

RESENHA

PIERRE LUCIE 1978: *A Gênese do Método Científico*. 2.^a ed. Rio Janeiro: Campus. Pp. 149.

O texto publicado nesse livro foi originariamente escrito para servir de introdução a um curso de Física Básica do mesmo autor, destinado aos estudantes das áreas de ciências naturais e de tecnologia. Posteriormente, o autor convenceu-se de que a generalidade e a relevância do assunto tratado – a evolução do método científico desde a Antiguidade grega até o século XVII – recomendava uma publicação separada visando contribuir à formação cultural geral dos estudantes dos primeiros anos das universidades brasileiras quaisquer que sejam suas futuras especializações.

A tese principal defendida pelo autor é que a gênese do método científico (nas ciências da natureza) se encontra no *Discorsi* de Galileu e que as metodologias pré-galileanas são pre-científicas, embora contenham elementos do verdadeiro método. O “mecanismo básico” da investigação científica segundo a síntese metodológica de Galileu seria o seguinte: observar, formular o problema em linguagem matemática, construir um modelo físico do problema postulando leis e teorias gerais, construir um modelo matemático do problema isomorfo ao modelo físico, fazer previsões, e, finalmente, testar previsões pela experiência. Essa concepção esquemática do método galileano (identificado com o verdadeiro método) orienta o autor na reconstrução do caminho do pensamento científico. De acordo com ela, o autor distingue na ciência pré-galileana, por um lado, observação dos fatos e, por outro lado, construção e teste de modelos.

O capítulo I descreve os fatos de *observação* comum, aceitáveis tanto hoje como na Antiguidade (p. 47), a partir dos quais a ciência física se teria constituído. Entre esses fatos constam, em primeiro lugar, os movimentos aparentes dos astros. Vêm em seguida os quatro elementos. “Para as primeiras civilizações”, escreve o autor, “como ainda hoje para o homem primitivo, as coisas da Natureza são constituídas de pouquíssimos elementos” (p. 31). Entre esses encontram-se a terra, o ar, a água e o fogo. O autor conclui dizendo: “Todos os objetos de uso comum naquelas primeiras civilizações são obtidos desses quatro elementos” (p. 32). Outro fato importante é a queda livre dos corpos, pois todos caem, uns “para cima” e outros, aqueles “mais densos que o ar”, para baixo, “segundo a vertical” e “sempre mais depressa” (p. 32). Finalmente, todos concordaríamos que a observação comum nos assegura do fato do vôo “oblíquo” dos objetos arremessados.

Estabelecido o domínio dos fatos que fornecem dados dos problemas da física pré-galileana, o autor passa a reconstituir a *gênese* da matematização da resolução desses problemas. As suas considerações principais são dedicadas à física e à astronomia da Antiguidade (o cap. 2 a Aristóteles e o cap. 3 a Ptolomeu) e da Renascença (Copérnico e Tycho Brahe, cap. 5, Kepler e Bruno, cap. 6), separadas por uma breve digressão sobre a matematização das qualidades intensivas na Idade Média (cap. 4).

O capítulo sobre Aristóteles expõe numa primeira parte a cosmologia de Eudoxo e as suas limitações; na segunda parte, a cosmologia e a física aristotélicas. A física de Aristóteles tem como princípio fundamental, diz o autor, uma tese de origem estético-religiosa, segundo a qual o universo é “um conjunto ordenado em que reina uma determinada e soberana hierarquia” (p. 40), e envolve um certo número de teses complementares sobre os elementos, os lugares naturais, os movimentos naturais e violentos, etc. Metodologicamente, essa teoria da natureza se caracterizaria pelo fato de repousar sobre “conceitos puramente subjetivos” (p. 48), como o de hierarquia cósmica, por privilegiar a questão da causalidade em detrimento da questão de regularidade (legalidade), não dar

lugar à abstração matemática, não demonstrar nem provar mas apenas persuadir (usando a dialética), e não recorrer à experiência (p. 49). Julgada à luz dos princípios do método galileano, a física aristotélica não é “ciência” (*ibid.*). Embora esteticamente satisfatória e persuasiva, devido à sua concordância com o senso comum, essa doutrina é incapaz, conclui o autor, de “deduzir objetivamente, rigorosamente, conclusões verificáveis pela experiência” bem como de “prever fenômenos ainda observados sendo . . . estéril” (*ibid.*).

