

# TEXTOS DE EVOLUÇÃO

## APRESENTAÇÃO

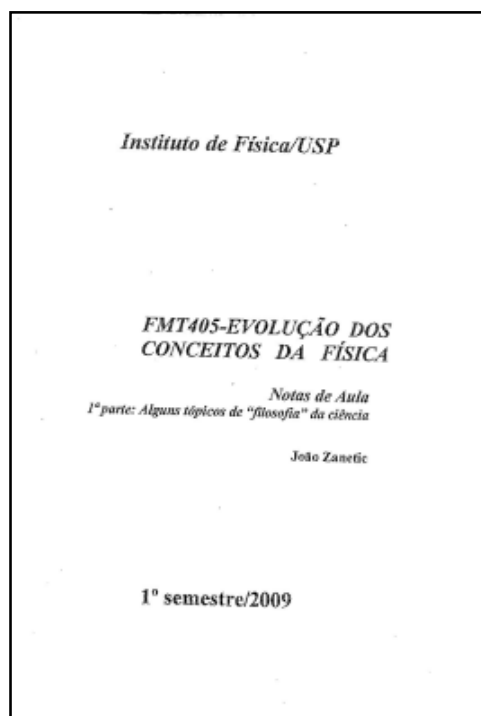
(da versão revisada em 2019-2020)

Quem sabe nenhum texto possa ser considerado, de fato, acabado. Essa ideia se adéqua perfeitamente às *Notas de Aula* da disciplina de *Evolução dos Conceitos da Física* elaboradas pelo professor João Zanetic, do Instituto de Física da USP (Ifusp). Essas *Notas* encontram-se divididas em duas partes: a 1ª, destinada à Filosofia da Ciência, em que são apresentados diversos autores desse campo; e a 2ª, que versa sobre a História da Ciência com foco principal (mas não apenas) no problema da radiação do corpo negro. Quatro capítulos dessa 2ª parte foram escritos em colaboração com Érika Regina Mozena.

O componente curricular de *Evolução*, dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física, foi ministrado em diversas oportunidades pelo professor João, como assim ele mesmo descreve na Introdução Geral à 1ª parte das *Notas*, voltada à Filosofia. Ao longo dos anos, o texto-base passou por uma série de modificações e acréscimos, refletindo o caráter inacabado desse material e a (sempre presente) vontade de aprimoramento de seu autor.

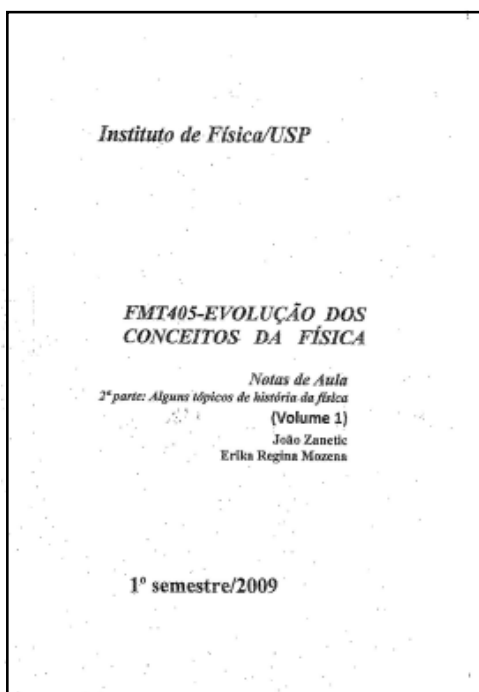
Para a maioria daqueles que foram seus estudantes nessa disciplina, creio haver uma lembrança e uma relação de afeto positivas com a experiência de ter contato com a temática da História e da Filosofia da

Física pela ótica zaneticiana. Assim como nem a História nem as escolhas filosóficas são neutras, era a abordagem e o olhar do João que tornavam o componente de *Evolução* tão significativo para aqueles que o cursavam.



Uma confluência de fatores propiciou que alguns de seus atuais e ex-orientandos se reunissem ao final de 2019 para, novamente, reler as *Notas de Aula* com o intuito de revisá-las visando sua publicação, quem sabe na forma de um e-book. A intenção era mais pretensiosa do que conseguimos atingir como resultado final, em parte devido à confluência (no caso, “influenza”!) de outros fatores, como a reviravolta nos modos de vida e trabalho imposta já em 2020 pela pandemia da COVID-19. Assim, chegamos a um produto (na forma de um arquivo em PDF) que permanece inacabado, quem sabe aguardando novas modificações e acréscimos. É esse o material que o leitor tem em mãos (ou: na tela!).

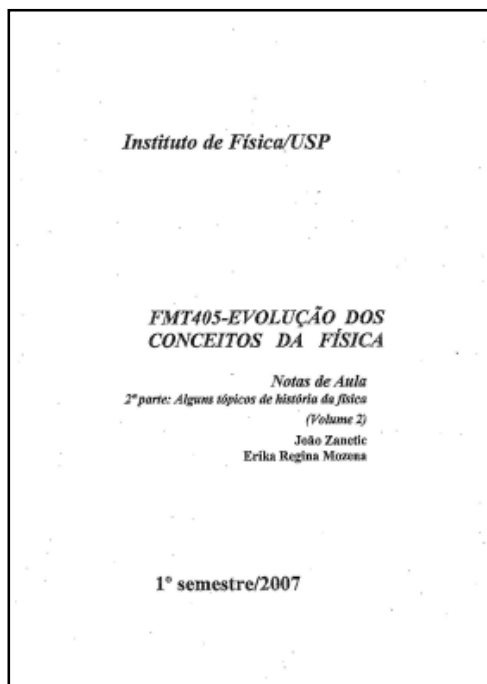
Desde o início não foi tarefa fácil debruçar-nos nesse texto, dada a relação de afetividade com o mesmo. A partir de um dado momento, optamos por considerá-lo em seu “valor histórico”, procurando manter suas características de estilo e formato. Nesse sentido, preservamos certos aspectos identificativos, ainda que não cumprissem as (famosas) “regras da ABNT”, tais como o recuo em citações literais, a forma de apresentação das referências, dentre outros. Outros aspectos de formatação foram modificados, procurando deixar o texto mais padronizado e agradável à leitura. Figuras foram acrescentadas na parte de Filosofia e atualizadas na parte de História. Algumas mudanças devidas à mais recente reforma ortográfica também foram realizadas.



Quanto ao conteúdo específico propriamente dito, as maiores modificações dizem respeito ao acréscimo de um capítulo na parte de Filosofia da Ciência – escrito por mim –, destinado à apresentação do pensamento de Ludwik Fleck, e a revisão cuidadosa das extensas notas de rodapé da parte de História, com referência ao problema da radiação do corpo negro, realizada por Maria Beatriz Fagundes.

As reuniões de trabalho (presenciais e virtuais) foram, ao longo desse processo, muito prazerosas e produtivas, ainda que a revisão em si fosse, muitas vezes, esquecida momentaneamente por nós mesmos. Novos questionamentos surgiram e o caráter atual e problematizador do material veio à tona. O próprio nome do componente (“*Evolução dos*”

*Conceitos da Física*”) não nos passou despercebido, principalmente, devido à mensagem que parece passar, que não se coaduna completamente com o conteúdo e as concepções de ciência trabalhadas no material. A presença do professor João tornou esse processo ainda mais significativo para todos.



Esperamos, enfim, que esse material, para além de seu valor histórico, seja útil a estudantes de licenciatura e bacharelado, a professores e futuros professores de física que apreciam e valorizam a História e a Filosofia da Ciência. O próximo passo promete ser uma nova revisão, com vistas à futura publicação em forma impressa ou eletrônica. Lá chegaremos!

André Ferrer P. Martins  
São Paulo, julho de 2020.

---

# **TEXTOS DE EVOLUÇÃO**

**- Notas de Aula -**

*(Versão revisada em 2019-2020)*

**1ª parte: Alguns tópicos de “filosofia” da ciência**

**João Zanetic / IFUSP**

## Índice

<b>Introdução geral .....</b>	<b>02</b>
<b>Capítulo 1: Filosofia ou “filosofia” .....</b>	<b>06</b>
<b>Capítulo 2: O método da indução .....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo 3: Da indução baconiana à crítica de Popper .....</b>	<b>27</b>
<b>Capítulo 4: Da refutação de Popper à revolução de Kuhn .....</b>	<b>40</b>
<b>Capítulo 5: O anarquismo epistemológico de Feyerabend .....</b>	<b>56</b>
<b>Capítulo 6: O novo espírito científico de Bachelard .....</b>	<b>69</b>
<b>Capítulo 7: A sociologia do conhecimento de Fleck .....</b>	<b>87</b>
<b>Capítulo 8: Observações quase finais .....</b>	<b>100</b>

## Introdução geral

*“O oposto de uma afirmação correta é uma afirmação incorreta. Contudo, o oposto de uma verdade profunda pode ser igualmente uma outra verdade profunda.”*

Niels Bohr <sup>1</sup>

A disciplina *Evolução dos Conceitos da Física*, presente nos cursos de licenciatura e bacharelado em física, oferecidos pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (Ifusp), tem também a sua história. Diversos professores do Ifusp já foram responsáveis por ela em diferentes períodos.<sup>2</sup> Até a reforma universitária de 1971, que desmembrou a antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras criando, entre outros, o Instituto de Física, ela se denominava *História da ciência*. Após a mudança do nome, com conteúdos, abordagens e ênfases variadas, essa disciplina continuou se constituindo num momento de reflexão sobre temas históricos e filosóficos dos cursos destinados à formação de professores e de pesquisadores em física.

Pelo menos dois livros foram publicados a partir das notas de aula utilizadas durante o oferecimento da disciplina, em 1966/67, por Jun'ichi Osada<sup>3</sup> e, em 1983, por Mário Schenberg (1914-1990)<sup>4</sup>. Esses dois livros muito contribuíram para a organização e exposição do conteúdo desta nova versão dessa disciplina.

---

<sup>1</sup> Frase do físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), Prêmio Nobel de física de 1922 e um dos grandes físicos que contribuíram na construção da teoria quântica. Citada por A. M. Nunes dos Santos na introdução do livro **Werner Heisenberg - Páginas de reflexão e auto-retrato**. Lisboa: Gradiva, 1990, p. 9.

<sup>2</sup> Com o risco de estar omitindo algum nome, lembro-me dos seguintes: Antonio F. T. Piza, J. Osada (de quem fui aluno exatamente nessa disciplina, em 1967), Newton Bernardes, Alberto Luiz da Rocha Barros, Mário Schenberg, Amélia Império Hamburger, Hugo Franco e eu próprio.

<sup>3</sup> Jun'ichi Osada. **Evolução das idéias da física**. São Paulo: E. Blücher e EDUSP, 1972. Este livro contém os seguintes capítulos: 1. Surgimento das ciências; 2. História do surgimento da física; 3. Evolução da física; 4. Surgimento da mecânica quântica; 5. Métodos da formação da física; 6. Método da teoria da relatividade; 7. Desenvolvimento da tecnologia e o progresso das ciências; 8. Nascimento da engenharia nuclear. Contém ainda um apêndice com um breve estudo sobre os diferentes campos em que está dividida a física contemporânea.

<sup>4</sup> Mário Schenberg. **Pensando a física**. São Paulo: Brasiliense, 1984. Este livro foi editado a partir da gravação das aulas proferidas por Mário Schenberg e contou com o trabalho de dezesseis professores e estudantes coordenados por Amélia Império Hamburger e José Luiz Goldfarb. O livro está organizado nas seguintes partes: Apresentação (Amélia Império Hamburger); Introdução (José Luiz Goldfarb); Física e matemática; Isaac Newton e criação da mecânica; Física e sociedade; Física matemática e experimental; Criação da física do campo; Teoria do calor, termodinâmica e mecânica estatística; Estrutura atômica e física quântica; Física do século XX e Perspectivas futuras.

Eu tive oportunidade de dar aulas de *Evolução* em quatro períodos, 1978/82, 1989/91, 1994/95 e 1999/2000, nascendo daí um conjunto de fascículos que animaram as aulas dos dois primeiros períodos.<sup>5</sup> Uma parte significativa do material desses fascículos constituiu a base de um novo conjunto de *Notas de Aula* que, em 2004, passou por uma nova revisão e ganhou novos acréscimos.

Comparando os dois livros de J. Osada e de M. Schenberg fica clara a diferença de abordagem e mesmo de escolha de tópicos entre os dois autores. Isso reflete a diferente perspectiva segundo a qual eles viam tanto a física quanto a história da física. Os diversos outros professores de *Evolução* também apresentaram diferentes visões da história da física e textos especialmente preparados para suas aulas. O professor Alberto Luiz da Rocha Barros (1930-1999), em particular, embora tenha apresentado diversas abordagens nas diferentes oportunidades em que ministrou essa disciplina, dava um destaque especial ao pensamento científico da Grécia antiga, utilizando como referência central o livro de Benjamin Farrington<sup>6</sup>.

O pouco tempo disponível nos cursos do Ifusp para a abordagem histórica e filosófica da física exigia que os docentes de *Evolução* fizessem uma seleção reduzida de temas de um universo temático bastante amplo, vindo daí uma das razões da possibilidade dessas diferentes abordagens. Uma outra razão dessas diferenças de abordagem, e a mais importante, é a diferente formação e área de interesse dos diversos professores. Por exemplo, meu interesse específico com a problemática relacionada com a pesquisa em ensino de física certamente se reflete tanto na abordagem dos temas quanto nos exemplos escolhidos.

Considero que tanto um pesquisador em física quanto um professor de física, este lecionando tanto no ensino médio quanto na universidade, muito têm a ganhar se considerarem que a *física também é cultura*, isto é, que esse ramo do conhecimento não se resume no trato de questões técnicas teóricas e ou experimentais. Os conceitos, as leis, os princípios, as interpretações experimentais, as observações, as heurísticas, os métodos, as hipóteses, as intuições, as linguagens matemáticas, enfim, tudo aquilo que constitui a física, conheceram uma

---

<sup>5</sup> João Zanetic. **Textos de evolução**. Publicação interna do IFUSP em 9 fascículos: 1. A física como instituição; 2. A radiação do corpo negro, a quantização e a história da física; 3. Da indução baconiana à crítica de Popper; 4. A revolução copernicana: antes, durante e depois; 5. Da refutação popperiana à revolução científica de Kuhn; 6. A elipse de Kepler e a parábola de Galileu; 7. Da normalização kuhniana ao anarquismo epistemológico de Feyerabend; 8. Dos vórtices de Descartes à maçã de Newton; 9. A crítica do racionalismo clássico e o surracionalismo de Bachelard.

<sup>6</sup> Benjamin Farrington. **A ciência grega**. São Paulo: Ibrasa, 1961.

evolução ao longo do tempo. A história contemporânea da ciência pode contribuir muito para a formação dos dois tipos de profissionais em física. E uma história da ciência não pode prescindir de uma filosofia da ciência, como dramatizava o matemático e filósofo Imre Lakatos (1922-1974), parafraseando o filósofo alemão Kant:

“A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega.”<sup>7</sup>

É por isso que inicio estas aulas, e a 1ª parte destas *Notas de Aula*, com uma breve introdução ao estudo de tópicos de filosofia da ciência, com ênfase em alguns modelos epistemológicos contemporâneos desenvolvidos a partir da década de 30 do século passado. Embora análises filosóficas da ciência tenham uma história que vem desde os filósofos gregos, esse ramo do conhecimento teve um desenvolvimento mais marcante a partir do início da construção da física clássica com Galileu (1564-1642) e Kepler (1571-1630), sendo o filósofo Francis Bacon (1561-1626) um exemplo significativo. No entanto, a filosofia da ciência só conheceria um desenvolvimento ainda mais marcante e significativo com o advento da física contemporânea no começo do século XX. O filósofo Gaston Bachelard costumava dizer que o advento da mecânica quântica e da relatividade constituiu uma provocação, um desafio, para a sua construção de uma nova filosofia, a filosofia de um novo espírito científico. Podemos afirmar que essa mesma motivação provocou o surgimento das demais propostas epistemológicas que surgiram ao longo do século passado.

A segunda metade da disciplina será dedicada a alguns tópicos de história da ciência. Na 2ª parte destas *Notas de Aula* é apresentado um tópico de história da física contemporânea que, na medida do possível, estará relacionado à temática epistemológica da 1ª parte. Esse tópico histórico (de autoria de Erika Regina Mozena e João Zanetic) será dedicado à solução do problema da radiação do corpo negro, tema que deu origem ao nascimento das ideias quânticas. A parte histórica se iniciará com uma breve discussão sobre o que entendemos por história da

---

<sup>7</sup> Imre Lakatos. **Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales**. Madrid: Editorial Tecnos, 1987, p. 11. A frase original de Kant foi: “Pensamentos sem conteúdos são vazios, intuições sem conceitos são cegas” (Immanuel Kant. **Crítica da Razão Pura**. São Paulo: Abril Cultural, 1.ed., 1974, p. 57). Em seu artigo original (1970), Lakatos cita essa paráfrase entre aspas, mas sem menção à autoria. O trecho é atribuído, originalmente, a Norwood Russell Hanson no artigo (p. 580): The Irrelevance of History of Science to Philosophy of Science, **The Journal of Philosophy**, v. 59, n. 21, p. 574–586, 1962.



ciência e será finalizada com uma breve incursão ao tema da física como instituição social. Essa parte é fechada com a indicação de um estudo sociológico polêmico de Boris Hessen (1883-1938) sobre os *Principia* de Newton.

Espero que nas aulas de *Evolução* e nestas *Notas de Aula* transpareça o caráter cultural da física, embora a temática central da disciplina esteja limitada exclusivamente a duas áreas específicas, a História da Ciência, particularmente da física, e a Filosofia da Ciência, com ênfase nas epistemologias que têm a física como foco de investigação, apresentadas em aulas e textos separados mas construídos com a intenção de mostrar sua interdependência.

Enfim, veremos um pouco do romance da física ou, como diria nosso saudoso professor Mário Schenberg, a história de detetive que quanto mais se esclarece mais misteriosa fica.

## Capítulo 1

### Filosofia ou “filosofia”

*“Pretendo falar do Universo Físico, Metafísico e Matemático, do Material e do Espiritual: de sua Essência, sua Origem, sua Criação, sua condição presente e seu Destino. Serei audaz a ponto de discutir...”*

Edgar Allan Poe<sup>8</sup>

#### 1.1 Introdução

Vamos iniciar uma breve e incompleta excursão sobre um vasto continente do conhecimento que teve certamente sua exploração iniciada há milênios. Iniciada, provavelmente, quando um ser humano de alguma região qualquer do planeta, se pôs a cogitar sobre sua vida pessoal, a morte de um ente querido, um sonho noturno, o azul do céu, o pescoço do dinossauro ou qualquer outra visão admirada sobre o universo que se descortinava ante seu olhar e sobre os indivíduos com quem partilhava seus pensamentos. Era o início da construção de um diálogo filosófico com o mundo que nascia naquela região. Os mais diferentes povos que já existiram na face da Terra devem ter participado de sua construção. Alguns desses povos devem ter aprendido algo dos outros que os antecederam e esse processo de interação deve ter contribuído para o seu desenvolvimento. No que diz respeito à tradição ocidental, sua exploração mais sistemática iniciou-se alguns séculos antes da era cristã com a civilização grega.

O termo filosofia, no título desta primeira parte dos textos, foi colocado entre aspas pois não pretendo discorrer, e nem teria condições para tanto, sobre as principais escolas filosóficas que tratam do conhecimento científico. A preocupação destas *Notas de Aula* estará restrita àquela parte da filosofia contemporânea que tem nas ciências naturais, e mais particularmente na física, seu objeto de estudo. Um estudo mais abrangente e profundo deve ser conseguido em

---

<sup>8</sup> Edgar Allan Poe. **Eureka**. In: **Poesia e Prosa - obras escolhidas**. Trad. Oscar Mendes e Milton Amado. Rio de Janeiro: Edições de Ouro, 1966, p. 453. Original inglês de 1848. Esse texto de Poe (1809-1849), embora seja mais uma demonstração primorosa do domínio da escrita e do imaginário desse fabuloso contista, poeta e jornalista norte-americano, menciona várias interpretações suas de imagens científicas e questões metodológicas de Aristóteles, Kepler, Bacon e Newton, entre outros. Discute, mesmo não sendo filósofo nem cientista, sua forma de ver a disputa entre indutivistas e dedutivistas. **Eureka** é um exemplar significativo das várias possibilidades de relações entre a ciência e a literatura. Esse ensaio também está publicado em: Edgar Allan Poe. **Poemas e ensaios**. Mesmos tradutores. Rio de Janeiro: Globo, 1987.

disciplinas oferecidas pelos departamentos de Filosofia ou de História ou em leituras específicas sobre os temas aqui focalizados.

Portanto, não vamos tratar de filosofia, assim, sem aspas, mas de “filosofia” das ciências naturais, isto é, de alguns temas que procuram desvendar um pouco o mistério sobre a natureza do conhecimento científico, a saber, o que se entende por metodologia da construção da ciência, como se processa a evolução de uma teoria para outra – a chamada mudança científica, qual o papel desempenhado pelas observações e pelas experiências, como entender o papel desempenhado pela linguagem e pela matemática, o conceito de verdade na ciência, a ideia de progresso científico, entre outros.

Num livro destinado a introduzir tópicos de filosofia no ensino médio, Caetano Ernesto Plastino e Pablo Rubén Mariconda, docentes da USP, iniciam o capítulo sobre filosofia das ciências naturais com estas palavras:

“Como é possível o conhecimento científico da natureza? Que relação deve haver entre as teorias científicas e a experiência a ser por elas retratada? Nos últimos cem anos, inúmeros filósofos e cientistas desenvolveram novos métodos de análise dessas questões epistemológicas. (...)

Durante o século XIX, a ciência natural conseguiu estabelecer-se como instituição social [*abordaremos esse tema na 2ª parte destes Textos*]: tornou-se parte indispensável dos currículos secundários e universitários, impôs a necessidade dos laboratórios ao lado das bibliotecas e difundiu a idéia de que uma educação sólida depende muito mais da ciência do que do conhecimento dos clássicos e das tradições filosóficas. Um dos sintomas desse processo de institucionalização da ciência foi o tipo de exame crítico que se concentrou na eliminação de tudo que poderia prejudicar uma visão positivista da ciência – em particular da mecânica.”<sup>9</sup>

Por outro lado, em um pequeno livro introdutório sobre filosofia da ciência, o filósofo brasileiro Alberto Oliva, docente da UFRJ, assim se manifesta sobre esse tema:

---

<sup>9</sup> Caetano Ernesto Plastino e Pablo Rubén Mariconda. In: Vários autores, **Primeira filosofia**. São Paulo: Brasiliense, 1984, p. 196.

“A *filosofia da ciência* (metaciência) tem se voltado predominantemente para a confecção de uma lógica da pesquisa. Devota-se na maioria de seus estudos à análise dos constituintes sintático-semânticos – lógicos e empíricos – da racionalidade científica. Quando de orientação descritiva, como a de Thomas Kuhn, procura mostrar como a ciência é de facto produzida. Quando prescritiva, como a de Karl Popper, ambiciona recomendar procedimentos metodológicos supostamente superiores aos que vêm sendo empregados pelos cientistas.”<sup>10</sup>

Quando se focaliza a filosofia das ciências naturais e, de forma mais específica, o processo de investigação científica, uma questão aparentemente ingênua pode ser formulada da seguinte forma: será possível inventar um processo ou construir um sistema que ensine a realização de descobertas científicas? P. V. Kopnin chega a mencionar um pensador escolástico medieval de nome Raymond Lulle que teria apresentado um projeto de uma “máquina lógica” que forneceria todas as verdades possíveis.<sup>11</sup>

Não estaremos exagerando muito afirmando que outros pensadores célebres como Francis Bacon e René Descartes (1596-1650) de certa forma respondiam afirmativamente a uma tal questão quando apresentaram suas propostas de uma lógica da investigação científica. Miriam Limoeiro, num interessante artigo sobre o método científico, afirma o seguinte:

“Numa epistemologia cartesiana o método se reduz a um conjunto de regras que por si só garantem a obtenção dos resultados desejados.”<sup>12</sup>

Francis Bacon acabou tornando-se célebre pelo seu esforço de dotar a inteligência humana de um método seguro de estudo da natureza. Para tanto ele orientou-se pelo desenvolvimento das ciências naturais experimentais que, nessa época (séculos XVI e XVII), estavam obtendo triunfos espetaculares. Basta mencionar os trabalhos de Galileu Galilei e Johannes Kepler que, motivados pelo heliocentrismo de Nicolau Copérnico (1473-1543) e empenhados na luta contra o geocentrismo aristotélico-ptolomaico, estabeleceram as bases do edifício que seria construído por Isaac Newton (1642-1727), no final do século XVII.

---

<sup>10</sup> Alberto Oliva. **Filosofia da ciência**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003, p. 14.

<sup>11</sup> Kopnin, P. V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Trad. Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978, p. 223. Original russo de 1976.

<sup>12</sup> Limoeiro, M. **O mito do método**. Mimeografado. Rio de Janeiro, 1971, p. 1.

## 1.2 Objetivo

O objetivo central destas aulas e, portanto, destas *Notas de Aula*, será o de apresentar e discutir alguns diferentes enfoques contemporâneos sobre esses temas, partindo da concepção mais próxima do senso comum e caminhando na direção de modelos mais complexos.

Vamos nos familiarizar com as concepções de alguns filósofos da ciência contemporâneos que têm sido muito citados nos artigos publicados nas revistas especializadas e que são responsáveis por novas imagens de ciência quanto por novas definições de imagens da natureza.

Em livro dedicado a temas históricos da física, o filósofo brasileiro Paulo Abrantes, tece comentários interessantes sobre duas dessas imagens exemplificadas por temas que contemplam, principalmente, a mecânica e o eletromagnetismo. Nas palavras do autor:

“O emprego do mesmo termo, ‘imagem’, no que se refere tanto aos pressupostos ontológicos de um programa de pesquisas (uma imagem de natureza) quanto aos pressupostos epistemológicos e metodológicos dessa atividade (uma imagem de ciência), tem o propósito de sugerir um tratamento global para essas diferentes categorias de imagens que permita evidenciar sua interdependência.”<sup>13</sup>

Num estudo que procura fazer um balanço de alguns modelos filosóficos contemporâneos, encontramos a seguinte reflexão sobre várias teorias da ciência que surgiram na segunda metade do século XX que, embora apresentem diferentes visões sobre o que é a ciência, concordam no seu ataque à visão positivista que ainda dominava no início daquele século:

“(…) de fato não possuímos um quadro geral bem confirmado de como a ciência funciona, nem uma teoria da ciência que mereça assentimento geral. Tivemos, certa vez, uma posição filosófica bem desenvolvida e historicamente influente, a saber, o positivismo ou empirismo lógico, que agora se encontra efetivamente refutada. (...)”

---

<sup>13</sup> Paulo Abrantes. **Imagens de natureza, imagens de ciência**. Campinas: Papirus, 1998, p. 21.

No início dos anos 60, algumas novas teorias da ciência foram desenvolvidas como alternativas ao positivismo; trata-se dos trabalhos de N. R. Hanson, Paul Feyerabend, Stephen Toulmin e, acima de tudo, Thomas Kuhn. Essas contribuições, ainda que problemáticas em suas teses positivas, puseram termo efetivamente à hegemonia do positivismo ao revelarem que suas doutrinas centrais (tais como a cumulatividade da ciência, a redutibilidade da linguagem teórica à observacional) conflitam radicalmente com a prática real da ciência.”<sup>14</sup>

Essa visão positivista aí mencionada, na maioria das vezes, se resume em afirmar que os cientistas observam e descrevem fatos empíricos, para a seguir organizá-los de tal forma a facilitar a transposição dos mesmos para uma linguagem matemática auto-consistente.

Lidaremos, principalmente, com as propostas epistemológicas de dois dos filósofos da ciência do século XX mencionados na citação acima, Thomas Kuhn e Paul Feyerabend, e mais outros dois não mencionados, Gaston Bachelard e Karl Popper. O século que viu nascer e se desenvolver um corpo teórico e experimental sofisticado da física, destacando-se aí as teorias da relatividade e da física quântica, trouxe novos problemas que foram enfrentados por essa filosofia da ciência. Alguns desses epistemólogos localizam exatamente nesse desabrochar das novas teorias da física contemporânea sua dedicação a esses ramos do conhecimento. Abordaremos também, mais para o final, o pensamento de Ludwik Fleck que, embora fundado na história da medicina e não da física, dialoga frutiferamente com as epistemologias dos demais autores, em particular, com a perspectiva kuhniana.

Assim, trabalharemos nestas aulas com algumas ideias desenvolvidas por:

1. **Gaston Bachelard**, filósofo francês com graduação inicial em química, nasceu em 1884 e faleceu em 1962. Bachelard dedicou-se tanto ao diálogo com a filosofia da ciência<sup>15</sup> quanto com o desenvolvimento do pensamento poético, tendo publicado cerca de uma dezena de livros em cada uma dessas áreas do conhecimento. Entre outras atividades profissionais, foi funcionário dos correios, vindo dessa experiência sua “conduta da balança”, presente no seu

---

<sup>14</sup> Larry Laudan et al. Mudança científica: modelos filosóficos e pesquisa histórica. **Estudos Avançados**, USP, São Paulo, n. 19, setembro/dezembro de 1993, p. 7-8.

