeitamente claro que sua negação terminante, e até apaixonada, do espaço absoluto, do tempo absoluto, do movimento absoluto — negação que, em certo sentido, é um prolongamento daquela que Huygens e Leibniz opuseram outrora a esses mesmos conceitos — fundamenta-se em um princípio metafísico.

Não são os absolutos em si, da mesma forma, que se encontram proscritos. No mundo de Einstein e na ciência einsteiniana há absolutos (nós os chamamos modestamente de invariantes ou constantes), tais como a velocidade da luz ou a energia total do universo, que fariam tremer de horror um newtoniano, mas unicamente os absolutos que não se consideram estar fundamentados na natureza das coisas.

Por outro lado, o tempo absoluto e o espaço absoluto, realidades que Newton aceitava sem hesitar, pois podia apoiá-los sobre Deus e fundamentá-los em Deus, tornam-se para Einstein fantasmas sem consistência e sem significação, não, como já disse às vezes, porque é impossível apoiá-los no homem — a interpretação "kantizante" parece-me tão falsa quanto a positivista — mas porque são quadros vazios, sem relação alguma com o que há por dentro. Para Einstein, como para Aristóteles, o tempo e o espaço estão no Universo e não o Universo neles. É porque não há ação física imediata a distância — e nem Deus que pudesse suprir-lhe a ausência — que o tempo se acha ligado ao espaço e o movimento afeta as coisas que se movem. Mas se não é Deus, da

mesma forma não é o homem, é a própria natureza que é a medida das coisas tais como elas são.

E é por isto que a teoria da relatividade — tão mal denominada — afirma precisamente o valor absoluto das leis da natureza, cuja índole — e cuja maneira com a qual devem ser formuladas — é a de serem cognoscíveis e verdadeiras para todo sujeito cognoscente. Sujeito, veja-se bem, finito e imanente ao mundo, e não sujeito transcendente como o Deus de Newton.

★

Lamento não poder desenvolver aqui algumas observações que acabo de fazer a propósito de Einstein. Mas acredito ter dito o suficiente a seu respeito para fazer ver que a interpretação corrente — positivista — de sua obra não é, de forma alguma, adequada, e fazer presentir o significado profundo de sua oposição resoluta ao indeterminismo da física quântica. Não se trata, neste caso também, de preferências subjetivas ou de hábitos de pensamento, trata-se de filosofias que se opõem, e isto explica por que, atualmente como o tempo de Descartes, um livro de física começa por um tratado filosófico.

A filosofia, pois, — talvez não aquela que se ensina hoje em dia nas faculdades, mas o mesmo ocorria ao tempo de Galileu e Descartes — volta a ser a raiz da qual a física é o tronco e a mecânica o fruto.

Agradecemos à Editora, a gentileza da autorização para a tradução e publicação de: KOYRÉ, A. De l'influence des conceptions philosophiques sur l'évolution des théories scientifiques. In: *Études d'histoire de la pensée philosophique*. Paris, Gallimard, 1971. p. 253-269. (Bibliothèque des Idées).