

POSFÁCIO — 1969

Este livro foi publicado pela primeira vez há quase sete anos.¹ Nesse intervalo, graças às reações dos críticos e ao meu trabalho adicional, passei a compreender melhor numerosas questões que ele coloca. Quanto ao fundamental, meu ponto de vista permanece quase sem modificações, mas agora reconheço aspectos de minha formulação inicial que criaram dificuldades e mal-entendidos gratuitos. Já que sou o responsável por alguns desses mal-entendidos, sua eli-

1. Este posfácio foi originalmente preparado por sugestão do Dr. Shigeru Nakayama da Universidade de Tóquio, meu antigo aluno e amigo, para ser incluído na sua tradução japonesa deste livro. Sou grato a ele pela idéia, pela paciência com que esperou sua realização e pela permissão para incluir o resultado na edição em língua inglesa.

minação me possibilita conquistar um terreno que servirá de base para uma nova versão do livro.² Nesse meio tempo acolho com agrado a possibilidade de esboçar as revisões necessárias, tecer comentários a respeito de algumas críticas mais freqüentes e sugerir as direções nas quais meu próprio pensamento se desenvolve atualmente.³

Muitas das dificuldades-chave do meu texto original agrupam-se em torno do conceito de paradigma. Começarei minha discussão por aí.⁴ No primeiro item que segue, proporei a conveniência de desligar esse conceito da noção de comunidade científica, indicarei como isso pode ser feito e discutirei algumas conseqüências significativas da separação analítica resultante. Em seguida considerarei o que ocorre quando se busca paradigmas examinando o comportamento dos membros da comunidade científica *previamente determinada*. Percebe-se rapidamente que na maior parte do livro o termo "paradigma" é usado em dois sentidos diferentes. De um lado, indica toda a constelação de crenças, valores, técnicas, etc., partilhadas pelos membros de uma comunidade determinada. De outro, denota um tipo de elemento dessa constelação: as soluções concretas de quebra-cabeças que, empregadas como modelos ou exemplos, podem substituir regras explícitas como base para a solução dos restantes quebra-cabeças da ciência normal. O primeiro sentido do termo, que chamaremos de sociológico, é o objeto do item 2; o item 3 é devotado aos paradigmas enquanto realizações passadas dotadas de natureza exemplar.

Pelo menos filosoficamente, este segundo sentido de "paradigma" é o mais profundo dos dois. As rei-

2. Não procurei, para esta edição, reescrever sistematicamente o livro. Restringi-me a corrigir alguns erros tipográficos, além de duas passagens que continham erros isoláveis. Um desses erros é a descrição do papel dos *Principia* de Newton no desenvolvimento da Mecânica do século XVIII que aparece nas pp. 51-54. O outro refere-se à resposta às crises, na p. 115.

3. Outras indicações podem ser encontradas em dois ensaios recentes de minha autoria: "Reflection on My Critics", em IMRE LAKATOS e ALAN MUSGRAVE (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge, 1970); e "Second Thoughts on Paradigms", em PATRICK SUPPES (ed.), *The Structure of Scientific Theories* (Urbana, Illinois, 1970 ou 1971). Daqui para frente citarei o primeiro desses ensaios como "Reflections" e o volume no qual aparece como o *Growth of Knowledge*; o segundo ensaio aparecerá como "Second Thoughts".

4. Para uma crítica particularmente cogente da minha apresentação inicial dos paradigmas, ver: MARGARET MASTERMAN, "The Nature of a Paradigm", em *Growth of Knowledge*; e DULEY SHAPER, *The Structure of Scientific Revolutions*, *Philosophical Review*, LXXIII, pp. 383-94 (1964).

vindicações que fiz em seu nome são a principal fonte das controvérsias e mal-entendidos que o livro evocou, especialmente a acusação de que transformo a ciência num empreendimento subjetivo e irracional. Tais temas serão considerados nos itens 4 e 5. O primeiro deles argumenta que termos como “subjetivo” e “intuitivo” não podem ser adequadamente aplicados aos componentes do conhecimento que descrevi como tacitamente inseridos em exemplos partilhados. Embora tal conhecimento não possa, sem modificação essencial, ser parafraseado em termos de regras e critérios, não obstante, é sistemático, testado pelo tempo e em algum sentido, passível de correção. O item 5 aplica esse argumento ao problema da escolha entre duas teorias incompatíveis. Numa breve conclusão, instamos a que os homens que defendem pontos de vista não comparáveis sejam pensados como membros de diferentes comunidades de linguagem e que analisemos seus problemas de comunicações como problemas de tradução. Três assuntos residuais são discutidos nos itens finais 6 e 7. O primeiro examina a acusação de que a concepção de ciência desenvolvida neste livro é totalmente relativista. O segundo começa perguntando se minha argumentação realmente sofre, como tem sido dito, de uma confusão entre o descritivo e o normativo; conclui com observações sumárias a respeito de um tópico merecedor de um ensaio em separado: a extensão na qual as teses principais do livro podem ser legitimamente aplicadas a outros campos além da ciência.

1. *Os paradigmas e a estrutura da comunidade*

O termo “paradigma” aparece nas primeiras páginas do livro e a sua forma de aparecimento é intrinsecamente circular. Um paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma. Nem todas as circularidades são viciadas (ao final deste posfácio defenderei um argumento de estrutura similar), mas esta circularidade é uma fonte de dificuldades reais. As comunidades podem e devem ser isoladas sem recurso prévio aos paradigmas; em seguida esses podem ser descobertos atra-

vés do (escrutínio) do comportamento dos membros de uma comunidade dada. Se este livro estivesse sendo reescrito, iniciaria com uma discussão da estrutura comunitária da ciência, um tópico que recentemente se tornou um assunto importante para a pesquisa sociológica e que os historiadores da ciência também estão começando a levar a sério. Os resultados preliminares, muitos dos quais ainda não publicados, sugerem que as técnicas empíricas exigidas para a exploração desse tópico não são comuns, mas algumas delas se encontram à nossa disposição e outras certamente serão desenvolvidas.⁵ A maioria dos cientistas em atividade responde imediatamente a perguntas sobre suas filiações comunitárias, certos de que a responsabilidade pelas várias especialidades atuais está distribuída entre grupos com um número de membros pelo menos aproximadamente determinado. Portanto, pressuporei aqui que serão encontradas formas mais sistemáticas para a sua identificação. Em lugar de apresentar os resultados da investigação preliminar, permitam-me articular sucintamente a noção intuitiva de comunidade que subjaz em grande parte dos primeiros capítulos deste livro. Atualmente essa noção é amplamente partilhada por cientistas, sociólogos e um certo número de historiadores da ciência.

De acordo com essa concepção, uma comunidade científica é formada pelos praticantes de uma especialidade científica. Estes foram submetidos a uma iniciação profissional e a uma educação similares, numa extensão sem paralelos na maioria das outras disciplinas. Neste processo absorveram a mesma literatura técnica e dela retiraram muitas das mesmas lições. Normalmente as fronteiras dessa literatura-padrão marcam os limites de um objeto de estudo científico e em geral cada comunidade possui um objeto de estudo pro-

5. W. O. HAGSTROM, *The Scientific Community* (Nova York, 1965), Caps. IV e V; D. J. PRICE e D. de B. BEAVER, *Collaboration in an Invisible College*, *American Psychologist*, XXI, pp. 1011-18(1966); DIANA CRANE, *Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the "Invisible College" Hypothesis*, *American Sociological Review*, XXXIV, pp. 335-52 (1969); N. C. MULLINS, *Social Networks among Biological Scientists* (Dissertação de doutorado, Universidade de Harvard, 1966) e "The Micro-Structure of an Invisible College: The Phage Group" (comunicação apresentada na reunião anual da American Sociological Association, Boston, 1968).

prio. Há escolas nas ciências, isto é, comunidades que abordam o mesmo objeto científico a partir de pontos de vista incompatíveis. Mas são bem mais raras aqui do que em outras áreas; estão sempre em competição e na maioria das vezes essas competições terminam rapidamente. O resultado disso é que os membros de uma comunidade científica vêm a si próprios e são vistos pelos outros como os únicos responsáveis pela perseguição de um conjunto de objetivos comuns, que incluem o treino de seus sucessores. No interior de tais grupos a comunicação é relativamente ampla e os julgamentos profissionais relativamente unânimes. Uma vez que a atenção de diferentes comunidades científicas está focalizada sobre assuntos distintos, a comunicação profissional entre grupos é algumas vezes árdua. Frequentemente resulta em mal-entendidos e pode, se nela persistirmos, evocar desacordos significativos e previamente insuspeitados.

Nesse sentido as comunidades podem certamente existir em muitos níveis. A comunidade mais global é composta por todos os cientistas ligados às ciências da natureza. Em um nível imediatamente inferior, os principais grupos científicos profissionais são comunidades: físicos, químicos, astrônomos, zoólogos e outros similares. Para esses agrupamentos maiores, o pertencente a uma comunidade é rapidamente estabelecido, exceto nos casos limites. Possuir a mais alta titulação, participar de sociedades profissionais, ler periódicos especializados são geralmente condições mais do que suficientes. Técnicas similares nos permitirão isolar também os principais subgrupos: químicos orgânicos (e, talvez entre esses, os químicos especializados em proteínas), físicos de estados sólidos e de energia de alta intensidade, radioastrônomos e assim por diante. Os problemas empíricos emergem apenas no nível imediatamente inferior. Para tomar um exemplo contemporâneo: como se isolaria o grupo bacteriófago antes de seu reconhecimento público? Para isso deveríamos valer-nos da assistência a conferências especiais, da distribuição de esboços de manuscritos e de provas para a publicação e sobretudo das redes formais e informais de comunicação, inclusive daquelas descobertas na correspondência dos cientistas e nas liga-

ções entre citações.⁶ Tenho para mim que esta tarefa pode ser e será feita, pelo menos no tocante ao período contemporâneo e épocas históricas mais recentes. De um ponto de vista típico, poderemos produzir comunidades de talvez cem membros e, ocasionalmente, de um número significativamente menor. Em geral os cientistas individuais, especialmente os mais capazes, pertencerão a diversos desses grupos, simultaneamente ou em sucessão.

As unidades que este livro apresentou como produtoras e legitimadoras do conhecimento científico são comunidades desse tipo. Os paradigmas são algo compartilhado pelos membros de tais comunidades. Sem uma referência à natureza desses elementos compartilhados, muitos dos aspectos da ciência descritos nas páginas precedentes dificilmente podem ser entendidos. Mas outros aspectos podem ser compreendidos, embora não sejam apresentados de forma independente no meu texto original. Por isso, antes de passarmos aos paradigmas, vale a pena mencionar uma série de temas que exigem referência apenas à estrutura comunitária.