<sup>15</sup> Neste campo seus trabalhos mais conhecidos estão nos livros: **O novo espírito científico** (Coleção “Os pensadores”. Rio de Janeiro: Abril Cultural, 1978; e Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1985), **A formação do espírito científico** (Rio de Janeiro: Contraponto, 1996) e **A Filosofia do não** (Lisboa: Editorial Presença, 1972).

livro *A filosofia do não*. Foi professor secundário das mais variadas disciplinas tendo terminado sua carreira como professor e pesquisador na Universidade Sorbonne.

2. **Ludwik Fleck**, médico polonês nascido em 1896, especialista em microbiologia. Foi perseguido pelos nazistas durante a Segunda Guerra e trabalhou em campos de concentração. Possui poucos trabalhos no campo da filosofia da ciência, sendo o principal deles um livro escrito em 1935 em que defende o caráter histórico e social da epistemologia<sup>16</sup>. Sua obra, que ficou pouco conhecida e só foi “resgatada” após ser citada por Thomas Kuhn, apresenta várias relações com a desse outro autor. Fleck faleceu em 1962.

3. **Karl R. Popper**, filósofo austríaco nascido em 1902 e que abandonou a Áustria em 1937, como consequência da ameaça nazista naquele país, indo lecionar filosofia na Nova Zelândia, onde permaneceu até 1946 quando viajou para a Inglaterra onde veio a falecer, em 1995. Seu mais importante trabalho<sup>17</sup> foi publicado em alemão, em 1934, e traduzido para o inglês apenas em 1959, época em que Popper começou a ser conhecido como um influente filósofo da ciência. Ele também publicou várias obras de natureza mais política<sup>18</sup> que o transformaram em figura polêmica.

4. **Thomas S. Kuhn**, norte americano nascido em 1922, originalmente educado como físico profissional e que, ao tomar contato com a obra de alguns historiadores e filósofos da ciência, começou a investigar problemas da história da física e de seu desenvolvimento conceitual e metodológico. Embora tenha publicado uma série de importantes trabalhos no campo da história da física<sup>19</sup>, seu nome é mais lembrado no terreno da filosofia da ciência a partir da publicação, em 1962, do seu mais importante livro<sup>20</sup>. Kuhn faleceu em 1996.

5. **Paul Feyerabend**, filósofo austríaco nascido em 1924 é autor de inúmeros trabalhos sobre história e filosofia da ciência. Embora seja originário da escola do racionalismo crítico de Popper, ele se tornou mais conhecido como um crítico mordaz das ideias do próprio Popper. Ele

---

<sup>16</sup> Trata-se de **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**.

<sup>17</sup> Trata-se do livro **Logik der Forschung**, que foi traduzido para o português sob o título de **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix e EDUSP, 1975 (há edição mais recente, de 2013).

<sup>18</sup> Entre outros podemos citar **A sociedade aberta e seus inimigos**, obra em que Popper tece críticas contra as teorias de Platão, Karl Marx e Sigmund Freud.

<sup>19</sup> Em particular cabe mencionar o livro **A revolução copernicana**, publicado em 1959, e que traz uma importante e instigante reavaliação do papel dos trabalhos de Nicolau Copérnico para o nascimento da física clássica. Ele produziu também, como uma espécie de preparação histórica para sua maior contribuição à filosofia da ciência, uma série de estudos sobre a física clássica e a física contemporânea.

<sup>20</sup> Trata-se do livro **A estrutura das revoluções científicas**. Trad. B. V. Boeira e N. Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1975 (há diversas edições mais recentes).

baseava seus principais argumentos no anarquismo metodológico, tendo se dedicado ao que ele chamava de resgate do humanismo na ciência.<sup>21</sup> Feyerabend faleceu em 1994.

Dependendo dos temas analisados, as concepções desses cinco filósofos da ciência apresentam ora muitas diferenças ora muitas semelhanças entre si, como teremos oportunidade de analisar mais adiante. Todos eles (à exceção de Fleck) davam destaque particular à física contemporânea, embora o desenvolvimento da física clássica tenha oferecido exemplares históricos vitais para a construção de seus modelos.

Iniciaremos esse estudo, no capítulo 2, com a apresentação da concepção do método científico tradicional, muitas vezes mencionado nos livros didáticos de ciência como “o Método Científico”. Essa apresentação servirá como contraponto às ideias contemporâneas, como é a negação da indução por parte de Popper. Na sequência apresentaremos as ideias de Kuhn, Feyerabend, Bachelard e Fleck.

### 1.3 Significado do conhecer

Procurar entender o significado do conhecimento, sua relação com a realidade e a nossa capacidade de conhecer essa realidade de forma mais ou menos objetiva, foi preocupação constante de filósofos desde a antiguidade. Ao dizer isto imediatamente nos vem à mente considerações a respeito da verdade do conhecimento. E aqui nos encontramos sobre um terreno escorregadio e pedregoso.

Eis o que diz sobre a verdade um personagem do escritor francês Honoré de Balzac (1799-1850):

“(...) As pessoas sensatas não de dar razão a C. ou a L. ou a Rubempré, ou, talvez, a todos os três! A mitologia, que é uma das maiores invenções humanas, colocou a Verdade no fundo de um poço; para a tirar não são precisos baldes? Terás fornecido três, em vez de um, ao público. (...)”<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Seu livro mais conhecido é o **Contra o método**, onde exercita sua epistemologia anarquista e crítica.

<sup>22</sup> Honoré de Balzac. **Ilusões perdidas**. Comédia Humana, vol. VIII. São Paulo: Globo, 1990, p. 340.



O filósofo da USP Franklin Leopoldo e Silva inicia sua argumentação sobre a teoria do conhecimento com palavras que, de certa forma, corroboram a metáfora do jornalista/personagem balzaquiano:

“A Teoria do Conhecimento pode ser definida como a investigação acerca das condições do conhecimento verdadeiro. Neste sentido podemos dizer que existem tantas teorias do conhecimento quantos foram os filósofos que se preocuparam com o problema, pois é impossível constatar uma coincidência total de concepções mesmo entre filósofos que habitualmente são classificados dentro de uma mesma escola ou corrente.”<sup>23</sup>

Franklin inicia sua apresentação da Teoria do Conhecimento abordando as ideias do filósofo grego Aristóteles (384-322 AC) contidas na sua obra *Organon*, onde esse filósofo tratava de questões relativas à verdade e à possibilidade de conhecer. Para o propósito deste capítulo, é interessante a seguinte citação extraída do artigo de Franklin, onde ele apresenta um exemplo do modo de pensar de Aristóteles sobre a aquisição do conhecimento e a correspondente crítica do filósofo francês René Descartes:

“Em Aristóteles a demonstração lógico científica parte de uma proposição geral, mas esta é obtida por um certo tipo de generalização do particular presente na experiência sensível. Isto significa que o dado sensível (sensação e percepção) possui uma importância grande no nível de fundamentação das verdades, pois o trajeto do conhecimento consiste quase num processamento do sensível. O que Descartes vai se perguntar é se nessas condições pode realmente haver uma demonstração rigorosa. Descartes tem em mente a demonstração matemática, mesmo no que diz respeito aos fenômenos do mundo sensível, pois ele é solidário da grande revolução que se opera no final do renascimento e que substitui a física sensualista e qualitativa de Aristóteles pela física matemática ao estilo de Galileu.”<sup>24</sup>

Pelo que foi exposto percebe-se que o trato com os dados da experiência sensível, e sua incorporação no conhecimento da realidade, apresenta várias possibilidades de interpretação. Algumas priorizam as experiências sensíveis, outras priorizam as ideias. Em particular, o

---

<sup>23</sup> Franklin Leopoldo e Silva, **op. cit.**, nota 9, p. 175.

<sup>24</sup> Franklin Leopoldo e Silva, **op. cit.**, nota 9, p. 177-178.

idealismo cartesiano, derivado do seu excesso de geometrização, como diria o historiador da ciência franco-russo Alexandre Koyré (1892-1971)<sup>25</sup>, foi criticado por vários filósofos empiristas, principalmente pelo filósofo inglês David Hume (1711-1776), que dava muita importância para as impressões fornecidas pelos sentidos. Esta inclinação pelo pensamento empirista foi dominante à época do nascimento da ciência, quando pontificava a mecânica, e deu origem ao método científico tradicional.

Dentro de uma abordagem que tem o materialismo dialético como referencial teórico, o filósofo brasileiro Caio Prado Junior (1907-1990) assim se manifesta a respeito da verdade das teorias físicas:

“Assim, por exemplo, se considerarmos o conhecimento físico de hoje, diremos que a Verdade é a Relatividade e a Mecânica Quântica. Mas isso quer dizer que a Mecânica Newtoniana é uma inverdade? Será hoje, mas não há um século. Um físico que ignorasse ou desprezasse em nossos dias a Relatividade e a Mecânica Quântica, e aceitasse unicamente a de Newton, estaria sem dúvida alguma errado; nesse sentido, mas somente nesse sentido, isto é, no momento atual, a concepção daquele físico clássico constituiria uma inverdade. Mas se comparássemos os conhecimentos físicos de hoje com os de um século passado, e isso no terreno histórico, isto é, se os considerássemos como momentos distintos da evolução do conhecimento em que eles respectivamente se manifestaram, então já não seria mais legítimo afirmar que a Mecânica Newtoniana é uma inverdade. Teríamos nesse caso que considerar o conjunto do processo evolutivo do Conhecimento, em que tanto a Mecânica de Newton - como antes dela a de Aristóteles -, quanto a da Relatividade e a Quântica, são momentos apenas ou fases sucessivas daquele processo. Poderíamos então, no máximo, dizer que estas últimas são mais verdadeiras que as anteriores, mais próximas da Realidade objetiva. E isso é tudo.”<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Alexandre Koyré utilizava este termo quando analisava as obras de Galileu e Descartes. Dizia que estes chegaram a cometer alguns erros na busca de solucionar tanto o problema da inércia quanto o problema da queda dos corpos por **geometrizarem em excesso** a interpretação de suas observações e experiências.

<sup>26</sup> Caio Prado Junior. **Dialética do conhecimento**. São Paulo: Brasiliense, 1960, p. 632-633.

## 1.4 À guisa de conclusão

Este assunto torna-se mais vital quando se nota que, ao comparecer tanto no ensino médio quanto no universitário, a discussão sobre o “método científico” acaba se resumindo numa visão positivista extremamente ingênua, para se dizer o menos, e portanto, danosa à aprendizagem de ciências.

Nesta primeira parte dos *Textos de Evolução*, o breve esboço da filosofia das ciências contemporânea servirá, assim espero, para desmistificar a crença num método científico único, fechado e imutável. Este tema é básico tanto na educação geral de toda a população, quanto na educação profissional de professores e cientistas.

A excessiva ênfase na aplicação de fórmulas na solução de exercícios, como base para a aprendizagem de física, leva-me a compará-la com a “unidimensionalidade” cultural acentuada por Herbert Marcuse (1898-1979) ao criticar o raquitismo intelectual que domina a sociedade industrial avançada.<sup>27</sup> Jürgen Habermas, filósofo alemão nascido em 1929, destaca que Marcuse criticava o papel negativo da ciência nesse tipo de sociedade e, em particular, alertava que o “método científico” era um instrumento de dominação não só da natureza pelo homem, como do próprio homem, em nome de uma racionalidade neutra.<sup>28</sup>

No ensino/aprendizagem de física, seja no nível médio ou no ensino superior, estes temas são básicos já que, ao lado dos conteúdos científicos específicos a serem apresentados e discutidos em sala de aula, também é necessário oferecer um panorama epistemológico e cultural do desenvolvimento da física. Por que? Porque não basta, para uma compreensão mais completa da física enquanto um ramo estruturado, e ainda em evolução, do conhecimento ater-se simplesmente à enunciação de pequenos resumos de teorias e a sua aplicação na solução daqueles problemas “clássicos”, que muitas vezes só interessam à classe de aula. É necessário também passar a ideia da evolução dessas teorias ou, pelo menos, algumas indicações de como deve ter sido realizada sua construção.

A parte formativa, tanto no tocante ao domínio da linguagem e dos formalismos matemáticos básicos, quanto aos aspectos experimentais da física, fica incompleta sem um

---

<sup>27</sup> Herbert Marcuse. **A ideologia na sociedade industrial**. Trad. de Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar, 1967.

<sup>28</sup> Habermas, Jürgen. **Técnica e ciência enquanto “ideologia”**. In: Coleção “Os Pensadores”, vol. XLVIII. São Paulo: Abril Cultural, 1975, p. 305.

embasamento filosófico adequado ao nível de abstração e entendimento compatíveis com a faixa etária dos alunos nos diferentes níveis de ensino.

Temos que organizar e implementar as experiências educacionais de tal forma que elas sejam significativas para a totalidade desses adolescentes. E para que sejam significativos os conteúdos trabalhados nessas experiências educacionais, eles devem envolver de alguma forma a curiosidade dos alunos, adolescentes ou não. O filósofo Gaston Bachelard, além de suas reflexões epistemológicas, nos oferece uma oportuna reflexão educacional quando destaca:

“Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.”<sup>29</sup>

Certamente uma física que envolva as emoções, as idas e vindas das grandes ideias geradoras presentes nos problemas cruciais, o uso do discurso racional, o papel do discurso e conceituações tidos por mágicos, as ideias fantásticas dos pensadores científicos que construíram as grandes teorias que já dominaram ou que ainda dominam o cotidiano dos físicos, enfim, toda essa física é incomparavelmente mais viva, mais apropriada a questionamentos, que a física essencialmente formal, a-histórica, recheada de exercícios, distante, quer de uma cultura popular, quer de uma cultura científica, parte integrante da vida inteligente contemporânea.

A reflexão de Bachelard, que aponta para a necessidade da pergunta para a construção do conhecimento, permite introduzir aqui o pensamento de um educador brasileiro que sempre valorizou a pergunta e a resposta em sala de aula, através do diálogo educador ↔ educando. Em seu texto em que domina a reflexão epistemológica, Paulo Freire escreve o seguinte:

“O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento “experencial”), é a problematização do

---

<sup>29</sup> Gaston Bachelard. **A formação do espírito científico**. Trad. de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, p. 18. Original de 1938.

próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la.”<sup>30</sup>

“A física também é cultura” poderia ser uma possível bandeira para uma educação em física comprometida com a construção de uma sociedade voltada para o interesse e necessidade da maioria da população.

O debate tão atual em torno da “filosofia” das ciências naturais, envolvendo os nomes de Gaston Bachelard, Karl Popper, Thomas Kuhn e Paul Feyerabend coloca na berlinda o “que fazer” científico tanto como base de crítica ao trabalho do pesquisador contemporâneo – afinal, o que é ser cientista hoje? – quanto como possibilidade de se repensar a física no contexto da totalidade da população.

Depois da eclosão desse debate e de nele participar, já não poderemos continuar aceitando a definição ingênua e positivista do método científico tradicional, encontrada explícita ou implicitamente nos textos didáticos e na prática educacional em física, tanto nas salas de aula do ensino fundamental e do ensino médio quanto nos cursos universitários.

É necessário situar de modo diferente, mais dinâmico e ao mesmo tempo mais completo e rico, o papel da experimentação e da observação na construção das teorias científicas. É preciso recolocar o método indutivo nos seus limites e contextos apropriados. A concepção comumente propalada, e até mesmo verossímil, de que a observação e a experimentação – realizadas com o intuito de coletar e organizar dados do real – permitem a elaboração de hipóteses de trabalho que, após o confronto verificador com novas observações e experiências, levaria a um conhecimento verdadeiro ou às leis da natureza, precisa ser criticamente debatida.

É um pouco disso o que pretendo apresentar e discutir nestas aulas e nestes textos.

---

<sup>30</sup> Paulo Freire. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 8.ed., 1988, p. 52.

## Capítulo 2

### O método da indução

*“Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma, que consiste no saltar-se das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, descobrirem-se os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. Esta é a que ora se segue. A outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado.”*

Francis Bacon <sup>31</sup>

#### 2.1 O método científico tradicional

Nosso roteiro deve ser aquele que nos leve a percorrer parte do continente da filosofia de tal forma a iluminar, se isso for possível, a construção do conhecimento da natureza, ou melhor, dos diversos fenômenos que estão à nossa disposição para serem observados, analisados, alvos do nosso pensamento.

No que diz respeito a uma sistematização do conhecimento físico da natureza, um dos primeiros pensadores a estabelecer um importante roteiro metodológico para a busca das leis da natureza que explicassem os fenômenos observados foi o filósofo inglês Francis Bacon. Ele empreendeu uma tentativa de construir uma sistematização lógica do procedimento científico, chegando a um método



Francis Bacon (1561-1626)

científico. Sua proposta, apesar de passar por severas críticas e modificações, dominou o cenário científico até o final do século XIX, no que se refere ao método de investigação da natureza.

---

<sup>31</sup> Francis Bacon. **Novum organum**. Trad. José A. R. de Andrade. Coleção “Os Pensadores”. São Paulo: Abril Cultural, 3.ed., 1984, p. 16.

De uma forma muito simplificada podemos resumir os passos do método científico tradicional, ou método indutivo, da seguinte maneira:

1. o cientista faz observações e experimentos que lhe forneçam informações controladas e precisas;
2. essas informações são registradas sistematicamente e eventualmente divulgadas;
3. outros cientistas, trabalhando na mesma área, acumulam novos dados;
4. com o acúmulo de dados é possível uma certa ordenação dessas informações permitindo a formulação de hipóteses gerais, isto é, o estabelecimento de enunciados gerais que descrevam razoavelmente o que os fatos conhecidos deixam transparecer e, ao mesmo tempo, explicam as relações causais entre os mesmos;
5. passa-se a seguir à fase de confirmação ou verificação dessas hipóteses assim construídas, procurando-se novos experimentos e ou observações que evidenciem suas afirmações;
6. se essa busca de confirmação ou de verificação é bem sucedida, o cientista chega a uma lei científica que passa a ser aplicada a casos semelhantes na tentativa de ampliar seu campo de aplicações;
7. com esse alargamento de aplicação do conhecimento novas leis ligadas a fenômenos semelhantes vão permitir que se construa toda uma teoria.

## **2.2 O método indutivo**

Os passos acima expostos sintetizam um procedimento metodológico que ficou conhecido por método da indução, isto é, a elaboração de enunciados gerais a partir de enunciados particulares.

É comum argumentar-se que esse método aproxima-se mais do senso comum. Isto é devido às considerações implícitas no seu procedimento. Uma delas diz que é a própria natureza que nos dita as palavras através das observações que efetuamos. Outra consideração é a de que essas observações ou experimentações são neutras, isto é, independem do particular observador ou de suas concepções – são, portanto, objetivas. Pressupõe, ainda, que as futuras observações certamente seguirão os enunciados derivados de observações passadas. Esta última consideração foi alvo de severas críticas como veremos mais adiante.

O procedimento indutivo seria utilizado como critério de demarcação entre o que é científico e o que não é, isto é, proporcionaria um sinal diferenciador do caráter empírico e não-metafísico<sup>32</sup> de um sistema teórico voltado à explicação de fenômenos naturais. É a defesa da objetividade das leis da natureza, bastando que o investigador seja extremamente cuidadoso nas suas observações e honesto ao relatá-las.

O método indutivo, portanto, protegeria a ciência de critérios subjetivos: tradição, conjectura, preconceitos, ideologia, emoção, beleza, ...

Bryan Magee<sup>33</sup> oferece um exemplo concreto e simples para ilustrar o procedimento indutivo. Ele se refere à tentativa de se estabelecer leis empíricas a partir da observação da ebulição da água em diferentes circunstâncias:

1. por observações sistemáticas e cuidadosas, ou por termos aprendido de outros, conhecemos a seguinte lei: “a água ferve a 100 graus centígrados”;

2. em verificações posteriores dessa lei descobrimos que isso não ocorre em recipientes fechados; é necessária uma nova generalização chegando-se a uma nova formulação da lei: “a água ferve a 100 graus centígrados em recipientes abertos”;

3. essa nova lei é sujeita a novas verificações e descobre-se que em São Paulo a água não ferve a 100 graus centígrados; novos dados são necessários relativos aos mais diferentes lugares; chega-se a uma nova enunciação da lei: “a água ferve a 100 graus centígrados em recipientes abertos sob pressão atmosférica igual àquela ao nível do mar”;

4. e assim por diante.

Desta forma consegue-se cada vez mais informações que restringem o campo de aplicação da lei empírica. Porém, não são apresentadas hipóteses de por que razão a água apresenta tal comportamento.

---

<sup>32</sup> Metafísico, refere-se a uma explicação que busca a essência do ser, indo além da sua aparência sensível.

<sup>33</sup> Bryan Magee. **As idéias de Popper**. São Paulo: Cultrix e EDUSP, 1974, p. 30. Para quem quiser conhecer um pouco mais sobre as ideias epistemológicas de Popper nada substituirá a leitura de seus textos, boa parte deles traduzidos para o português. Mas esse livro do filósofo da Universidade de Oxford servirá bem como uma introdução às ideias de Popper, tanto as epistemológicas quanto as polêmicas ideias sobre filosofia política.



### 2.3 O “problema da indução”

Iniciamos esta seção com uma longa citação bem humorada do filósofo inglês Bertrand Russell (1872-1970), onde ele comenta criticamente a indução de Francis Bacon.

“Bacon foi o primeiro de uma longa série de filósofos de espírito científico que ressaltou a importância da indução como coisa oposta à dedução. Como a maioria de seus sucessores, procurou encontrar algum tipo de indução melhor do que a chamada ‘indução por simples enumeração’. A indução, como simples enumeração, pode ser ilustrada por meio de uma parábola. Era uma vez um empregado do censo que tinha de anotar os nomes de todos os chefes de família de uma certa aldeia de Gales. O primeiro que ele interrogou se chamava William Williams; o mesmo aconteceu com o segundo, o terceiro, o quarto... Por fim, disse com seus botões: ‘Isto é tedioso; todos eles se chamam, evidentemente, William Williams. Anotarei assim todos eles e tirarei uma folga.’ Mas estava equivocado; havia um cujo nome era John Jones. Isto mostra que podemos extraviar-nos, se confiarmos demasiado implicitamente na indução por simples enumeração.

Bacon acreditava que tinha um método capaz de tornar a indução um pouco melhor do que isso. Desejava, por exemplo, descobrir a natureza do calor, que ele supunha (acertadamente) consistir de rápidos movimentos irregulares das partículas dos corpos. Seu método consistia em fazer listas de corpos quentes, listas de corpos frios, e listas de corpos com diversos graus de calor. Esperava que tais listas mostrassem alguma característica sempre presente nos corpos quentes e ausente nos corpos frios, e presente, em graus diversos, nos corpos de diferentes graus de calor. Esperava chegar, por meio desse método, a leis gerais, tendo, em primeira instância, o grau mais baixo de generalidade. Partindo de certo número de leis desse tipo, esperava chegar a leis do segundo grau de generalidade, e assim por diante. Uma lei sugerida deveria ser comprovada mediante sua aplicação em novas circunstâncias; se desse resultado nessas circunstâncias, ficava, até esse ponto, confirmada.”<sup>34</sup>

Apesar dessa crítica avaliação do método de indução de Bacon, devemos destacar que esse filósofo deu importantes contribuições para a evolução do pensamento científico quando criticava os erros cometidos pelo investigador que se deixa levar pelas noções falsas e pelos

---

<sup>34</sup> Bertrand Russell. **História da filosofia ocidental**. São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 1967, v. 3, p. 64. Existem edições mais recentes.

“ídolos”, termo que ele deriva da imagem de um falso deus. Ele trabalhava com quatro tipos de ídolos. Os “ídolos da tribo” seriam inerentes à natureza humana e levariam a uma análise pobre dos dados dos sentidos não percebendo que as percepções são parciais e produzindo falsas generalizações. Os “ídolos da caverna” (crítica relativa a Platão) que seriam relacionados com a interpretação dos dados da natureza segundo uma visão particular de cada indivíduo. Os “ídolos do foro ou do mercado” eram relacionados com as ambiguidades do discurso entre os seres humanos. Os “ídolos do teatro” seriam as invenções derivadas de sistemas filosóficos adotados (como os de Aristóteles e Platão, muito criticados por Bacon).<sup>35</sup>

Muito antes de Bertrand Russell, um dos primeiros filósofos a colocar em dúvida a argumentação lógica implícita no procedimento indutivo foi David Hume. Em seu livro *Investigação sobre o conhecimento humano*, Hume rejeitava o princípio da indução, argumentando que não era possível demonstrar logicamente a sua validade a não ser utilizando a própria argumentação indutiva, o que seria produzir um círculo vicioso inadmissível. Passemos a palavra ao próprio Hume:

“Afirma-se que uma proposição é inferida de outra, porém há de reconhecer-se que a inferência não é intuitiva nem tampouco demonstrativa. Então de que natureza é? Dizer que é experimental equivale a cair em uma petição de princípio, pois toda inferência realizada a partir da experiência supõe, como fundamento, que o futuro será semelhante. (...) Aceite que o curso da natureza até agora tenha sido muito regular; isto por si só, sem algum argumento novo ou inferência, não demonstra que no futuro o seguirá sendo. Em vão se pretende conhecer a natureza dos corpos a partir da experiência passada.”<sup>36</sup>

Em outras palavras, Hume queria dizer que podemos argumentar sobre a probabilidade de que algo venha a suceder novamente no futuro como vinha acontecendo no passado, porém, não podemos provar logicamente, sem apelo direto à experiência, que essa forma de proceder seja válida. Estava aberta a possibilidade de associar a questão da indução à questão da probabilidade que iria bem mais tarde envolver inúmeros filósofos como Hans Reichenbach

---

<sup>35</sup> José Aluysio Reis de Andrade. **Francis Bacon – Vida e Obra**. In: Francis Bacon, **op. cit.**, nota 31, p. XIII-XIV.

<sup>36</sup> David Hume. **Investigación sobre el conocimiento humano**. Tradução ao espanhol de J. S. Ortueta. Madrid: Alianza Editorial, 1984, p. 60-61. Original inglês de 1748 (essa obra já possui diversas traduções para o português).

(1891-1953), Rudolf Carnap (1891-1970), entre outros, que teriam diferentes interpretações sobre essa associação.<sup>37</sup>

Com essa crítica, Hume criou dificuldades para o pensamento racional do século XVIII instaurando o ceticismo, isto é, colocando em dúvida a relação causal do tipo A causa B. Uma relação causal desse tipo, comumente aceita à sua época, deixava de fora da argumentação toda uma série de processos intermediários causais que eventualmente não eram percebidos explicitamente, deixando evidenciadas apenas as extremidades do processo como um todo. Nascia assim uma situação problemática que se tornou conhecida como problema de Hume ou problema da indução.

Bryan Magee tece as seguintes considerações a respeito dessa reação de Hume à indução:

“Hume colocou alguma dúvida em tudo isso. Assinalou que nenhum número de enunciados de observação singular, por mais amplo que seja, pode acarretar logicamente um enunciado geral irrestrito. Se eu noto que o acontecimento A vem acompanhado, em certa ocasião, pelo acontecimento B, não se segue logicamente que A volte a ser acompanhado por B em outra ocasião. Isso não decorre logicamente de duas observações, nem de vinte ou de duas mil. Se os acontecimentos vêm juntos um número suficientemente grande de vezes, eu posso, notando que A ocorreu, manifestar certa expectativa no sentido de que B ocorra - mas isso é um fato psicológico, não lógico. O Sol pode ter surgido a cada dia, todos os dias de que tenhamos conhecimento, mas isso não acarreta que deva surgir amanhã. A alguém que nos diz “Ah, sim, mas nós podemos predizer, de fato, o momento preciso em que o Sol voltará a raiar amanhã, com base nas estabelecidas leis da física, aplicadas às condições que vigem neste momento”, é possível retrucar com duas objeções. Em primeiro lugar, o fato de que as leis físicas vigoraram no passado não acarreta logicamente que continuem vigorando no futuro. Em segundo lugar, as leis da física são, elas mesmas, enunciados gerais que não decorrem logicamente dos casos observados aduzidos em seu favor, não importa quão numerosos possam ser. Assim, essa tentativa de justificar a indução é viciosa, porque dá por assente a validade da própria indução. A ciência admite que haja regularidade na natureza, admite que o futuro se assemelhará ao passado em todos os aspectos que as leis operam. Todavia, não há meio que permita legitimar esse pressuposto. Ele não pode ser estabelecido pela observação, pois que nos é impossível observar acontecimentos futuros

---

<sup>37</sup> José Ferrater Mora. **Dicionário de Filosofia**. Tradução de Roberto Leal Ferreira e Álvaro Cabral. São Paulo: Martins Fontes, 1994, p. 383-384.

(...) A conclusão a que Hume chegou foi a de que, embora não exista meio de demonstrar a validade dos procedimentos indutivos, a constituição psicológica dos homens [*e das mulheres*] é tal que não lhes resta outra alternativa senão a de pensar (...) em termos de tais procedimentos indutivos.”<sup>38</sup>

Apesar das críticas ao método indutivo ele aparentava ser um porto seguro para levar os barcos da investigação científica racional, objetiva, neutra e cumulativa. Ele seria o avalista do critério de verdade das teorias científicas, além de orientar a prática do trabalho dos pesquisadores. Daí o temor de muitos filósofos em ter que abandoná-lo. O filósofo alemão Hans Reichenbach, um desses filósofos, defensor da lógica indutiva, afirma o seguinte:

“(...) esse princípio determina a verdade das teorias científicas. Eliminá-lo da ciência significaria nada menos que privá-la do poder de decidir quanto à verdade ou falsidade de suas teorias. Sem ele, a ciência perderia indiscutivelmente o direito de separar suas teorias das criações fantasiosas e arbitrárias do espírito do poeta.”<sup>39</sup>

E, como que respondendo a essa profissão de fé indutivista, o poeta/filósofo Goethe, que dedicou parte de suas reflexões na crítica à física newtoniana, assim se manifestou:

“Por mim, nunca utilizei a indução nas minhas solitárias investigações pois senti a tempo o seu perigo.”<sup>40</sup>

Até o filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) procurou salvar o princípio da indução, no domínio das ciências experimentais, invocando o princípio da validade *a priori*, ou seja a razão estaria dotada de critérios que lhe permitiriam organizar os dados sensíveis e que essa qualidade seria anterior à própria experiência com os sentidos. Karl Popper advertia que há aí um pouco de confusão entre a “psicologia do conhecimento”, associada aos fatos empíricos, e a “lógica do conhecimento”.

