

um espectro molecular? Podemos supor que ambos fa-  
 lavam da mesma partícula, mas a encaravam a partir  
 de suas respectivas formações e práticas de pesquisa.  
 Suas experiências na resolução de problemas indica-  
 ram-lhes o que uma molécula deve ser. Sem dúvida  
 alguma suas experiências tinham muito em comum,  
 mas neste caso não indicaram o mesmo resultado aos  
 dois especialistas. Na medida em que avançamos na  
 nossa análise, veremos quão cheias de conseqüências  
 podem ser as diferenças de paradigma dessa natureza.

7. O investigador era James K. SENIOR, com quem estou em dívida  
 por um relatório verbal. Alguns temas relacionados são examinados no  
 meu trabalho, *The Verisacul of the Laboratory, Philosophy of Science*,  
 XXV, pp. 163-168 (1958).

(2)

Wah in TS. A. *Verisacul of the Laboratory*  
*Verisacul of the Laboratory* - Vol. 5  
*Verisacul of the Laboratory*, 1991.

5. A ANOMALIA E A EMERGENCIA DAS  
<sup>o processo de</sup> ~~DESCOBERTAS~~ CIENTÍFICAS

A ciência normal, atividade que consiste em so-  
 lucionar ~~quebra-cabeças~~, <sup>o processo de</sup> ~~é um empreendimento~~ alta-  
 mente cumulativo, extremamente bem sucedido no que  
 toca ao seu objetivo, a ampliação contínua do alcance  
e da precisão do conhecimento científico. Em todos  
 esses aspectos, ela se adequa com grande precisão à  
 imagem habitual do trabalho científico. Contudo, falta  
 aqui um produto comum do empreendimento científi-  
 co. A ciência normal não se propõe descobrir novida-  
 des no terreno dos fatos ou da teoria; quando é bem  
 sucedida, não as encontra. Entretanto, fenômenos no-  
 vos e insuspeitados são periodicamente descobertos pe-

a pesquisa científica; cientistas têm constantemente inventado teorias radicalmente novas. O exame histórico nos sugere que o empreendimento científico desenvolveu uma técnica particularmente eficiente na produção de surpresas dessa natureza. Se queremos conciliar essa característica da ciência normal com o que afirmamos anteriormente, é preciso que a pesquisa orientada por um paradigma seja um meio particularmente eficaz de induzir a mudanças nesses mesmos paradigmas que a orientam. Esse é o papel das novidades fundamentais relativas a fatos e teorias. Produzidas inadvertidamente por um jogo realizado segundo um conjunto de regras, sua assimilação requer a elaboração de um novo conjunto. Depois que elas se incorporaram à ciência, o empreendimento científico nunca mais é o mesmo — ao menos para os especialistas cujo campo de estudo é afetado por essas novidades.

Devemos agora perguntar como podem surgir tais mudanças, examinando em primeiro lugar descobertas (ou novidades relativas a fatos), para então estudar as invenções (ou novidades concernentes à teoria). 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. No restante deste capítulo examinaremos descobertas escolhidas e descobriremos rapidamente que elas não são eventos isolados, mas episódios prolongados, dotados de uma estrutura que reaparece regularmente. 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.

Para vermos a que ponto as novidades fatuais e teóricas estão entrelaçadas na descoberta científica, examinaremos um exemplo particularmente famoso: a descoberta do oxigênio. Pelo menos três sábios têm direito a reivindicá-la e além disso, por volta de 1770, vários outros químicos devem ter produzido ar emriquecido num recipiente de laboratório, sem o saberem.<sup>1</sup> Nesse exemplo tirado da Química Pneumática, o progresso da ciência normal preparou o caminho para uma ruptura radical. O farmacêutico suco C. W. Scheele é o primeiro cientista a quem podemos atribuir a preparação de uma amostra relativamente pura do gás. Contudo, podemos ignorar o seu trabalho, visto que só foi publicado depois de a descoberta do oxigênio ter sido anunciada repetidamente em outros lugares. Não teve portanto qualquer influência sobre o modelo histórico que mais nos preocupa aqui.<sup>2</sup> O segundo pretendente à descoberta foi o cientista e clérigo britânico Joseph Priestley, que recolheu o gás liberado pelo óxido de mercúrio vermelho aquecido. Esse trabalho representava um dos itens de uma prolongada investigação normal acerca dos "ares" liberados por um grande número de substâncias sólidas. Em 1774, Priestley identificou o gás assim produzido como óxido nítrico. Em 1775, depois de novos testes, identificou-o como ar comum dotado de uma quantidade de flogístico menor do que a usual. Lavoisier, o terceiro pretendente, iniciou as pesquisas que o levariam ao oxigênio após os experimentos de 1774 de Priestley, possivelmente devido a uma sugestão desse último. No início de 1775, Lavoisier escreveu que o gás obtido com o aquecimento do óxido vermelho de mercúrio era "o próprio ar, inteiro, sem alteração (exceto que) ... surge mais puro, mais respirável".<sup>3</sup>