O mais surpreendente desses temas é provavelmente aquilo que chamei de a transição do período pré-paradigmático para o pós-paradigmático durante o desenvolvimento de um campo científico. Esta transição está esboçada no Cap. 1. Antes de ela ocorrer, diversas escolas competem pelo domínio de um campo de estudos determinado. Mais tarde, no rasto de alguma realização científica notável, o número de escolas é grandemente reduzido — em geral para uma única. Começa então um tipo mais eficiente de prática científica. Essa prática é geralmente esotérica e orientada para a solução de quebra-cabeças. O mesmo ocorre com o trabalho de um grupo, que somente inicia quando seus membros estão seguros a respeito dos fundamentos de seu campo de estudos.

A natureza dessa transição à maturidade merece uma discussão mais ampla do que a recebida neste

6. EUGENE GARFIELD, *The Use of Citation Data in Writing the History of Science* (Filadélfia: Institute of Scientific Information, 1964); M. M. KESSLER, Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing, *American Documentation*, XVI, pp. 223-33 (1965); D. J. PRICE, Networks of Scientific Papers, *Science*, CIL, pp. 510-15 (1965).

livro, especialmente por parte daqueles interessados no desenvolvimento das ciências sociais contemporâneas. Indicar que a transição não precisa (atualmente penso que não deveria) estar associada com a primeira aquisição de um paradigma pode ser útil a essa discussão. Os membros de todas as comunidades científicas, incluindo as escolas do período “pré-paradigmático”, compartilham os tipos de elementos que rotulei coletivamente de “um paradigma”. O que muda com a transição à maturidade não é a presença de um paradigma, mas antes a sua natureza. Somente depois da transição é possível a pesquisa normal orientada para a resolução de quebra-cabeças. Em vista disso, atualmente eu consideraria muitos dos atributos de uma ciência desenvolvida (que acima associei à obtenção de um paradigma) como conseqüências da aquisição de um tipo de paradigma que identifica os quebra-cabeças desafiantes, proporciona pistas para sua solução e garante o sucesso do praticante realmente inteligente. Somente aqueles que tiram encorajamento da constatação de que seu campo de estudo (ou escola) possui paradigma estão aptos a perceber que algo importante é sacrificado nessa mudança.

Um segundo tema, mais importante (pelo menos para os historiadores), diz respeito à identificação biunívoca implícita neste livro entre comunidades científicas e objetos de estudo científicos. Procedi repetidamente como se, digamos, “Óptica Física”, “Eletricidade” e “Calor” devessem indicar comunidades científicas porque nomeiam objetos de estudos para a pesquisa. A única interpretação alternativa que meu texto parece permitir é a de que todos esses objetos tenham pertencido à comunidade da Física. Contudo, como tem sido repetidamente apontado por meus colegas de História da Ciência, identificações desse tipo não resistem a um exame. Não havia, por exemplo, nenhuma comunidade de cientistas ligados à Física antes da metade do século XIX, tendo então sido formada pela fusão de partes de duas comunidades anteriormente separadas: a da Matemática e da Filosofia da Natureza (*physique expérimentale*). O que hoje é objeto de estudo de uma única e ampla comunidade, no passado era distribuído entre diversas comunidades. Para descobri-las e analisá-las é preciso primeiro deslindar

a estrutura mutável das comunidades científicas através dos tempos. Um paradigma governa, em primeiro lugar, não um objeto de estudo, mas um grupo de praticantes da ciência. Qualquer estudo de pesquisas orientadas por paradigma ou que levam à destruição de paradigma, deve começar pela localização do grupo ou grupos responsáveis.

Quando a análise do desenvolvimento científico é examinada a partir dessa perspectiva, várias dificuldades que foram alvo de críticas podem desaparecer. Por exemplo, um certo número de comentadores usou a teoria da matéria para sugerir que exagero drasticamente a unanimidade dos cientistas no que toca à sua fidelidade a um paradigma. Fazem notar que até bem pouco, essas teorias eram tópicos de debate e desacordo contínuos. Concordo com a descrição, mas não penso que seja um exemplo em contrário. Pelo menos até por volta de 1920, teorias da matéria não eram território específico ou objeto de estudo de qualquer comunidade científica. Em lugar disso, eram instrumentos para um grande número de especialistas. Algumas vezes membros de diferentes comunidades escolhem instrumentos diferentes e criticam as escolhas feitas por outros. E o que é mais importante: a teoria da matéria não é o tipo de tópico sob de qual devem concordar necessariamente os membros de uma comunidade dada. A necessidade do acordo depende do que faz essa comunidade. A Química, na primeira metade do século XIX, proporciona um exemplo adequado. Embora muitos dos instrumentos fundamentais da comunidade — proporção constante, proporção múltipla e pesos de combinação — tenham se tornado propriedade comum em razão da teoria atômica de Dalton, foi perfeitamente possível aos químicos, depois desse acontecimento, basear seu trabalho nesses instrumentos e discordar, algumas vezes veemente, da existência dos átomos.

Acredito que outras dificuldades e mal-entendidos serão dissolvidos da mesma maneira. Alguns leitores deste livro concluíram que minha preocupação se orienta principal ou exclusivamente para as grandes revoluções, como as associadas aos nomes de Copérnico, Newton, Darwin ou Einstein. Isso se deve em parte aos exemplos que escolhi e em parte à minha imprecisão a respeito da natureza e tamanho das co-

munidades relevantes. Contudo, um delineamento mais claro da estrutura comunitária deveria fortalecer a impressão bastante diferente que procurei criar. Para mim, uma revolução é uma espécie de mudança envolvendo um certo tipo de reconstrução dos compromissos de grupo. Mas não necessita ser uma grande mudança, nem precisa parecer revolucionária para os pesquisadores que não participam da comunidade — comunidade composta talvez de menos de vinte e cinco pessoas. É precisamente porque este tipo de mudança, muito pouco reconhecida ou discutida na literatura da Filosofia da Ciência, ocorre tão regularmente nessa escala reduzida, que a mudança revolucionária precisa tanto ser entendida, enquanto oposta às mudanças cumulativas.

Uma última alteração, estreitamente relacionada com a precedente, pode facilitar a compreensão dessa mudança. Diversos críticos puseram em dúvida se as crises (consciência comum de que algo saiu errado) precedem as revoluções tão invariavelmente como dei a entender no meu texto original. Contudo, nenhuma parte importante da minha argumentação depende da existência de crises como um pré-requisito essencial para as revoluções; precisam apenas ser o prelúdio costumeiro, proporcionando um mecanismo de autocorreção, capaz de assegurar que a rigidez da ciência normal não permanecerá para sempre sem desafio. É igualmente possível que as revoluções sejam induzidas através de outras maneiras, embora pense que isso raramente ocorre. Finalmente, gostaria de assinalar um ponto obscurecido pela ausência de uma discussão adequada da estrutura comunitária: as crises não são necessariamente geradas pelo trabalho da comunidade que as experimenta e, algumas vezes, sofre em consequência disso uma revolução. Novos instrumentos como o microscópio eletrônico ou novas leis como as de Maxwell podem ser desenvolvidas numa especialidade, enquanto a sua assimilação provoca uma crise em outra.

2. *Os paradigmas como a constelação dos compromissos de grupo*

Voltemos agora aos paradigmas e perguntemos o que podem ser. Este é o ponto mais obscuro e mais

importante de meu texto original. Uma leitora simpaticante, que partilha da minha convicção de que o "paradigma" nomeia os elementos filosóficos centrais deste livro, preparou um índice analítico parcial e concluiu que o termo é utilizado em pelo menos vinte e duas maneiras diferentes⁷. Atualmente penso que a maioria dessas diferenças é devida a incongruências estilísticas (por exemplo: algumas vezes as Leis de Newton são um paradigma, em outras, partes de um paradigma, ou, em ainda outras, paradigmáticas) e podem ser eliminadas com relativa facilidade. Feito esse trabalho editorial, permaneceriam dois usos muito distintos do termo, que devem ser distinguidos. O emprego mais global é o assunto deste item; o outro sentido será considerado no próximo.

Após isolar uma comunidade particular de especialistas através de técnicas semelhantes às que acabamos de discutir, valeria a pena perguntar: dentre o que é partilhado por seus membros, o que explica a relativa abundância de comunicação profissional e a relativa unanimidade de julgamentos profissionais? Meu texto original permite responder a essa pergunta: um paradigma ou um conjunto de paradigmas. Mas, nesse sentido, ao contrário daquele a ser discutido mais adiante, o termo paradigma é inapropriado. Os próprios cientistas diriam que partilham de uma teoria ou de um conjunto de teorias. Eu ficaria satisfeito se este último termo pudesse ser novamente utilizado no sentido que estamos discutindo. Contudo, o termo "teoria", tal como é empregado presentemente na Filosofia da Ciência, conota uma estrutura bem mais limitada em natureza e alcance do que a exigida aqui. Até que o termo possa ser liberado de suas implicações atuais, evitaremos confusão adotando um outro. Para os nossos propósitos atuais, sugiro "matriz disciplinar": "disciplinar" porque se refere a uma posse comum aos praticantes de uma disciplina particular; "matriz" porque é composta de elementos ordenados de várias espécies, cada um deles exigindo uma determinação mais pormenorizada. Todos ou quase todos os objetos de compromisso grupal que meu texto original designa como paradigmas, partes de paradigma ou paradigmáti-

7. MASTERMAN. *Op. cit.*

cos, constituem essa matriz disciplinar e como tais formam um todo, funcionando em conjunto. Contudo, esses elementos não serão discutidos como se constituíssem uma única peça. Não procurarei apresentar aqui uma lista exaustiva, mas a indicação dos principais tipos de componentes de uma matriz disciplinar esclarecerá a natureza da minha presente abordagem e preparará a próxima questão.

Rotularei de “generalizações simbólicas” um tipo importante de componente do paradigma. Tenho em mente aquelas expressões, empregadas sem discussão ou dissensão pelos membros do grupo, que podem ser facilmente expressas numa forma lógica como

$$(x)(y)(z) \phi (x,y,z).$$

Falo dos componentes formais ou facilmente formalizáveis da matriz disciplinar. Algumas vezes são encontradas ainda sob a forma simbólica: $f = ma$ ou $I = V/R$. Outras vezes são expressas em palavras: “os elementos combinam-se numa proporção constante aos seus pesos” ou “a uma ação corresponde uma reação igual e contrária”. Se não fossem expressões geralmente aceitas como essas, os membros do grupo não teriam pontos de apoio para a aplicação das poderosas técnicas de manipulação lógica e matemática no seu trabalho de resolução de enigmas. Embora o exemplo da taxonomia sugira que a ciência normal pode avançar com poucas dessas expressões, em geral o poder de uma ciência parece aumentar com o número de generalizações simbólicas que os praticantes têm ao seu dispor.