---

<sup>38</sup> Bryan Magee, **op. cit.**, nota 33, p. 26-27.

<sup>39</sup> Hans Reichenbach, citado por Karl Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 28.

<sup>40</sup> Johann Wolfgang Goethe. **Máximas e reflexões**. Tradução de Afonso T. da Mota. Lisboa: Guimarães Editores, 1987, p. 273. Original alemão de 1840.

Outro inconveniente frequentemente apontado contra a indução é o fato de seu procedimento dar pouca ênfase à elaboração da hipótese. O enunciado da lei é tão preso aos fatos empíricos que parece quase não haver intermediação da razão, ficando a hipótese estritamente vinculada ao empírico que, segundo os indutivistas, é o núcleo desse princípio. Bacon e os indutivistas esperavam que a simples disposição ordenada de fatos observáveis seria suficiente para fazer aflorar a nossa concepção sobre o conjunto de dados. A filosofia positivista incorporou esse procedimento como seu modo de entender a construção da ciência. Isso representava um relativo empobrecimento da razão hipotética.

No próximo capítulo voltaremos a comentar algo sobre uma concepção mais contemporânea do termo hipótese, a construída por Popper, por exemplo, que incorpora na sua proposta epistemológica alguns termos de Bacon interpretados em outro formato.

Reichenbach diz que para resolver plenamente o problema da indução, de acordo com sua visão de mundo, não se pode restringir a discussão no campo exclusivo da física newtoniana que era o marco de referência utilizado por David Hume. Reichenbach argumenta que uma nova solução do problema da indução viria com o advento de uma nova interpretação do conhecimento que haveria de nascer da física do século XX. Ele baseia sua argumentação na crítica ao procedimento causal em que se sustentava a argumentação crítica de Hume.

Depois de destacar o papel desempenhado pela física que nasce entrelaçada com a estatística, e aqui ele destaca o trabalho de Ludwig Boltzmann (1844-1906), Reichenbach argumenta o seguinte:

“A causalidade devia ser formulada como uma relação da classe *se – então sempre*. As leis da probabilidade são leis que têm exceções, mas exceções que representam uma porcentagem regular de casos. A lei da probabilidade é uma relação da classe *se – então uma certa porcentagem*. A lógica moderna oferece meios para tratar com uma relação desta classe, a qual, para distingui-la da *implicação* da lógica ordinária, se chama *implicação de probabilidade*. A estrutura causal do mundo físico é substituída por uma estrutura de probabilidade, e a compreensão do mundo físico pressupõe a elaboração de uma teoria da probabilidade.”<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Hans Reichenbach. **La filosofía científica**. México: Fondo de Cultura Económica, 1985, p. 172-173. Original de 1951.



**A indução é válida?**

Fonte: Jornal "Folha de S. Paulo"

## Capítulo 3

### Da indução baconiana à crítica de Popper

*“Se quisermos evitar o erro positivista de eliminar, por força de critério de demarcação que estabeleçamos, os sistemas teóricos da ciência natural, deveremos eleger um critério que nos permita incluir, no domínio da ciência empírica, até mesmo enunciados insuscetíveis de verificação.”*

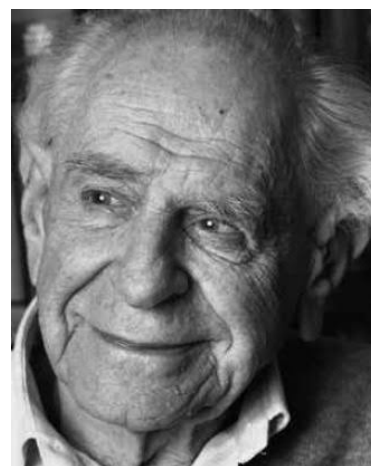
Karl Popper <sup>42</sup>

#### 3.1 A crítica de Popper à indução

Neste ponto podemos inserir neste debate a figura de Karl R. Popper, um dos filósofos da ciência mencionados no início desta parte destas notas de aula. Ele tentou, entre outras iniciativas, resolver o problema da indução. Para tanto atacou a concepção tradicional do método científico, baseada na indução e/ou na verificação de hipóteses, tanto do ponto de vista lógico quanto do empírico. Suas ideias iniciais datam da década de 1930, embora sua influência no campo da filosofia da ciência comece a ser evidente a partir do final da década de 1950. É do que vamos tratar a seguir.

Um ponto de concordância inicial entre Popper e os que defendiam a indução como marco distintivo da ciência, encontramos exatamente na preocupação comum em estabelecer um critério de demarcação entre o que pode e o que não pode ser considerado pensamento científico. O motivo dessa preocupação está baseado no esforço de mostrar a diferença entre uma investigação legitimamente científica da mera especulação metafísica.

Preocupado com essa necessidade de marcar limites para a investigação científica e diferenciá-la de outras formas de investigação da natureza, Popper considera que



Karl R. Popper (1902-1994)

---

<sup>42</sup> Karl R. Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 41.

“(...) a primeira tarefa da lógica do conhecimento é a de elaborar um conceito de ciência empírica, de maneira a tornar tão definida quanto possível uma terminologia até agora incerta, e de modo a traçar uma clara linha de demarcação entre a ciência e idéias metafísicas - ainda que essas idéias possam ter favorecido o avanço da ciência através de sua história.”<sup>43</sup>

Vimos que o método de investigação indutivo baseava-se no primado da verificação ou da confirmação. E vimos também a argumentação lógica de Hume contra a sua validade. Pois bem, Popper também vai atacar esse verificacionismo indutivo.

“A solução de Popper principia apontando para a assimetria lógica existente entre a verificação e o falseamento. Pondo o ponto em termos da lógica sentencial: embora não exista número de enunciados de observação relatando a observação de cisnes brancos que permita derivar o enunciado universal ‘Todos os cisnes são brancos’, um só enunciado de observação, relatando uma única observação de cisne preto, é suficiente para permitir a dedução lógica do enunciado ‘Nem todos os cisnes são brancos’. Neste importante sentido lógico, as generalizações empíricas, embora não verificáveis, são falseáveis. Isto significa serem as leis suscetíveis de teste, ainda que não sejam demonstráveis: podem as leis científicas ser submetidas a teste mediante sistemático esforço dirigido para sua refutação.”<sup>44</sup>

Assim, no lugar do verificacionismo Popper coloca o falseacionismo como elemento fundamental da investigação científica. Com isso ele pretende ter contornado a objeção de Hume, ou seja, para ele uma lei científica proposta, por exemplo, a partir da observação de acontecimentos particulares, não pode ser cabalmente ou conclusivamente verificada, mas pode ser definitivamente refutada ou falseada. Popper afirma que a indução como investigação científica era logicamente uma quimera.

“Ora, a meu ver não existe a chamada indução. Nestes termos, inferências que levam a teorias, partindo-se de enunciados singulares ‘verificados por experiência’ (não importa o

---

<sup>43</sup> Karl R. Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 40.

<sup>44</sup> Bryan Magee, **op. cit.**, nota 33, p. 28-29.



que isto possa significar) são logicamente inadmissíveis. Consequentemente, as teorias *nunca* são empiricamente verificáveis.”<sup>45</sup>

Além de atacar a indução com base na sua inadmissibilidade empírica e lógica, Popper combate também a limitação positivista imposta à ciência com base na indução como critério de demarcação. Dizia ele:

“Se quisermos evitar o erro positivista de eliminar, por força de critério de demarcação que estabeleçamos, os sistemas teóricos de ciência natural, deveremos eleger um critério que nos permita incluir, no domínio da ciência empírica, até mesmo enunciados insuscetíveis de verificação.”<sup>46</sup>

### 3.2 O critério da falseabilidade ou da refutabilidade

É na eleição de seu critério de demarcação que Popper introduz um dos elementos centrais de sua proposta metodológica de desenvolvimento do conhecimento científico, a saber, o critério de falseabilidade, com o qual ele pretende separar os enunciados falseáveis dos não falseáveis, a ciência da metafísica. Apenas os primeiros teriam o direito ao acréscimo do qualificativo científico.

“(…) só reconhecerei um sistema como empírico ou científico se ele for passível de comprovação por experiência. Essas considerações sugerem que deve ser tomado como critério de demarcação, não a *verificabilidade*, mas a *falseabilidade* de um sistema. Em outras palavras, não exigirei que um sistema científico seja suscetível de ser dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso a provas empíricas, em sentido negativo: *deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico.*”<sup>47</sup>

---

<sup>45</sup> Karl R. Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 41-42.

<sup>46</sup> Karl R. Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 42.

<sup>47</sup> Karl R. Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 42.

Popper destaca, na sua argumentação, a importância fundamental, para o desenvolvimento das teorias científicas, do papel desempenhado pela hipótese, que, como foi observado por Bertrand Russell, tinha uma relevância limitada no método indutivo.

Para Popper, a hipótese, além de abarcar os exemplos empíricos disponíveis – até aí seria um procedimento indutivo, de acordo com o modo prescrito por Bacon –, deve também permitir explicações que iriam além das aparências exteriores apresentadas pelos fenômenos. Ou seja, permite comentar e explicar o que acontece depois do acontecimento “A” e antes de chegar ao acontecimento “B”.

A hipótese deve oferecer, ainda, uma série de previsões do que poderá ocorrer em outras situações, ou seja, a hipótese deve permitir a construção de deduções a partir de suas afirmações primitivas. Assim, no exemplo da ebulição da água, abordado anteriormente, podemos dizer que Popper argumentaria que, ao constatar, por exemplo, que a água não ferve a 100 graus centígrados em recipientes fechados, devemos perguntar por que isso não ocorre e tentar construir uma hipótese buscando explicar porque a água ferve a 100 graus centígrados em recipientes abertos e, ao mesmo tempo, porque não ferve a essa temperatura em recipientes fechados. Feito isso, isto é, tendo construído tal hipótese, passar-se-ia a exigir do pesquisador que procurasse refutar essa hipótese, ou seja, que fosse à procura de contra-exemplos refutadores significativos.

Com a argumentação acima exposta, o critério da refutabilidade leva-nos a afirmar que o nosso conhecimento não teria evoluído se, ao lado de casos verificadores, não tivessem surgido, por acidente ou não, contra-exemplos como casos refutadores.<sup>48</sup>

É necessário ainda destacar uma preocupação adicional de Popper neste ponto da argumentação. Ele deseja enfatizar a evidência de que o critério de falseabilidade permitiria fornecer uma ligação dos enunciados propostos com a realidade fornecida pelos fatos. Popper destaca essa preocupação com estas palavras:

“Na medida em que um enunciado científico se refere à realidade, ele deve ser falseável; na medida em que não é falseável, não se refere à realidade.”<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> Bryan Magee, **op. cit.**, nota 33, p. 31-32.

<sup>49</sup> Karl R. Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 346.

### 3.3 O método científico popperiano

A exemplo do que fizemos com a proposta indutiva, embutida no método científico tradicional, a proposta popperiana pode ser resumida segundo os seguintes passos:

1. existência de um problema a ser resolvido;
2. procura de soluções para o problema através da elaboração de várias hipóteses tentativas e a escolha de uma delas segundo o critério de aceitar aquela que apresenta maior grau de possibilidades de refutação;
3. dedução de consequências dessa hipótese;
4. critério de refutabilidade em ação: a hipótese é testada, isto é, procura-se refutá-la buscando contra-exemplos significativos;
5. passando por esse teste, isto é, na ausência de refutação, a hipótese se transforma na nova teoria;
6. em caso de uma descoberta refutadora ou de uma dedução não confirmada, voltamos ao estágio inicial.

Para entender melhor a diferença de tratamento do termo hipótese entre o método indutivo e o método hipotético-dedutivo acima resumido, aí vai mais um aforismo do *Novum Organum*, de Bacon:

“Para efeito de explanação, chamamos à forma ordinária da razão humana voltar-se para o estudo da natureza de *antecipações da natureza* (por se tratar de intento temerário e prematuro). E à que procede da forma devida, a partir dos fatos, designamos por *interpretações da natureza*.”<sup>50</sup>

Popper, em sua obra, interpreta o termo *antecipação* de Bacon como significando o que ele compreendia por hipótese científica. Creio que dois parágrafos de seu livro *A lógica da pesquisa científica* são esclarecedores a respeito dessa discussão relacionada com o termo hipótese e nos permitem compreender melhor a crítica de Bertrand Russell mencionada anteriormente.

---

<sup>50</sup> Francis Bacon, **op. cit.**, nota 31, p. 18.

*“Não sabemos: só podemos conjecturar. Nossas conjecturas são orientadas por fé não científica, metafísica (embora biologicamente explicável), em leis, em regularidades que podemos desvelar, descobrir. À semelhança de Bacon, procederia descrever a ciência contemporânea – ‘o método de raciocínio que hoje os homens aplicam comumente à natureza’ - como consistindo de ‘antecipações, de intentos temerários e prematuros’ e de ‘preconceitos’.*

Essas conjecturas ou ‘antecipações’, esplendidamente imaginativas, ousadas, são, contudo, cuidadosamente controladas por testes sistemáticos. Uma vez elaborada, nenhuma dessas ‘antecipações’ é dogmaticamente defendida. Nosso método de pesquisa não se orienta no sentido de defendê-las para provar que tínhamos razão. Pelo contrário, procuramos contestar essas antecipações. Recorrendo a todos os meios lógicos, matemáticos e técnicos de que dispomos, procuramos demonstrar que nossas antecipações são falsas - a fim de colocar, no lugar delas, novas antecipações injustificadas e injustificáveis, novos ‘preconceitos temerários e prematuros’, como Bacon pejorativamente as denominou.”<sup>51</sup>

Para Popper o objetivo maior da ciência seria a busca da verdade a respeito da natureza, no entanto ele afirmava que essa verdade é inatingível e, assim, só nos restaria buscar uma aproximação cada vez melhor dessa verdade, e para tanto estabelece, através do critério de refutabilidade, a construção de conjecturas e refutações em sucessão.

Além disso, como parte integrante e complementar de seu método hipotético-dedutivo, Popper exige a observação de alguns procedimentos adicionais. Num determinado campo de investigações, a um conjunto  $E_1$  de experiências, fatos observados e deduções, temos associada uma teoria  $T_1$ . Num determinado momento da pesquisa descobre-se, acidentalmente ou não, um fato que inquestionavelmente refuta a teoria  $T_1$ . Passa-se a procurar uma nova teoria, seguindo-se os passos acima esboçados. Escolhida uma nova teoria  $T_2$ , ela estará baseada num novo conjunto experimental/observacional/dedutivo  $E_2$  que corresponde ao acréscimo ao conjunto  $E_1$  do fato que levou à refutação de  $T_1$ . Nesta situação a nova teoria  $T_2$  deverá, portanto, explicar todos os elementos empíricos explicados por  $T_1$ , como também o novo fato, isto é, a teoria  $T_1$  passa a ser um caso particular da teoria  $T_2$ .

---

<sup>51</sup> Karl Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 306.

Ainda com relação à busca da verdade, Popper acrescenta, nessa comparação entre duas teorias, um argumento que ele denominava de critério de verossimilitude (ou verossimilhança), isto é, o caráter verossímil das teorias, ou seja, o quanto elas poderiam se aproximar da verdade possível. Popper, como fica claro de sua defesa da mudança científica que se processa pela refutação de uma teoria que não consiga dar conta, por exemplo, de uma nova observação, não acredita que uma determinada teoria científica possa ser considerada verdadeira com toda certeza. Embora aqui não caiba um aprofundamento maior sobre essa temática a que Popper dedicou parte significativa de seu livro *Conhecimento Objetivo*, publicado em 1972, creio que mais uma vez vale a pena ler algo que ele escreveu sobre as noções de verdade e verossimilitude:

“A fim de esclarecer o que estamos fazendo quando procuramos a verdade, devemos, pelo menos em alguns casos, ser capazes de dar razões para a alegação intuitiva de que chegamos *mais perto da verdade*, ou de que alguma teoria  $T_1$  é superada por alguma nova teoria, digamos  $T_2$ , porque  $T_2$  é mais semelhante à verdade do que  $T_1$ . (...)

Em geral, podemos dizer que só teorias *concorrentes* – tais como as teorias da gravitação de Newton e de Einstein – são intuitivamente comparáveis com respeito a seus conteúdos (...).

A comparabilidade intuitiva dos conteúdos da teoria de Newton (N) e da de Einstein (E) pode ser estabelecida da seguinte forma: (a) para cada questão a que a teoria de Newton apresente uma resposta a teoria de Einstein apresenta uma resposta que é, pelo menos, igualmente precisa; (...) (b) há questões a que a teoria de Einstein E pode dar uma resposta, ao passo que a teoria de Newton N não a dá; isto torna o conteúdo de N definitivamente menor que o de E. (...)

Isto torna a teoria de Einstein *potencialmente* ou *virtualmente* a melhor teoria; pois mesmo antes de qualquer teste podemos dizer: se verdadeira, ela tem maior poder explicativo. Além disso, desafia-nos a realizar maior variedade de testes. Assim, oferece-nos novas oportunidades para aprender mais a respeito dos fatos: sem o desafio da teoria de Einstein, nunca teríamos medido (com o maior grau de precisão necessário) a distância aparente entre as estrelas que rodeiam o sol durante um eclipse, ou o desvio vermelho da luz emitida pelas chamadas ‘anãs brancas’. (...)

(...) Uma teoria é tanto mais ousada quanto maior for seu conteúdo. É também a mais arriscada: é a mais provável de começar com o que será falso. Tentamos encontrar seus pontos fracos, para refutá-la. Se falharmos em refutá-la, ou se as refutações que

encontramos forem ao mesmo tempo também refutações da teoria mais fraca que a precedeu, então temos razão para suspeitar, ou para conjecturar, que a teoria mais forte não tem conteúdo de falsidade maior que o de sua predecessora mais fraca e que, portanto, tem o maior grau de verossimilitude. (...)

A verossimilitude neste sentido, sugiro, é um alvo mais adequado da ciência – especialmente das ciências naturais – do que a verdade (...).

Nestas últimas seções esbocei o (...) conceito de *verossimilitude* que nos permita falar, sem receio de dizer disparates, de teorias que *são melhores* ou *piores aproximações da verdade*. Não sugiro, sem dúvida, que possa haver um critério para aplicabilidade desta noção, assim como nenhum há para a noção da verdade. Mas alguns de nós (por exemplo, o próprio Einstein) às vezes gostam de dizer coisas tais como que temos razão em conjecturar que a teoria da gravidade de Einstein *não é verdadeira*, mas é uma *aproximação melhor da verdade* do que a de Newton. Ser capaz de dizer tais coisas com boa consciência parece-me um desiderato importante da metodologia das ciências naturais.”<sup>52</sup>

Assim, podemos resumir essa abordagem popperiana dessas duas teorias dizendo que a mecânica newtoniana seria um caso particular – no limite clássico de velocidades bem inferiores à velocidade da luz – da mecânica relativística de Einstein e, ainda, que a teoria de Einstein seria considerada possuir maior verossimilitude, ou ser mais verdadeira, que a de Newton. Voltaremos ainda a discutir a comparação entre essas duas teorias mais adiante, quando introduzirmos as propostas de Thomas S. Kuhn e de Gaston Bachelard, que apresentam sobre elas interpretações bem diferentes da defendida por Popper.

Para quem gosta de frases de efeito simplificadoras e econômicas, de acordo com a proposta epistemológica de Popper, uma possível definição de cientista seria: “*Cientista é o homem (ou mulher) que procura provar que as teorias científicas existentes são falsas*”.

### **3.4 Em defesa da racionalidade**

Popper acrescenta ainda que todo esse procedimento de aproximação da verdade tem que ser guiado racionalmente, isto é, fatores subjetivos, estéticos e outros, não desempenhariam nenhum papel na formação e avaliação de teorias científicas. Ele enfatiza que mesmo a análise

---

<sup>52</sup> Karl Popper. **Conhecimento objetivo**. São Paulo: Edusp e Itatiaia, 1975, p. 53, 58, 59 e 308.

psicológica do ato criador pode apenas esclarecer acerca da motivação que o cientista demonstrava para levar adiante seu projeto de pesquisa. Seria aquele momento que se costuma designar como sendo o contexto da descoberta.

O estado de espírito, a formação subjetiva, seus desejos, sua visão de mundo, suas preferências estéticas, não afetariam diretamente a elaboração de uma teoria que teria sua formulação e avaliação exclusivamente guiada por critérios lógicos e empíricos bem definidos. Esses critérios, que incluiriam a refutabilidade, constituiriam o contexto da justificação.

Dessa forma, os critérios da ciência seriam independentes e imparciais. Eles seriam neutros e objetivos. Representariam características que nascem do homem racional que encontra sempre caminhos objetivos para distinguir crenças válidas das não válidas. Para Popper, a prática científica seria um empreendimento essencialmente racional. Ele destaca também que um conflito importante de nossa época era devido à oposição entre o racionalismo e o irracionalismo.

Essa racionalidade seria expressa, através do critério de refutabilidade, segundo dois níveis de desenvolvimento:

1. nível experimental: faz referência a coisas e processos percebidos, observados e é testado experimentalmente;

2. nível teórico: sua função é explicar as leis experimentais que são generalizações de fenômenos observados diretamente; este nível não pode ser testado diretamente.

Isto significa que as leis experimentais teriam a vantagem de sobreviver a uma eventual morte ou refutação de uma teoria. Quando o desacordo com a experiência resultar na falsificação de determinada teoria e a sua substituição por outra que não está em conflito com os dados experimentais em questão, os fatos genuínos que haviam sido utilizados na formulação da teoria anterior não são descartados.

Para Popper, embora a ciência possa não ser cumulativa no nível teórico, ela o é no nível experimental. Desta forma, no caso de haver uma inconsistência entre dois conjuntos de hipóteses - observacionais e teóricos - rejeitaríamos a teoria, pois ela pertence a um nível superior de abstração.

Argumentemos um pouco mais sobre essa situação de confronto entre teoria e dados observacionais. De duas teorias  $T_1$  e  $T_2$ , ambas relacionadas com um determinado conjunto de fatos empíricos, escolhemos a teoria  $T_2$  desde que a teoria  $T_1$  não passou pelos testes de

refutabilidade a que foi submetida. Surge um problema: T<sub>1</sub> foi abandonada com base em dados experimentais. Será que isto significa que esses dados são absolutos? Isto é, eles não são passíveis de interpretação?

Embora as leis experimentais sobrevivam à refutação de uma teoria que lhes estava associada, Popper tem pleno entendimento de que os fatos empíricos são problemáticos, como fica claro quando ele cita em seu livro *A lógica da pesquisa científica* uma frase do matemático alemão Hermann Weyl (1885-1955), que sinaliza o modo de funcionar de seu critério de refutabilidade:

“De uma vez por todas desejo deixar registrada minha ilimitada admiração pelo trabalho do experimentador em sua luta para retirar fatos interpretáveis de uma natureza fechada, que sabe muito bem como enfrentar nossas teorias com um decisivo NÃO – ou com um inaudível SIM.”<sup>53</sup>

Assim, Popper reconhece que seria um procedimento totalmente irracional considerar o conhecimento experimental fundamental como não-problemático, isto é, ele reconhece que esse conhecimento experimental é também passível de interpretação. Popper acrescenta uma esclarecedora nota de rodapé, da qual reproduzo um trecho a seguir, quando analisa a relação entre o trabalho do teórico e do experimentador e conclui que “*a teoria domina o trabalho experimental*”. Eis a nota:

“(…) as observações e, com mais forte razão, os enunciados de observação e enunciados que registram resultados experimentais, são sempre *interpretações* dos fatos observados – são *interpretações à luz de teorias*. Aí está um dos principais motivos pelos quais sempre se torna ilusoriamente fácil encontrar *verificações* de uma teoria e que explica por que devemos adotar uma atitude *altamente crítica*, em relação a nossas teorias, se não quisermos raciocinar em círculo – porque, em suma, devemos adotar a atitude de *refutação* frente às teorias.”<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> Karl R. Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 308.

<sup>54</sup> Karl R. Popper, **op. cit.**, nota 17, p. 115.



Então, como defender a racionalidade quando a escolha entre duas teorias propostas é baseada exclusivamente na comparação com esses dados experimentais que são passíveis de interpretação? A resposta é dada de forma metodológica por Popper com base na atitude crítica no uso do critério de refutabilidade, como fica explícito na citação da nota acima.

Popper também ressalta que essa crítica deve ser feita de tal forma que a racionalidade seja preservada a todo custo. Brian Easlea afirma que, segundo Popper

“(...) quase todo o vasto conhecimento fundamental permanecerá, por razões práticas, não questionado; a tentativa de questioná-lo no todo, isto é, ter de começar tudo de novo, pode levar-nos a um colapso do debate crítico [... *Assim,*] embora cada uma de nossas afirmações possa ser ameaçada, é completamente impossível ameaçar a todas ao mesmo tempo (...) todo criticismo deve ser feito aos poucos (...) nós devemos nos concentrar no nosso problema (...) e tentar resolver não mais que um problema de cada vez.”<sup>55</sup>

Oferecemos um pálido retrato do, assim chamado, método hipotético dedutivo de Karl Popper, partindo da indução baconiana e chegando ao refutacionismo popperiano.

Não podemos deixar de destacar, neste ponto, um interessante aspecto da proposta popperiana que oferece pontos de reflexão sobre várias dimensões do conhecimento científico como o critério de verdade, a objetividade do conhecimento e o imaginário. Trata-se do fato de que sua proposta se assenta sobre a provisoriedade do saber que se explicita no duplo conjectura e refutação. O conhecimento evolui pela construção de conjecturas que só serão validadas pela sua resistência a tentativas de refutação e só serão substituídas quando a refutação tornar-se evidente.

É necessário portanto destacar que quando Popper falava em refutação de uma teoria ele não pretendia que isso ocorresse imediatamente após uma determinada experiência, ou uma nova descoberta, não concordar com uma dada dedução teórica. Isso seria um “refutacionismo ingênuo”. A primeira instância de refutação simplesmente criaria uma nova situação-problema, cumprindo a primeira fase do método proposto por Popper. Só após o surgimento de uma nova teoria que incorporasse a anterior e resolvesse esse problema. isto é, explicasse o fato novo, é que poderíamos falar em efetivação da refutação.

---

<sup>55</sup> Brian Easlea. **Liberation and the aims of science**. London: Sussex Univ. Press, 1973, p. 9-10.

Na prescrição de um processo de investigação científica, Popper estabelecia a possibilidade de uma mudança contínua, uma espécie de “revolução permanente” localizada.

No próximo capítulo apresentaremos e discutiremos a proposta de Thomas S. Kuhn que polemiza, segundo vários pontos de vista, com a proposta de Popper.

## Um parêntesis

Um poema de Robert Desnos, poeta francês nascido em Paris no dia 4 de julho de 1900 e morto no campo de Concentração de Tereszin, na Tchecoslováquia, em 8 de junho de 1945. Foi, ao lado de André Breton, um dos fundadores do surrealismo.

*Um dia o jovem capitão Jonathan,  
ele tinha dezoito anos nessa época,  
capturou um pelicano  
numa ilha do extremo oriente.*

*Na manhã seguinte,  
este pelicano,  
de Jonathan,  
botou um ovo branco  
e dele apareceu  
um pelicano  
surpreendentemente igual ao primeiro.*

*E este segundo pelicano  
botou por seu turno  
um ovo branco,  
do qual surgiu inevitavelmente  
um outro  
o qual fez a mesma coisa de novo.*

*Esta espécie de coisa pode continuar  
por um tempo muito longo,  
se você não fizer uma omelete.*

(Tradução livre de João Z.)

## Capítulo 4

### Da refutação de Popper à revolução de Kuhn

*“Os sábios contentaram-se com proscrever todos os outros competidores, passados, presentes e futuros, pondo fim a toda controvérsia sobre o assunto, pela promulgação de uma lei Meda, em virtude da qual os caminhos aristotélico e baconiano são, e por direito devem ser, as únicas e possíveis avenidas que levam ao conhecimento. (...) Agora, garanto-lhe, da maneira mais positiva, continua a tardar o progresso da verdadeira Ciência, que realiza seus mais importantes avanços – como toda a história mostrará – por saltos, aparentemente intuitivos.”*

Edgar Allan Poe <sup>56</sup>

#### 4.1 Introdução

Estudamos brevemente no capítulo anterior algumas ideias centrais desenvolvidas por Karl Popper sobre a natureza da mudança científica, isto é, sobre seu modelo hipotético-dedutivo de substituição de teorias científicas.

Popper distancia-se da proposta do método da indução como também da proposta do empirismo lógico que, além de enfatizarem o critério da verificação, davam pouquíssimo destaque à fabricação de hipóteses que seriam submetidas a esse critério, como já tivemos oportunidade de analisar. A ênfase de Popper concentra-se na enunciação de teorias audaciosas que apresentam, na sua estrutura, um alto potencial de instâncias refutáveis, ou melhor dizendo, teorias potencialmente refutáveis.