1. Sobre a discussão ainda clássica a respeito da descoberta do oxigênio, ver A. N. Menzies, *The Eighteenth-Century Revolution in Science — the First Phase* (Calcutá, 1930), Cap. V. Um trabalho recente e indispensável que inclui uma exposição da controvérsia sobre a prioridade, é o de Maurice Davies, *Lavoisier, Métrieux et expérimentateur* (Paris, 1955), também T. S. Kuhn, *The Historical Structure of Scientific Discovery*, ver *Science*, CXXXVI, pp. 760-764 (junho, 1, 1963).

2. Ver, entretanto, Uno Bokkum, A Lost Letter from Scheele to Lavoisier, *Lychnos*, pp. 39-62, 1957-1958, para uma avaliação diferente do papel de Scheele.

3. J. B. Conant, *The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775-1789* ("Harvard Case Histories in Experimental Science", Case 2, Cambridge, Mass., 1950), p. 23. Esse folheto, muito útil, reproduz muitos documentos importantes.

Por volta de 1777, provavelmente com a ajuda de uma segunda sugestão de Priestley, Lavoisier concluiu que esse gás constituía uma categoria especial, sendo um dos dois principais componentes da atmosfera — conclusão que Priestley nunca foi capaz de aceitar.

Esse modelo de descoberta levanta uma questão que pode ser colocada com relação a todos os novos fenômenos que chegam à consciência dos cientistas. Priestley ou Lavoisier, quem, (se algum deles), descobriu primeiro o oxigênio? De qualquer maneira, quando foi descoberto o oxigênio? Apresentada desse modo, a questão poderia ser colocada mesmo no caso de um único pretendente à descoberta. Não nos interessa absolutamente chegar a uma decisão acerca de prioridades e datas. Não obstante, uma tentativa de resposta esclarecerá a natureza das descobertas, já que não existem as respostas desejadas para tais perguntas. A descoberta não é o tipo de processo a respeito do qual seja apropriado colocar tais questões. O fato de que elas sejam feitas — a prioridade da descoberta do oxigênio foi muitas vezes contestada desde 1780 — é um sintoma de que existe algo de errado na imagem da ciência que concede à descoberta um papel tão fundamental. Examinemos nosso exemplo mais uma vez. A pretensão de Priestley à descoberta do oxigênio baseia-se no fato de ele ter sido o primeiro a isolar um gás que mais tarde foi reconhecido como um elemento distinto. Mas a amostra de Priestley não era pura e se segurar oxigênio impuro nas mãos é descobri-lo, isso fora feito por todos aqueles que alguma vez engarraram o ar atmosférico. Além do mais, se Priestley foi o descobridor, quando ocorreu a descoberta? Em 1774 ele pensou ter obtido óxido nítrico, uma substância que já conhecia; em 1775 identificou o gás com o ar desfliegmatizado — o que ainda não é oxigênio e nem mesmo uma espécie de gás muito inesperada para os químicos ligados à teoria do flogisto. A alegação de Lavoisier pode ser mais consistente, mas apresenta os mesmos problemas. Se recusarmos a palma a Priestley, não podemos concedê-la a Lavoisier por seu trabalho de 1775, que o levou a identificar o gás como sendo "o próprio ar, inteiro". É preciso talvez esperar pelos trabalhos de 1776 e 1777, que levaram Lavoisier não somente a ver o gás, mas igual-

mente o que o gás era. No entanto, mesmo esse reconhecimento poderia ser contestado, já que, a partir de 1777, Lavoisier insistiu que o oxigênio era "um princípio de acidez" atômico e que o gás oxigênio se formava somente quando o "princípio" se unia ao calórico, a substância do calor.<sup>4</sup> Podemos então dizer que o oxigênio ainda não fora descoberto em 1777? Alguns poderão sentir-se tentados a fazer essa afirmação. Entretanto, o princípio de acidez só foi banido da Química depois de 1810, enquanto o calórico sobreviveu até 1860. Antes de qualquer uma dessas datas o oxigênio tornara-se uma substância química padrão.