Tais generalizações assemelham-se a leis da natureza, mas muitas vezes não possuem apenas essa função para os membros do grupo. Por certo isso pode ocorrer, como no caso da Lei de Joule-Lenz, $H = RI^2$. Quando essa lei foi descoberta, os membros da comunidade já sabiam o que significavam H , R e I ; essas generalizações lhes disseram alguma coisa a respeito do comportamento do calor, da corrente e da resistência que anteriormente ignoravam. Porém, mais frequentemente, como indicam as discussões anteriores deste livro, as generalizações simbólicas prestam-se simultaneamente a uma segunda função, em geral rigorosamente distinguida da primeira nas análises dos filósofos da ciência. Da mesma maneira que $f = ma$ ou

$I = V/R$, as generalizações simbólicas funcionam em parte como leis e em partes como definições de alguns dos símbolos que elas empregam. Além disso, o equilíbrio entre suas forças legislativas e definitórias — que são inseparáveis — muda com o tempo. Em outro contexto esses pontos mereciam uma análise detalhada, já que a natureza de um compromisso com uma lei é muito diferente do compromisso com uma definição. Com frequência as leis podem ser gradualmente corrigidas, mas não as definições, que são tautologias. Por exemplo, a aceitação da Lei de Ohm exigiu, entre outras coisas, uma redefinição dos termos “corrente” e “resistência”. Se esses dois termos continuassem a ter o mesmo sentido que antes, a Lei de Ohm não poderia estar certa. Foi exatamente por isso que provocou uma oposição tão violenta, ao contrário, por exemplo, da Lei de Joule-Lenz.⁸ Provavelmente essa situação é típica. No momento suspeito de que, entre outras coisas, todas as revoluções envolvem o abandono de generalizações cuja força era parcialmente tautológica. O que fez Einstein: mostrou que a simultaneidade era relativa ou alterou a própria noção de simultaneidade? Estavam pura e simplesmente errados aqueles que viam um paradoxo na expressão “relatividade na simultaneidade”?

Consideremos um segundo componente da matriz disciplinar, a respeito do qual muita coisa foi dita no meu texto original sob rubricas como “paradigmas metafísicos” ou “partes metafísicas dos paradigmas”. Tenho em mente compromissos coletivos com crenças como: o calor é a energia cinética das partes constituintes dos corpos; todos os fenômenos perceptivos são devidos à interação de átomos qualitativamente neutros no vácuo ou, alternativamente, à matéria e à força ou aos campos. Se agora reescrevesse este livro, eu descreveria tais compromissos como crenças em determinados modelos e expandiria a categoria “modelos” de modo a incluir também a variedade relativamente heurística: o circuito elétrico pode ser encarado como um sistema hidrodinâmico em estado de equilíbrio; as moléculas

8. Uma apresentação de partes significativas desse episódio encontra-se em: T. M. BROWN, The Electric Current in Early Nineteenth-Century French Physics, em *Historical Studies in the Physical Sciences*, I (1969), pp. 61-103 e MORTON SCHAGRIN, Resistance to Ohm's Law, *American Journal of Physics*, XXI, pp. 536-47 (1963).

de um gás comportam-se como pequeninas bolas de bilhar elásticas movendo-se ao acaso. Embora a intensidade do compromisso do grupo com determinados princípios varie — acarretando conseqüências importantes — ao longo de um espectro que abrange desde modelos heurísticos até ontológicos, todos os modelos possuem funções similares. Entre outras coisas, forne-
cem ao grupo as analogias ou metáforas preferidas ou
permissíveis. Desse modo auxiliam a determinar o que será aceito como uma explicação ou como uma solu-
ção de quebra-cabeça e, inversamente, ajudam a esta-
belecer a lista dos quebra-cabeças não-solucionados e
a avaliar a importância de cada um deles. Note-se, entretanto, que os membros de comunidades científicas não precisam partilhar nem mesmo modelos heurísticos, embora usualmente o façam. Já indiquei anteriormente que a condição de membro numa comunidade de cientistas durante a primeira metade do século XIX não pressupunha a crença nos átomos.

O terceiro grupo de elementos da matriz disciplinar que descreverei é constituído por valores. Em geral são mais amplamente partilhados por diferentes comunidades do que as generalizações simbólicas ou modelos. Contribuem bastante para proporcionar aos especialistas em ciências da natureza um sentimento de pertencerem a uma comunidade global. Embora nunca deixem de ter eficácia, a importância particular dos valores aparece quando os membros de uma comunidade determinada precisam identificar uma crise ou, mais tarde, escolher entre maneiras incompatíveis de praticar sua disciplina. Provavelmente os valores aos quais os cientistas aderem com mais intensidade são aqueles que dizem respeito a predições: devem ser acuradas; predições quantitativas são preferíveis às qualitativas; qualquer que seja a margem de erro permissível, deve ser respeitada regularmente numa área dada; e assim por diante. Contudo, existem também valores que devem ser usados para julgar teorias completas: estes precisam, antes de mais nada, permitir a formulação de quebra-cabeças e de soluções; quando possível, devem ser simples, dotadas de coerência interna e plausíveis, vale dizer, compatíveis com outras teorias disseminadas no momento. (Atualmente penso

que uma fraqueza do meu texto original está na pouca atenção prestada a valores como a coerência interna e externa ao considerar fontes de crises e fatores que determinam a escolha de uma teoria.) Existem ainda outras espécies de valores — por exemplo, a ciência deve ou não deve ter uma utilidade social? — mas as considerações apresentadas acima devem ser suficientes para tornar compreensível o que tenho em mente.

Entretanto, um aspecto dos valores partilhados requer uma menção especial. Os valores, num grau maior do que os outros elementos da matriz disciplinar, podem ser compartilhados por homens que divergem quanto à sua aplicação. Julgamento quanto à acuidade são relativamente, embora não inteiramente, estáveis de uma época a outra e de um membro a outro em um grupo determinado. Mas, julgamentos de simplicidade, coerência interna, plausibilidade e assim por diante, variam enormemente de indivíduo para indivíduo. Aquilo que para Einstein era uma incongruência insuportável na velha Teoria dos *Quanta*, a ponto de tornar impossível a prática da teoria normal, para Bohr e outros não passava de uma dificuldade passível de resolução através dos meios normais. Ainda mais importante é notar que nas situações onde valores devem ser aplicados, valores diferentes, considerados isoladamente, ditariam com frequência escolhas diferentes. Uma teoria pode ser mais acurada, mas menos coerente ou plausível que outra; aqui, uma vez mais, a velha Teoria dos *Quanta* nos proporciona um exemplo. Em suma, embora os valores sejam amplamente compartilhados pelos cientistas e este compromisso seja ao mesmo tempo profundo e constitutivo da ciência, algumas vezes a aplicação dos valores é consideravelmente afetada pelos traços da personalidade individual e pela biografia que diferencia os membros do grupo.

Para muitos leitores, essa característica do emprego dos valores partilhados apareceu como a maior fraqueza da minha posição. Sou ocasionalmente acusado de glorificar a subjetividade e mesmo a irracionalidade, porque insisto sobre o fato de que aquilo que os cientistas partilham não é suficiente para impor um acordo uniforme no caso de assuntos como a escolha de duas teorias concorrentes ou a distinção entre uma ano-

malia comum e uma provocadora de crise.⁹ Mas essa reação ignora duas características apresentadas pelos julgamentos de valor em todos os campos de estudo. Primeiro, os valores compartilhados podem ser determinantes centrais do comportamento de grupo, mesmo quando seus membros não os empregam da mesma maneira. (Se não fosse assim, não haveria problemas filosóficos *especiais* a respeito da Teoria dos Valores ou da Estética.) Nem todos pintaram da mesma maneira durante os períodos nos quais a representação era o valor primário, mas o padrão de desenvolvimento das artes plásticas mudou drasticamente quando esse valor foi abandonado.¹⁰ Imaginemos o que aconteceria nas ciências se a coerência interna deixasse de ser um valor fundamental. Segundo, a variabilidade individual no emprego de valores compartilhados pode ter funções essenciais para a ciência. Os pontos aos quais os valores devem ser aplicados são também invariavelmente aqueles nos quais um risco deve ser enfrentado. A maior parte das anomalias é solucionada por meios normais; grande parte das novas teorias propostas demonstram efetivamente ser falsas. Se todos os membros de uma comunidade respondessem a cada anomalia como se esta fosse uma fonte de crise ou abraçassem cada nova teoria apresentada por um colega, a ciência deixaria de existir. Se, por outro lado, ninguém reagisse às anomalias ou teorias novas, aceitando riscos elevados, haveria poucas ou nenhuma revolução. Em assuntos dessa natureza, o controle da escolha individual pode ser feito antes pelos valores partilhados do que pelas regras partilhadas. Esta é talvez a maneira que a comunidade encontra para distribuir os riscos e assegurar o sucesso do seu empreendimento a longo prazo.

Voltemos agora a um quarto tipo de elemento presente na matriz disciplinar (existem outros que não discutirei aqui). Neste caso o termo "paradigma" seria totalmente apropriado, tanto filológica como autobiograficamente. Foi este componente dos compromissos

9. Ver especialmente: DUDLEY SHAPER, "Meaning and Scientific Change", em *Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy*, The University of Pittsburgh Series in Philosophy of Science, III (Pittsburgh, 1966), pp. 41-85; ISRAEL SCHEFFLER, *Science and Subjectivity* (Nova York, 1967) e os ensaios de Sir KARL POPPER e IMRE LAKATOS em *Growth of Knowledge*.

10. Ver a discussão no início do Cap. 7, acima.

comuns do grupo que primeiro me levaram à escolha dessa palavra. Contudo, já que o termo assumiu uma vida própria, substituí-lo-ei aqui por "exemplares". Com essa expressão quero indicar, antes de mais nada, as soluções concretas de problemas que os estudantes encontram desde o início de sua educação científica, seja nos laboratórios, exames ou no fim dos capítulos dos manuais científicos. Contudo, devem ser somados a esses exemplos partilhados pelo menos algumas das soluções técnicas de problemas encontráveis nas publicações periódicas que os cientistas encontram durante suas carreiras como investigadores. Tais soluções indicam, através de exemplos, como devem realizar seu trabalho. Mais do que os outros tipos de componentes da matriz disciplinar, as diferenças entre conjuntos de exemplares apresentam a estrutura comunitária da ciência. Por exemplo, todos os físicos começam aprendendo os mesmos exemplares: problemas como o do plano inclinado, do pêndulo cônico, das órbitas de Kepler; e o uso de instrumentos como o vernier, o calorímetro e a ponte de Wheatstone. Contudo, na medida em que seu treino se desenvolve, as generalizações simbólicas são cada vez mais exemplificadas através de diferentes exemplares. Embora os físicos de estados sólidos e os da teoria dos campos compartilhem a Equação de Schrödinger, somente suas aplicações mais elementares são comuns aos dois grupos.

3. *Os paradigmas como exemplos compartilhados*

O paradigma enquanto exemplo compartilhado é o elemento central daquilo que atualmente me parece ser o aspecto mais novo e menos compreendido deste livro. Em vista disso os exemplos exigirão mais atenção do que os outros componentes da matriz disciplinar. Até agora os filósofos da ciência não têm, em geral, discutido os problemas encontrados por um estudante nos textos científicos ou nos seus trabalhos de laboratório, porque se pensa que servem apenas para pôr em prática o que o estudante já sabe. Afirma-se que ele não pode resolver nenhum problema antes de ter aprendido a teoria e algumas regras que indicam como aplicá-la. O conhecimento científico está fundado na teoria e nas regras; os problemas são forne-

cidos para que se alcance destreza daquelas. Todavia, tentei argumentar que esta localização do conteúdo cognitivo da ciência está errada. O estudante que resolveu muitos problemas pode apenas ter ampliado sua facilidade para resolver outros mais. Mas, no início e por algum tempo, resolver problemas é aprender coisas relevantes a respeito da natureza. Na ausência de tais exemplares, as leis e teorias anteriormente aprendidas teriam pouco conteúdo empírico.