“Popper elogia as teorias audaciosas e refutáveis de Newton, Maxwell e Einstein, assim como os experimentos ‘cruciais’ realizados por Michelson e Morley para testar a hipótese do éter, e por Eddington para verificar a teoria geral da relatividade - cruciais porque confirmaram uma hipótese e rejeitaram outras. Ele concluiu que, toda vez que a ciência protege as suas teorias, ela cai na estagnação.” <sup>57</sup>

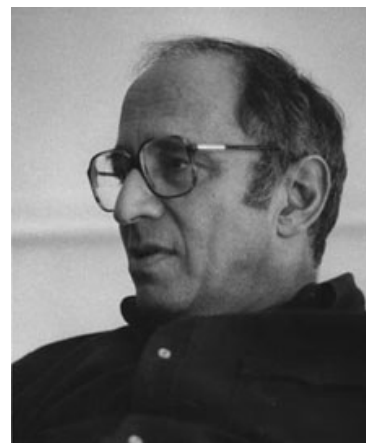
---

<sup>56</sup> Edgar Allan Poe, **op. cit.**, nota 8, p. 455-456.

<sup>57</sup> G. F. Kneller. **A ciência como atividade humana**. São Paulo: Zahar e EDUSP, 1980, p. 60-61.

Desta forma, como já observamos, a proposta popperiana pode ser sintetizada pelo par conjectura-refutação, que comparece até no título de alguns de seus trabalhos.

Em 1962, o físico, historiador e filósofo da ciência, Thomas S. Kuhn escreveu o livro *A estrutura das revoluções científicas*, onde apresentava uma proposta de desenvolvimento do conhecimento científico que, em seus aspectos centrais, chocava-se frontalmente com o modelo de Popper, como veremos a seguir.



Thomas S. Kuhn (1922-1996)

Kuhn lançou seu ataque radical e controvertido não apenas à crença convencional de que a ciência progride cumulativamente no sentido de um maior entendimento da realidade física, passo a passo, guiada pela lógica e o apoio de uma base empírica independente da teoria, como também contra os argumentos de Popper de que os cientistas deveriam submeter suas teorias a testes severíssimos e refutá-las quando ocorre um desacordo entre suas teorias e o conhecimento fundamental reconhecido.

Embora Popper utilize elementos históricos como fonte de inspiração para sua abordagem epistemológica, esses elementos são incluídos apenas para estabelecer sua análise crítica do desenvolvimento científico. Por outro lado, Kuhn utiliza a história da ciência como eixo orientador de sua epistemologia. Suas investigações sobre temas históricos da física clássica e contemporânea foram básicas para a construção de seu livro acima mencionado. É devido a essa diferença que alguns estudiosos da filosofia da ciência entendam que enquanto a epistemologia de Popper é prescritiva, a de Kuhn seria descritiva.

O breve sumário da proposta de Kuhn será quase totalmente baseado na leitura do livro citado acima, onde ele descreve o desenvolvimento científico segundo duas práticas distintas e complementares: a ciência normal e a revolução científica.

A ciência normal, segundo Thomas Kuhn, representaria o procedimento de investigação científica da quase totalidade dos cientistas num determinado período histórico, enquanto a revolução científica representaria a atividade posta em prática por determinados cientistas em épocas especiais da história da ciência, por razões que deverão ser esclarecidas mais adiante.

Essa divisão da prática científica em função dos períodos históricos leva Kuhn a introduzir conceitos sociológicos, como o de comunidade científica, na formulação de sua proposta.

#### 4.2 Ciência normal e paradigma

Thomas Kuhn apresenta o seu conceito de ciência normal com estas palavras:

“(...) pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior.”<sup>58</sup>

Essas realizações científicas passadas acabam sendo incorporadas ao corpo do conhecimento científico sob as mais variadas formas: conceitos, princípios, metodologia, instrumental experimental e matemático, modelos, etc. Todo esse conjunto constitui um conceito importante no trabalho de Kuhn: o *paradigma*. Desta forma, a ciência normal seria caracterizada por paradigmas que orientariam a pesquisa científica. O conceito de paradigma de Kuhn não tem uma única explicação. Margaret Masterman, num estudo em que procurou elucidar o significado dessa concepção, identificou nada menos que vinte e um sentidos diferentes em seu livro *A estrutura das revoluções científicas*.<sup>59</sup>

Alberto Oliva afirma que:

“Na metaciência de Kuhn, o conceito de paradigma é vital. Numa de suas definições mais esclarecedoras o paradigma é apresentado como um conjunto de realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência. Exemplos de paradigma: mecânica clássica, astronomia ptolomaica e copernicana.”<sup>60</sup>

Como surge e se estabelece um paradigma?

---

<sup>58</sup> Thomas S. Kuhn, **op. cit.**, nota 20, p. 29.

<sup>59</sup> Margaret Masterman. A natureza de um paradigma. In: Imre Lakatos e Alan Musgrave. **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento científico**. São Paulo: Cultrix e EDUSP, 1979, p. 75-79. Original inglês de 1970.

<sup>60</sup> Alberto Oliva. **op. cit.**, nota 10, p. 32-33.

Kuhn responde dizendo que inicialmente qualquer campo de trabalho científico passa por uma fase pré-paradigmática, isto é, uma fase em que diferentes pesquisadores apresentam distintos procedimentos e interpretações para um mesmo conjunto de fenômenos. Cita vários exemplos: o estudo da natureza da eletricidade, a óptica física, a relatividade, entre outros. Kuhn considera surpreendente o fato de tais divergências virem a desaparecer devido ao triunfo de uma das teorias pré-paradigmáticas que passava, a partir de então, a ser a teoria aceita pela comunidade científica, isto é, transformava-se num paradigma.

Uma questão crucial: qual é, então, a natureza de uma pesquisa que é baseada essencialmente na aceitação de um ou mais paradigmas por parte de uma comunidade científica?

“Se o paradigma representa um trabalho que foi completado de uma vez por todas, que outros problemas deixa para serem resolvidos pelo grupo por ele unificado?”<sup>61</sup>

A resposta é que o paradigma, além de resolver determinados problemas de forma mais satisfatória do que as teorias que com ele competiam o faziam, constitui também uma promessa de que outros e novos problemas serão por ele resolvidos.

“A ciência normal consiste na realização dessa promessa, realização que se obtém ampliando-se o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes, aumentando-se a correlação entre esses fatos e as predições do paradigma e articulando-se ainda mais o próprio paradigma.”<sup>62</sup>

### 4.3 A ciência normal em ação

A atividade do cientista normal se restringiria ao aprimoramento do paradigma dominante através da articulação da teoria paradigmática, resolvendo algumas ambiguidades, permitindo a solução de novos problemas, à determinação de fatos significativos e ao ajuste dos mesmos com a teoria.

Retomando aqui algo que foi abordado quando falamos de Popper, podemos afirmar que esse ajuste – de fatos com teorias – é problemático, pois os primeiros podem ser explicados até

---

<sup>61</sup> Thomas S. Kuhn, *op. cit.*, nota 20, p. 43.

<sup>62</sup> Thomas S. Kuhn, *op. cit.*, nota 20, p. 44.

por teorias contraditórias. O movimento de planetas encontrava explicações diferentes nas teorias ptolomaica e copernicana, a luz encontrava guarida tanto na teoria ondulatória quanto na teoria corpuscular, são alguns exemplos desse ajuste entre fatos e teorias.

O objetivo primeiro da ciência normal não é a procura e produção de novidades, mas o aperfeiçoamento da teoria dominante. Os problemas da ciência normal se resumem em atingir algo já antecipado pela teoria, resolver toda uma série de problemas matemáticos, preparar uma parafernália de instrumental experimental ou ajustar a natureza dentro do recipiente fornecido pela ciência normal.

Como veremos mais adiante, podemos interpretar os trabalhos desenvolvidos por muitos físicos nas décadas finais do século XIX como tentativas de melhorar a aplicabilidade da física clássica. Mesmo os trabalhos de Planck, incluindo os dois clássicos do segundo semestre de 1900, poderiam ser enquadrados na prática da ciência normal, isto é, na busca de resolver ou melhorar a solução de determinado problema apelando às teorias físicas dominantes.

Toda essa atividade assemelha-se muito com um jogo de quebra-cabeças, isto é, o cientista tem que juntar todas as peças a fim de obter, no final, uma figura que ele já conhecia de antemão. E é necessário que seja exatamente aquela figura, pois, uma outra figura qualquer não seria aceita como solução adequada do jogo. Qualquer falha em conseguir chegar àquela figura seria atribuída ao cientista que estava procurando resolver o problema e não às regras do jogo ou às peças que o compõem.

Segundo Kuhn, algo dessa espécie ocorre com a prática da ciência normal. Qualquer falha em atingir a solução de um determinado problema é, em primeira instância, cobrada do cientista e não da teoria científica. Teremos oportunidade de discutir na segunda parte destes textos, por exemplo, as inúmeras tentativas de solucionar o problema da radiação do corpo negro, e poderemos examinar esse processo tanto à luz das ideias de Kuhn, quanto nas de Popper ou das outras propostas epistemológicas aqui discutidas.

Como consequência da adoção de um determinado paradigma fica estabelecido um critério para escolha de problemas de pesquisa: só serão dignos de pesquisa os problemas propostos na linguagem fornecida pelo paradigma. Percebe-se aqui um procedimento diferente daquele das propostas epistemológicas anteriores que sugeriam um critério de demarcação entre ciência e outras formas de investigação para eleger os temas que seriam dignos de serem pesquisados.



“Outros problemas, mesmo muitos dos que eram anteriormente aceitos, passam a ser rejeitados como metafísicos ou como sendo parte de outra disciplina. Podem ainda ser rejeitados como demasiado problemáticos para merecerem o dispêndio de tempo. Assim, o paradigma pode até mesmo afastar uma comunidade daqueles problemas sociais relevantes que não são redutíveis à forma de quebra-cabeças, pois não podem ser enunciados nos termos compatíveis com os instrumentos e conceitos proporcionados pelo paradigma.”<sup>63</sup>

Kuhn afirma que a ciência normal acaba sendo uma atividade científica muito bem sucedida, no sentido de que a ciência normal, um empreendimento altamente cumulativo, consegue alargar o alcance e a precisão do conhecimento científico (paradigma). Devido a essa persistência de investigação, a atividade do cientista normal, mesmo que esse não seja seu objetivo, pode favorecer o surgimento de uma mudança de paradigma.

O conjunto de regras, que acompanha a prática da ciência normal, engloba:

1. conceitos e leis científicas;
2. equipamento experimental e seu modo de uso;
3. filosofia dominante.

Esse modo de fazer pesquisa é aprendido bem cedo. Nunca se aprende conceitos, leis científicas ou a forma de utilização de instrumentos, em abstrato. Essa aprendizagem sempre vem acompanhada de farta aplicação, tanto teórica quanto experimental.

Kuhn ainda ia mais longe ao afirmar que diferentes experiências educacionais de formação dos cientistas produzem diferenças de concepções sobre a ciência. Embora a mecânica quântica seja básica para todos os físicos, ela seria interpretada de forma variada por físicos de diferentes especializações ou de diferentes formações. Essa representação variada da mecânica quântica dependeria dos cursos que tivessem frequentado, dos textos lidos e das revistas consultadas.

---

<sup>63</sup> Thomas S. Kuhn, **op. cit.**, nota 20, p. 60.

#### 4.4 Da ciência normal à crise

Então, se o objetivo da ciência normal não é a produção de novidades empíricas ou teóricas, como a ciência se desenvolve de um paradigma para outro?

Kuhn responde segundo dois aspectos interligados: descobertas ou novidades empíricas e invenções ou novidades teóricas, que ele distinguia com a seguinte argumentação:

“Essa distinção entre descoberta e invenção ou entre fato e teoria revelar-se-á em seguida excessivamente artificial. Sua artificialidade é uma pista importante para várias das principais teses deste ensaio. (...) A descoberta começa com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. Segue-se então uma exploração mais ou menos ampla da área onde ocorreu a anomalia. Esse trabalho somente se encerra quando a teoria do paradigma for ajustada, de tal forma que o anômalo se tenha convertido no esperado. A assimilação de um novo tipo de fato exige mais do que um ajustamento aditivo da teoria. Até que tal ajustamento tenha sido completado – até que o cientista tenha aprendido a ver a natureza de um modo diferente – o novo fato não será considerado completamente científico.”<sup>64</sup>

Um exemplo desse procedimento é discutido longamente por Kuhn quando aborda a descoberta dos raios X por Roentgen, em 1895. Foi um caso típico de descoberta por acidente. Tal fato ocorreu num dia em que Roentgen percebeu uma *anomalia*, isto é, ele notou um brilho estranho num material sensível situado nas proximidades do tubo de raios catódicos que ele estava utilizando nas suas experimentações. Roentgen interrompeu o curso de suas investigações normais e passou a investigar esse fenômeno, chegando à conclusão de que a causa do estranho brilho

“(…) provinha do tubo de raios catódicos, que a radiação projetava sombras e que não podia ser desviada por um ímã, entre outras coisas. Antes de anunciar sua descoberta, Roentgen convencera a si próprio que esse efeito não se devia aos raios catódicos, mas a um agente dotado de alguma semelhança com a luz. (...)”

---

<sup>64</sup> Thomas S. Kuhn, **op. cit.**, nota 20, p. 78.

(...) a descoberta de Roentgen começou com o reconhecimento de que sua tela brilhava quando não devia fazê-lo (...) a percepção da anomalia – isto é, de um fenômeno para o qual o paradigma não preparara o investigador – desempenhou um papel essencial na preparação do caminho que permitiu a percepção da novidade (...)

(...) a [descoberta] dos raios X não esteve, durante uma década, implicada em qualquer transtorno mais óbvio da teoria científica. Em que sentido pode-se então afirmar que a assimilação dessa descoberta tornou necessária uma mudança de paradigma? Existem boas razões para recusar essa mudança. Não há dúvida, entretanto, de que os paradigmas aceitos por Roentgen e seus contemporâneos não poderiam ter sido usados para prever os raios X. (A teoria eletromagnética de Maxwell ainda não fora aceita por todos e a teoria das partículas de raios catódicos era uma entre muitas especulações existentes). Mas nenhum desses paradigmas proibia (pelo menos em algum sentido óbvio) a existência dos raios X, tal como a teoria do flogisto proibira a interpretação de Lavoisier a respeito do gás de Priestley. [Aqui Kuhn está se referindo à descoberta do oxigênio] Ao contrário: a prática e a teoria científica aceitas em 1895 admitiam diversas formas de radiação – visível, infravermelha e ultravioleta. Por que os raios X não puderam ser aceitos como uma nova forma de manifestação de uma classe bem conhecida de fenômenos naturais? Por que não foram recebidos da mesma maneira que, por exemplo, a descoberta de um elemento químico adicional? (...)

Esse empreendimento era um projeto habitual na ciência normal da época; o sucesso de uma investigação era motivo para congratulações, mas não para surpresas.

Contudo, os raios X foram recebidos não só com surpresa mas também com choque. A princípio Lord Kelvin considerou-os um embuste muito bem elaborado. Outros, embora não pudessem duvidar das provas apresentadas, sentiram-se confundidos por elas. Embora a existência dos raios X não estivesse interdita pela teoria estabelecida, ela violava expectativas profundamente arraigadas. Creio que essas expectativas estavam implícitas no planejamento e na interpretação dos procedimentos de laboratório admitidos na época. Na última década do século XIX, o equipamento de raios catódicos era amplamente empregado em numerosos laboratórios europeus. Se o equipamento de Roentgen produzira os raios X, então muitos outros experimentadores deviam estar produzindo-os sem consciência disso. Talvez esses raios, que poderiam muito bem ter outras origens não conhecidas, estivessem implícitos em fenômenos anteriormente explicados sem referência a eles. Na pior das hipóteses, no futuro, diversos tipos de aparelhos muito familiares teriam que ser protegidos por uma capa de chumbo. Trabalhos anteriormente concluídos, relativos a projetos de

ciência normal, teriam que ser refeitos, pois os cientistas não haviam reconhecido, nem controlado, uma variável relevante. Sem dúvida, os raios X abriram um novo campo de estudo, ampliando assim os domínios potenciais da ciência normal. Mas também modificaram (e esse é o ponto mais importante) campos já existentes. No decorrer desse processo, negaram a determinados tipos de instrumentação, que anteriormente eram considerados paradigmáticos, o direito a esse título.”<sup>65</sup>

Percebemos, assim, que essas experiências, que geraram descobertas não previstas pelas teorias paradigmáticas, provocaram mudanças, ou pelo menos, causaram certa instabilidade que, por sua vez, contribuiu para que se estabelecesse uma crise na ciência.

#### **4.5 A crise e seu desenrolar**

Não são apenas as descobertas e anomalias que vão provocar a crise. Um elemento importante para a eclosão da crise é o surgimento de várias teorias conflitantes que buscam explicar um mesmo fenômeno ou conjunto de fenômenos. Assim, por exemplo, a termodinâmica nasce da colisão entre duas teorias existentes no século XIX e a mecânica quântica surge devido a uma variedade de dificuldades ligadas à explicação da radiação do corpo negro inicialmente, seguida quase simultaneamente pelo tratamento dos calores específicos e do efeito fotoelétrico, entre outros.

Traduzindo tudo isso para a linguagem de paradigma e de quebra-cabeças, introduzidas por Kuhn, poderíamos dizer o seguinte: a atividade do cientista normal resume-se na resolução de quebra-cabeças utilizando as regras estabelecidas a partir de um determinado paradigma. Tais regras são os conceitos e princípios, formalismo matemático e instrumental disponível e seu uso.

Forçando o paradigma, com esse procedimento, a resolver um número cada vez maior de problemas relacionados com um conjunto cada vez maior de fatos significativos, surgirão situações em que um determinado quebra-cabeças começa a resistir de tal forma a tentativas sérias de solução que a comunidade, ou pequena fração dela, na maioria das vezes, começa a perceber que não é por falta de habilidade dos pesquisadores que isso está ocorrendo. Percebe-

---

<sup>65</sup> Thomas S. Kuhn, *op. cit.*, nota 20, p. 83-86.

se, dessa forma, que aquele problema ameaça destruir a técnica normal de solução de quebra-cabeças. Tal situação provoca a *crise*, isto é, a proliferação de diferentes versões de uma teoria é um sintoma da crise.

Apesar da eclosão da crise, os cientistas não renunciam ao paradigma. Uma teoria científica será considerada invalidada apenas quando já existir uma candidata para tomar seu lugar, isto é, a recusa de um paradigma e a aceitação de um outro são fenômenos que ocorrem simultaneamente. Mas, antes que esse confronto ocorra, o cientista procurará aproximar fato e teoria. É nessa tentativa de aproximação que surgem as ideias de verificação, procedimento tradicional, ou de refutação, procedimento popperiano. Kuhn, por seu lado, responde com o esquema de quebra-cabeças.

Esse estado de crise provocou interessantes comentários, ou desabaços, de importantes cientistas, como destaca o próprio o Kuhn:

“(...) Copérnico queixou-se de que no seu tempo os astrônomos eram tão ‘incoerentes nessas investigações [*astronômicas*] (...) que não conseguiam explicar a duração constante das estações do ano’. ‘Com eles’, continua, ‘é como se um artista reunisse as mãos, os pés, a cabeça e outros membros de imagens de diversos modelos, cada parte muitíssimo bem desenhada, mas sem relação com um mesmo corpo. Uma vez que elas não se adaptam umas às outras de forma alguma, o resultado seria antes um monstro que um homem’ (...)”

Wolfgang Pauli, nos meses que precederam o artigo de Heisenberg que indicaria o caminho para uma nova teoria dos quanta, escreveu a um amigo: ‘No momento, a física está mais uma vez em terrível confusão. De qualquer modo, para mim é muito difícil. Gostaria de ter-me tornado um comediante de cinema ou algo do gênero e nunca ter ouvido falar de física’.”<sup>66</sup>

#### 4.6 A revolução científica

Kuhn afirma que a passagem de um paradigma em crise para um novo paradigma que resolve a crise não é um processo cumulativo e isolado. Nessa transição ocorre uma reconstrução do campo de pesquisa a partir dos seus fundamentos, processo em que mudam conceitos, métodos e aplicações.

---

<sup>66</sup> Thomas S. Kuhn, *op. cit.*, nota 20, p. 114-115.

Esse processo é iniciado quando teorias especulativas são propostas com a intenção de explicar os quebra-cabeças que não foram solucionados de forma adequada com a teoria aceita até então.

Pode-se mencionar aqui uma espécie de característica presente no pensamento dialético nesse procedimento da ciência normal: de tanto procurar afirmar a ciência normal, isto é, ampliar seu campo de aplicação, o cientista acaba provocando a sua negação.

Nesses momentos tudo seria permitido: surgem divagações filosóficas sobre os problemas, as regras tornam-se menos rígidas e as fronteiras se misturam. Claro que tudo isso não ocorre pacificamente no interior dos grupamentos acadêmicos. Bastaria mencionar a polêmica que havia surgido à época em que Newton propunha sua teoria da gravitação universal quando, provavelmente, ele teria apelado para ideias originárias de campos não aceitos como científicos.

É desse contexto que se originam os elementos constitutivos da revolução científica, onde o termo revolução merece uma atenção especial por parte de Kuhn no seu livro de 1962. Ele sente necessidade de conceituar revolução estabelecendo um paralelo com o uso desse termo nas situações sócio-políticas.

“(…) Face às grandes e essenciais diferenças que separam o desenvolvimento político do científico, que paralelismo poderá justificar a metáfora que encontra revoluções em ambos? A esta altura um dos aspectos do paralelismo já deve ser visível. As revoluções políticas iniciam-se com um sentimento crescente, com frequência restrito a um segmento da comunidade política, de que as instituições existentes deixaram de responder adequadamente aos problemas propostos por um meio que ajudaram em parte a criar. De forma muito semelhante, as revoluções científicas iniciam-se com um sentimento crescente, também seguidamente restrito a uma pequena subdivisão da comunidade científica, de que o paradigma existente deixou de funcionar adequadamente na exploração de um aspecto da natureza, cuja exploração fora anteriormente dirigida pelo paradigma. Tanto no desenvolvimento político como no científico, o sentimento de funcionamento defeituoso, que pode levar à crise, é um pré-requisito para a revolução (…)

(…) o estudo histórico da mudança de paradigma revela características muito semelhantes a essas, ao longo da evolução da ciência. Tal como a escolha entre duas instituições políticas

em competição, a escolha entre paradigmas em competição demonstra ser uma escolha entre modos incompatíveis de vida comunitária.”<sup>67</sup>

Como fizemos ao abordar a proposta de Popper, é interessante incluir aqui uma análise realizada por Kuhn a respeito da diferenciação entre a física newtoniana e a einsteiniana.

Utilizando a dinâmica acima resumida, Kuhn entende a mecânica de Newton como fundamentalmente incompatível com a mecânica de Einstein. Em geral, a mecânica newtoniana é considerada como um caso particular da mecânica relativística einsteiniana, desde que sejam levadas em consideração apenas pequenas velocidades de deslocamento de objetos, o chamado limite clássico que uniria as duas teorias.

Com base nisso, podemos construir o seguinte raciocínio: consideremos o conjunto de enunciados  $E_1, E_2, \dots, E_n$  representando os elementos da teoria da relatividade de Einstein: tempo, posição espacial, massa de repouso, momento linear, etc. Consideremos também o conjunto  $N_1, N_2, \dots, N_m$ , representando os elementos da teoria de Newton: tempo, posição espacial, velocidade, energia, etc. Dos  $E_n$ , por manipulação dos conceitos e princípios através do uso da lógica e da matemática e amparados na observação, podemos deduzir outros enunciados. Assim, se acrescentarmos aos  $E_n$  um  $E_i$  da forma  $(v/c)^2$  muito menor que 1, restringiremos o intervalo das variáveis de tal forma que, pela manipulação adequada dos  $E_n$  da teoria de Einstein chegamos aos  $N_m$  da teoria de Newton: leis do movimento, lei da gravidade, etc. Portanto, aparentemente teríamos os  $E_n$  tendendo, com o uso daquela restrição, aos  $N_m$ .

O que acabamos de descrever parece ajustar-se perfeitamente à concepção popperiana de que a mecânica de Newton seria, no limite, um caso particular da mecânica de Einstein, ou seja, a teoria  $T_N$  estaria contida na teoria  $T_E$  como um caso particular desta.

Na proposta kuhniana, os  $N_m$  elementos obtidos a partir dos  $E_n$ , com a utilização da restrição acima indicada, não seriam os elementos básicos da teoria de Newton. Posição espacial, tempo, massa, etc., que ocorrem em  $E_n$  e em  $N_m$  seriam conceitualmente distintos, de tal forma que, no limite clássico, a igualdade entre os elementos  $E_n$  e  $N_m$  só seria verdadeira se  $t, s, m, E, p$ , etc., fossem definidos de uma forma que só é possível após os trabalhos de Einstein.

---

<sup>67</sup> Thomas S. Kuhn, *op. cit.*, nota 20, p. 126-127.

Portanto, para Kuhn os  $N_m$  não constituem um subconjunto dos  $E_n$ , como requer o modelo de Popper. Em outras palavras, segundo o modelo de desenvolvimento do conhecimento científico, a mecânica de Newton não é simplesmente um caso particular da teoria de Einstein, isto é,  $T_N$  não está contida em  $T_E$ , como indica a interpretação de Popper.

Portanto, quando a teoria da relatividade de Einstein mostra que conseguiu resolver problemas de forma mais satisfatória que as soluções apresentadas pela física clássica como, por exemplo, a questão da ausência de movimento da terra com relação ao éter, a aparente incompatibilidade entre a mecânica e o eletromagnetismo, a inclinação da luz nas proximidades de fortes campos gravitacionais, entre outros, a revolução científica foi concluída. A partir de então um novo paradigma entrou em cena, definindo uma nova prática de ciência normal.

Assim podemos fechar esta seção lembrando a epígrafe deste capítulo onde o escritor Edgar Allan Poe, antecipando-se de mais de um século aos epistemólogos contemporâneos, predizia que o avanço da ciência se daria através de saltos intuitivos.

#### **4.7 O mundo muda com o paradigma**

Seguindo o procedimento adotado por Kuhn no livro *A estrutura das revoluções científicas*, a nova tradição científica emergente é incomensurável com a antiga. O novo paradigma força uma redefinição da prática científica: certos problemas deixariam de ser considerados científicos, outros que não o eram passariam a ser e surgiriam novos temas relevantes.

Quando os paradigmas mudam, o mundo muda com eles.

Kuhn cita o exemplo da descoberta do planeta Urano: entre 1690 e 1781 cerca de duas dezenas de observações de um corpo celeste estranho foram atribuídas a uma estrela. Verificações realizadas em noites sucessivas não deixavam notar nenhuma movimentação que poderia induzir outra identificação. Em 1781 e nos anos seguintes novas observações com telescópios mais potentes permitiram a Herschel, importante astrônomo da época, anunciar um novo cometa! Apenas vários meses depois, após infrutíferas tentativas de ajustar o movimento observado do corpo celeste ao de um cometa, chegou-se à conclusão de que um novo planeta havia sido descoberto.



Dessa forma, um objeto celeste que já era estudado há mais de um século começou a ser visto diferentemente no final do século XVIII. Era uma anomalia que não se ajustava dentro das categorias perceptuais fornecidas pelo paradigma vigente.

“A própria facilidade e rapidez com que os astrônomos viam novas coisas ao olhar para objetos antigos com velhos instrumentos pode fazer com que nos sintamos tentados a afirmar que, após Copérnico, os astrônomos passaram a viver em um mundo diferente.”<sup>68</sup>

A partir desse momento os astrônomos começaram a procurar novos planetas e asteroides. A física de Newton e, principalmente, a sua teoria da gravitação, dava mostras de sua força e capacidade de resolver novos problemas, bem ao contrário do que acontecia com as realizações da física aristotélica.

Após a revolução científica, portanto, uma nova teoria é escolhida e vai se transformar num novo paradigma que deverá, além de envolver os fatos, problemas e experimentos explicados pelo paradigma anterior, explicar os problemas que provocaram a crise naquele paradigma. A revolução científica, embora motivada pelas limitações do paradigma substituído, dá origem a um paradigma incomensurável com o anterior. A revolução muda a visão de mundo.

#### **4.8 A recepção da revolução científica**

A revolução científica não é aceita pacificamente. Os próprios textos didáticos – “*veículos pedagógicos destinados a perpetuar a ciência normal*” – truncam a visão da história da ciência: tendem a apresentar a história da ciência como um suceder linear e cumulativo de eventos. Isso acontece até mesmo com os escritos de Newton quando ele atribuía a Galileu o uso do conceito de força na queda livre de corpos. Os textos didáticos, em geral, apresentam a ciência como tendo um desenvolvimento similar à construção de um edifício “*tijolo com tijolo num desenho lógico*”, parodiando a música do Chico Buarque.

O que aprendemos dos manuais deixa a impressão de que as novas teorias propostas são incorporadas facilmente e sem traumas à atividade da comunidade científica, tanto no aspecto metodológico quanto no que se refere aos conteúdos. Que isso não corresponde à verdade pode

---

<sup>68</sup> Thomas S. Kuhn, *op. cit.*, nota 20, p. 152.

ser extraído de “desabafos” de cientistas de diferentes épocas como, por exemplo, os seguintes, mencionados por Kuhn:

“Darwin: ‘Embora esteja plenamente convencido das verdades das concepções apresentadas neste volume (...) não espero, de forma alguma, convencer naturalistas experimentados cujas mentes estão ocupadas por uma multidão de fatos, concebidos através dos anos, desde um ponto de vista diametralmente oposto ao meu (...) encaro com confiança o futuro – os naturalistas jovens que estão surgindo, que serão capazes de examinar ambos os lados da questão com imparcialidade.’