A avaliação da astronomia de Ptolomeu é só um pouco mais positiva. A teoria fornece, sem dúvida, um modelo inteligente do sistema solar, capaz de “salvar os fenômenos” dentro dos limites de precisão das observações permitidos pelos instrumentos da época (p. 61). Esse modelo, no entanto, tem o defeito de ser puramente fenomenalista (p. 62), incoerente (p. 39) e *ad hoc* (p. 62), sendo a obra de um matemático preocupado em oferecer “soluções separadas para cada problema, sem que nada possa fazer prever, de antemão, qual será a solução final em cada caso” (*ibid.*), ou seja, um modelo totalmente “artificial” e sem nenhuma “realidade física” (*ibid.*).

Já os modelos de Copérnico são apresentados em luzes bem mais favoráveis. O seu modelo elementar (especulativo) em que a Terra e todos os planetas giram em torno do Sol em órbitas circulares concêntricas é muito mais simples e econômico que o ptolomáico permitindo pela primeira vez a explicação da ordem relativa das órbitas planetárias. Mesmo preservando o princípio da ordem cósmica, esse modelo abandona o da hierarquia, ficando assim mais próximo do ideal galileano. A teoria copernicana no seu todo inspira, contudo, certas reservas: nos cálculos astronômicos, Copérnico substitue o modelo elementar por outros mais sofisticados, tão complexos e artificiais quanto os modelos de Ptolomeu. O mesmo capítulo trata ainda de Tycho Brahe, destacando a lição dada a Kepler, de precisão nas observações e previsões.

No capítulo 6, depois de expor a gênese das três leis de Kepler, o seu rompimento com o movimento circular uniforme e a tentativa de determinar a causa física do movimento planetar, o autor descreve as contribuições de Kepler à metodologia científica. Kepler teria sido o primeiro a procurar uma “unidade fundamental, essencial” do mundo a ser expressa “em linguagem matemática”; faltou-lhe, contudo, um conceito mais geral de modelo físico e de teoria física (p. 113). Bruno é lembrado no mesmo capítulo pela introdução da noção moderna de sistema e do princípio da relatividade dos movimentos. Não está claro se Bruno teria deixado alguma contribuição à metodologia, a não ser que se entenda que ela constitui na introdução da técnica de experiências de pensamento, essencial na construção dos modelos.

No sétimo e último capítulo, o autor trata da vida de Galileu e das suas contribuições na defesa da cosmologia copernicana (dos conceitos de sistema inercial, de conservação de movimentos, e de composição de movimentos). A metodologia de Galileu é abordada somente no Epílogo do livro e não merece mais de três páginas.

Essa última observação revela uma das principais fraquezas do livro: a sua tese central segundo a qual o método científico (que tornou possível a ciência moderna) se teria originado do *Discorsi* de Galileu, não é fundamentada numa análise cuidadosa. Claramente, a estrutura do livro se resente da sua origem como introdução de um texto de física elementar. Nas introduções dessa espécie predomina o infeliz costume de economizar os recursos analíticos e de silenciar as fontes históricas das considerações gerais sobre a ciência, como se não houvesse dúvidas quanto à interpretação dessas fontes. As metodologias pré-galileanas, contudo, receberam um tratamento mais generoso, embora (e aqui se revela um outro traço das introduções aos livros de ciência) os assuntos de caráter metodológico estejam misturados com os de caráter doutrinário, como se fossem da mesma natureza. E mesmo ao tratar especificamente das teses metodológicas (de novo sem procurar apoio nos textos), o autor está mais preocupado em criticá-las de um ponto de vista moderno, em geral não explicitamente elaborado nem fundamentado, do que em expô-las ou analisá-las.