Para tornar compreensível o que tenho em mente, reverto brevemente às generalizações simbólicas. A Segunda Lei de Newton é um exemplo amplamente partilhado, geralmente expresso sob a forma: $f = ma$. O sociólogo ou o lingüista que descobre que a expressão correspondente é expressa e recebida sem problemas pelos membros de uma dada comunidade, não terá, sem muita investigação adicional, aprendido grande coisa a respeito do que significam tanto a expressão como seus termos ou como os cientistas relacionam essa expressão à natureza. Na verdade, o fato de que eles a aceitem sem perguntas e a utilizem como um ponto de partida para a introdução de manipulações lógicas e matemáticas não significa que eles concordem quanto ao seu sentido ou sua aplicação. Não há dúvida de que estão de acordo em larga medida, pois de outro modo o desacordo apareceria rapidamente nas suas conversações subseqüentes. Mas pode-se perguntar em que momento e com que meios chegaram a isto. Como aprenderam, confrontados com uma determinada situação experimental, a selecionar forças, massas e acelerações relevantes?

Na prática, embora esse aspecto da situação nunca ou quase nunca seja notado, os estudantes devem aprender algo que é ainda mais complicado que isso. Não é exato afirmar que as manipulações lógicas e matemáticas aplicam-se diretamente à fórmula $f = ma$. Quando examinada, essa expressão demonstra ser um esboço ou esquema de lei. À medida que o estudante e o cientista praticante passam de uma situação problemática a outra, modifica-se a generalização simbólica à qual se aplicam essas manipulações. No caso

da queda livre, $f = ma$ torna-se $mg = m \frac{d^2s}{dt^2}$; no

caso do pêndulo simples, transforma-se em

$$mg \operatorname{sen} \theta = - ml \frac{d^2 \theta}{dt^2};$$

para um par de oscilações harmônicas em ação recíproca transmuta-se em duas equações, a primeira das quais pode ser formulada como

$$m_1 \frac{d^2 s_1}{dt^2} + k_1 s_1 = k_2 (s_2 - s_1 + d);$$

e para situações mais complexas, como o giroscópio, toma ainda outras formas, cujo parentesco com $f = ma$ é ainda mais difícil de descobrir. Contudo, enquanto aprende a identificar forças, massas e acelerações numa variedade de situações físicas jamais encontradas anteriormente, o estudante aprende ao mesmo tempo a elaborar a versão apropriada de $f = ma$, que permitirá inter-relacioná-las. Muito freqüentemente será uma versão para a qual anteriormente ele não encontrou um equivalente literal. Como aprendeu a fazer isso? /

Um fenômeno familiar, tanto aos estudantes, como aos historiadores da ciência, pode nos fornecer uma pista. Os primeiros relatam sistematicamente que leram do início ao fim um capítulo de seu manual, compreenderam-no perfeitamente, mas não obstante encontram dificuldades para resolver muitos dos problemas que encontram no fim do capítulo. Comumente essas dificuldades se dissipam da mesma maneira. O estudante descobre, com ou sem assistência de seu instrutor, uma maneira de encarar seu problema *como* se fosse um problema que já encontrou antes. Uma vez percebida a semelhança e apreendida a analogia entre dois ou mais problemas distintos, o estudante pode estabelecer relações entre os símbolos e aplicá-los à natureza segundo maneiras que já tenham demonstrado sua eficácia anteriormente. O esboço de lei, digamos, $f = ma$ funcionou como um instrumento, informando ao estudante que similaridades procurar, sinalizando o contexto (*Gestalt*) dentro do qual a situação deve ser examinada. Dessa aplicação resulta a habilidade para ver a semelhança entre uma variedade de situações, todas elas submetidas à fórmula $f = ma$ ou qualquer outra generalização simbólica. Tal habilidade me parece ser o que de mais essencial um estu-

dante adquire, ao resolver problemas exemplares, seja com lápis e papel, seja num laboratório bem planejado. Depois de resolver um certo número de problemas (número que pode variar grandemente de indivíduo para indivíduo), o estudante passa a conceber as situações que o confrontam como um cientista, encarando-as a partir do mesmo contexto (*Gestalt*) que os outros membros do seu grupo de especialistas. Já não são mais as mesmas situações que encontrou no início de seu treinamento como cientista. Nesse meio tempo, assimilou uma maneira de ver testada pelo tempo e aceita pelo grupo. 7

O papel das relações de similaridade adquiridas revela-se claramente também na história da ciência. Os cientistas resolvem quebra-cabeças modelando-os de acordo com soluções anteriores, freqüentemente com um recurso mínimo a generalizações simbólicas. Galileu descobriu que uma bola que desce rolando um plano inclinado adquire velocidade suficiente para voltar à mesma altura vertical num segundo plano inclinado com qualquer aclave. Aprendeu também a ver esta situação experimental como se fosse similar à do pêndulo com massa pontual para uma bola do pêndulo. A partir daí Huyghens resolveu o problema do centro de oscilação de um pêndulo físico, imaginando que o corpo desse último, considerado na sua extensão, nada mais era do que um conjunto de pêndulos pontuais galileanos e que as ligações entre esses poderiam ser instantaneamente desfeitas em qualquer momento da oscilação. Desfeitas as ligações, os pêndulos pontuais individuais poderiam oscilar livremente, mas seu centro de gravidade coletivo elevar-se-ia quando cada um desses pontos alcançasse sua altura máxima. Mas, tal como no pêndulo de Galileu, o centro de gravidade coletivo não ultrapassaria a altura a partir da qual o centro de gravidade do pêndulo real começara a cair. Finalmente, Daniel Bernoulli conseguiu aproximar o fluxo de água através de um orifício e o pêndulo de Huyghens. Determina-se o abaixamento do centro de gravidade da água no tanque e no jato durante um intervalo de tempo infinitésimo. Em seguida imaginemos que cada partícula de água se move separadamente para cima até a altitude máxima que lhe é possível alcançar com a velocidade adquirida durante aquele

intervalo. A elevação do centro de gravidade das partículas individuais deve então igualar o abaixamento do centro de gravidade da água no tanque e no jato. A partir dessa concepção do problema, descobriu-se rapidamente a velocidade do fluxo, que vinha sendo procurada há muito tempo.¹¹

Esse exemplo deveria começar a tornar claro o que quero dizer quando falo em aprender por meio de problemas a ver situações como semelhantes, isto é, como objetos para a aplicação do mesmo esboço de lei ou lei científica. Ao mesmo tempo mostra por que me refiro ao relevante conhecimento da natureza que se adquire ao compreender a relação de semelhança, conhecimento que se encarna numa maneira de ver as situações físicas e não em leis ou regras. Os três problemas do exemplo (todos eles exemplares para os mecânicos do século XVIII) empregam apenas uma lei da natureza. Conhecida como o Princípio da *vís viva* (força viva), foi comumente expressa da seguinte forma: “A descida real iguala a subida potencial”. A aplicação que Bernoulli fez dessa lei deveria sugerir quão plena de conseqüências ela era. E, contudo, o enunciado verbal da lei, tomado em si mesmo, é virtualmente impotente. Apresentemo-lo a um estudante contemporâneo de Física, que conhece as palavras e é capaz de resolver todos esses problemas que atualmente emprega meios diferentes. Imaginemos em seguida o que essas palavras, embora todas bem conhecidas, podem ter dito a um homem que não conhecia nem mesmo esses problemas. Para ele a generalização somente poderia começar a funcionar quando fosse capaz de reconhecer “descidas reais” e “subidas potenciais” como ingredientes da natureza. Isto corresponde a aprender, antes da lei, alguma coisa a respeito das situações que se apresentam ou não na natureza. Esse gênero de aprendizado não se adquire exclusivamente através de meios verbais. Ocorre, ao contrário, quando alguém aprende as palavras, juntamente com exem-

11. A propósito do exemplo, ver RENÉ DUGAS, *A History of Mechanics*, trad. J. R. Maddox (Neuchâtel, 1955), pp. 135-36, 186-193 e DANIEL BERNOULLI, *Hydrodynamica, sive de veribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum* (Estrasburgo, 1738), Seção III. Para compreender o grau de desenvolvimento alcançado pela Mecânica durante a primeira metade do século XVIII, obtido modelando-se uma solução de problema sobre outra, ver CLIFFORD TRUESDELL, *Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error and Failure in Newton's Principia*, *Texas Quarterly*, X, pp. 238-58 (1967).

plos concretos de como funcionam na prática; a natureza e as palavras são aprendidas simultaneamente. Pedindo emprestada mais uma vez a útil expressão de Michael Polanyi: desse processo resulta um “conhecimento tácito”, conhecimento que se aprende fazendo ciência e não simplesmente adquirindo regras para fazê-la.

4. *Conhecimento tácito e intuição*

Essa referência ao conhecimento tácito e a rejeição concomitante de regras circunscreve um outro problema que tem preocupado muitos de meus críticos e que parece motivar as acusações de subjetivismo e irracionalidade. Alguns leitores tiveram a impressão de que eu tentava assentar a ciência em intuições individuais não-analisáveis e não sobre a Lógica e as leis. Mas esta interpretação perde-se em dois pontos essenciais. Primeiro, essas intuições não são individuais — se é que estou falando de intuições. São antes possessões testadas e compartilhadas pelos membros de um grupo bem sucedido. O novato adquire-as através do treinamento, como parte de sua preparação para tornar-se membro do grupo. Segundo, elas não são, em princípio, impossíveis de analisar. Ao contrário, estou presentemente trabalhando com um programa de computador planejado para investigar suas propriedades em um nível elementar.

Nada direi a respeito desse programa aqui,¹² mas o simples fato de o mencionar deveria esclarecer meu argumento central. Quando falo de conhecimento baseado em exemplares partilhados, não estou me referindo a uma forma de conhecimento menos sistemática ou menos analisável que o conhecimento baseado em regras, leis ou critérios de identificação. Em vez disso, tenho em mente uma forma de conhecimento que pode ser interpretada erroneamente, se a reconstruirmos em termos de regras que primeiramente são abstraídas de exemplares e que a partir daí passam a substituí-los. Dito de outro modo: quando falo em adquirir a partir de exemplares a capacidade de reconhecer que uma

12. Alguma informação sobre esse assunto pode ser encontrada no meu ensaio “Second Thoughts”.

situação dada se assemelha (ou não se assemelha) a situações anteriormente encontradas, não estou apelando para um processo que não pode ser totalmente explicado em termos de mecanismos neurocerebrais. Sustento, ao contrário, que tal explicação, dada a sua natureza, não será capaz de responder à pergunta: “Semelhante em relação a quê?” Essa questão pede uma regra — nesse caso, os critérios através dos quais situações particulares são agrupadas em conjuntos semelhantes. Reivindico que neste caso é necessário resistir à tentação de procurar os critérios (ou pelo menos um conjunto de critérios). Contudo, não me oponho a sistemas, mas apenas a algumas de suas formas particulares.