Max Planck: ‘(...) uma nova verdade científica não triunfa convencendo seus oponentes e fazendo com que vejam a luz, mas porque seus oponentes finalmente morrem e uma nova geração cresce familiarizada com ela.’”<sup>69</sup>

Ainda no que diz respeito à revolução científica e sua aceitação, é preciso esclarecer que, para Kuhn, não é suficiente afirmar ou mostrar que o novo paradigma ao conseguir resolver os problemas críticos acaba convencendo a comunidade científica. Isso não é suficiente. É necessário que ocorra a articulação do paradigma, quando novos adeptos surgirão.

Assim, por exemplo, quando Copérnico propôs seu sistema, muito ainda teve que ocorrer antes do seu *De revolutionibus* ser transformado no novo paradigma. Essa aceitação só ocorreu quando suas previsões foram confirmadas, quando o telescópio permitiu melhores observações como as fases de Vênus, as irregularidades da superfície da Lua, etc. Só após esses acontecimentos é que surgiram fortes adeptos copernicanos. Kuhn chega a utilizar os termos adeptos e “convertidos”.

Ainda outros argumentos participam da aceitação definitiva de um paradigma após uma revolução científica. Entre eles podemos enumerar os seguintes:

1. promessa de resolver uma quantidade maior de novos problemas;
2. aspectos estéticos de representação matemática;
3. repercussão positiva em áreas afins, etc.

“No início o novo candidato a paradigma poderá ter poucos adeptos e em determinadas ocasiões os motivos destes poderão ser considerados suspeitos. Não obstante, se eles são

---

<sup>69</sup> Citado por Thomas S. Kuhn, **op. cit.**, nota 20, p. 191.

competentes, aperfeiçoarão o paradigma, explorando suas possibilidades e mostrando o que seria pertencer a uma comunidade guiada por ele. Na medida em que esse processo avança, se o paradigma estiver destinado a vencer sua luta, o número e a força de seus argumentos aumentará. Muitos cientistas serão convertidos e a exploração do novo paradigma prosseguirá. O número de experiências, instrumentos, artigos e livros baseados no paradigma multiplicar-se-á gradualmente. Mais cientistas, convencidos da fecundidade da nova concepção, adotarão a nova maneira de praticar a ciência normal, até que restem apenas alguns poucos opositores mais velhos. E mesmo estes não podemos dizer que estejam errados. Embora o historiador sempre possa encontrar homens [*e mulheres*] – Priestley, por exemplo – que não foram razoáveis ao resistirem por tanto tempo, não encontrará um ponto onde a resistência torna-se ilógica ou acientífica. Quando muito ele poderá querer dizer que o homem que continua a resistir após a conversão de toda a sua profissão deixou ipso facto de ser um cientista.”<sup>70</sup>

Nos anos seguintes à publicação do seu livro, aqui resumido, e principalmente a partir da década de 70, as ideias de Kuhn sofreram ataques e defesas das mais variadas formas e orientações. O próprio Kuhn foi levado a rever parte de suas afirmações.

Uma ótima compilação das principais reformulações desenvolvidas por Kuhn ao longo das décadas que se seguiram à publicação de *A estrutura...*, bem como uma longa entrevista ocorrida em 1995, foi publicada em português (**O caminho desde A estrutura**. São Paulo: Editora da Unesp, 2006).

---

<sup>70</sup> Thomas S. Kuhn, **op. cit.**, nota 20, p. 199-200.

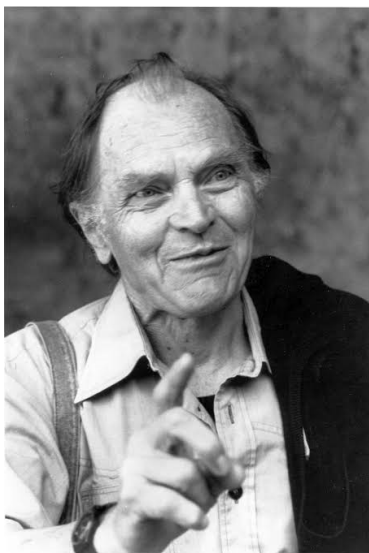
## Capítulo 5

### O anarquismo epistemológico de Feyerabend

*“Contra o positivismo, que pára perante os fenômenos e diz: ‘Há apenas fatos’, eu digo: ‘Ao contrário, fatos é o que não há; há apenas interpretações’.”*

Nietzsche<sup>71</sup>

#### 5.1 Premissas libertárias



Paul Feyerabend (1924-1994)

Paul Feyerabend defende em seus trabalhos uma prática científica que procura incorporar elementos que estão distantes do indutivismo do método científico tradicional, do racionalismo crítico de Popper, bem como do domínio das ideias paradigmáticas do modelo kuhniano, mesmo quando estas desempenham um papel funcional no desenvolvimento das teorias científicas.

Assim, a emoção, a paixão, o lado humano não traduzível em dimensões operacionais vão ter sua hora e vez na definição em favor de diferentes teorias que, ao serem escolhidas, não deverão simplesmente decretar a morte de suas rivais.

É um sonho? É um delírio? Ou é uma forma provocativa de tratar da racionalidade do desenvolvimento da ciência?

A obra mais conhecida de Feyerabend denomina-se, coerentemente com suas premissas, *Contra o método*. As primeiras palavras desse livro já delineiam a sua profissão de fé no anarquismo epistemológico:

---

<sup>71</sup> Friedrich Wilhelm Nietzsche. *Para além do bem e do mal*, §22.

“Este ensaio é escrito com a convicção de que o anarquismo epistemológico, embora não constituindo, talvez, a mais atraente filosofia política, é, por certo, excelente remédio para a epistemologia e para a filosofia da ciência.”<sup>72</sup>

Feyerabend argumenta que a existência de um método científico não passava de um mito que não resistiria a qualquer investigação da história da ciência. Ele procura demonstrar essa sua convicção utilizando largamente uma peculiar e original investigação histórica sobre os trabalhos de Galileu Galilei, particularmente sobre o famoso argumento da queda de um grave de uma torre – o *argumento da torre* – tão grato aos aristotélicos que o utilizavam na tentativa de derrubar a investida dos copernicanos e seus seguidores contra o edifício da ciência aristotélica.

Ao contrário de Kuhn que afirma que o estabelecimento de uma determinada teoria (re) define um particular campo de investigação, levando por um certo período a uma espécie de progresso que, no seu limite, leva à derrubada da própria teoria,

“(...) Feyerabend procura mostrar como a ciência estagna sob o domínio de uma teoria única, e propõe métodos para derrubar quaisquer teorias que estejam nessa posição.”<sup>73</sup>

Feyerabend argumenta que não existe método de trabalho na investigação científica que não tenha sido abandonado em algum momento. Isto quer dizer que todas as metodologias teriam um limite de validade.

Buscando recuperar um humanismo que a ciência teria perdido, Feyerabend propõe que o cientista trabalhe com a maior liberdade possível no que respeita a metodologias. Ele busca apoio em Einstein citando a seguinte frase do criador da relatividade:

“As condições externas que os fatos da experiência colocam (diante do cientista) não lhe permitem, ao erigir seu mundo conceitual, que ele se prenda em demasia a um dado sistema epistemológico. Em consequência, o cientista aparecerá, aos olhos do epistemologista que se prende a um sistema, como um oportunista inescrupuloso (...)”<sup>74</sup>

---

<sup>72</sup> Paul Feyerabend. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977, p. 19 (há traduções mais recentes, como a da Editora da Unesp de 2011).

<sup>73</sup> G. F. Kneller, **op. cit.**, nota 57, p. 78.

<sup>74</sup> Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 20.

## 5.2 O pluralismo epistemológico de Feyerabend

Com base em suas premissas libertárias, Feyerabend propõe o *princípio do tudo vale* para a investigação científica. Isso significa que devemos apelar livremente para qualquer forma de argumentação, para todas as metodologias possíveis, para a propaganda, se for o caso, para defender nossas posições teóricas.

“O desenvolvimento da doutrina copernicana, desde o tempo de Galileu até o século XX, é perfeito exemplo da situação que desejo apresentar. Partimos de uma firme convicção, contrária à razão e à experiência da época. A convicção se dissemina e encontra apoio em outras convicções que são igualmente ou mais desarrazoadas (lei da inércia; telescópio). A pesquisa toma novas direções, constroem-se novos tipos de instrumentos, a evidência passa a ser relacionada com as teorias segundo novas linhas, até que surja uma ideologia suficientemente rica para oferecer argumentos específicos em defesa de cada uma de suas partes e suficientemente plástica para encontrar esses argumentos sempre que se façam necessários. Hoje, podemos dizer que Galileu trilhou o caminho certo, pois sua persistente busca de algo que, a certa altura, se afigurou uma ridícula cosmologia, veio a criar os elementos necessários para defendê-la contra aqueles que só aceitam um ponto de vista quando ele é apresentado de determinado modo e que só confiam nele quando encerra certas frases mágicas, denominadas *relatos de observação*. E isto não é exceção – é o caso comum: as teorias só se tornam claras e razoáveis depois de terem sido usadas, por longo tempo, várias partes incoerentes que as compõem. Essa operação desarrazoada, insensata, sem método é, assim, condição inevitável de clareza e de êxito empírico.”<sup>75</sup>

É assim, portanto, que Feyerabend compreende a ação anárquica do cientista adequando seus métodos e sua prática à necessidade de fazer avançar sua compreensão do mundo. O cientista seria livre para praticar aquilo que mais lhe agrada, podendo – na verdade, devendo –

---

<sup>75</sup> Paul Feyerabend, *op. cit.*, nota 72, p. 33.

propor hipóteses que estariam em flagrante contradição com as teorias confirmadas ou mesmo com as evidências experimentais que definem até uma tradição de como ver.

Proceder contra-indutivamente é uma primeira contra-regra proposta por Feyerabend que, desta forma, se posiciona contra a metodologia compreendida nas propostas verificacionistas, posicionando-se contra a essência do empirismo. Portanto, ele defende que se invente uma teoria que, ao contrário de corroborar os fatos consumados, leve à predição de fatos que rompessem com as expectativas correntes.

“Com o que disse, terei, talvez, dado a impressão de que prego uma nova metodologia em que a indução é substituída pela contra-indução e onde aparecem teorias várias, concepções metafísicas e contos de fadas, em vez de aparecer o costumeiro binômio teoria/observação. Essa impressão seria, indubitavelmente errônea. Meu objetivo não é o de substituir um conjunto de regras por outro conjunto do mesmo tipo: meu objetivo é, antes, o de convencer o leitor de que *todas as metodologias, inclusive as mais óbvias, têm limitações*. A melhor maneira de concretizar tal propósito é apontar esses limites e a irracionalidade de algumas regras que alguém possa inclinar-se a considerar fundamentais.”<sup>76</sup>

O cientista inovador tem que persuadir os outros cientistas a aceitar seus fatos novos e de que estes se ajustam às novas teorias. Aliás, Feyerabend não propõe simplesmente a substituição de uma teoria antiga por uma teoria nova. Ao contrário, ele sugere a proliferação de teorias como muito mais benéfica para a ciência que a uniformidade que lhe debilita o poder crítico. Assim a ciência progrediria muito mais, afirma Feyerabend, se houvesse uma construção de teorias revolucionárias que fornecessem, cada uma isoladamente, suas visões de mundo.

“Unanimidade de opinião pode ser adequada para uma igreja, para as vítimas temerosas ou ambiciosas de algum mito (antigo ou moderno) ou para os fracos e conformados seguidores de algum tirano. A variedade de opiniões é necessária para o conhecimento objetivo. E um método que estimule a variedade é o único método compatível com a concepção humanitarista.”<sup>77</sup>

---

<sup>76</sup> Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 43.

<sup>77</sup> Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 57.

Feyerabend sugere que o cientista deve adotar uma metodologia pluralista. O cientista deve comparar teorias com outras teorias, e não apenas com fatos ou dados de experiências. Ele sugere ainda que a história de uma ciência deve fornecer também possíveis teorias alternativas que, eventualmente, tenham sido descartadas.

“Depois de Aristóteles e Ptolomeu, a idéia de que a Terra se move - estranha, antiga e *inteiramente ridícula* concepção pitagórica – foi jogada ao monte de entulhos da história, só vindo a ser revivida por Copérnico e sendo por ele utilizada como arma para frustração dos que a negavam. Os escritos mágicos desempenharam importante papel nessa revivescência, ainda não perfeitamente compreendida, e foram estudados nada menos que pelo grande Newton.”<sup>78</sup>

Com essa argumentação, Feyerabend propõe o uso recorrente da história da ciência, partindo do pressuposto de que a teoria hoje aceita pode, em algum momento, passar a ser vista como um conto de fadas, da mesma forma que um mito ridículo do passado pode renascer e transformar-se numa base nova da ciência. Há uma mescla entre o pensamento puramente subjetivo (arbitrário) e o pensamento objetivo (submisso a regras).

Feyerabend acrescenta ainda mais um motivo em favor do procedimento contra-indutivo: referia-se ao fato de que “*nenhuma teoria está jamais em concordância com todos os fatos conhecidos em seu domínio*”. Essa não concordância pode ser tanto de ordem quantitativa quanto qualitativa. Para ele um conflito entre fatos e teorias podia ser evidência de progresso.

### **5.3 Galileu e o argumento da torre**

A seguir Feyerabend utiliza o famoso argumento da torre para prosseguir na construção da sua proposta de como a ciência deveria progredir e de como realmente progrediu segundo a sua interpretação do procedimento adotado por Galileu.

Segundo o argumento da torre, o fato de que os graves caem seguindo uma linha vertical perpendicular à superfície da Terra, é a comprovação empírica de que nosso planeta não se move. Tal argumento era utilizado pelos aristotélicos contra a proposta copernicana.

---

<sup>78</sup> Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 68.



Galileu, ao trabalhar com esse problema, admitia como óbvio o conteúdo sensorial da observação da queda vertical dos corpos. Para ele não era a visão sensorial do experimento que deveria ser problematizada. Galileu escreve o seguinte a respeito:

“Gostaria que esse autor (*Chiaramonti*) não se desse ao incômodo de tentar levar-nos a compreender, apelando para os nossos sentidos, que o movimento de queda dos corpos é movimento retilíneo e não de outra espécie; e gostaria que ele não se zangasse, nem se queixasse por se colocar em questão essa coisa clara, óbvia e manifesta. Com efeito, assim procedendo, ele se dispõe a acreditar que o movimento não é retilíneo, mas circular, quando passa a considerar pessoas para as quais a pedra parece mover-se visivelmente, segundo um arco – e isso porque invoca os sentidos e não a razão para esclarecimento desse ponto. Não é assim que se deve proceder, Simplicio; pois assim como (...) jamais vi ou esperei ver a pedra cair a não ser perpendicularmente, o mesmo creio que todos os outros hajam visto. Melhor é, portanto, deixar de lado a aparência, a propósito da qual concordamos todos, e recorrer ao poder da razão, seja para confirmar-lhe a realidade, seja para revelar-lhe a falácia. (...)

(...) percebe-se quão facilmente qualquer pessoa pode ver-se lograda pela simples aparência ou, digamos, pelas impressões dos próprios sentidos. O exemplo diz respeito aos que caminham à noite pela rua e que, ao verem a Lua deslizar ao fundo dos telhados têm a impressão que ela os segue, caminhando com a mesma velocidade. Os caminhantes a vêem como veriam um gato verdadeiro deslizando pelas telhas e colocando-se por detrás delas, e essa impressão, caso a razão deixasse de intervir, obviamente iludiria os sentidos.”<sup>79</sup>

Neste ponto, Feyerabend afirma que Galileu estava trabalhando com a ideia de que os sentidos, por si sós, podiam nos enganar. Ou seja, o enunciado que é sugerido pela impressão sensorial necessita ser submetido a exame racional. A impressão sensorial, mediatizada pela razão, pode levar a diferentes enunciados.

Um fenômeno fornecido pelos sentidos seria entendido como uma soma da aparência com o enunciado. E o enunciado é carregado de teoria, não é neutro. Há, desse modo, uma forte unidade entre o enunciado e o fenômeno. É parte de um aprendizado que se inicia na infância e que comanda um processo de operações mentais. Os processos de ensino/aprendizagem

---

<sup>79</sup> Trecho dos **Diálogos**, de Galileu. Citado por Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 105.

delineiam e condicionam a aparência ou fenômeno estabelecendo forte conexão entre eles e as palavras que utilizamos. Daí acaba soando quase natural a descrição que fazemos dos mesmos. Como sugere Feyerabend, “*os fenômenos parecem falar por si mesmos*”.

“A linguagem que *falam* está, naturalmente, influenciada pelas crenças de gerações anteriores, mantidas há tanto tempo que não mais parecem princípios separados, apresentando-se nos termos do discurso cotidiano e parecendo, após o treinamento natural exigido, brotar das próprias coisas.”<sup>80</sup>

#### 5.4 A nova interpretação natural de Galileu

Feyerabend denomina de *interpretações naturais* a origem e o efeito dessas operações mentais. Operações mentais que se mostram quase indissociáveis dos fatos, fenômenos ou aparências. Ele afirma que tais interpretações naturais ora são vistas como pressupostos a priori, como ocorria na filosofia de Kant, ora como preconceitos, lembrando o que propunha Bacon, que precisam ser evitados.

É claro que essas interpretações naturais não são as únicas nem tampouco definitivas. Elas também passam por um desenvolvimento histórico. Discutir o significado de uma aparência, revelando sua falácia ou confirmando sua verdade, nada mais é que discutir a validade das interpretações naturais.

Feyerabend sugere que Galileu propôs uma discussão crítica promotora de novas interpretações naturais. A forma como Galileu teria construído seus diálogos, presentes nas suas últimas obras, levaram-no exatamente à elaboração dessas novas interpretações naturais que dão a impressão de sempre terem existido, como se fossem reminiscências.

“(…) a atitude de Galileu é relativamente fácil de caracterizar: as interpretações naturais são *necessárias*. Os sentidos puros, desajudados da razão, não nos proporcionam verdadeira compreensão da natureza. Necessários para chegarmos a essa compreensão verdadeira são os ‘sentidos, *acompanhados pela razão*’ (Galileu nos *Diálogos*).”<sup>81</sup>

---

<sup>80</sup> Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 107.

<sup>81</sup> Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 108.

Para os pensadores aristotélicos, o movimento de queda de um grave é retilíneo e vertical. Para Copérnico e seus seguidores, esse mesmo movimento é “*a um tempo, retilíneo e circular*”. Ambas as afirmações são baseadas em argumentos nascidos da observação, isto é, tanto os aristotélicos quanto os copernicanos falam a linguagem do movimento real.

Se aceitarmos a concepção de movimento real dos aristotélicos, isto é, sua interpretação natural, o pensamento de Copérnico é refutado. É dessa forma que se colocava o problema como o próprio Galileu, segundo Feyerabend, o entendia: o pensamento comum, ou dominante, do século XVII apontava para o caráter operativo de todo movimento, admitindo o realismo ingênuo com respeito ao movimento. Todo movimento era considerado, por esse pensamento dominante, como absoluto.

Obviamente há situações em que o movimento ilusório é patente, como é o caso do exemplo do movimento da Lua, anteriormente mencionado. Porém, há situações que já se configuram como casos paradigmáticos em que “*é psicologicamente muito difícil ou mesmo impossível admitir engano*”. É esse tipo de situação que aprendemos desde a infância. O movimento da pedra, utilizado no argumento da torre, é um dos exemplos típicos.

“Como poderíamos deixar de perceber o rápido movimento da grande porção de matéria que se supõe a Terra seja? Como poderia escapar-nos o fato de que a pedra, caindo, percorre ampla trajetória no espaço? Do ponto de vista do pensamento e da linguagem do século XVII, o argumento é, portanto, impecável e convincente.”<sup>82</sup>

Para sair desse enredo, que coloca obstáculos para uma nova teoria, é necessário apelar para alguma espécie de “*medida externa de comparação*” que inclui novos modos de relacionar conceitos e dados de percepção. Feyerabend sugere o procedimento contra-indutivo como um bom modo para encontrar as contradições entre essa teoria e os fatos já consagrados segundo outro modo de pensar. Teria sido dessa maneira que Galileu introduziria uma nova interpretação natural, a saber, a de que o movimento compartilhado não seria perceptível, isto é, não conseguiríamos perceber o movimento da Terra, assim como não percebemos o movimento circular de uma pedra caindo, pois compartilhamos do mesmo movimento. Assim, Galileu dava

---

<sup>82</sup> Paul Feyerabend, *op. cit.*, nota 72, p. 110.

realidade apenas ao movimento relativo. Desta forma, Galileu introduzia uma “*nova linguagem de observação*” e a sua concepção de relatividade.

### 5.5 “A propaganda é a alma do negócio”

Feyerabend afirma que Galileu substituiu uma interpretação natural por outra muito diferente recorrendo não apenas a argumentos lógicos e a fatos reais, mas também à propaganda. Um diálogo entre os personagens de Galileu, onde é explicitada uma situação envolvendo o conceito não-operativo de movimento, serve de exemplo para essa argumentação de Feyerabend:

**Salviatti:** (...) imagine-se em um navio, com os olhos fixos em um ponto da verga da embarcação. Acha você que, por estar o navio a mover-se rapidamente, terá que mover os olhos para mantê-los fixos na verga e acompanhar-lhe o movimento?

**Simplicio:** Estou certo de que não será preciso qualquer movimento. E isso não apenas quanto a meus olhos; se eu tivesse apontado um mosquetão (para a verga), não seria preciso desviá-lo nem um pouco para mantê-lo apontado, sem importar o quanto a embarcação se movesse.

**Salviatti:** E isso ocorre porque o movimento que a embarcação confere à verga, confere também a você e a seus olhos, de sorte que não é preciso movê-los para fixar o topo da verga, que, em consequência, parece-lhe imóvel. (E os raios da visão caminham do olho à verga, como se uma corda estivesse estendida entre as duas extremidades do navio. Ora, centenas de cordas estão estendidas entre diferentes pontos fixos, e cada qual delas conserva sua posição, esteja o navio em movimento ou em repouso.)”<sup>83</sup>

E Galileu prossegue:

“(...) também é verdade que, estando a Terra em movimento, o movimento da pedra, ao cair, corresponde a uma longa extensão de centenas ou milhares de metros; e se a pedra pudesse marcar seu curso no ar imóvel ou em alguma outra superfície, deixaria assinalada uma longa linha oblíqua. Todavia, aquela parte de todo esse movimento, que é comum à pedra, à Terra

---

<sup>83</sup> Trecho dos **Diálogos**, de Galileu. Citado por Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 123-124.

e a nós próprios, permanece imperceptível, sendo como se não existisse. Só se torna observável aquela parte de que nem a torre, nem nós participamos; em outras palavras, aquela parte com que a pedra, ao cair, mede a torre.”<sup>84</sup>

Com esse modo de argumentar, Galileu conseguiu fazer com que uma experiência que parecia contradizer o movimento da Terra fosse utilizada para confirmar tal movimento.

Porém, o que Feyerabend denomina de princípio da relatividade de Galileu, ainda não era suficiente para explicar porque a pedra acompanha a torre. Galileu introduziu outro princípio, o princípio da inércia circular, isto é, aquele que afirma que um objeto dotado de movimento circular uniforme sobre uma esfera livre de atrito continuará dotado de tal movimento para todo o sempre ou até que algo se lhe oponha a esse movimento. Assim, juntando a aparência da pedra caindo, o princípio da relatividade e o da inércia circular, Galileu articulou a proposta copernicana.

Feyerabend acrescenta que essas hipóteses formuladas e assumidas por Galileu têm todas as características de hipóteses *ad hoc*, isto é, ele alterou sua concepção de movimento para fazê-la compatível com a ideia de rotação da Terra.

Além disso, Feyerabend destaca que Galileu louvava sobremaneira o fato de que Copérnico não tenha levado em consideração sensações que o teriam impedido de levar avante seu projeto. De novo o argumento da propaganda joga seu papel como, por exemplo, quando Galileu, através de Salviatti, “explicava” porque havia tão poucos copernicanos:

“**Salviatti:** Você se espanta por existirem tão poucos seguidores da opinião pitagórica, ao passo que eu me espanto por já haver surgido alguém que a abraça e acompanhe. Jamais poderei louvar suficientemente a notável perspicácia dos que se ligaram àquela opinião e a acolheram como verdadeira: em apoio na pura força do intelecto, fizeram eles tal violência aos próprios sentidos que chegaram a preferir o que a razão lhes dizia ao que, em sentido contrário, a experiência sensível apontava claramente.”<sup>85</sup>

---

<sup>84</sup> Trecho dos **Diálogos**, de Galileu. Citado por Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 124-125.

<sup>85</sup> Trecho dos **Diálogos**, de Galileu. Citado por Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 154-155.

## 5.6 Para garantir uma teoria racional, a razão foi abandonada

Feyerabend a seguir afirma que Galileu fez uso de suas observações com o telescópio para afastar tais sensações, porém sem apontar claramente as razões de porque se poderia confiar que o telescópio descreveria um quadro mais verdadeiro. Embora a aceitação terrestre do telescópio não fosse problemática, em função da concepção que separava o celeste do terrestre, a aceitação desse instrumento para descrever o que se passava nos céus não era tão pacífica. Afinal, como ensinavam os antigos gregos, cujo pensamento ainda era dominante no período vivido por Galileu, os objetos celestes e terrestres constituíam-se de materiais diferentes. Assim, como não imaginar que o telescópio pudesse interferir com o que se observava? Deste modo, a aceitação pura e simples do telescópio como um “*sentido superior e mais aperfeiçoado que o sentido natural e comum*”<sup>86</sup> não deixava de ser também uma hipótese *ad hoc*.

Para oferecer um exemplo desse problema, Feyerabend cita um trecho de uma carta de Kepler:

“Não desejo esconder-lhe que vários italianos enviaram cartas a Praga, afirmando que não chegaram a ver aquelas estrelas em seu telescópio. Pergunto-me como pode ocorrer que tantos neguem o fenômeno, inclusive aqueles que usam um telescópio. Ora, levando em conta o que por vezes acontece comigo, não considero impossível que uma pessoa possa ver o que milhares são incapazes de ver (...).”<sup>87</sup>

A aceitação, por parte de Galileu, do que mostrava o telescópio deveu-se ao fato de que o que ele “via” ajustava-se à doutrina de Copérnico, daí ser denominada de hipótese *ad hoc*, portanto, casuísta.

“Deste modo, diz Feyerabend, Galileu usou duas hipóteses que não contavam com qualquer outra forma de suporte – a teoria copernicana e a hipótese do telescópio – para se apoiarem mutuamente. Ambas as hipóteses eram *ad hoc*, mas o fato de se reforçarem mutuamente tornou-as mais plausíveis do que teriam sido separadamente.”<sup>88</sup>

<sup>86</sup> Trecho dos **Diálogos**, de Galileu. Citado por Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 157.

<sup>87</sup> Carta de Kepler datada de 9 de agosto de 1610. Citada por Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 193.

<sup>88</sup> G. F. Kneller, **op. cit.**, nota 57, p. 81.

Assim, duas hipóteses aparentemente inadequadas transformaram-se em armas poderosas quando usadas conjuntamente e com hábeis argumentos persuasivos e propagandísticos.

“Claro se torna que a adesão às novas idéias terá de ser conseguida por meios outros que não argumentos. Terá de ser conseguida por *meios irracionais*, como a propaganda, a emoção, as hipóteses *ad hoc* e os preconceitos de toda espécie. Tornam-se necessários esses ‘meios irracionais’ para dar apoio àquilo que não passa de fé cega, até que disponhamos das ciências auxiliares, de fatos, de argumentos que transformam a fé em ‘conhecimento’ bem fundado.”<sup>89</sup>

Encontramos aí uma argumentação que diz que em determinadas condições históricas a razão pode ser posta de lado. O paradoxo é que, segundo Feyerabend, esse abandono da razão foi necessário para que uma teoria racional tivesse sua existência garantida.

### 5.7 A “profissão de fé” de Feyerabend

Para concluir este breve resumo das principais ideias de Paul Feyerabend, contidas no seu livro *Contra o método*, transcrevemos a seguir um trecho onde comparece uma espécie de “profissão de fé” epistemológica de Feyerabend.

“Em resumo: para onde quer que olhemos, sejam quais forem os exemplos por nós considerados, verificamos que os princípios do racionalismo crítico (tomar os falseamentos a sério; aumentar o conteúdo; evitar hipóteses *ad hoc*; ‘ser honesto’ - signifique isso o que significar; e assim por diante) e, *a fortiori*, os princípios do empirismo lógico (ser preciso; apoiar as teorias em medições; evitar idéias vagas e imprecisas; e assim por diante) proporcionam inadequada explicação do passado desenvolvimento da ciência e são suscetíveis de prejudicar-lhe o desenvolvimento futuro. Proporcionam inadequada versão da ciência, porque esta é muito mais ‘fugidia’ e ‘irracional’ do que sua imagem metodológica. E são suscetíveis de prejudicar a ciência, porque a tentativa de torná-la mais

---

<sup>89</sup> Paul Feyerabend, *op. cit.*, nota 72, p. 238.

‘racional’ e mais precisa pode, como vimos, destruí-la. (...) Sem ‘caos’, não há conhecimento. Sem freqüente renúncia à razão, não há progresso. Idéias que hoje constituem a base da ciência só existem porque houve coisas como o preconceito, a vaidade, a paixão; (...) Não há uma só regra que seja válida em todas as circunstâncias, nem uma instância a que se possa apelar em todas as situações. (...)