Além de pecar pelo excesso de dogmatismo, o livro é também bastante incompleto. Nenhuma atenção é dada a vários metodólogos pré-galileanos de primeira linha, tais como Pitágoras, Platão, Euclides, Arquimedes e Pappus. Um inquérito mais amplo sobre as metodologias desses autores

não somente teria permitido que Kepler e Galileu fossem melhor situados na história da teoria da ciência, como também teria evitado que o autor subscrevesse ao propalado mito do único método científico. Uma das principais lições de um estudo sério da história da metodologia é que os métodos científicos servem a fins totalmente diferentes, por exemplo, à justificação e à descoberta, e que existe uma pluralidade de métodos a serviço de cada um desses objetivos. Uma maior sofisticação das análises históricas sem dúvida teria também evitado certos equívocos, como o de dizer que Aristóteles não tenta "provar", mas apenas "convencer". Realmente surpreende ler tais observações a respeito de quem é, em toda tradição filosófica, um dos principais teóricos do método da prova (como método da justificação) e que seguiu o modelo axiomático em várias de suas obras. Além disso a dialética de Aristóteles leva desmerecidamente a culpa pela suposta falta de demonstrações: de fato ela pertence aos métodos da descoberta, e não aos da prova demonstrativa.

As análises relativas à experiência e à experimentação são igualmente defeituosas. O autor entende, como vimos, que o vício oblíquo dos projéteis é um fato da observação comum; ora Koyré mostrou, faz tempo, que a forma geométrica da trajetória dos projéteis fora durante séculos um assunto de intermináveis debates e que vários autores não admitiam a forma oblíqua. O mesmo vale para outros pretensos fatos comuns: a queda livre sempre mais rápida e a constituição do mundo a partir dos quatro elementos. O engano básico está claramente na suposição da existência de observações de fatos relevantes para a constituição da física em geral e não impregnados pela teoria. Além disso, é simplesmente incorreto de um ponto de vista historiográfico dizer, como o autor faz, que Aristóteles e Ptolomeu não recorrem à experiência. O primeiro consta certamente entre os mais agudos observadores de toda a Antiguidade. Quanto a Ptolomeu, foram justamente certas observações astronômicas que o motivaram a abandonar o sistema de Eudoxo. Por outro lado, Ptolomeu não pode sem mais nem menos ser chamado de fenomenalista. No seu *Das hipóteses planetárias*, ele trata explicitamente de um modelo mecânico unitário capaz de explicar causalmente todos os movimentos planetários de uma maneira coerente. Na realidade, por trás da hesitação de Ptolomeu entre o realismo e o fenomenalismo está o sério problema da interpretação das teorias físicas que o autor não chega nem a formular. Aqui também a economia dos recursos provenientes da moderna filosofia da ciência (correspondente à economia nas análises de textos) tem o seu preço: frequentemente ambíguas, as posições defendidas chegam mesmo à beira da contradição, como quando se exige uma interpretação realista da física, considerando ao mesmo tempo a questão das hipóteses causais um resquício do passado. Com efeito, a eliminação das questões relativas a causas em favor das questões sobre as regularidades fenomenais é uma das principais entradas ao fenomenalismo moderno. Além disso, a rejeição das questões causais pelo autor casa-se mal com o mecanicismo universal, a forma mais pura de realismo na física moderna.

O presente livro poderá sem dúvida ser útil para uma iniciação à história da astronomia e da física. Embora cubra o período estudado de modo incompleto e esquemático, o livro se destaca pela clareza de exposições dos fatos doutrinários, realçadas por grande número de figuras bem desenhadas. Uma bibliografia bastante extensa, contendo muitas referências de revistas (embora esquecendo os escritos de von Fritz, van der Waerden, Dijksterhuis, Neugebauer e outros) aumenta o interesse da obra. Muito menos útil, contudo, será esse livro naquilo que o seu título promete: uma análise da gênese do método científico.

Zeljko Loparić

Universidade Estadual de Campinas