Para dar peso à minha afirmação, farei uma breve digressão. Atualmente parece-me óbvio o que digo a seguir, mas o recurso constante em meu texto original a frases como “o mundo transforma-se” sugere que nem sempre foi assim. Se duas pessoas estão no mesmo lugar e olham fixamente na mesma direção, devemos concluir, sob pena de solipsismo, que recebem estímulos muito semelhantes. (Se ambas pudessem fixar seus olhos no mesmo local, os estímulos seriam idênticos.) Mas as pessoas não vêem os estímulos; nosso conhecimento a respeito deles é altamente teórico e abstrato. Em lugar de estímulos, temos sensações e nada nos obriga a supor que as sensações dos nossos dois espectadores são uma e a mesma. (Os cétricos poderiam lembrar que a cegueira com relação a cores nunca fora percebida até sua descrição por John Dalton em 1794.) Pelo contrário: muitos processos nervosos têm lugar entre o recebimento de um estímulo e a consciência de uma sensação. Entre as poucas coisas que sabemos a esse respeito estão: estímulos muito diferentes podem produzir a mesma sensação; o mesmo estímulo pode produzir sensações muito diferentes; e, finalmente, o caminho que leva do estímulo à sensação é parcialmente determinado pela educação. Indivíduos criados em sociedades diferentes comportam-se, em algumas ocasiões, como se vissem coisas diferentes. Se não fôssemos tentados a estabelecer uma relação biunívoca entre estímulo e sensação, poderíamos admitir que tais indivíduos realmente vêem coisas diferentes.

Note-se que dois grupos cujos membros têm sistematicamente sensações diferentes ao captar os mesmos estímulos, vivem, *em certo sentido*, em mundos diferentes. Postulamos a existência de estímulos para explicar nossas percepções do mundo e postulamos sua imutabilidade para evitar tanto o solipsismo individual como o social. Não tenho a menor reserva quanto a qualquer desses postulados. Mas nosso mundo é povoado, em primeiro lugar, não pelos estímulos, mas pelos objetos de nossas sensações e esses não precisam ser os mesmos de indivíduo para indivíduo, de grupo para grupo. Evidentemente, na medida em que os indivíduos pertencem ao mesmo grupo e portanto compartilham a educação, a língua, a experiência e a cultura, temos boas razões para supor que suas sensações são as mesmas. Se não fosse assim, como poderíamos compreender a plenitude de sua comunicação e o caráter coletivo de suas respostas comportamentais ao meio ambiente? É preciso que vejam as coisas e processem os estímulos de uma maneira quase igual. Mas onde existe a diferenciação e a especialização de grupos, não dispomos de nenhuma prova semelhante com relação à imutabilidade das sensações. Suspeito de que um mero paroquialismo nos faz supor que o trajeto dos estímulos às sensações é o mesmo para os membros de todos os grupos.

Voltando aos exemplares e às regras, eis o que tenho tentado sugerir, se bem que de uma forma preliminar: uma das técnicas fundamentais pelas quais os membros de um grupo (trata-se de toda cultura ou de um subgrupo de especialistas que atua no seu interior) aprendem a ver as mesmas coisas quando confrontados com os mesmos estímulos consiste na apresentação de exemplos de situações que seus predecessores no grupo já aprenderam a ver como semelhantes entre si ou diferentes de outros gêneros de situações. Essas situações semelhantes podem ser apresentações sensoriais sucessivas do mesmo indivíduo — por exemplo, da mãe, que é finalmente reconhecida à primeira vista como ela mesma e como diferente do pai ou da irmã. Podem ser apresentações de membros de famílias naturais, digamos, cisnes de um lado e gansos de outro. Ou podem ser, no caso dos membros de grupos mais especializados, exemplos de situações de tipo newtoniano, isto é, situações

que têm em comum o fato de estarem submetidas a uma versão da forma simbólica $f = ma$ e que são diferentes daquelas situações às quais se aplicam, por exemplo, os esboços de leis da Óptica.

Admitamos por enquanto que alguma coisa desse tipo realmente ocorre. Devemos dizer que o que se obtém a partir de exemplares são regras e a habilidade para aplicá-las? Essa descrição é tentadora, porque o ato de ver uma situação a partir de sua semelhança com outras anteriormente encontradas deve ser o resultado de um processo neurológico, totalmente governado por leis físicas e químicas. Nesse sentido, o reconhecimento da semelhança deve, uma vez que aprendamos a fazê-lo, ser tão absolutamente sistemático quanto as batidas de nosso coração. Mas este mesmo paralelo sugere que o reconhecimento pode ser involuntário, envolvendo um processo sobre o qual não temos controle. Neste caso, não é adequado concebê-lo como algo que podemos manejar através da aplicação de regras e critérios. Falar nesses termos implica ter acesso a outras alternativas — poderíamos, por exemplo, ter desobedecido a uma regra ou aplicado mal um critério, ou ainda experimentado uma nova maneira de ver¹³. Essas parecem-me ser precisamente o gênero de coisas que não podemos fazer.

Ou, mais precisamente, essas são as coisas que não podemos fazer antes de termos tido uma sensação, percebido algo. Então o que fazemos freqüentemente é buscar critérios e utilizá-los. Podemos em seguida empenhar-nos na interpretação, um processo deliberativo através do qual escolhemos entre alternativas — algo que não podemos fazer quando se trata da própria percepção. Por exemplo, talvez exista algo estranho no que vimos (recorde-se as cartas de baralho anômalas). Ao dobrar uma esquina, vemos nossa mãe entrando numa loja do centro da cidade, num horário em que a supúnhamos em casa. Refletindo sobre o que vimos, exclamamos repentinamente: “Não era minha mãe, pois ela tem cabelo ruivo”. Ao entrar na loja, vemos novamente a mulher e não conseguimos compreender como pude-

13. Não haveria necessidade de insistir nesse ponto se todas as leis fossem como as de Newton e todas as regras como as dos Dez Mandamentos. Nesse caso, a expressão “desobedecer uma lei” não teria sentido e a rejeição de regras não daria a impressão de implicar um processo não-governado por uma lei. Infelizmente, leis de tráfego e produtos similares da legislação podem ser desobedecidos, o que facilita a confusão.

mos tomá-la por nossa mãe. Ou então vemos as penas da cauda de uma ave aquática alimentando-se de alguma coisa no leito de uma piscina rasa. É um cisne ou um ganso? Examinamos nossa visão, comparando essas penas de cauda com as dos cisnes e gansos que já vimos anteriormente. Ou talvez, sendo cientistas primitivos, queiramos simplesmente conhecer alguma característica geral (por exemplo, a brancura dos cisnes) dos membros de uma família natural que já conseguimos reconhecer com facilidade. Aqui, refletimos mais uma vez sobre o que percebemos previamente, buscando o que os membros de uma determinada família têm em comum.

Todos esses processos são deliberados e neles procuramos e desenvolvemos regras e critérios. Isto é, tentamos interpretar as sensações que estão à nossa disposição para podermos analisar o que o dado é para nós. Não obstante façamos isso, os processos envolvidos devem, em última instância, ser neurológicos. São por isso governados pelas mesmas leis *físico-químicas* que dirigem tanto a mão como nossos batimentos cardíacos. Mas o fato de que o sistema obedeça às mesmas leis nos três casos não nos permite supor que nosso aparelho neurológico está programado para operar da mesma maneira na interpretação e na percepção ou mesmo nos nossos batimentos cardíacos. Neste livro venho me opondo à tentativa, tradicional desde Descartes, mas não antes dele, de analisar a percepção como um processo interpretativo, como uma versão inconsciente do que fazemos depois de termos percebido.

O que torna a integridade da percepção digna de ênfase é, certamente, o fato de que tanta experiência passada esteja encarnada no aparelho neurológico que transforma os estímulos em sensações. Um mecanismo perceptivo adequadamente programado possui um valor de sobrevivência. Dizer que os membros de diferentes grupos podem ter percepções diferentes quando confrontados com os mesmos estímulos não implica afirmar que podem ter quaisquer percepções. Em muitos meio ambientes, um grupo incapaz de distinguir lobos de cachorros não poderia sobreviver. Atualmente um grupo de físicos nucleares seria incapaz de sobreviver como grupo científico caso fosse incapaz de reconhecer os traços de partículas alfa e elétrons. É exatamente porque tão pou-

cas maneiras de ver nos permitirão fazer isso que as que resistem aos testes do emprego grupal são dignas de serem transmitidas de geração a geração. Do mesmo modo, devemos falar da experiência e do conhecimento baseados no trajeto estímulo-resposta, exatamente porque essas maneiras de ver foram selecionadas por seu sucesso ao longo de um determinado período histórico.

Talvez "conhecimento" seja uma palavra inadequada, mas há muitas razões para empregá-la. Aquilo que constitui o processo neurológico que transforma estímulos em sensações possui as seguintes características: foi transmitido pela educação; demonstrou ser, através de tentativas, mais efetivo que seus competidores históricos num meio ambiente de um grupo; e finalmente, está sujeito a modificações tanto através da educação posterior como pela descoberta de desajustamentos com a natureza. Essas são as características do conhecimento e explicam por que uso o termo. Mas é um uso estranho, porque está faltando uma outra característica. Não temos acesso direto ao que conhecemos, nem regras ou generalizações com as quais expressar esse conhecimento. As regras que poderiam nos fornecer esse acesso deveriam referir-se aos estímulos e não às sensações e só podemos conhecer os estímulos utilizando uma teoria elaborada. Na ausência dessa última, o conhecimento baseado no trajeto estímulo-resposta permanece tácito.

Embora tudo isso não tenha senão um valor preliminar e não necessite ser corrigido em todos os seus detalhes, o que acabamos de dizer a respeito da sensação deve ser tomado em seu sentido literal. É, no mínimo, uma hipótese a respeito da visão que deveria ser submetida a investigação experimental, embora provavelmente não a uma verificação direta. Mas falar aqui da sensação e da visão também serve a funções metafóricas, tal como no corpo do livro. Não *vemos* elétrons, mas sim suas trajetórias ou bolhas de vapor numa câmara barométrica (câmara de Wilson). Não *vemos* as correntes elétricas, mas a agulha de um amperímetro ou galvanômetro. Contudo, nas páginas precedentes e especialmente no Cap. 9, procedi repetidamente como se realmente percebêssemos entidades teóricas como correntes, elétrons e campos, como se aprendêssemos a fazer isso através do exame de exemplares e como se também nesses casos fosse equivocado substituir o tema da visão

pelo tema dos critérios e da interpretação. A metáfora que permite transferir “visão” para contextos desse tipo dificilmente pode servir de base para tais reivindicações. A longo prazo precisará ser eliminada em favor de uma forma mais literal de discurso.