Há mitos, há dogmas de teologia, há metafísica e há muitas outras maneiras de elaborar uma cosmovisão. Faz-se claro que uma conveniente interação entre a ciência e essas cosmovisões ‘não científicas’ necessitará do anarquismo ainda mais que a própria ciência. E, assim, o anarquismo não é apenas possível, porém, necessário, tanto para o progresso interno da ciência, quanto para o desenvolvimento de nossa cultura como um todo.”<sup>90</sup>

Tudo isso é apenas uma provocação? Cabe a cada um de nós decidir.

---

<sup>90</sup> Paul Feyerabend, **op. cit.**, nota 72, p. 278-279.



## Capítulo 6

### O novo espírito científico de Bachelard

*“Os sábios julgam libertar-se da filosofia ignorando-a ou vituperando-a. (...) Por muito que façam, os sábios mantêm-se dominados pela filosofia. A questão consiste apenas em saber se querem ser dominados por alguma má filosofia da moda, ou se pretendem deixar-se guiar por uma forma de pensamento teórico que repouse sobre o conhecimento da história do pensamento e das suas aquisições.”*

F. Engels <sup>91</sup>

#### 6.1 Introdução

Ultimamente tem havido um ressurgimento internacional da obra bachelardiana, inclusive aqui no Brasil, principalmente em trabalhos sobre ensino e aprendizagem de ciências. Isso tem ocorrido tanto com relação à vertente poética, do pensador noturno, quanto à vertente epistemológica, do pensador diurno, dos trabalhos de Gaston Bachelard. Porém, na discussão ainda dominante na filosofia das ciências, particularmente nos países sob influência maior do pensamento anglo-saxão, a menção ao pensamento do filósofo francês é rara. Como exemplo dessa omissão podemos citar o estudo do grupo liderado por Larry Laudan, já mencionado no capítulo 1.

Como deverá ficar claro ao longo do breve estudo que faremos a seguir, essa epistemologia do “novo espírito científico” não pode ficar ausente do estudo a respeito do desenvolvimento das ciências naturais contemporâneas e da iluminação do seu passado através de uma recorrência histórica que só tem sentido se referenciada à própria evolução do discurso epistemológico.

O filósofo brasileiro Hilton Japiassú procurou corrigir a ausência do pensamento de Bachelard entre nós através de um livro introdutório onde destaca a contribuição epistemológica do filósofo francês mesclada um pouco com sua vertente poética. Logo no início desse seu livro, Japiassú destaca a importância do trabalho de Bachelard:

---

<sup>91</sup> Friedrich Engels. **Dialética da natureza**. Lisboa: Editorial Presença, 1974, p. 216-217; e Paris: Ed. Sociales, 1968, p. 211.

“Gaston Bachelard pode ser justamente considerado, em nossos dias, o mais notável filósofo das ciências de língua francesa. Podemos dizer que foi sua epistemologia da ruptura que instaurou uma nova maneira de se conceber a história das ciências. Ao recusar terminantemente fixar a ciência contemporânea num estado definitivo e perenizado, esta epistemologia assume, como seu ‘outro eu’, a historicidade constitutiva do conhecimento racional.”<sup>92</sup>

Nos últimos anos muitos dos livros de Bachelard sobre a construção poética, sobre o imaginário do sonhador, foram editados no Brasil pela primeira vez. Alguns dos seus livros sobre epistemologia científica conheceram as prateleiras de nossas livrarias a partir de meados da década de 1970.

Os filósofos da ciência que estudamos nos capítulos anteriores não fazem referência a Bachelard nos seus trabalhos. Thomas Kuhn apenas o menciona em uma nota de rodapé num de seus livros. Quais as razões dessa omissão?

Talvez uma das razões seja devido à peculiaridade do discurso de Bachelard que torna difícil enquadrá-lo numa determinada escola de pensamento bem definida.

Neste capítulo trataremos apenas de algumas categorias do seu pensamento, privilegiando aquelas que se referem às mudanças teóricas evidenciadas pela física.

## 6.2 Alguns dados sobre a vida intelectual de Bachelard

Gaston Bachelard nasceu na França em 1884. Sua obra inicia-se com a publicação de seu primeiro livro em 1928 e prosseguiu até o ano de sua morte, em 1962. Ao todo ele publicou catorze livros sobre epistemologia e outros tantos sobre o imaginário poético.

Ele se dedicou ao estudo das mais variadas áreas do saber: matemática, engenharia, física, filosofia, poética e crítica literária. Alguns de seus comentadores afirmam que ele próprio é um contra-exemplo de uma frase sua: “(...) *não há correspondência entre as virtudes de uma vida e os valores de uma filosofia*”. Isso porque a vida de Bachelard determinou muitos de seus passos filosóficos, poéticos e interesses de investigação.

---

<sup>92</sup> Hilton Japiassú. **Para ler Bachelard**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976, p. 9. Recomendo fortemente a leitura desse livro para todos aqueles que desejem conhecer mais detalhes do pensamento de Bachelard.

Bachelard foi muito apegado ao campo – quase um camponês – e daí tirou sua forte dependência dos elementos da natureza que iriam alimentar o seu imaginário, a sua racionalidade, o seu devaneio, a sua poética, que tratam do fogo, da água, do ar, dos rios, das flores e da terra.

Bachelard foi professor secundário por cerca de dezesseis anos, lecionando as mais diferentes disciplinas. É dessa experiência que ele extrai a inspiração para algumas importantes incursões pedagógicas encontradas ao longo de seus livros.



Gaston Bachelard (1884-1962)

Em 1940, após publicar uma série de livros, passou a lecionar na Universidade Sorbonne, onde permaneceu até o fim da sua vida.

Na sua obra estão presentes duas vertentes do pensamento que complementam e completam o imaginário do “*indivíduo pensante das vinte e quatro horas*”, o *diurno* da descoberta científica, do pensamento essencialmente racional, e o *noturno* da vertente onírica, pensamento guiado pelo devaneio. São duas modalidades de consciência: uma da racionalidade e outra da imaginação, uma levando ao pensamento científico e a outra conduzindo à criação poética.

Há um laço que une essas duas vertentes e sua busca fundamental: Bachelard queria desvelar o lado secreto do mundo e ele dizia que isso somente seria possível rompendo com o aparente. É assim que o filósofo Gaston Bachelard, tanto o diurno quanto o noturno, tanto o científico quanto o poético, tornou-se conhecido como o filósofo da ruptura.

Eis um pequeno trecho bastante significativo de um livro da vertente poética de Bachelard:

“A imaginação não é, como sugere a etimologia, a faculdade de formar imagens da realidade; é a faculdade de formar imagens que ultrapassam a realidade, que cantam a realidade. É uma faculdade de sobre-humanidade (...) A imaginação inventa mais do que coisas e dramas; ela inventa vida nova, inventa espírito novo; abre olhos que possuem tipos novos de visão. Ele verá se ela tem ‘visões’. Terá visões se ela se educar com devaneios

antes de se educar com experiências; se as experiências vierem, em seguida, como provas de seus devaneios.”<sup>93</sup>

### 6.3 A motivação epistemológica de Bachelard

As imagens e os conceitos formam os dois polos opostos da atividade intelectual representados pela imaginação e pela razão. Enquanto no reino do imaginário, do poético, a imaginação tem o máximo de liberdade, isto é, os produtos literário-poéticos não precisam ter necessariamente vínculo com o real, o mesmo não ocorre no reino da razão, no campo do pensamento científico. Aí as construções intelectuais não podem ser totalmente livres pois há um estreito compromisso com o real, seja lá o que isso significar. Vera Lucia Felicio enlaça as concepções de imaginação e de razão de Bachelard com estas palavras:

“Por diferentes que sejam, a razão e a imaginação, a ciência e a poesia dão acesso igualmente ao universo do espírito, que é irreal enquanto nega a percepção, mas que por isso mesmo é profundamente ‘super-real’. Bachelard dirá que o homem é aquele que tem o poder de ‘despertar as fontes’, e esse poder inesgotável encontra-se na origem tanto do aspecto polêmico da razão científica, em sua oposição ao realismo empírico e ao dado imediato, quanto da imaginação poética.”<sup>94</sup>

O fio condutor da motivação epistemológica de Bachelard foi o advento da física contemporânea, a teoria da relatividade e a mecânica quântica, nas primeiras décadas do século XX. Há uma mudança epistemológica significativa entre o seu advento e a física clássica que a precedia, como nos relata o próprio Bachelard:

“Em fins do século passado, acreditava-se ainda no caráter empiricamente unificado de nosso conhecimento do real. (...) O cientista era ‘um de nós’, no sentido de Conrad. Ele vivia em nossa realidade, manejava nossos objetos, educava-se com nosso fenômeno, achava a evidência na clareza de nossas intuições. Expunha suas demonstrações de acordo com a nossa geometria e nossa mecânica. Não discutia os princípios e as medidas, e deixava

<sup>93</sup> Gaston Bachelard. *L'eau et les rêves*, p. 23-24. Citado por Hilton Japiassú, *op. cit.*, nota 92, p. 154.

<sup>94</sup> Vera Lucia G. Felicio. *A imaginação simbólica*. São Paulo: EDUSP, 1994, p. 3.

o matemático ao sabor dos axiomas. Contava coisas separadas, não postulava números que não fossem totalmente nossos números. Dele a nós, era muito naturalmente a mesma aritmética. Ciência e Filosofia falavam a mesma linguagem. (...)

Eis, porém, que a Física contemporânea nos traz mensagens de um mundo desconhecido.”<sup>95</sup>

E que tipo de mensagem é portadora a física contemporânea nascida no início deste século? Embora normalmente, ao sermos introduzidos à física contemporânea, não se faça menção às refutações e revoluções ou rupturas no conhecimento científico, cada um de nós tem alguma noção da resposta a essa questão. Do ponto de vista epistemológico, o próprio Bachelard apresenta sua resposta:

“Em seu desenvolvimento contemporâneo, as ciências físicas e químicas podem ser caracterizadas epistemologicamente como domínios de pensamentos que rompem nitidamente com o conhecimento vulgar. (...) O caráter *indireto* das determinações do real científico por si só nos coloca num reino epistemológico novo. (...) Os fenômenos elétricos dos átomos estão *ocultos*. É preciso instrumentá-los num aparelhamento que não tem significação direta na vida comum.”<sup>96</sup>

Na física contemporânea, particularmente na relatividade e na mecânica quântica, a relação entre a matemática e a experiência, que abalou as concepções filosóficas vigentes, como o positivismo e o realismo, recebeu de Bachelard uma atenção especial, como perceberemos na sequência desta apresentação.

#### 6.4 Mudando o sentido do vetor epistemológico

Já no início da década de 30 do século passado, Bachelard adiantava algumas concepções que iriam marcar sua obra epistemológica como um aríete contra as filosofias positivista e neo-positivista.

---

<sup>95</sup> Gaston Bachelard. **Epistemologia**. Trechos escolhidos por Dominique Lecourt. Rio de Janeiro: Zahar, 1977, p. 13-14.

<sup>96</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 95, p. 16.

Nesta breve introdução ao pensamento epistemológico de Bachelard, vamos destacar a sua proposição de um caminho rumo ao *novo espírito científico*. Logo nas primeiras páginas de um livro seu, publicado em 1934, encontramos sua sugestão de mudança no sentido do vetor epistemológico, ainda fortemente marcado pela seta positivista. Dizia ele:

“Qualquer que seja o ponto de partida da atividade científica, esta atividade não pode convencer plenamente senão deixando o domínio de base: se ela experimenta, é preciso raciocinar; se ela raciocina, é preciso experimentar. Toda aplicação é transcendência. Na mais simples das diligências científicas, mostraremos que se pode colher uma dualidade, uma espécie de polarização epistemológica que tende a classificar a fenomenologia sob a dupla rubrica do pitoresco e compreensível, noutras palavras, sob a dupla etiqueta do realismo e do racionalismo. Se soubéssemos, a propósito da psicologia do espírito científico, colocar-nos precisamente na fronteira do conhecimento científico, veríamos que é de uma verdadeira síntese das contradições metafísicas que se ocupa a ciência contemporânea. Todavia o sentido do vetor epistemológico parece-nos bem claro. Ele vai seguramente do racional ao real e de nenhum modo, ao contrário, da realidade ao geral como o professavam todos os filósofos, desde Aristóteles até Bacon. Noutras palavras, a aplicação do pensamento científico parece-nos essencialmente realizante. Procuraremos, pois, mostrar no decurso desta obra o que chamaremos a realização do racional ou mais geralmente a realização do matemático.”<sup>97</sup>

Nessa citação observa-se uma forte semelhança com o pensamento e construção histórica de Alexandre Koyré, principalmente quando este menciona, ao se referir aos trabalhos de Galileu e Descartes sobre a inércia e a queda dos corpos, a “*matematização do real*”.

“E descobrimos, a meditar o trabalho matemático, que ele sempre provém de uma extensão de um conhecimento tomado sobre o real e que, nas próprias matemáticas, a realidade se manifesta em sua função essencial: fazer pensar. Sob uma forma mais ou menos clara, em funções mais ou menos misturadas, um realismo matemático vem cedo ou tarde encorpar o pensamento, dar-lhe permanência psicológica, desdobrar enfim a atividade espiritual, fazendo aparecer, aí como em toda parte, o dualismo do subjetivo e do objetivo.”<sup>98</sup>

---

<sup>97</sup> Gaston Bachelard. **O novo espírito científico**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1985, p. 12-13.

<sup>98</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 97, p. 13-14.

E, o próprio Bachelard completa:

“O corpúsculo e a onda não são coisas ligadas por mecanismos. Sua associação é de ordem matemática; deve-se compreendê-los como momentos diferentes da matematização da experiência.”<sup>99</sup>

### 6.5 Os obstáculos epistemológicos

Bachelard promove uma luta contra os preconceitos e barreiras que se colocam contra o desenvolvimento do pensamento científico. Ele os denominou *obstáculos epistemológicos*. Exemplos de obstáculos epistemológicos são os conceitos ou pré-conceitos adquiridos através de uma relação supostamente ingênua com os fenômenos, sejam eles relativos ao universo físico ou psíquico. Assim, a crença de que os objetos mais pesados chegam antes ao solo, a concepção não-inercial dos movimentos, a concepção de espaço e tempo como entidades absolutas e até mesmo a ideia de que uma partícula quântica é uma partícula pequena, como destaca Bachelard, são alguns exemplos de obstáculos epistemológicos que um conhecimento mais elaborado tem que enfrentar, para ser aceito como uma outra forma de dialogar com o mundo.

Bachelard afirmava que esses obstáculos epistemológicos se devem ao psiquismo humano, às resistências psicológicas em abandonar determinadas concepções que causariam certa instabilidade psíquica, às crenças que são produzidas por fatores culturais os mais diversos como, por exemplo, os religiosos e ideológicos.

Creio que vale a pena retornar mais uma vez ao filósofo inglês Francis Bacon que, embora atrelado às concepções lógicas e metodológicas de sua época, mostrou um grau apurado de antecipação noutro de seus aforismos:

“XXXVIII - Os ídolos e noções falsas que ora ocupam o intelecto humano e nele se acham implantados não somente o obstruem a ponto de ser difícil o acesso da verdade, como, mesmo depois de seu pórtico logrado e descerrado, poderão ressurgir como obstáculo à

---

<sup>99</sup> Gaston Bachelard, *op. cit.*, nota 97, p. 87.

própria instauração das ciências, a não ser que os homens, já precavidos contra eles, se cuidem o mais que possam.”<sup>100</sup>

Percebemos pelo conteúdo desse aforismo como Bacon também propunha uma luta contra o que Bachelard veio a denominar de obstáculo epistemológico. Num livro publicado em 1938, onde ele procurava conceituar e exemplificar detalhadamente sua concepção de obstáculo epistemológico, Bachelard relaciona a presença desses obstáculos epistemológicos nas aulas introdutórias de ciências para adolescentes, explorando uma temática que está atualmente muito presente entre pesquisadores de ensino de ciências. Por exemplo, ele faz a seguinte crítica aos professores de sua época que, certamente, continua válida nos dias que correm:

“Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim de *mudar* de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.”<sup>101</sup>

No capítulo III de seu livro sobre o *novo espírito científico*, ao discutir a interação entre matéria e radiação, Bachelard apresenta alguns exemplos mais sofisticados de obstáculos epistemológicos. Reproduzo a seguir um longo trecho de seu texto onde ele discute o efeito Raman:

“É somente em 1928 que um físico genial hindu, Sir Raman, assinalou que ‘a luz difundida contém raios de frequências inferiores e superiores à frequência incidente’. O alcance científico da descoberta do efeito Raman é muito conhecido, mas como negligenciar-lhe o alcance metafísico? Com efeito, ao nível da microfísica apreende-se uma cooperação da irradiação e da molécula; a molécula reage acrescentando à irradiação recebida suas características irradiantes próprias. A vibração que vem tocar a molécula não ricocheteará como um objeto inerte, nem tampouco como um eco mais ou menos abafado; ela terá um

---

<sup>100</sup> Francis Bacon, **op. cit.**, nota 31, p. 20-21.

<sup>101</sup> Gaston Bachelard. **A formação do espírito científico**. Trad. de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, p. 23.



outro timbre, pois que vibrações múltiplas virão aí se acrescentar. Mas ainda estão aí um modo de ver e uma expressão demasiado materialista para dar conta da interpretação quântica do fenômeno. É verdadeiramente um espectro luminoso que sai da molécula tocada por um raio? Não é antes um *espectro de números* que nos transmitem as novas matemáticas de um novo mundo? Em todo caso, quando se vai ao fundo dos métodos quânticos, damos bem conta de que não se trata mais de um problema de choque, de ricochete, de reflexão, nem tampouco de uma simples troca energética, mas que as permutas de energia e de luz se estabelecem segundo um duplo jogo de escrita, regulado por conveniências numéricas complicadas. Assim, o azul do céu interpretado matematicamente é atualmente um tema de pensamento científico cuja importância não se poderia exagerar. O azul do céu, do qual avançávamos mais acima a pouca ‘realidade’, é tão instrutivo para o novo espírito científico como o foi, há alguns séculos, o mundo estrelado sobre nossas cabeças.”<sup>102</sup>

Dessa forma, Bachelard elaborava um aspecto importante de sua filosofia: a nova interpretação a respeito dos *fenômenos* do micromundo. Para ele, com o advento da microfísica, ficou impossível uma designação direta do real da forma como a física clássica vinha fazendo. Esse vir fazendo é que se constitui o obstáculo epistemológico, isto é, algo aprendido anteriormente com convicção e que dificulta a apreensão de uma nova forma de pensar ou ver o mundo. O diálogo com o novo mundo da microfísica fica dificultado, obstaculizado por conceitos aprendidos anteriormente.

Retiramos de uma obra bem posterior de Bachelard, publicada em 1951, um outro exemplo de obstáculo epistemológico ainda associado à física do micromundo, à física quântica.

“Seria fácil relacionar muitas observações semelhantes. De resto, basta pensar em fenômenos de interação de partículas de *natureza diferente* como fóton e elétron para compreender que essa interação não pode ser estudada como o choque de duas bolas do mesmo marfim. É preciso então, pelo menos, dar ao ‘choque’ novas definições. O efeito de Compton que estuda tal interação é grávido de novos pensamentos. Perderíamos seu valor instrutivo se desprezássemos a variação de frequência do fóton, se nos limitássemos a ver no encontro um ‘choque’.

---

<sup>102</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 97, p. 69-70.

(...) De fato, a noção de corpúsculo definido como ‘um pequeno pedaço de espaço’ nos conduziria a uma física cartesiana, a uma física democriteana contra as quais é preciso pensar se quisermos enfocar os problemas da ciência contemporânea. A noção de corpúsculo concebido como um pequeno corpo, a noção de interação corpuscular concebida como o choque de dois corpos, eis exatamente *noções-obstáculos*, noções de cessa-cultura, contra as quais devemos nos prevenir.

E a esse propósito, é todo o drama da ‘explicação nas ciências’ que é preciso lembrar: por que se explica e a quem se explica? Sem dúvida, explica-se a quem precisa de explicação, e a quem não sabe. Mas acaso sabe-se um pouco e se quer saber mais? E se o ignorante quer saber *mais*, estará disposto a saber *de modo diferente*? Estará pronto a receber progressivamente toda a problemática do tema estudado? Em suma, tratar-se-á de curiosidade ou de cultura? Se a ‘explicação’ não passa de uma *redução* ao conhecimento vulgar, ao conhecimento comum, nada tem a ver com a essencial *produção* do pensamento científico. Ora, muito freqüentemente, repetamo-lo sobre essa questão precisa de nossa discussão, a filosofia ao interrogar o cientista lhe pede para *reduzir* o conhecimento científico ao conhecimento usual, isto é, ao conhecimento sensível. Ele recua séculos para encontrar a feliz ingenuidade das intuições primeiras.”<sup>103</sup>

Com base nesse modo de argumentação podemos destacar duas classes distintas de obstáculos epistemológicos. Uma primeira é aquela relacionada com as chamadas *experiências primeiras*<sup>104</sup>, que estão sempre mais carregadas de opinião do que de considerações racionalmente construídas. A opinião não pode ser entendida como conhecimento pois

“(...) Não se pode basear nada na opinião: antes de tudo, é preciso destruí-la. Ela é o primeiro obstáculo a ser superado. (...) O espírito científico proíbe que tenhamos uma opinião sobre

---

<sup>103</sup> Gaston Bachelard. **L'Activité rationaliste de la physique contemporaine**. Paris: Presses Universitaires de France, 1951, p. 85-86. Extraído de Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 95, p. 59-60.

<sup>104</sup> Um educador francês contemporâneo, Georges Snyders, ao referir-se à experiência primeira, generaliza essa concepção substituindo-a por *cultura primeira*, que seria aquela construída pelo acúmulo do conhecimento mais próximo do senso comum. A cultura que nasce a partir do conhecimento mais acadêmico, construído a partir das pesquisas sistemáticas empreendidas por pesquisadores orgânicos, Snyders denomina *cultura elaborada*. Assim, para ele a cultura primeira seria portadora dos obstáculos epistemológicos que se oporiam ao advento dos conceitos próprios da cultura elaborada. Para mais detalhes consultar: Georges Snyders. **Alegria na escola**. São Paulo: Manole, 1988.

questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular com clareza.”<sup>105</sup>

Uma segunda classe de obstáculos epistemológicos nasce com a transformação do conhecimento científico numa espécie de verdade última e definitiva. Isto também levaria o conhecimento à estagnação, ao conformismo. Em função desse raciocínio, Bachelard em algum lugar chega a afirmar que “*o principal inimigo da ciência é a própria ciência*”.

As duas classes de obstáculos epistemológicos funcionam da mesma forma. Bachelard propõe que se lute contra elas. É daí que nasce a sua concepção de ruptura, que levou o filósofo francês Althusser a falar em *cortes epistemológicos*.

“A prática teórica de uma ciência é sempre completamente distinta da prática teórica ideológica de sua pré-história: esta distinção toma a forma de uma descontinuidade teórica e histórica *qualitativa* que eu, seguindo Bachelard, chamarei de um *corte epistemológico*.”<sup>106</sup>

É disso que trata a próxima seção.

## 6.6 Introduzindo o conceito de ruptura epistemológica

A breve introdução presente nas seções anteriores já dá uma ideia de como o pensamento de Bachelard diverge da proposta de desenvolvimento científico de Popper, que estava em gestação no período em que foi publicado o livro *O novo espírito científico*.

Na citação seguinte, Bachelard analisa a relação entre a física clássica de Newton e a física relativista de Einstein. Sua posição é próxima daquela que, quase três décadas mais tarde, seria encontrada no livro sobre a estrutura das revoluções científicas de Thomas Kuhn, como tivemos oportunidade de analisar brevemente no capítulo 4:

“Do ponto de vista astronômico, a refundição do sistema einsteiniano é total. A astronomia relativista não sai de modo algum da astronomia newtoniana. O sistema de Newton era um

---

<sup>105</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 101, p. 18.

<sup>106</sup> Louis Althusser. **For Marx**. Harmondsworth, UK: Penguin Books, 1969, p. 167-168.

sistema acabado. Corrigindo parcialmente a lei de atração, aperfeiçoando a teoria das perturbações, havia numerosos meios para dar conta do ligeiro avanço do perihélio de Mercúrio assim como das outras anomalias. Deste lado não havia necessidade de subverter de cima para baixo o pensamento teórico para adaptá-lo aos dados da observação. Vivíamos, aliás, no mundo newtoniano como numa residência espaçosa e clara. O pensamento newtoniano era de saída um tipo maravilhosamente transparente de pensamento fechado; dele não se podia sair a não ser por arrombamento.”<sup>107</sup>

Esse arrombamento mencionado por Bachelard leva-nos a compreender a força dos obstáculos epistemológicos, mesmo quando estes têm a chancela de um conhecimento científico racionalmente construído, como é o caso da física newtoniana.

A aproximação entre o pensamento de Bachelard e o de Kuhn fica ainda mais evidente na sequência desse texto que deixa a impressão de estarmos lendo algo escrito por Kuhn, particularmente quando este trata da revolução científica:

“Mesmo sob aspecto simplesmente numérico, enganamo-nos, acreditamos, quando vemos no sistema newtoniano uma primeira aproximação do sistema einsteiniano, pois que as sutilezas relativistas não decorrem de uma aplicação aperfeiçoada dos princípios newtonianos. Não se pode, portanto, dizer corretamente que o mundo newtoniano prefigura em suas grandes linhas o mundo einsteiniano. É bem depois, quando nos instalamos de improviso no pensamento relativista, que reencontramos nos cálculos astronômicos da Relatividade - por mutilações e abandonos - os resultados numéricos fornecidos pela astronomia newtoniana. Não há portanto, transição entre o sistema de Newton e o sistema de Einstein. Não se vai do primeiro ao segundo acumulando conhecimentos, redobrando os cuidados nas medidas, retificando ligeiramente os princípios. É preciso, ao contrário, um esforço de novidade total. Segue-se, pois, uma indução transcendente e não uma indução amplificante, indo do pensamento clássico ao pensamento relativista. Naturalmente, após esta indução pode-se, por redução, obter a ciência newtoniana. A astronomia de Newton é, pois, finalmente um caso particular da Panastronomia de Einstein, como a geometria de Euclides é um caso particular da Pangeometria de Lobatchewsky.”<sup>108</sup>

---

<sup>107</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 97, p. 43.

<sup>108</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 97, p. 43-44.

Notamos, nessa longa citação, que a análise de Bachelard é próxima daquela formulada por Kuhn no que respeita a transição de uma teoria para outra. Por outro lado, no que diz respeito às situações-limite, às fronteiras entre as duas teorias, percebemos também uma aproximação com o pensamento de Karl Popper, se bem que com outra significação. Isso porque, na sua forma de interpretar a transição, Bachelard prefigura a existência da *ruptura*, ou da *revolução científica*, nos termos de Kuhn. Afinal, como afirma o filósofo francês, só se pode sair do sistema newtoniano “*por arrombamento*”. A razão de ser dessa ruptura de conhecimento fica mais clara se a associarmos com o conceito de obstáculo epistemológico discutido na seção anterior.

### 6.7 Uma nova concepção de fenômeno

Quando abordamos a noção de obstáculo epistemológico, na 5ª seção deste capítulo, vimos como Bachelard menciona a concepção clássica de fenômeno como um possível obstáculo a ser superado. Nesta seção analisaremos brevemente a nova interpretação que Bachelard dá aos fenômenos associados ao mundo quântico, ao que ele denomina microfísica.

Para tratar desse problema, Bachelard introduz a ideia de *nômeno* ou noumeno. Ele afirma que o *real* da ciência contemporânea não aparece como fenômeno, mas como nômeno, isto é, como um sentido escondido atrás do fenômeno.

Bachelard entendia que com o surgimento das micropartículas, que não são simplesmente partículas pequenas (!), era preciso renunciar à noção clássica de objeto, de “coisa”, pelo menos no reino do mundo atômico isso seria inevitável. Assim, a microfísica seria uma ciência não-fenomenológica, seria uma ciência nomenológica. O fenômeno seria um objeto da percepção enquanto que o nômeno seria um objeto do pensamento. Eis mais um pequeno trecho de *O novo espírito científico* onde Bachelard exalta o papel da razão:

“Como nos propomos estudar principalmente a filosofia das ciências físicas, é a realização do racional na experiência física que será preciso esclarecermos. Esta realização que corresponde a um realismo técnico, parece-nos um dos traços distintivos do espírito científico contemporâneo, bem diferente a este respeito do espírito científico dos últimos séculos, bem afastado em particular do agnosticismo positivista ou das tolerâncias pragmáticas, sem relação enfim com o realismo filosófico tradicional. Com efeito, trata-se de um realismo de segunda posição, de um realismo em reação contra a realidade usual, em

polêmica contra o imediato, de um realismo constituído de razão realizada, de razão experimentada. O real que lhe corresponde não é rejeitado ao domínio da coisa em si incognoscível. Tem ele uma riqueza noumenal bem outra. Enquanto que a coisa em si é um noumeno por exclusão dos valores fenomenais, bem nos parece que o real científico é feito de uma contextura noumenal própria a indicar os eixos da experimentação. A experiência científica é assim uma razão confirmada. Este novo aspecto filosófico da ciência prepara uma volta do normativo na experiência: a necessidade da experiência sendo apreendida pela teoria antes de ser descoberta pela observação, a tarefa do físico consiste em depurar suficientemente o fenômeno para recobrar o noumeno orgânico.”<sup>109</sup>

## 6.8 A evolução da ciência e da filosofia em períodos históricos

Fecho nesta introdução ao pensamento bachelardiano mencionando algumas de suas argumentações sobre a história das ciências.