O programa de computador acima referido começa a sugerir maneiras pelas quais isso pode ser feito, mas nem o espaço disponível, nem a extensão de minha compreensão atual do tema permitem que eu elimine aqui essa metáfora.¹⁴ Em lugar disso tentarei brevemente reforçá-la. A visão de pequenas gotas d’água ou de uma agulha contra uma escala numérica é uma experiência perceptiva primitiva para qualquer um que não esteja familiarizado com as câmaras barométricas e amperímetros. Sendo assim, a observação cuidadosa, a análise e a interpretação (ou ainda a intervenção de uma autoridade externa) são exigidas, antes que se possa chegar a conclusões sobre os elétrons e as correntes. Mas a posição daquele que conhece esses instrumentos e teve muitas experiências de seu uso é bastante diferente. Existem diferenças correspondentes na maneira com que ele processa os estímulos que lhe chegam dos instrumentos. Ao olhar o vapor de sua respiração numa manhã fria de inverno, sua sensação talvez seja a mesma do leigo; mas ao olhar uma câmara barométrica ele não vê (aqui literalmente) gotas d’água, mas as trajetórias dos elétrons, das partículas alfa e assim por diante. Essas trajetórias são, se quiserem, critérios que ele interpreta como índices da presença das partículas correspondentes, mas esse trajeto não só é mais curto, como é diferente daquele feito pelo homem que interpreta as pequenas gotas d’água.

14. Para os leitores de “Second Thoughts”, as seguintes observações pouco explícitas podem servir de guia. A possibilidade de um reconhecimento imediato dos membros de famílias naturais depende da existência, depois do processamento neurológico, de espaços perceptivos vazios entre as famílias a serem discriminadas. Se, por exemplo, houvesse um *continuum* perceptivo das classes de aves aquáticas que fossem de gansos até cisnes, poderíamos ser compelidos a introduzir um critério específico para distingui-los. Uma observação semelhante pode ser feita com relação a entidades não-observáveis. Se uma teoria física não admite a existência de nada além da corrente elétrica, então um pequeno número de critérios, que pode variar consideravelmente de caso para caso, será suficiente para identificar as correntes, mesmo quando não houver um conjunto de regras que especifique as condições necessárias e suficientes para sua identificação. Essa última observação sugere um corolário plausível que pode ser mais importante. Dado um conjunto de condições necessárias e suficientes para a identificação de uma entidade teórica, essa entidade pode ser eliminada da ontologia de uma teoria através da substituição. Contudo, na ausência de tais regras, essas entidades não são elimináveis; a teoria exige sua existência.

Consideremos ainda o cientista que inspeciona um amperímetro para determinar o número que a agulha está indicando. Sua sensação é provavelmente a mesma de uma leigo, especialmente se esse último já leu outros tipos de medidores anteriormente. Mas ele viu o amperímetro (ainda aqui com freqüência de forma literal) no contexto do circuito total e sabe alguma coisa a respeito de sua estrutura interna. Para ele a posição da agulha é um critério, mas apenas *do valor* da corrente. Para interpretá-la, necessita apenas determinar em que escala o medidor deve ser lido. Para o leigo, por outro lado, a posição da agulha não é critério de coisa alguma, exceto de si mesmo. Para interpretá-la, ele deve examinar toda a disposição dos fios internos e externos, experimentá-los com baterias e ímãs e assim por diante. Tanto no sentido metafórico como no sentido literal do termo “visão”, a interpretação começa onde a percepção termina. Os dois processos não são o mesmo e o que a percepção deixa para a interpretação completar depende drasticamente da natureza e da extensão da formação e da experiência prévias.

*5. *Exemplares, incomensurabilidade e revoluções*

O que acabamos de dizer fornece uma base para o esclarecimento de mais um aspecto deste livro: minhas observações sobre a incomensurabilidade e suas conseqüências para os cientistas que debatem sobre a escolha entre teorias sucessivas.¹⁵ Argumentei nos Caps. 9 e 11 que as partes que intervêm em tais debates inevitavelmente vêm de maneira distinta certas situações experimentais ou de observação a que ambas têm acesso. Já que os vocabulários com os quais discutem tais situações consistem predominantemente dos mesmos termos, as partes devem estar vinculando estes termos de modo diferente à natureza — o que torna sua comunicação inevitavelmente parcial. Conseqüentemente, a superioridade de uma teoria sobre outra não pode ser demonstrada através de uma discussão. Insisti, em vez disso, na necessidade de cada partido tentar convencer através da persuasão. Somente os filósofos se equivocaram se-

15. Os pontos seguintes são tratados com mais detalhe nos Caps. V e VI das “Reflections”.

riamente sobre a intenção dessa parte de minha argumentação. Alguns deles, entretanto, afirmaram que acredito no seguinte:¹⁶ os defensores de teorias incomensuráveis não podem absolutamente comunicar-se entre si; conseqüentemente, num debate sobre a escolha de teorias não cabe recorrer a *boas* razões; a teoria deve ser escolhida por razões que são, em última instância, pessoais e subjetivas; alguma espécie de apercepção mística é responsável pela decisão a que se chega. Mais do que qualquer outra parte do livro, as passagens em que se baseiam essas interpretações equivocadas estão na origem das acusações de irracionalidade.

Consideremos primeiramente minhas observações a respeito da prova. O que estou tentando demonstrar é algo muito simples, de há muito familiar à Filosofia da Ciência. Os debates sobre a escolha de teorias não podem ser expressos numa forma que se assemelhe totalmente a provas matemáticas ou lógicas. Nessas últimas, as premissas e regras de inferência estão estipuladas desde o início. Se há um desacordo sobre as conclusões, as partes comprometidas no debate podem refazer seus passos um a um e conferi-los com as estipulações prévias. Ao final desse processo, um ou outro deve reconhecer que cometeu um erro, violando uma regra previamente aceita. Após esse reconhecimento não são aceitos recursos e a prova do oponente deve ser aceita. Somente se ambos descobrem que diferem quanto ao sentido ou aplicação das regras estipuladas e que seu acordo prévio não fornece base suficiente para uma prova, somente então é que o debate continua segundo a forma que toma inevitavelmente durante as revoluções científicas. Esse debate é sobre premissas e recorre à persuasão como um prelúdio à possibilidade de prova.

Nada nessa tese relativamente familiar implica afirmar que não existam boas razões para deixar-se persuadir ou que essas razões não sejam decisivas para o grupo. E nem mesmo implica afirmar que as razões para a escolha sejam diferentes daquelas comumente enumeradas pelos filósofos da ciência: exatidão simplicidade, fecundidade e outros semelhantes. Contudo, queremos sugerir que tais razões funcionam como valores e portanto podem ser aplicados de maneiras diversas, indivi-

16. Ver os trabalhos citados na nota 9, acima, e igualmente o ensaio de STEPHAN TOULIN em *Growth of Knowledge*.

dual e coletivamente, por aqueles que estão de acordo quanto à sua validade. Por exemplo, se dois homens discordam a respeito da fecundidade relativa de suas teorias, ou, concordando a esse respeito, discordam sobre a importância relativa da fecundidade e, digamos, da importância de se chegar a uma escolha — então nenhum deles pode ser acusado de erro. E nenhum deles está procedendo de maneira acientífica. Não existem algoritmos neutros para a escolha de uma teoria. Nenhum procedimento sistemático de decisão, mesmo quando aplicado adequadamente, deve necessariamente conduzir cada membro de um grupo a uma mesma decisão. Nesse sentido, pode-se dizer que quem toma a decisão efetiva é antes a comunidade dos especialistas do que seus membros individuais. Para compreender a especificidade do desenvolvimento da ciência, não precisamos deslindar os detalhes biográficos e de personalidade que levam cada indivíduo a uma escolha particular, embora esse tópico seja fascinante. Entretanto, precisamos entender a maneira pela qual um conjunto determinado de valores compartilhados entra em interação com as experiências particulares comuns a uma comunidade de especialistas, de tal modo que a maior parte do grupo acabe por considerar que um conjunto de argumentos é mais decisivo que outro.

Esse processo é persuasivo, mas apresenta um problema mais profundo. Dois homens que percebem a mesma situação de maneira diversa e que, não obstante isso, utilizam o mesmo vocabulário para discuti-la, devem estar empregando as palavras de modo diferente. Eles falam a partir daquilo que chamei de pontos de vista incomensuráveis. Se não podem nem se comunicar como poderão persuadir um ao outro? Até mesmo uma resposta preliminar a essa questão requer uma precisão maior a respeito da natureza da dificuldade. Suponho que, pelo menos em parte, tal precisão tome a forma que passo a descrever.

A prática da ciência normal depende da habilidade, adquirida através de exemplares, para agrupar objetos e situações em conjuntos semelhantes. Tais conjuntos são primitivos no sentido de que o agrupamento é efetuado sem que se responda à pergunta: “Similares com relação a quê?” Assim, um aspecto central de qualquer revolução reside no fato de que algumas das relações

de similaridade mudam. Objetos que antes estavam agrupados no mesmo conjunto passam a agrupar-se em conjuntos diferentes e vice-versa. Pensemos no Sol, na Lua, em Marte e na Terra antes e depois de Copérnico; na queda livre e nos movimento planetários a pendulares antes e depois de Galileu; ou nos sais, nas fusões de metais e na mistura de enxofre e limalha de ferro antes e depois de Dalton. Visto que a maior parte dos objetos continua a ser agrupada, mesmo quando em conjuntos alterados, os nomes dos grupos são em geral conservados. Não obstante, a transferência de um subconjunto é, de ordinário, parte de uma modificação fundamental na rede de inter-relações que os une. A transferência de metais de um conjunto de compostos para um conjunto de elementos desempenhou um papel essencial no surgimento de uma nova teoria da combustão, da acidez e da combinação física e química. Em pouco tempo essas modificações tinham se espalhado por toda a Química. Por isso não é surpreendente que, quando essas redistribuições ocorrem, dois homens que até ali pareciam compreender-se perfeitamente durante suas conversações, podem descobrir-se repentinamente reagindo ao mesmo estímulo através de generalizações e descrições incompatíveis. Essas dificuldades não serão sentidas nem mesmo em todas as áreas de seus discursos científicos, mas surgirão e agrupar-se-ão mais densamente em torno dos fenômenos dos quais depende basicamente a escolha da teoria.

Tais problemas, embora apareçam inicialmente na comunicação, não são meramente lingüísticos e não podem ser resolvidos simplesmente através da estipulação das definições dos termos problemáticos. Uma vez que as palavras em torno das quais se cristalizam as dificuldades foram parcialmente apreendidas a partir da aplicação direta de exemplares, os que participam de uma interrupção da comunicação não podem dizer: "utilizei a palavra 'elemento' (ou 'mistura', ou 'planeta', ou 'movimento livre') na forma estabelecida pelos seguintes critérios". Não podem recorrer a uma linguagem neutra, utilizada por todos da mesma maneira e adequada para o enunciado de suas teorias ou mesmo das conseqüências empíricas dessas teorias. Parte das diferenças é anterior à utilização das linguagens, mas, não obstante, reflete-se nelas.

Todavia, aqueles que experimentam tais dificuldades de comunicação devem possuir algum recurso alternativo. Os estímulos que encontram são os mesmos. O mesmo se dá com seus aparelhos neurológicos, não importa quão diferentemente programados. Além disso, com exceção de um setor da experiência reduzido, mas da mais alta importância, até mesmo suas programações neurológicas devem ser aproximadamente as mesmas, já que partilham uma história comum, salvo no passado imediato. Em conseqüência, compartilham tanto seu cotidiano como a maior parte de sua linguagem e mundo científicos. Dado que possuem tanto em comum, deveriam ser capazes de descobrir muita coisa a respeito da maneira como diferem. Mas as técnicas exigidas para isso não são nem simples, nem confortáveis, e nem mesmo parte do arsenal habitual do cientista. Os cientistas raramente as reconhecem exatamente pelo que são e raramente as utilizam por mais tempo do que o necessário para realizar uma conversão ou convencerem-se a si mesmos de que ela não será obtida.

Em suma, o que resta aos interlocutores que não se compreendem mutuamente é reconhecerem-se uns aos outros como membros de diferentes comunidades de linguagem e a partir daí tornarem-se tradutores.¹⁷ Tomando como objeto de estudo as diferenças encontradas nos discursos no interior dos grupos ou entre esses, os interlocutores podem tentar primeiramente descobrir os termos e as locuções que, usadas sem problemas no interior de cada comunidade, são, não obstante, focos de problemas para as discussões intergrupais. (Locuções que não apresentam tais dificuldades podem ser traduzidas homofonamente.) Depois de isolar tais áreas de dificuldade na comunicação científica, podem em seguida recorrer aos vocabulários cotidianos que lhes são comuns, num esforço para elucidar ainda mais seus problemas. Cada um pode tentar descobrir o que o outro veria e diria quando confrontado com um estímulo para

17. A fonte já clássica para a maioria dos aspectos relevantes da tradução é *Word and Object*, de W. V. O. QUINE (Cambridge, Mass., e Nova York, 1960), Caps. I e II. Mas Quine parece supor que dois homens que recebem o mesmo estímulo devem ter a mesma sensação e portanto tem pouco a dizer a respeito do grau em que o tradutor deve ser capaz de *descrever* o mundo ao qual se aplica a linguagem que está traduzida. Sobre esse último ponto, ver E. A. NIDA, "Linguistics and Ethnology in Translation Problems", em DEL HYMES (ed.), *Language and Culture in Society* (Nova York, 1964), pp. 90-97.

o qual sua própria resposta verbal seria diferente. Se conseguirem refrear suficientemente suas tendências para explicar o comportamento anômalo como a consequência de simples erro ou loucura, poderão, com o tempo, começar a prever bastante bem o comportamento recíproco. Cada um terá aprendido a traduzir para sua própria linguagem a teoria do outro, bem como suas consequências e, simultaneamente, a descrever na sua linguagem o mundo ao qual essa teoria se aplica. É isto que o historiador da ciência faz regularmente (ou deveria fazer) quando examina teorias científicas antiquadas.

A tradução, quando levada adiante, é um instrumento potente de persuasão e conversão, pois permite aos participantes de uma comunicação interrompida experimentarem vicariamente alguma coisa dos méritos e defeitos recíprocos. Mas mesmo a persuasão não necessita ser bem sucedida e, se ela o é, não necessita ser acompanhada ou seguida pela conversão. Essas duas experiências não são a mesma coisa. Apenas recentemente reconheci essa distinção importante em toda sua extensão.

Penso que persuadir alguém é convencê-lo de que nosso ponto de vista é superior e por isso deve suplantar o seu. Ocasionalmente chega-se a esse resultado sem recorrer a nada semelhante à suma tradução. Na ausência dessa última, muitas explicações e enunciados de problemas endossados pelos membros de um grupo científico serão opacos para os membros de outro grupo. Mas cada comunidade de linguagem pode produzir habitualmente, desde o início, alguns resultados de pesquisa concretos que, embora possam ser descritos em frases compreendidas da mesma maneira pelos dois grupos, ainda não podem ser explicados pela outra comunidade em seus próprios termos. Se o novo ponto de vista perdura por algum tempo e continua a dar frutos, os resultados das pesquisas que podem ser verbalizados dessa forma crescem provavelmente em número. Para alguns, tais resultados já serão decisivos. Eles poderão dizer: não sei como os adeptos do novo ponto de vista tiveram êxito, mas preciso aprender; o que quer que estejam fazendo, é evidentemente correto. Essa reação ocorre mais facilmente entre os que acabam de ingressar na profissão, porque ainda não adquiriram o vocabulário e os compromissos especiais de qualquer um dos

grupos. Contudo, os argumentos enunciáveis no vocabulário utilizado da mesma maneira por ambos os grupos habitualmente não são decisivos, pelo menos até o último estágio da evolução dos pontos de vista opostos. Entre os indivíduos admitidos na profissão, poucos serão persuadidos sem que se recorra às comparações mais amplas permitidas pela tradução. Embora o preço desse tipo de tradução seja freqüentemente sentenças muito longas e complexas (recorde-se a controvérsia Proust-Berthollet, conduzida sem recorrer ao termo “elemento”), muitos resultados adicionais da pesquisa podem ser *traduzidos* da linguagem de uma comunidade para a de outra. Além disso, à medida que a tradução avança, alguns membros de cada comunidade podem começar a compreender, colocando-se no lugar do opositor, de que modo um enunciado, que anteriormente lhes parecia opaco, podia parecer uma explicação para os membros do grupo oposto. Por certo a disponibilidade de tais técnicas não garante a persuasão. Para a maioria das pessoas a tradução é um processo ameaçador e completamente estranho à ciência normal. De qualquer modo, existem sempre contra-argumentos disponíveis e não existem regras que prescrevam como se deve estabelecer o equilíbrio entre as partes. Não obstante, na medida em que os argumentos se acumulam e desafio após desafio é enfrentado com êxito, torna-se necessária uma obstinação cega para continuar resistindo.

Nesse caso um segundo aspecto da tradução, de longa data familiar a lingüistas e historiadores, assume uma importância crucial. Traduzir uma teoria ou visão de mundo na sua própria linguagem não é fazê-la sua. Para isso é necessário utilizar essa língua como se fosse nossa língua materna, descobrir que se está pensando e trabalhando — e não simplesmente traduzindo — uma língua que antes era estranha. Contudo, essa transição não é daquelas que possam ser feitas ou não através de deliberações e escolhas, por melhores razões que se tenha para desejar proceder desse modo. Em lugar disso, num determinado momento do processo de aprendizagem da tradução, o indivíduo descobre que ocorreu a transição, que ele deslizou para a nova linguagem sem ter tomado qualquer decisão a esse respeito. Ou ainda: o indivíduo, tal como muitos que, por exemplo, encontram a Teoria da Relatividade ou a Mecânica Quântica

somente na metade de suas carreiras, descobre-se totalmente persuadido pelo novo ponto de vista e no entanto é incapaz de internalizá-lo e de sentir-se à vontade no mundo que este ajuda a constituir. Intelectualmente tal homem fez sua escolha, mas a conversão que esta escolha requer para ser eficaz lhe escapa. Não obstante, ele pode utilizar a nova teoria, mas o fará como um forasteiro num lugar estranho: a alternativa lhe será acessível apenas porque já é utilizada pelos naturais do lugar. Seu trabalho será parasitário com relação ao desses últimos, pois lhe falta a constelação de disposições mentais que os futuros membros da comunidade irão adquirir através da educação.

A experiência de conversão que comparei a uma mudança de perspectiva (*Gestalt*) permanece, portanto, no cerne do processo revolucionário. Boas razões em favor da escolha proporcionam motivos para a conversão e o clima no qual ela tem maiores probabilidades de ocorrer. Além disso, a tradução pode fornecer pontos de partida para a reprogramação neurológica que, embora seja inescrutável a esta altura, deve estar subjacente à conversão. Mas, nem as boas razões, nem a tradução constituem a conversão e é este processo que devemos explicar para que se possa entender um tipo fundamental de mudança científica.

6. *Revoluções e relativismo*

Uma conseqüência de posição recém-delineada irritou especialmente muitos de meus críticos.¹⁸ Eles consideram relativista minha perspectiva, particularmente na forma em que está desenvolvida no último capítulo deste livro. Minhas observações sobre a tradução iluminam as razões que levam à acusação. Os defensores de teorias diferentes são como membros de comunidades de cultura e linguagem diferentes. Reconhecer esse paralelismo sugere, em certo sentido, que ambos os grupos podem estar certos. Essa posição é relativista, quando aplicada à cultura e seu desenvolvimento.

Mas, quando aplicada à ciência, ela pode não sê-lo e, de qualquer modo, está longe de um *simples* relativis-

18. SHAPERE, "Structure of Scientific Revolutions", e POPPER em *Growth of Knowledge*.

mo — num aspecto que meus críticos não foram capazes de perceber. Argumentei que, tomados como um grupo ou em grupos, os praticantes das ciências desenvolvidas são fundamentalmente indivíduos capazes de resolver quebra-cabeças. Embora os valores aos quais se apeguem em períodos de escolha de teoria derivam igualmente de outros aspectos de seu trabalho, a habilidade demonstrada para formular e resolver quebra-cabeças apresentados pela natureza é, no caso de um conflito de valores, o critério dominante para muitos membros de um grupo científico. Como qualquer valor, a habilidade para resolver quebra-cabeças revela-se equívoca na aplicação. Dois indivíduos que a possuam podem, apesar disso, diferir quanto aos julgamentos que extraem de seu emprego. Mas o comportamento de uma comunidade que torna tal valor preeminente será muito diverso daquela que não procede dessa forma. Acredito que o alto valor outorgado nas ciências à habilidade de resolver quebra-cabeças possui as conseqüências seguintes.

Imaginemos uma árvore representando a evolução e o desenvolvimento das especialidades científicas modernas a partir de suas origens comuns digamos, na Filosofia da Natureza primitiva e no artesanato. Uma única linha, traçada desde o tronco até a ponta de algum galho no alto, demarcaria uma sucessão de teorias relacionadas por sua descendência. Se tomássemos quaisquer dessas duas teorias, escolhendo-as em pontos não muito próximos de sua origem, deveria ser fácil organizar uma lista de critérios que permitiriam a um observador independente distinguir, em todos os casos, a teoria mais antiga da teoria mais recente. Entre os critérios mais úteis encontraríamos: a exatidão nas predições, especialmente no caso das predições quantitativas; o equilíbrio entre o objeto de estudo cotidiano e o esotérico; o número de diferentes problemas resolvidos. Valores como a simplicidade, alcance e compatibilidade seriam menos úteis para tal propósito, embora também sejam determinantes importantes da vida científica. Essas ainda não são as listas exigidas, mas não tenho dúvidas de que podem ser completadas. Se isso pode ser realizado, então o desenvolvimento científico, tal como o biológico, é um processo unidirecional e irreversível. As teorias científicas mais recentes são melhores que as mais anti-

gas, no que toca à resolução de quebra-cabeças nos contextos freqüentemente diferentes aos quais são aplicadas. Essa não é uma posição relativista e revela em que sentido sou um crente convicto do progresso científico.