Bachelard destacava que, ao lado da evolução do conhecimento científico em si mesmo, havia uma evolução metodológica passando por sucessivas escolas: animismo, realismo, positivismo, racionalismo, até chegar ao racionalismo completo e dialético, ao surracionalismo.

Ele argumentava que o próprio racionalismo é mutável, produzindo um pluralismo na cultura filosófica. Em função dessa evolução metodológica do pensamento científico, Bachelard introduziu a noção de *perfil epistemológico*, que é sempre associado à possibilidade de que uma pessoa utilize diferentes modos de pensar quando se depara com algum conceito científico. Segundo suas palavras seria através do perfil epistemológico ou perfil mental:

“(…) que poderia medir-se a ação psicológica efetiva das diversas filosofias na obra do conhecimento. Expliquemos o nosso pensamento sobre o exemplo do conceito de massa. Quando nós próprios nos interrogamos, damo-nos conta de que as cinco filosofias que consideramos (realismo ingênuo – empirismo claro e positivista – racionalismo newtoniano ou kantiano – racionalismo completo – racionalismo dialético) orientam em direções diversas utilizações pessoais da noção de massa. Tentaremos então pôr grosseiramente em evidência a sua importância relativa colocando em abcissas as filosofias sucessivas e em ordenadas um valor que – se pudesse ser exato – mediria a frequência de utilização efetiva

---

<sup>109</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 97, p. 14.

da noção, a importância relativa das nossas convicções. Com uma certa reserva relativamente a esta medida muito grosseira, obtemos então para nosso perfil epistemológico pessoal da noção de massa um esquema do tipo seguinte:”<sup>110</sup>



Perfil epistemológico da noção de massa, Bachelard, 1972 p25

Sempre que fala em evolução do pensamento científico, Bachelard ressalta a descontinuidade, a ruptura com os obstáculos epistemológicos que se sucedem, como característica dessa evolução histórica. Assim, com relação ao conceito de massa, interiorizamos uma certa noção do mesmo quando compreendemos as diferenças entre o tamanho e o peso de um determinado corpo. A noção de massa estará associada ao uso da balança. Essa visão, denominada por Bachelard de realista, se constitui num obstáculo epistemológico ao racionalismo associado à noção newtoniana de massa. Esta, por seu turno, se converterá em novo obstáculo para a noção de massa da teoria da relatividade, que ele associa ao racionalismo completo. Assim vemos que Bachelard utiliza a ideia de uma certa evolução do pensamento científico de um indivíduo e do próprio conceito através de continuidades e rupturas.

Diz ele:

“Uma das objeções mais naturais dos *continuistas da cultura* consiste em evocar a *continuidade da história*. Dado que se faz um *relato contínuo* dos acontecimentos, acredita-se facilmente reviver os acontecimentos na continuidade do tempo e dá-se insensivelmente a toda a história a unidade e a continuidade de um livro. Desenham-se então as dialéticas sob uma sobrecarga de acontecimentos menores. E no que se refere a acontecimentos

<sup>110</sup> Gaston Bachelard. **A filosofia do não. Filosofia do novo espírito científico**. Lisboa: Editorial Presença, 1972, p. 57-58.

epistemológicos que nos ocupam, não se aproveitam da extrema sensibilidade dialética que caracteriza a história das ciências.”<sup>111</sup>

Assim, Bachelard ressalta as rupturas na evolução histórica do desenvolvimento científico, mas não deixa de reconhecer uma verdadeira *evolução* ou progresso da ciência. Ele destaca três grandes períodos na história da ciência:

1º: caracterizado pelo estado *pré-científico*, que corresponde à Antiguidade Clássica, aos séculos do Renascimento e aos novos esforços dos séculos XVI, XVII e XVIII;

2º: caracterizado pelo estado *científico*, que se inicia no final do século XVIII e se estende pelo século XIX e início do século XX;

3º: caracterizado pelo *novo espírito científico*, que se instaura com o advento da ciência contemporânea, talvez em 1905, com a publicação dos primeiros trabalhos de Einstein sobre a relatividade.

Esta divisão provocou o seguinte comentário:

“A direção desse processo é balizada em direção ao progresso científico ou, o que dá no mesmo, pelo avanço da racionalidade e recuo da irracionalidade. Como se processa esse movimento fundamental descontínuo do pensamento científico em direção a um saber cada vez mais racional? Superando os obstáculos, os *obstáculos epistemológicos*, por meio dos *atos epistemológicos*.

O pensamento científico avança da pré-ciência para a ciência e desta para a nova ciência. O caminho do progresso é denunciado pelas próprias palavras empregadas: pré-ciência, ciência, nova ciência. O movimento, porém, ocorre em saltos descontínuos, por viradas, quando torna necessário ao cientista *refazer a cabeça*.”<sup>112</sup>

## 6.9 Conclusão

Encerramos este capítulo com algumas palavras de Gaston Bachelard, que resumem de forma explícita e implícita várias de suas noções discutidas ao longo do texto, sinalizando a sua

---

<sup>111</sup> Gaston Bachelard. **Le materialisme rationnel**. Paris: Presses Universitaires de France, 1953, p. 209. Extraído de Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 95, p. 171 (já existe tradução para o português dessa obra pelas Edições 70, de 1990).

<sup>112</sup> Isaac Epstein. **Revoluções científicas**. São Paulo: Ática, 1988, p. 24.



profissão de fé epistemológica e, ao mesmo tempo, advertindo todos aqueles que pretendam trabalhar com a física e com seu ensino:

“É no momento em que um conceito muda de sentido que ele tem mais sentido (...) Mesmo se colocando do simples ponto de vista pedagógico - do ponto de vista do qual se desconhece freqüentemente a importância psicológica - o aluno compreenderá melhor o valor da noção galileana de velocidade se o professor souber expor o papel aristotélico da velocidade no movimento. Prova-se assim o **incremento psicológico** realizado por Galileu. Acontece exatamente o mesmo quanto à retificação dos conceitos realizados pela Relatividade. O pensamento não-newtoniano absorve assim a mecânica clássica e distingue-se dela.”<sup>113</sup>

---

<sup>113</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 97, p. 51.

## Poema para Galileo (trechos)

**Antonio Gedeão** (Pseudônimo de Rômulo de Carvalho (1906-1997), metodólogo, professor e autor de livro de ciências português)

“(...) Estavam todos a ralar contigo,  
que parecia impossível que um homem da tua idade  
e da tua condição,  
se estivesse tornando um perigo  
para a Humanidade  
e para a Civilização. (...)”

(...) Mal sabiam os teus doutos juízes, grandes senhores deste pequeno mundo,  
que assim mesmo, empertigados nos seus cadeirões de braços,  
andavam a correr e a rolar pelos espaços  
à razão de trinta quilômetros por segundo.

Tu é que sabias, Galileu Galilei.  
Por isso eram teus olhos misericordiosos,  
por isso era teu coração cheio de piedade,  
piedade pelos homens que não precisam de sofrer, homens ditosos  
a quem Deus dispensou de buscar a verdade.

Por isso, estoicamente, mansamente,  
resististe a todas as torturas,  
a todas as angústias, a todos os contratempos,  
enquanto eles, do alto inacessível das suas alturas,  
foram caindo,  
caindo,  
caindo,  
caindo sempre,  
e sempre,  
ininterruptamente,  
na razão direta dos quadrados dos tempos.”

## Capítulo 7

### A sociologia do conhecimento de Fleck<sup>114</sup>

André Ferrer Pinto Martins

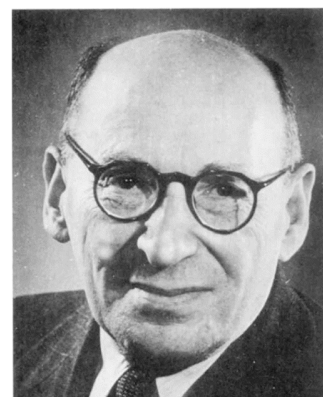
*“Os processos do intelecto não são autônomos. Sejam quais forem a natureza das relações entre a ciência e a sociedade onde está embutida e a conjuntura histórica particular onde ocorre, essa relação existe. Os problemas que os cientistas identificam, os métodos que usam, os tipos de teorias que consideram satisfatórias em geral ou adequadas em particular, as ideias e modelos que usam para resolvê-los são os de homens e mulheres cujas vidas, mesmo no presente, não se restringem ao laboratório ou ao estudo”*

Eric Hobsbawm<sup>115</sup>

#### 7.1 Introdução e alguns dados biográficos

Os autores trazidos até esse ponto, nestas *Notas de Aula*, dialogam mais diretamente com a área da Física, inclusive, devido às suas áreas específicas de formação. Não é esse o caso de Ludwik Fleck (1896-1961), médico atuante e que se dedicou apenas de modo periférico a publicações de natureza epistemológica.

Fleck, como veremos a seguir, permaneceu esquecido por algumas décadas antes de ser redescoberto e ganhar destaque no terreno da epistemologia e da sociologia do conhecimento. Suas ideias têm influenciado, mais recentemente, reflexões em diversas áreas, desde a epistemologia da medicina até a área de ensino de ciências da natureza. Especificamente no Brasil, o volume de publicações que fazem referência a esse autor tem crescido significativamente nos últimos anos.



Ludwik Fleck (1896-1961)

A riqueza das ideias epistemológicas de Fleck torna-se ainda mais evidente quando nos damos conta do período histórico em que foram escritas, assim como da atmosfera intelectual e

<sup>114</sup> Alguns trechos desse capítulo foram retirados e traduzidos de André Ferrer Pinto Martins. Knowledge about Science in Science Education Research from the Perspective of Ludwik Fleck's Epistemology. **Research in Science Education**, v. 46, p. 511-524, 2015.

<sup>115</sup> Eric J. Hobsbawm. **A era dos impérios – 1875-1914**. São Paulo: Paz e Terra, 2010, p. 388.

do contexto político e social da época. Fleck nasceu em Lwów, situada atualmente no oeste da Ucrânia, mas, à época, pertencente à Galícia Polonesa e sob o domínio do Império Austro-húngaro. Trata-se de uma região que presenciou inúmeros conflitos e que, durante a Segunda Guerra Mundial, foi ocupada inicialmente por tropas soviéticas e, em seguida, pelos alemães.

Fleck formou-se em medicina em 1922, aos 26 anos, e passou a se dedicar à área de microbiologia. Entre 1922 e 1939 veio a trabalhar em diversos hospitais e laboratórios de pesquisa, publicando, nesse período, cerca de 39 trabalhos científicos. Realizou pesquisas sobre o tifo e investigou também o aprimoramento do diagnóstico de outras doenças, como a sífilis e a tuberculose.

A vida de Fleck – que era judeu – foi bastante conturbada e marcada pela perseguição nazista que o levou ao confinamento no gueto de Lwów e nos campos de concentração de Auschwitz e Buchenwald durante a Segunda Guerra Mundial. Aparentemente, sua sobrevivência deveu-se ao seu conhecimento da medicina, sendo requisitado por seus alzozes para trabalhar numa vacina contra o tifo. De sua família, apenas sua mulher e filho sobreviveram à guerra.

Apesar disso, Fleck teve uma vida intelectual bastante ativa, tanto antes quanto depois da guerra. Suas leituras sobre epistemologia ocorriam em suas horas de lazer. O ambiente intelectual em Lwów era bastante rico, multicultural e marcado, dentre outros aspectos, pela existência de pessoas que discutiam filosofia da medicina. Além disso, Fleck também teve contato com alguns filósofos de Lwów que podem tê-lo influenciado. Publicou alguns poucos artigos sobre epistemologia ao longo da vida (sete, no total), sendo dois deles ainda na década de 1920 e outros dois na década de 1930. Nesses trabalhos encontram-se os principais fundamentos que estão presentes e mais desenvolvidos em sua obra principal, de 1935: *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*.

Após a guerra, Fleck retomou seu trabalho de pesquisa na área médica, passando pelas cidades de Lublin, Wrocław e Varsóvia. Entre 1946 e 1957, assumiu cargos em universidades polonesas, orientou diversos trabalhos acadêmicos (aproximadamente 50 teses de doutorado) e publicou cerca de 87 artigos científicos em revistas polonesas e internacionais. A partir de 1957 sua saúde começa a piorar em função de um infarto sofrido no ano anterior e da descoberta de um câncer. Nesse mesmo ano, muda-se com a esposa para Israel para ficar próximo ao único

filho, assumindo um cargo em um instituto israelense de pesquisa biológica. Vem a falecer em 1961, aos 64 anos.

## 7.2 Estilos e coletivos de pensamento

Passemos, então, a um breve esboço das ideias de Fleck, sem perder de vista que se trata de uma apresentação consideravelmente limitada e focada somente em alguns dos conceitos centrais de seu pensamento, presentes em sua principal obra<sup>116</sup>.

O conhecimento, para Fleck, é resultado de um processo que é histórico, social e coletivo. Isso não significa apenas dizer que o conhecimento, em geral, e o conhecimento científico, em particular, muda com o tempo e com as sociedades. De modo um pouco mais profundo, os saberes carregam em si mesmos as marcas históricas e sociais dos coletivos que os constroem. A relação propriamente epistemológica se dá entre os pólos tradicionais – sujeito e objeto – acrescidos de um terceiro pólo/elemento: o “estado do saber” de uma determinada época e lugar. É impossível, segundo Fleck, compreender o conhecimento numa perspectiva puramente lógica, sem recorrer a uma sociologia do saber. O conhecimento é o “produto social por excelência”<sup>117</sup>.

“Qualquer teoria do conhecimento que não leva em conta esse condicionamento social de todo conhecimento é uma brincadeira. Quem, entretanto, considera o condicionamento social como um mal necessário, como uma lamentável imperfeição humana a ser combatida, não sabe que, sem esse condicionamento, o conhecimento simplesmente não é possível, e – eu diria ainda – que a palavra ‘conhecer’ somente ganha um significado no contexto de um coletivo de pensamento.”<sup>118</sup>

Nesse aspecto já vislumbramos a discordância de Fleck em relação aos filósofos do Círculo de Viena, pois, para ele, as respostas às questões da epistemologia não viriam do formalismo lógico e nem da consideração tão somente da díade sujeito-objeto do conhecimento.

---

<sup>116</sup> Ludwik Fleck. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

<sup>117</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 85. Cabe apontar que os trechos citados não seguem linearmente a sequência do seu aparecimento no livro. Optamos por isso por entendermos que Fleck trata de vários conceitos de modo recorrente e, muitas vezes, uma citação “fora da ordem” é mais esclarecedora.

<sup>118</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 86.

A obra é dividida em quatro capítulos. Nos capítulos 1 e 3 Fleck analisa dois casos históricos, respectivamente: como surgiu o conceito “atual” de sífilis e a “descoberta” da reação de Wassermann, no campo da medicina. Nos capítulos 2 e 4, são discutidas as consequências para a teoria do conhecimento. A partir dessa análise histórica, Fleck introduz dois conceitos centrais de sua epistemologia: o de *estilo de pensamento* e o de *coletivo de pensamento*.

Faz parte de um estilo de pensamento (EP) uma predisposição a um olhar direcionado. Não há algo como uma observação neutra e isenta de um fenômeno. A percepção da forma (e Fleck se utiliza aqui da *Gestalt*) se dá em conformidade ao estilo. É ele que orienta o ver, sentir e agir de um determinado grupo que o compartilha. Os conceitos têm uma história que só pode ser compreendida em sua relação com os estilos de pensamento que os engendraram.

Nas palavras de Fleck:

“O estilo de pensamento, assim como qualquer estilo, consiste numa determinada atmosfera (*Stimmung*) e sua realização. Uma atmosfera (*Stimmung*) possui dois lados inseparáveis: ela é a disposição (*Bereitschaft*) para um sentir seletivo e para um agir direcionado correspondente. Ela gera as formas de expressão adequadas: religião, ciência, arte, costumes, guerra etc, de acordo com a predominância de certos motivos coletivos e dos meios coletivos investidos. Podemos, portanto, *definir o estilo de pensamento como percepção direcionada em conjunção com o processamento correspondente no plano mental e objetivo*. Esse estilo é marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios do conhecimento. É acompanhado, eventualmente, por um estilo técnico e literário do sistema do saber.”<sup>119</sup>

Já o coletivo de pensamento (CP) é o “portador comunitário do estilo”<sup>120</sup>. Corresponde ao grupo de indivíduos que, num determinado contexto histórico-social, compartilham determinado estilo de pensamento. Um indivíduo pode fazer – e normalmente faz – parte de diversos coletivos simultaneamente. A noção de coletivo traduz a dimensão e o condicionamento social do conhecimento.

Nas palavras de Fleck:

---

<sup>119</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 149 (grifos do autor).

<sup>120</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 154.

“Se definirmos o ‘coletivo de pensamento’ como a *comunidade das pessoas que trocam pensamentos ou se encontram numa situação de influência recíproca de pensamentos, temos, em cada uma dessas pessoas, um portador do desenvolvimento histórico de uma área de pensamento, de um determinado estado do saber e da cultura, ou seja, de um estilo específico de pensamento.*”<sup>121</sup>

O CP representa, para Fleck, um conceito funcional e que não deve ser identificado com um grupo fixo ou de uma classe social, por exemplo. Há coletivos casuais e momentâneos e os estáveis ou relativamente estáveis, correspondentes a grupos socialmente organizados e existentes por períodos mais extensos.

Um estilo de pensamento não é algo fixo, mas sofre transformações (“mutações”) ao longo do tempo. Outro conceito trazido por Fleck é o de protoideias (ou pré-ideias). Representam ideias pré-científicas, mais ou menos vagas, que guardam ligações evolutivas com ideias científicas atuais, ainda que tais ligações não sejam legitimadas pelos conteúdos. Fleck apresenta a noção de sangue sífilítico (corrompido) como exemplo de uma protoideia, e cita também o atomismo da antiguidade grega. É explícito ao afirmar que não se poderia encontrar uma protoideia para cada descoberta científica.

“As protoideias devem ser consideradas como pré-disposições histórico-evolutivas (*entwicklungsgeschichtliche Anlagen*) de teorias modernas e sua gênese deve ser fundamentada na sociologia do pensamento (*denksozial*).”<sup>122</sup>

A percepção da forma desenvolvida e conforme a um estilo representa um estágio maduro de um estilo de pensamento, precedido pela percepção pouco clara das primeiras observações, seguida pela experiência irracional que forma novos conceitos e transforma o estilo. Fleck exemplifica longamente essa ideia apresentando o desenvolvimento histórico do conceito de sífilis enquanto entidade nosológica.

O desenvolvimento de um estilo de pensamento e o compartilhamento de ideias, em seu interior, leva ao que Fleck chama de “harmonia das ilusões”, uma tendência a considerar

---

<sup>121</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 82 (grifos do autor).

<sup>122</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 66 (grifos do autor).

observações e experiências novas sempre em conformidade ao estilo, e a repelir interpretações alternativas. Esse aspecto é bastante forte no interior de coletivos de pensamento altamente especializados. O EP define “o que não pode ser pensado de outra maneira”<sup>123</sup>. Nesse sentido, pode-se falar numa “persistência dos sistemas de opinião” própria dos estilos de pensamento. Não se trata de mera inércia ou cautela, mas de um procedimento ativo. Os sistemas de opinião funcionam como totalidades fechadas, harmoniosas, e tendem a promover o silenciamento das “exceções”, assim como conciliar e acomodar aquilo que é destoante (reinterpretar conforme o estilo).

A iniciação numa determinada área do saber tem, para Fleck, a característica de uma “condução-para-dentro”, uma suave coação<sup>124</sup>, em que o iniciante (jovem pesquisador, no caso da ciência) é apresentado de forma dogmática ao modo de ver, sentir e agir próprios do estilo. Aqui, ganham um papel especial os “manuais”, de que trataremos mais adiante. No capítulo em que trata da reação de Wassermann, Fleck assim caracteriza a iniciação a-histórica numa área do saber:

“A introdução didática, isto é, vinda de uma autoridade, não é simplesmente racional, pois o estágio momentâneo do saber permanece pouco claro sem o conhecimento da história, assim como a própria história permanece pouco clara sem o conhecimento de um estágio momentâneo. Toda introdução didática numa área envolve um tempo em que predomina um ensino puramente dogmático. Prepara-se um intelecto para uma área, acolhe-se o mesmo num mundo fechado, dá-se a ele uma espécie de bênção de iniciação. Se essa iniciação passou a ser tão difundida como, por exemplo, no caso da introdução nos fundamentos da física, ela se torna tão natural que as pessoas se esquecem de tê-la recebido, uma vez que não têm contato com nenhum não iniciado.”<sup>125</sup>

### 7.3 Acoplamentos ativos e passivos

Mas não devemos ficar com a impressão de que o conhecimento, cujo processo de construção dá-se no âmbito de um coletivo e é guiado pelo estilo, é “apenas” uma construção

---

<sup>123</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 150.

<sup>124</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 155.

<sup>125</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 99.



social, numa perspectiva próxima a de vertentes relativistas mais “extremas”. A parte coletiva do conhecimento é formada pelo que Fleck denomina de *acoplamentos ativos*, em que o coletivo e o estilo desempenham um papel central. Mas há resultados inevitáveis que correspondem aos denominados *acoplamentos passivos* e que são percebidos como realidade objetiva. Os acoplamentos passivos não são explicados nem psicologicamente, nem historicamente. Nas palavras de Fleck:

“Conhecer, portanto, significa, em primeiro lugar, constatar os resultados inevitáveis sob determinadas condições dadas. Estas condições correspondem aos acoplamentos ativos, formando a parte coletiva do conhecimento. Os resultados inevitáveis equivalem aos acoplamentos passivos e formam aquilo que é percebido como realidade objetiva. O ato da constatação compete ao indivíduo.”<sup>126</sup>

Fleck exemplifica essas ideias falando sobre a massa atômica dos elementos. Uma vez estabelecida, convencionalmente (acoplamento ativo, portanto), a massa atômica do oxigênio, p.ex., resulta, de modo impositivo, a massa atômica de outros elementos. O valor relacional entre as massas seria um elemento passivo do saber. Tanto o número de acoplamentos ativos quanto o de passivos crescem quanto mais nos aprofundamos numa área do saber. As noções de acoplamentos ativos e acoplamentos passivos não são abordadas por Fleck de maneira muito detalhada.

O fato científico surge, para Fleck, como uma coerção no pensamento, como um sinal de resistência à voluntariedade livre do pensamento. Ele evidencia a “associação inseparável das partes ativas e passivas do saber”. O fato é uma “relação de conceitos conforme o estilo de pensamento”, como afirma Fleck nesse trecho:

“Podemos definir o fato científico provisoriamente como uma *relação de conceitos conforme o estilo de pensamento, que, embora possa ser investigável por meio dos pontos de vista históricos e da psicologia individual e coletiva, nunca poderá ser simplesmente construída, em sua totalidade, por meio desses pontos de vista*. Assim fica constatado o

---

<sup>126</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 83.

fenômeno da associação inseparável das partes ativas e passivas do saber, e ainda o fenômeno de o número das duas partes crescer com o número dos fatos.”<sup>127</sup>

Não há sentido em se falar de “fato” de modo desconectado das noções de estilo e de coletivo de pensamento. O fato surge sob o pano de fundo do EP. Pode-se falar em efeitos recíprocos entre o indivíduo, o coletivo e o fato. Daí que exista uma *gênese do fato científico* no interior do estilo, como é destacado no próprio título da obra.

Fleck sintetiza algumas dessas ideias no trecho a seguir, ao analisar as consequências epistemológicas do caso histórico da reação de Wassermann:

“Assim nasce o fato: primeiro um sinal de resistência no pensamento inicial caótico, depois uma certa coerção de pensamento e, finalmente, uma forma (*Gestalt*) a ser percebida de maneira imediata. Ele sempre é um acontecimento que decorre das relações na história do pensamento, sempre é resultado de um determinado estilo de pensamento.”<sup>128</sup>

#### **7.4 Círculo esotérico, círculo exotérico, tráfego intracoletivo e tráfego intercoletivo de ideias**

Os coletivos de pensamento não são agrupamentos monolíticos. Os indivíduos posicionam-se em relação a um determinado estilo de pensamento de modo diferenciado. Há o chamado *círculo esotérico*, que pode ser considerado uma espécie de “núcleo” do coletivo, onde se encontram – no caso da ciência – os pesquisadores atuantes numa determinada área, os “iniciados”. Em torno dele se forma o chamado *círculo exotérico*, formado por indivíduos que compartilham do estilo de pensamento de modo indireto, ou seja, intermediado pelo círculo esotérico. Um exemplo seriam os médicos que, em relação ao círculo esotérico – mais restrito – de pesquisadores na área da medicina, estariam no círculo exotérico<sup>129</sup>.

Fleck afirma que:

---

<sup>127</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 132 (grifos do autor).

<sup>128</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 144-145 (grifos do autor).

<sup>129</sup> Podemos pensar em um exemplo análogo no âmbito de um EP da física. Os professores de física estariam situados no círculo exotérico em relação aos pesquisadores em física, no círculo esotérico.

“(…) em torno de qualquer formação do pensamento, seja um dogma religioso, uma ideia científica ou um pensamento artístico, forma-se um pequeno círculo esotérico e um círculo exotérico maior de participantes do coletivo de pensamento. Um coletivo de pensamento consiste em muitos desses círculos que se sobrepõem, e um indivíduo pertence a vários círculos exotéricos e a poucos círculos esotéricos.”<sup>130</sup>

É importante notar que, para Fleck, mesmo os “iniciados” não estão isentos da influência do círculo exotérico. Eles dependem, em certa medida, da “opinião pública”.

A circulação de ideias pode se dar de duas maneiras: por meio do tráfego intracoletivo e pelo tráfego intercoletivo<sup>131</sup>. O tráfego intracoletivo é caracterizado por um sentimento específico de dependência e fortalece as formações de pensamento dentro de um estilo. Contribui para a criação de hábitos de pensamento que passam a ser vistos como óbvios e garantem a “harmonia das ilusões”. Ajuda a criar uma atmosfera particular que reforça e identifica os membros de um coletivo. Quanto mais especializada é uma área, mais forte é a vinculação de pensamento específica dos membros. Apesar disso, pode-se falar em nuances, variedades e diferenças dentro de um mesmo estilo.

Os coletivos se entrecruzam e se relacionam. A circulação de ideias entre coletivos se dá por meio do tráfego intercoletivo, responsável pelos deslocamentos e alterações dos valores do pensamento. “A palavra como tal representa um bem intercoletivo peculiar” e circula sempre com certa alteração de significado, certo deslocamento de sentido. Isso gera novas possibilidades no interior dos coletivos. Desse modo, os “mal-entendidos” poderiam assumir uma função positiva. Quanto maior a diferença entre dois estilos de pensamento, menor é o tráfego intercoletivo.

## **7.5 Ciência dos periódicos, ciência dos manuais, ciência dos livros didáticos e ciência popular**

Ao tratar de “algumas características do coletivo de pensamento na ciência moderna”, no capítulo 4, Fleck analisa as marcas dos saberes esotérico e exotérico dentro de um CP. Os

---

<sup>130</sup> Ludwik Fleck, *op. cit.*, nota 116, p. 157.

<sup>131</sup> Na tradução da obra para o português optou-se pelo termo “tráfego” em vez de “circulação”. Mas autores brasileiros têm optado também pelo último termo.

pesquisadores altamente especializados, no núcleo esotérico, produzem o que Fleck denomina de *ciência dos periódicos*, marcada por seu caráter provisório, incerto e pessoal. Quanto a esse caráter pessoal, ressalta Fleck que

“Qualquer pesquisador tem consciência disso, sentindo ao mesmo tempo que o aspecto pessoal do seu trabalho é também seu defeito: quase sempre quer fazer desaparecer sua pessoa. Trata-se de algo reconhecível, por exemplo, pelo característico ‘nós’ no lugar do ‘eu’, isto é, pelo plural de modéstia (*pluralis modestiae*) específico, que é uma invocação dissimulada do coletivo. Disso e da cautela característica acima descrita, compõe-se a modéstia específica – a obrigação de que a pessoa do pesquisador se retraia.”<sup>132</sup>

Essa ciência dos periódicos transforma-se, devido à migração intracoletiva de pensamentos, na *ciência dos manuais*. Os manuais seriam formas consolidadas do estilo, depuradas a partir da ciência dos periódicos. Fruto de seleção e composição ordenada, eles carregam a linguagem específica da área e promovem uma introdução didática do jovem pesquisador numa área determinada. Ele deve ser capaz de reconhecer, enquanto membro do coletivo e partícipe do estilo, quais são os “problemas reais” de pesquisa e os “pseudo-problemas” que não devem ser objeto de atenção.

“No sistema ordenado de uma ciência, da maneira como um manual o apresenta, uma proposição se apresenta por si só com muito mais certeza e muito mais caráter comprobatório do que na exposição fragmentária dos periódicos. Torna-se uma determinada coerção de pensamento.”<sup>133</sup>

Já a *ciência dos livros didáticos* estaria ligada a uma iniciação à ciência que ocorre segundo métodos pedagógicos particulares, segundo Fleck.

Do centro esotérico à periferia exotérica, chega-se ao saber popular, uma “formação peculiar e emaranhada”<sup>134</sup>, segundo Fleck. A *ciência popular* seria a ciência para não

---

<sup>132</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 172-173 (grifos do autor).

<sup>133</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 175.

<sup>134</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 165.

especialistas, de caráter simplificado, ilustrativo e apodítico. Essas seriam as marcas mais importantes do saber exotérico.