Contudo, se comparada com a concepção de progresso dominante, tanto entre filósofos da ciência como leigos, esta posição revela-se desprovida de um elemento essencial. Em geral uma teoria científica é considerada superior a suas predecessoras não apenas porque é um instrumento mais adequado para descobrir e resolver quebra-cabeças, mas também porque, de algum modo, apresenta um visão mais exata do que é realmente a natureza. Ouvimos freqüentemente dizer que teorias sucessivas se desenvolvem sempre mais perto da verdade ou se aproximam mais e mais desta. Aparentemente generalizações desse tipo referem-se não às soluções de quebra-cabeças, ou predições concretas derivadas de uma teoria, mas antes à sua ontologia, isto é, ao ajuste entre as entidades com as quais a teoria povoa a natureza e o que “está realmente aí”.

Talvez exista alguma outra maneira de salvar a noção de “verdade” para a aplicação a teorias completas, mas esta não será capaz de realizar isso. Parece-me que não existe maneira de reconstruir expressões como “realmente aí” sem auxílio de uma teoria; a noção de um ajuste entre a ontologia de uma teoria e sua contrapartida “real” na natureza parece-me ilusória por princípio. Além disso, como um historiador, estou impressionado com a falta de plausibilidade dessa concepção. Não tenho dúvidas, por exemplo, de que a Mecânica de Newton aperfeiçoou a de Aristóteles e de que a Mecânica de Einstein aperfeiçoou a de Newton enquanto instrumento para a resolução de quebra-cabeças. Mas não percebo, nessa sucessão, uma direção coerente de desenvolvimento ontológico. Ao contrário: em alguns aspectos importantes, embora de maneira alguma em todos, a Teoria Geral da Relatividade de Einstein está mais próxima da teoria de Aristóteles do que qualquer uma das duas está da de Newton. Embora a tentação de descrever essa posição como relativista seja compreensível, a descrição parece-me equivocada. Inversamente, se esta posição é relativista, não vejo por que falte ao relativista qualquer coisa necessária para a explicação da natureza e do desenvolvimento das ciências.

7. A natureza da Ciência

Concluo com uma breve discussão das duas reações freqüentes ao meu texto original, a primeira crítica, a segunda favorável, e nenhuma, no meu entender, totalmente correta. Embora não haja nenhuma relação entre essas reações ou com o que foi dito até aqui, ambas têm sido suficientemente freqüentes para exigir pelo menos alguma resposta.

Alguns leitores de meu texto original observaram que eu passo repetidamente do descritivo ao normativo e vice-versa; esta transição é particularmente clara em passagens que começam com "Mas não é isto que os cientistas fazem" e terminam afirmando que os cientistas não devem proceder assim. Alguns críticos alegam que estou confundindo descrição com prescrição, violando dessa forma o teorema filosófico tradicionalmente respeitado: O "é" não implica o "deve".¹⁹

Esse teorema tornou-se uma etiqueta na prática e já não é mais respeitado por toda a parte. Diversos filósofos contemporâneos descobriram contextos importantes nos quais o normativo e o descritivo estão inextricavelmente misturados.²⁰ O "é" e o "deve" não estão sempre tão completamente separados como pareciam. Mas não é necessário recorrer às sutilezas da Filosofia da Linguagem contemporânea para precisar o que me pareceu confuso a respeito desse aspecto da minha posição. As páginas precedentes apresentam um ponto de vista ou uma teoria sobre a natureza da ciência e, como outras filosofias da ciência, a teoria tem conseqüências no que toca à maneira pela qual os cientistas devem comportar-se para que seu empreendimento seja bem sucedido. Embora essa teoria não necessite ser mais correta que qualquer outra, ela proporciona uma base legítima para o uso dos "o que poderia ser" (*should*) e "o que deve ser" (*ought*). Inversamente, uma das razões para que se tome a teoria a sério é a de que os cientistas, cujos métodos foram desenvolvidos e selecionados em vista de seu sucesso, realmente comportam-se como prescreve a teoria. Minhas generalizações descri-

19. Para um entre muitos exemplos possíveis, ver o ensaio de P. K. FEYERABEND em *Growth of Knowledge*.

20. CAVELL, Stanley. *Must We Mean What We Say?* (Nova York, 1969), Cap. I.

tivas são provas da teoria precisamente porque foram derivadas dela, enquanto em outras concepções da natureza elas constituem um comportamento anômalo.

Não penso que a circularidade desse argumento seja viciosa. As conseqüências do ponto de vista estudado não são esgotadas pelas observações sobre as quais repousava no início. Mesmo antes da primeira publicação deste livro, constatei que partes da teoria que ele apresenta são um instrumento útil para a exploração do comportamento e desenvolvimento científico. Uma comparação deste posfácio com o texto original pode sugerir que a teoria continuou a desempenhar esse papel. Nenhum ponto de vista estritamente circular proporciona tal orientação.

Minha resposta a um último tipo de reação a este livro deve ser de natureza diversa. Vários daqueles que retiraram algum prazer da leitura do livro reagiram assim não porque ele ilumina a natureza da ciência, mas porque consideraram suas teses principais aplicáveis a muitos outros campos. Percebo o que querem dizer e não gostaria de desencorajar suas tentativas de ampliar esta perspectiva, mas apesar disso fiquei surpreendido com suas reações. Na medida em que o livro retrata o desenvolvimento científico como uma sucessão de períodos ligados à tradição e pontuados por rupturas não-cumulativas, suas teses possuem indubitavelmente uma larga aplicação. E deveria ser assim, pois essas teses foram tomadas de empréstimo a outras áreas. Historiadores da Literatura, da Música, das Artes, do Desenvolvimento Político e de muitas outras atividades humanas descrevem seus objetos de estudo dessa maneira desde muito tempo. A periodização em termos de rupturas revolucionárias em estilo, gosto e na estrutura institucional têm estado entre seus instrumentos habituais. Se tive uma atitude original frente a esses conceitos, isso se deve sobretudo ao fato de tê-los aplicado às ciências, áreas que geralmente foram consideradas como dotadas de um desenvolvimento peculiar. Pode-se conceber a noção de paradigma como uma realização concreta, como um exemplar, a segunda contribuição deste livro. Suspeito, por exemplo, de que algumas das dificuldades notórias envolvendo a noção de estilo nas Artes poderiam desvanecer-se se as pinturas pudessem ser vistas como modeladas umas nas outras, em lugar de produ-

zidas em conformidade com alguns cânones abstratos de estilo.²¹

Contudo, este livro visava também apresentar uma outra proposição, que não se apresentou de maneira tão visível para muitos de seus leitores. Embora o desenvolvimento científico possa assemelhar-se ao de outros domínios muito mais estreitamente do que o frequentemente suposto, possui também diferenças notáveis. Não pode ser inteiramente falso afirmar, por exemplo, que as ciências, pelo menos depois de um certo ponto de seu desenvolvimento, progridem de uma maneira diversa da de outras áreas de estudo, não obstante o que o progresso possa ser em si mesmo. Um dos objetivos deste livro foi examinar tais diferenças e começar a explicá-las.

Consideremos, por exemplo, a ênfase reiterada concedida acima à ausência ou, como devo dizer agora, à relativa carência de escolas competidoras nas ciências desenvolvidas. Lembremos também minhas observações a respeito do grau em que os membros de uma comunidade científica constituem a única audiência e os únicos juizes do trabalho dessa comunidade. Ou pensemos novamente a respeito da natureza peculiar da educação científica, sobre o caráter de objetivo que possui a resolução de quebra-cabeças e acerca do sistema de valores que o grupo científico apresenta em períodos de crise e decisão. O livro isola outras características semelhantes, das quais nenhuma é exclusiva da ciência, mas que no conjunto distinguem a atividade científica.

Temos ainda muito a aprender sobre todas essas características da ciência. Iniciei este posfácio enfatizando a necessidade de estudar-se a estrutura comunitária da ciência e terminarei sublinhando a necessidade de um estudo similar (e acima de tudo comparativo) das comunidades correspondentes em outras áreas. Como se escolhe uma comunidade determinada e como se é aceito por ela, trate-se ou não de um grupo científico? Qual é o processo e quais são as etapas da socialização de um grupo? Quais são os objetivos coletivos de um grupo; que desvios, individuais ou coletivos, ele tolera?

21. A respeito desse ponto, bem como para uma discussão mais ampla do que é particular às ciências, ver T. S. KUHN, "Comment [on the Relations of Science and Art]", *Comparative Studies in Philosophy and History*, XI (1969), pp. 403-412.

Como é controlada a aberração inadmissível? Uma compreensão mais ampla da ciência dependerá igualmente de outras espécies de questões, mas não existe outra área que necessite de tanto trabalho como essa. O conhecimento científico, como a linguagem, é intrinsecamente a propriedade comum de um grupo ou então não é nada. Para entendê-lo, precisamos conhecer as características essenciais dos grupos que o criam e o utilizam.

CIÊNCIA NA PERSPECTIVA

PROBLEMAS DA FÍSICA MODERNA - Max Born e outros
(D009)

TEORIA E REALIDADE - Mario Bunge (D072)

A ESTRUTURA DAS REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS - Thomas S.
Kuhn (D115)

FÍSICA E FILOSOFIA - Mario Bunge (D165)

A CRIAÇÃO CIENTÍFICA - Abraham Moles (E003)

MÁRIO SCHENBERG: ENTRE-VISTAS - Gita K. Guinsburg e
José Luiz Goldfarb (orgs.) (LSC)

Próximo lançamento

A Bela Época do Cinema Brasileiro

Vicente Paula Araújo

Thomas S. Kuhn iniciou sua carreira universitária como físico teórico. As circunstâncias levaram-no ao estudo da História e a preocupações de natureza filosófica. Trajetória incomum, que este livro de certa forma sintetiza e que explica seu caráter polivalente. Múltiplas áreas, desde as exatas até as humanas, convergem para as agudas análises, que levam o Autor, questionando dogmas consagrados, a ver o progresso da Ciência não tanto como o acúmulo gradativo de novos dados gnosiológicos, e sim como um processo contraditório marcado pelas revoluções do pensamento científico. Tais revoluções são definidas como o momento de desintegração do tradicional numa disciplina, forçando a comunidade de profissionais a ela ligados a reformular o conjunto de compromissos em que se baseia a prática dessa ciência. Um dos aspectos mais interessantes de A Estrutura das Revoluções Científicas é a análise do papel dos fatores exteriores à Ciência na erupção desses momentos de crise e transformação do pensamento científico e da prática correspondente.

ISBN 85-273-0111-3



9 788527 301114

debates