“Se entendemos por fato apenas algo firme e comprovado, ele existe somente na ciência dos manuais: antes, no estágio do sinal solto de resistência da ciência dos periódicos, ele é, na verdade, apenas predisposição do fato. Depois, no estágio do saber cotidiano e popular, ele se torna carne: uma coisa imediatamente perceptível, isto é, realidade.”<sup>135</sup>

## 7.6 Fleck e Kuhn

*Gênese e desenvolvimento de um fato científico* não teve o destino que merecia. Algumas razões costumam ser elencadas para entendermos o apagamento e a não repercussão da obra de Fleck. Isso teria ocorrido, em parte, devido à atmosfera intelectual da Filosofia da Ciência europeia, dominada pela visão do Círculo de Viena – ao qual Fleck se opõe – e, em parte, devido ao contexto geopolítico da época. O livro foi publicado em alemão por uma editora da Basileia, na Suíça, com uma tiragem pequena. As poucas resenhas a seu respeito foram publicadas em periódicos da área médica, e não de filosofia.

De todo modo, é inegável que, apenas um ano após o surgimento de obras importantes de Popper (*A lógica da pesquisa científica*) e de Bachelard (*O novo espírito científico*), Fleck trouxe ideias bastante inovadoras, numa perspectiva mais próxima do que hoje chamaríamos de uma sociologia do conhecimento. Lembrando que, alguns anos antes, em 1931, houvera o famoso congresso internacional de história da ciência marcado pela presença da equipe soviética e que deu início à “disputa” entre internalismo e externalismo. E que nesse período, também, começam a ganhar destaque as posições de Robert Merton no terreno da sociologia da ciência.

Se a epistemologia de Fleck permaneceu ignorada em boa parte do mundo durante décadas, recuperou parte da atenção devido a uma menção ao trabalho de Fleck no prefácio de *A estrutura das revoluções científicas*, de Thomas Kuhn. O livro revolucionário de Kuhn foi publicado pela primeira vez em 1962, apenas um ano após a morte de Fleck em Israel.

---

<sup>135</sup> Ludwik Fleck, **op. cit.**, nota 116, p. 179.

Kuhn, nessa obra, não deixou claro que conceitos ou ideias teria aproveitado da obra de Fleck, que havia lido em alemão por volta de 1949-1950. Ao tratar, no Prefácio, de algumas das perspectivas que o influenciaram, Kuhn escreve:

“Encontrei<sup>136</sup> a quase desconhecida monografia de Ludwik Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (Basiléia, 1935), um ensaio que antecipa muitas das minhas próprias idéias. Junto com uma observação de um outro Junior Fellow, Francis X. Sutton, a obra de Fleck me fez compreender que essas idéias poderiam necessitar de uma colocação no âmbito da sociologia da comunidade científica.”<sup>137</sup>

Em 1979, *Gênese e desenvolvimento de um fato científico* ganha tradução para o inglês, com apresentação (Foreword) escrita por Kuhn. De modo incomum a uma apresentação, o autor de *A estrutura...* critica algumas das ideias de Fleck e reforça o aspecto “nebuloso” relativo ao uso que fez delas:

“Eu tenho mais de uma vez sido perguntado o que eu tomei de Fleck e posso apenas responder que eu estou quase totalmente incerto (...) o conhecimento do texto de Fleck me ajudou a perceber que os problemas que me preocupavam tinham uma dimensão fundamentalmente sociológica. De qualquer forma, essa é a conexão em que citei seu livro em minha *Estrutura das Revoluções Científicas*. Mas não tenho certeza se tomei algo muito mais concreto do trabalho de Fleck, embora eu obviamente possa e sem dúvida deva ter feito isso.”<sup>138</sup>

---

<sup>136</sup> Curioso o caminho que levou Kuhn a Fleck. A referência a Fleck fora feita numa nota de rodapé de um livro de Hans Reichenbach (1891-1953), lido por Kuhn na década de 1950. Mas, aparentemente, o que chamou a atenção de Reichenbach foi algum aspecto específico do trabalho de Fleck e não sua concepção epistemológica como um todo. A mensagem é clara: as notas de rodapé são importantes!

<sup>137</sup> Thomas S. Kuhn. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1970, p. ix. Trecho no original em inglês: “(...) *I have encountered Ludwik Fleck’s almost unknown monograph, Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache (Basel, 1935), an essay that anticipates many of my own ideas. Together with a remark from another Junior Fellow, Francis X. Sutton, Fleck’s work made me realize that those ideas might require to be set in the sociology of the scientific community*” (Thomas S. Kuhn. **The structure of scientific revolutions**. Chicago: The University of Chicago Press, 1962, p. viii-ix).

<sup>138</sup> Thomas S. Kuhn. Foreword. In: Ludwik Fleck. **Genesis and development of a scientific fact** (pp. vii-xi). Chicago: The University of Chicago Press, 1979, p. viii-ix (tradução minha). Trecho no original em inglês: “I have more than once been asked what I took from Fleck and can only respond that I am almost totally uncertain. (...) acquaintance with Fleck’s text helped me to realize that the problems which concerned me had a fundamentally sociological dimension. That, in any case, is the connection in which I cited his book in my *Structure of Scientific*

Kuhn também faz referência, em outro momento, à sua dificuldade com a língua alemã na leitura de Fleck.

Não temos a intenção, nesse capítulo, de abordar a relação entre as obras de Kuhn e Fleck. No entanto, a referência a Kuhn é importante na medida em que se trata de um autor bastante conhecido na área de pesquisa em ensino de ciências e cuja visão influenciou sobremaneira o modo como concebemos o desenvolvimento científico. Leitores que desconhecem a obra de Fleck podem ficar surpresos com certas semelhanças de ideias entre esses autores.

Mas seria simplificador acreditar que Kuhn “plagiou” a obra de Fleck. Certamente a relação entre o pensamento desses dois autores é complexa e, seguindo Fleck, deve ser analisada em função dos seus respectivos contextos históricos e sociais, bem como considerando os diferentes CPs nos quais ambos estavam inseridos.

Foi a partir da citação de Fleck por Kuhn, em *A estrutura...*, que as ideias do médico polonês no terreno da sociologia do conhecimento foram “redescobertas” e ganharam notoriedade. Nos anos seguintes, W. Baldamus publica dois trabalhos em que aborda a obra de Fleck<sup>139</sup> e orienta uma tese de doutorado, de Thomas Schnelle, que culmina na realização de um evento e na publicação de *Cognition & Fact – materials on Ludwik Fleck*<sup>140</sup>, já na década de 1980. A partir de então pode-se dizer que Fleck passa a ser mais conhecido internacionalmente, tendo sua principal obra ganhado traduções em diversas línguas. No Brasil, a tradução de *Gênese e desenvolvimento de um fato científico* surge em 2010, e o interesse pelo pensamento de Fleck tem crescido nos últimos anos, em particular, na área de ensino de ciências da natureza.

---

*Revolutions*. But I am not sure that I took anything much more concrete from Fleck’s work, though I obviously may and undoubtedly should have” (Thomas S. Kuhn, **op. cit.**, p. viii-ix).

<sup>139</sup> W. Baldamus. The role of discoveries in social science. In: T. Shanin (Ed.) **The rules of the game**: cross-disciplinary essays on models in scholarly thought. London: Tavistock, 1972, p. 276-302; e W. Baldamus. Ludwig Fleck and the development of the sociology of science. In: P. R. Gleichmann et al. (Eds.) **Human figurations**: essays for Norbert Elias. Amsterdam: Stichting Amsterdams Sociologisch Tijdschrift, 1977, p. 135-156.

<sup>140</sup> R. Cohen; T. Schnelle (Eds.) **Cognition and fact**: materials on Ludwik Fleck. Dordrecht: Reidel Publish Company, 1986. Essa obra contém os sete artigos de Fleck no campo da epistemologia e uma série de trabalhos de comentaristas, além de um excelente texto de Schnelle (Parte I) que traz uma biografia de Fleck e uma análise geral de sua obra.

## Capítulo 8

### Observações quase finais

“(...) fazemos ciência com os fatos assim como uma casa é feita com tijolos; mas uma acumulação de fato não é ciência assim como um conjunto de tijolos não é uma casa.”

Henri Poincaré <sup>141</sup>

Quero nestas observações quase finais, destacar que pretendi, nesta primeira parte das *Notas de Aula* para a disciplina de *Evolução dos Conceitos da Física*, apresentar uma introdução aos estudos epistemológicos contemporâneos, que se opõem à visão positivista da prática científica. Como deve ter ficado claro ao longo do texto deixei de lado uma série de filósofos da ciência que apresentam outras propostas seguindo, às vezes, algumas das epistemologias que foram tratadas nas *Notas*. Basta mencionar as ausências de Lakatos e Laudan.

Quero, ao mesmo tempo, destacar que o estudo epistemológico isoladamente não é suficiente para oferecer um quadro completo do que é a ciência no mundo contemporâneo.

Portanto, essa introdução não esgota de forma alguma o estudo de como se processa a *fabricação da ciência*, aproveitando aqui o título de um interessante livro de Alan Chalmers. Nesse livro, utilizando entre outros autores três dos epistemólogos apresentados nestas *Notas* – Popper, Kuhn e Feyerabend – e substituindo Bachelard por Lakatos, ele busca apresentar uma análise filosófica mesclada com a história da ciência com a preocupação que ele destaca ao final de seu livro:

“Neste livro estive preocupado em identificar e caracterizar a meta da ciência, distinguindo-a de outras atividades com diferentes objetivos. Disso não se deve concluir que eu considere a meta da ciência algum bem absoluto e sem restrições, necessariamente superior a outras metas.” <sup>142</sup>

<sup>141</sup> Henri Poincaré. **A ciência e a hipótese**. Brasília: Editora da UnB, 1984. Citado por Alberto Oliva, **op. cit.**, nota 10, p. 22.

<sup>142</sup> Alan Chalmers. **A fabricação da ciência**. São Paulo: Editora da Unesp, 1994, p. 160. Original inglês de 1990.



É possível encontrar pesquisadores que se situam no campo denominado “antropologia<sup>143</sup> das ciências” ou “estudos sociais da ciência”. Isabelle Stengers, química e filósofa da ciência mundialmente conhecida principalmente por ter publicado dois livros com o Prêmio Nobel de Química Ilya Prigogine<sup>144</sup>, afirma que esses investigadores questionam o isolamento entre ciência e sociedade, buscando

“estudar a ciência à maneira de um projeto social como outro qualquer, nem mais descolado das preocupações do mundo, nem mais universal ou racional do que qualquer outro.”<sup>145</sup>

Apenas como eventual aperitivo para algum curioso dessa linha de investigação cito um pequeno trecho da conclusão de um dos últimos livros de Bruno Latour, um dos mais destacados pesquisadores desse campo:

“Se não respondi aos argumentos dos guerreiros da ciência palavra por palavra – ou sequer mencionei seus nomes –, foi porque eles costumam perder tempo atacando outros que *têm o mesmo nome* que eu e, segundo se supõe, defendem todos os absurdos que venho contestando há 25 anos: que a ciência é socialmente construída; que tudo é discurso; que não existe uma realidade exterior; que a ciência não tem conteúdo conceitual; (...).”<sup>146</sup>

Além desses estudos existem outros que buscam analisar a ciência com base na ontologia, que é uma investigação “*relativa aos modos mais gerais de entender o mundo, isto é, às realidades deste mundo*”.<sup>147</sup> Por coincidência, o mesmo Bruno Latour, teria afirmado que Isabelle Stengers “*escolheu distinguir a ‘boa ciência’ da ‘má ciência’ não por meio da epistemologia, mas da ontologia; não através da palavra, mas do mundo.*”<sup>148</sup>

---

<sup>143</sup> A antropologia estuda agrupamentos humanos levando em consideração os diferentes aspectos biológicos, sociais e culturais que os caracterizam.

<sup>144</sup> Trata-se dos livros: 1. **A nova aliança**. Brasília: Editora da UnB, 1984. Original francês do mesmo ano; 2. **Entre o tempo e a eternidade**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. Original francês de 1988.

<sup>145</sup> Isabelle Stengers. **A invenção das ciências modernas**. São Paulo: Editora 34, 2002, p. 11. Original francês de 1993.

<sup>146</sup> Bruno Latour. **A esperança de Pandora. Ensaio sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru: EDUSC, 2001. Original de 1999.

<sup>147</sup> José Ferrater Mora, **op. cit.**, nota 37, p. 530-531.

<sup>148</sup> Como consta da apresentação na primeira orelha do livro de Stengers, **op. cit.**, nota 145.

Vou me alongar sobre outra vertente de análise muito importante que procura estabelecer uma ponte entre a epistemologia e o marxismo.<sup>149</sup> Embora considere idealista a filosofia bachelardiana, Dominique Lecourt, seguindo o exemplo de Marx que fez “uma leitura materialista dum filósofo idealista”, nesse caso Hegel, pretendeu também fazer “o mesmo tipo de leitura a propósito de Bachelard”.<sup>150</sup> Com esse procedimento ele pensou os “limites da epistemologia bachelardiana”, e os caminhos que permitam superá-la. Não pretendo expor detalhes dessa análise, mas apenas destacar algumas conclusões relevantes ao que me propus. Um dos aspectos ressaltados por Lecourt diz respeito ao princípio orientador do trabalho de Bachelard que se localiza

“(...) fora da filosofia nas perturbações que a história real das ciências conheceu no princípio deste século: desenvolvimento das geometrias não-euclidianas, teoria da relatividade, início da microfísica...”<sup>151</sup>

Não-euclidiano, não-newtoniano, não-lavoisieriano..., todas essas negativas de sistemas bem constituídos e fechados levaram Bachelard à “filosofia do não”. À não-contradição é oposta a contradição, ao princípio da continuidade (tão caro à filosofia das ciências tradicional) é oposto o princípio da ruptura. Discutimos um pouco disso na interpretação popperiana e kuhniana da transição da física newtoniana à física relativista de Einstein. Eis como se manifesta Bachelard sobre este tema:

“Mesmo sob aspecto simplesmente numérico, enganamo-nos, acreditamos, quando vemos no sistema newtoniano uma primeira aproximação do sistema einsteiniano, pois que as sutilezas relativistas não decorrem de uma aplicação aperfeiçoada dos princípios newtonianos. Não se pode, portanto, dizer corretamente que o mundo newtoniano prefigura em suas grandes linhas o mundo einsteiniano. É bem depois, quando nos instalamos de improviso no pensamento relativista, que reencontramos nos cálculos astronômicos da Relatividade – por mutilações e abandonos – os resultados numéricos fornecidos pela

---

<sup>149</sup> Dominique Lecourt. **Para uma crítica da epistemologia**. Lisboa: Ed. Assirio e Alvim, 1980, p. 7. Original francês de 1972. Este pesquisador realizou verdadeira exegese da obra de Bachelard, com uma interpretação crítica segundo as teses do materialismo dialético.

<sup>150</sup> Dominique Lecourt. **op. cit.**, nota 149, p. 20.

<sup>151</sup> Dominique Lecourt. **op. cit.**, nota 149, p. 21.

astronomia newtoniana. **Não há, portanto, transição entre o sistema de Newton e o sistema de Einstein.** Não se vai do primeiro ao segundo acumulando conhecimentos, redobrando os cuidados nas medidas, retificando ligeiramente os princípios. É preciso, ao contrário, um esforço de novidade total.”<sup>152</sup>

Esta longa citação de Bachelard é significativa por dois aspectos, que volto a repetir, a inevitabilidade da ruptura total e o fato de Bachelard ter escrito essa passagem três décadas antes de Kuhn. Irineu R. dos Santos, chama a atenção para a extrema semelhança entre os escritos de Kuhn e os de outros autores bem anteriores a ele, particularmente os de Wright Mills. Ele se pergunta por que a teoria do desenvolvimento científico de Kuhn causou tanta celeuma?

“Parte da explicação pode estar no fato de surgir ela num contexto intelectual profundamente marcado pelas idéias das versões modernas do positivismo.”<sup>153</sup>

Santos afirma que uma das consequências do predomínio da escola neopositivista na epistemologia anglo-americana é a

“(…) desconsideração generalizada pelas produções epistemológicas de outras escolas e tendências, sobretudo em relação às originadas na França.”<sup>154</sup>

Santos situa Popper como um arqui-inimigo da sociologia do conhecimento e, assim, a obra de Kuhn assumia contorno de ultraje; daí, provavelmente, a reação dos epistemólogos contra Kuhn, a pretexto de sua incontida “irracionalidade”, disfarçada na “incomensurabilidade” entre teorias. E, é claro, a presença da ênfase na contradição e não na continuidade; no papel preponderante desempenhado pela história “real” das ciências e não pela “reconstrução racional” dessa história.

Este procedimento que envolve o pensar científico repleto de rupturas, de vitórias contra obstinados obstáculos epistemológicos, valoriza, como já mencionei, o valor da história “real” das ciências.

---

<sup>152</sup> Gaston Bachelard, **op. cit.**, nota 97, p. 43-44 (grifos meus).

<sup>153</sup> Irineu Ribeiro dos Santos. **Os fundamentos sociais da ciência.** São Paulo: Polis, p. 71.

<sup>154</sup> Irineu Ribeiro dos Santos, **op. cit.**, nota 153, p. 81.

Desta forma, Lecourt considera que, da mesma forma como Alexandre Koyré em suas investigações sobre Galileu, por exemplo, a epistemologia bachelardiana dá muita atenção ao “erro”, ao “insucesso”, às “hesitações” e menos atenção à forma tradicional de referência à “verdade”. E mais ainda, essa filosofia não pode se prender à sua “adequação” à atividade científica “a posteriori”; ela tem implicações na própria organização futura do trabalho científico.<sup>155</sup> Aqui estaria uma referência clara à célebre frase de Marx nas “teses contra Feuerbach”:

“Os filósofos limitaram-se a interpretar o mundo de diversas maneiras, o que importa é transformá-lo.”<sup>156</sup>

Lecourt oferece um resumo de sua análise de Bachelard:

“A epistemologia histórica de Gaston Bachelard permanece uma não-filosofia **na** filosofia. O que é verdade é que, pelo seu respeito pelo materialismo dialético espontâneo<sup>157</sup> da prática científica, ela nos oferece elementos preciosos para uma teoria de filosofia e da sua história; e que, se se souber lê-la, ela nos revela, pela sua incoerência, as vias da sua passagem na construção duma teoria materialista da história das ciências.”<sup>158</sup>

Vimos acima como a epistemologia de Bachelard permite uma leitura através da ótica da dialética ou do materialismo dialético.

Alguns estudos mostram também uma confluência entre a concepção de desenvolvimento de Kuhn e o discurso dialético. Como exemplo deste modo de análise vou mencionar brevemente o papel da *Estrutura* de Kuhn em alguns estudos da antiga União Soviética. Acredito que tanto esta incursão como a anterior, referente a Bachelard, são relevantes pois problematizam as várias epistemologias existentes num quadro de análise mais dinâmico.

<sup>155</sup> Dominique Lecourt, **op. cit.**, nota 149, p. 24-25.

<sup>156</sup> Karl Marx. Teses sobre Feuerbach. In: **Textos filosóficos**. Lisboa: Editorial Estampa, 1975, p. 30. Original alemão de 1856.

<sup>157</sup> Lecourt afirma que este seria o resultado que advém de uma “crise” da ciência, quando os cientistas buscam reconstruir “de alto a baixo” o edifício de sua ciência. Nesses momentos históricos, no início da física contemporânea, por exemplo, surge a dialética espontânea da prática científica. Lecourt afirma que nesta conceituação encontram-se Lênin e Bachelard, até no nível do vocabulário, quando afirmam que o conhecimento é uma “produção histórica”. Dominique Lecourt, **op. cit.**, nota 149, p. 27-28.

<sup>158</sup> Dominique Lecourt, **op. cit.**, nota 149, p. 32.

O químico e filósofo soviético Nikolai Semionov, num artigo referente à gnoseologia dialético-materialista na investigação da natureza, descrevia o “pensamento criador” ou dialético com estas palavras (os parênteses com a nomenclatura kuhniana são meus):

“Como regra, os experimentos são feitos para pôr em claro umas e outras questões particulares da teoria dentro do quadro dos conceitos existentes. Semelhantes investigações são muito úteis para especificar e ampliar a teoria, para fixar as condições de seu emprego na prática. Porém não ultrapassam o marco dos conceitos existentes e não provocam mudanças revolucionárias na ciência. (**ciência normal**) O avanço considerável da ciência depende de descobrimentos que entram em contradição com o sistema de conceitos já existentes. (**descoberta e anomalia**) A solução destas contradições (**crise**) dá lugar ao surgimento de novas concepções que, às vezes, fazem época e realizam uma revolução em toda a ciência. (**revolução científica**).”<sup>159</sup>

Embora o autor não cite em parte alguma de seu artigo o nome de Kuhn ou de seu livro mais importante, é clara a inspiração original ou, pelo menos, a incrível coincidência de análise.<sup>160</sup>

Paul R. Josephson afirma que a sequência proposta por Kuhn se ajustava à explanação dialética de revoluções e que alguns pesquisadores soviéticos propunham que se melhorasse a teoria de Kuhn. Esses historiadores/filósofos soviéticos consideravam a *Estrutura* uma boa refutação das interpretações positivistas da ciência, como também das neopositivistas, que procuram estabelecer em seu programa uma linguagem neutra de observação e o falseacionismo como método de descoberta. Josephson considerava ainda que a boa recepção do livro de Kuhn, na antiga União Soviética, era devida

“(...) a sua proximidade com o pensamento marxista através de sua interpretação dialética da revolução científica.”<sup>161</sup>

---

<sup>159</sup> Nikolai Semionov. La dialectica marxista y la obra científica. In: Academia de Ciencias de la URSS. **La revolución tecnocientífica: aspectos y perspectivas sociales**. Moscou: Editorial Progreso, 1973, p. 35.

<sup>160</sup> *A Estrutura das revoluções científicas* de Kuhn foi traduzida e publicada na URSS, em 1975, com tradução de L. A. Marcova e S. R. Mikulinski, dois historiadores da ciência. No mesmo artigo de Semionov encontram-se ainda semelhanças com Feyerabend, Bachelard e até Popper.

<sup>161</sup> Paul R. Josephson. Soviet historians and The Structure of Scientific Revolutions. **ISIS**, v. 76, n. 552, 1985.

Segundo Josephson as principais críticas dos soviéticos ao livro de Kuhn eram:

- i. consideravam muito vago o conceito de paradigma;
- ii. Kuhn falhava em discutir as fontes do conhecimento;
- iii. o conceito de incomensurabilidade podia envolver aspectos não-rationais no progresso da ciência;
- iv. criticava-se um possível “anti-historicismo” pelo fato da verdade ser relativa a um dado paradigma;
- v. alguns críticos consideravam Kuhn um “internalista” que não levava em conta o contexto social da ciência.<sup>162</sup>

Como podemos notar das críticas dos soviéticos a Kuhn, elas não diferiam muito de qualidade das críticas de outros pesquisadores de outros países.

Para finalizar este capítulo apresento um breve balanço do que foi apresentado. O profissional em física precisa estar ciente de que o “método científico” não se resume àquele conjunto de regras bem estabelecidas, que existem diferentes concepções que buscam explicar o processo de desenvolvimento das teorias e que algumas dessas concepções são antagônicas entre si. Estas diferentes visões epistemológicas, bem como a “redescoberta” do discurso dialético, colaboram no sentido de oferecer uma base filosófica da chamada “cultura científica”, da recuperação da física como cultura.

Desta forma deve-se saber que o método indutivo tinha sua razão de ser à época em que foi proposto mas que, nem por isso, estava isento de críticas como as formuladas por David Hume.

A proposta de Karl Popper apresenta uma interessante crítica do método indutivo e solução do “problema de Hume”. A valorização do papel desempenhado pela hipótese, se bem que limitado pela oposição entre o contexto da descoberta e o contexto da justificação, avança numa direção positiva mas, ao mesmo tempo, mantém traços da direção positivista. Isto determina o distanciamento desse programa epistemológico da prática real das ciências.

Outras vertentes de epistemologia têm suas raízes na mudança, na ruptura, no corte epistemológico, na revolução científica, de um lado, e no forte embasamento na história das ciências, de outro. É o caso das obras Kuhn, de Feyerabend e de Bachelard. Embora a epistemologia de Kuhn defenda concepções presentes na obra de Bachelard, sua construção ao

---

<sup>162</sup> Paul R. Josephson, **op. cit.**, nota 161, p. 553-556.

longo da *Estrutura*, sua riqueza em exemplos históricos num estilo influenciado por Koyré, sua clareza de exposição e seu anti-positivismo claro e didático, tornam sua proposta epistemológica imprescindível na educação do professor de física, bem como do físico profissional. O trabalho de Kuhn é particularmente relevante pois, além da argumentação filosófico/epistemológica, penetra na área da sociologia do conhecimento, da psicologia e da história das ciências.

As perspectivas histórica e social são, justamente, os alicerces do pensamento de Fleck que, como vimos, dialoga com a epistemologia kuhniana. Fleck alinha-se a Kuhn, Bachelard e Feyerabend, por exemplo, na crítica ao positivismo e às epistemologias a-históricas. Embora fundada na história da medicina, sua sociologia do conhecimento possui um caráter bastante geral e transcende, inclusive, o terreno do próprio conhecimento científico, contribuindo a um entendimento das formações de pensamento e da circulação das ideias, seja na física ou em outras áreas.

A proposta epistemológica de Paul Feyerabend é das mais provocativas e altamente estimulante, se bem que, apesar de utilizar amplamente a história da ciência (quase limitada às contribuições de Galileu), tem uma base histórica fraca quando comparada às propostas de Kuhn e Bachelard. Porém, a argumentação (ou será, propaganda?) utilizada por Feyerabend para defender concepções como a atitude contra-indutiva, a desconfiança das primeiras experiências, a proliferação de teorias e a utilização da história da ciência, tornam a sua epistemologia obrigatória nas salas de aula de cursos de física.

Finalmente, a epistemologia de Bachelard traz algo de novo nesta tentativa de apresentação da física como cultura. Pode-se captar da leitura de sua obra epistemológica preocupações que ganham, no seu discurso, aspectos complementares: sua ênfase no desenvolvimento da cultura científica que é expressa, por exemplo, no papel desempenhado pela história recorrente que fornece uma característica dinâmica, onde a continuidade da ciência é abruptamente interrompida em cortes epistemológicos; o aspecto pedagógico pode ser apreendido na sua preocupação com os obstáculos epistemológicos; a aprendizagem da ciência deve estar preocupada com a “normalidade” envolvida na necessária especialização em determinados campos e no preparo, através de recorrência histórica, para suplantar tais obstáculos. Isto, pelo menos, na formação dos cientistas. Na educação geral também

encontraremos dificuldades similares a superar. Essa presença marcante da continuidade/ruptura<sup>163</sup> é que gera a prática dialética “espontânea” dos pesquisadores.

Estas epistemologias, tão fortemente lastreadas na história da ciência, permitiram-me enfocar o papel da dialética no desenvolvimento científico, recuperando o aspecto formativo que estava presente tanto em Hegel como em Marx.

---

<sup>163</sup> Semionov acrescenta que: “(...) para o conhecimento científico a confirmação das idéias já existentes não é tão importante como o surgimento de idéias que são contraditórias. Estas contradições servem de estímulo para o progresso da ciência. Para um sábio, o tropeço numa contradição grande ou pequena é um presente dos céus. Não se pode deixar que escape. E como é fácil deixá-la escapar, não percebê-la, sobretudo quando se tem pressa em publicar um artigo ou defender uma tese”. Nikolai Semionov, **op. cit.**, nota 159, p. 48.



**Uma discussão epistemológica: procure associar esses escritos de Einstein com epistemologias apresentadas nestas *Notas de Aula*.**

1. “*Antes de iniciar a crítica da mecânica como base fundamental da física, devo abordar algumas generalidades sobre o ponto de vista crítico que pode ser aplicado às teorias físicas. O primeiro é óbvio: a teoria não deve contradizer os fatos empíricos. Por mais evidente que seja essa exigência, sua aplicação é bastante complexa. Pois é possível, muitas vezes, talvez até sempre, conservar um fundamento teórico geral adaptando-o aos fatos, adicionando-se pressupostos artificiais. Entretanto, em qualquer caso, este primeiro ponto de vista refere-se à confirmação do fundamento teórico por meio dos fatos empíricos disponíveis.*” (A. Einstein. **Notas autobiográficas**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2.ed., 1982, p. 29-30).

2. “*A razão humana, eu o creio muito profundamente, parece obrigada a elaborar antes e espontaneamente formas cuja existência na natureza se aplicará a demonstrar em seguida. A obra genial de Kepler prova esta intuição de maneira particularmente convincente. Kepler dá testemunho de que o conhecimento não se inspira unicamente na simples experiência, mas fundamentalmente na analogia entre a concepção do homem e a observação que faz.*” (A. Einstein. Johannes Kepler. In: A. Einstein. **Como vejo o mundo**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 7.ed., 1981, p. 181).

3. “*A Física constitui um sistema lógico de pensamento que está em estado de evolução, e cuja base não pode ser obtida através da destilação por nenhum método indutivo a partir de experiências comprovadas, mas que somente pode ser alcançada pela invenção livre. A justificação (conteúdo de verdade) do sistema repousa na prova da utilidade dos teoremas resultantes na base das experiências sensoriais, onde as relações dessas últimas com os primeiros só podem ser compreendidas intuitivamente.*” (A. Einstein. *A Física e a Realidade*. In: A. Einstein. **Pensamento político e últimas conclusões**. São Paulo: Brasiliense, 1983, p. 87).