Obviamente necessitamos de novos conceitos e novo vocabulário para analisar eventos como a descoberta do oxigênio. A proposição, "O oxigênio foi descoberto", embora indubitavelmente correta, é enganadora, pois sugere que descobrir alguma coisa é um ato simples e único, assimilável ao nosso conceito habitual (e igualmente questionável) de visão. Por isso supomos tão facilmente que descobrir, como ver ou tocar, deva ser inequivocamente atribuído a um indivíduo e a um momento determinado no tempo. Mas este último dado nunca pode ser fixado e o primeiro frequentemente também não. Ignorando Schaele, podemos dizer com segurança que o oxigênio não foi descoberto antes de 1774 e provavelmente também diríamos que foi descoberto por volta de 1777 ou pouco depois. Mas dentro desses limites ou outros semelhantes, qualquer tentativa de datar a descoberta será inevitavelmente arbitrária, pois a descoberta de um novo tipo de fenômeno é necessariamente um acontecimento complexo, que envolve o reconhecimento tanto da existência de algo, como de sua natureza. Note-se, por exemplo, que se considerássemos o oxigênio como sendo ar desfliegmatizado, insistiríamos sem hesitação que Priestley fora seu descobridor, embora ainda não soubéssemos exatamente quando. Mas se tanto a observação como a conceitualização, o fato e a assimilação à teoria, estão inseparadamente ligados à descoberta, então esta é um processo que exige tempo. Somente quando todas essas categorias conceituais relevantes estão pre-

<sup>4</sup> H. Metzger, *La philosophie de la matière chez Lavoisier*, (Paris, 1935) e Dauvas, *op. cit.*, Cap. VII.

paradas de antemão (e nesse caso não se trata de um novo tipo de fenômeno), pode-se descobrir ao mesmo tempo, rápida e facilmente, a *existência* e a *natureza* do que ocorre.

Admitamos agora que a descoberta envolve um processo de assimilação conceitual amplo, embora não necessariamente prolongado. Poderemos igualmente afirmar que envolve uma modificação no paradigma? Ainda não é possível dar uma resposta geral a essa questão, mas, pelo menos nesse caso, a resposta deve ser afirmativa. O que Lavoisier anunciou em seus trabalhos posteriores a 1777 não foi tanto a descoberta do oxigênio, como a teoria da combustão pelo oxigênio. Essa teoria foi a pedra angular de uma reformulação tão ampla da Química que veio a ser chamada de *Revolução Química*. De fato, se a descoberta do oxigênio não tivesse estado intimamente relacionada com a emergência de um novo paradigma para a Química, o problema da prioridade (do qual partimos), nunca teria parecido tão importante. Nesse caso, como em outros, o valor atribuído a um novo fenômeno (e portanto sobre seu descobridor) varia com nossa estimativa da dimensão da violação das previsões do paradigma perpetrada por este. Observe-se, entretanto — pois isto terá importância mais tarde — que a descoberta do oxigênio não foi em si mesma a causa da mudança na teoria química. Muito antes de desempenhar qualquer papel na descoberta de um novo gás, Lavoisier convenceu-se de que havia algo errado com a teoria flogística. Mais: convenceu-se de que corpos em combustão absorvem uma parte da atmosfera. Registrara essas convicções numa nota lacrada depositada junto ao secretário da Academia Francesa em 1772.<sup>5</sup> O trabalho sobre o oxigênio deu forma e estrutura mais precisas à impressão anterior de Lavoisier de que havia algo errado na teoria química corrente. Indicou-lhe algo que ele já estava preparado para descobrir: a natureza da substância que a combustão subtrai da atmosfera. Essa consciência prévia das dificuldades deve ter sido uma parte significativa

5. O relato mais autorizado sobre a origem do descontentamento de Lavoisier é o de HENRY GUNNAT, *Lavoisier — The Crucial Year: The Background and Origin of His First Experiments on Combustion in 1772* (Ithaca, NY, 1961).

daquilo que permitiu a Lavoisier ver nas experiências semelhantes às de Priestley um gás que o próprio Priestley fora incapaz de perceber. Inversamente, o fato de que era necessário uma revisão importante no paradigma para que se pudesse ver o que Lavoisier viu, deve ter sido a razão principal para Priestley ter permanecido, até o fim de sua vida, incapaz de vê-lo.

Dois outros exemplos bem mais breves reforçarão o que acabamos de dizer. Ao mesmo tempo, nos permitirão passar de uma elucidação da natureza das descobertas a uma compreensão das circunstâncias sob as quais elas surgem na ciência. Num esforço para apresentar as principais formas pelas quais as descobertas podem ocorrer, escolhemos exemplos que são diferentes entre si e simultaneamente diversos da descoberta do oxigênio. O primeiro, o dos raios X, é um caso clássico de descoberta por acidente. Esse tipo de descoberta ocorre mais freqüentemente do que os padrões impessoais dos relatórios científicos nos permitem perceber. Sua história começa no dia em que o físico Roentgen interrompeu uma investigação normal sobre os raios catódicos, ao notar que uma tela de cianeto de platina e bário, colocada a certa distância de sua aparelhagem protetora, brilhava quando se produzia uma descarga. Investigações posteriores — que exigiram sete semanas febris, durante as quais Roentgen raramente deixou o laboratório — indicaram que a causa do brilho provinha do tubo de raios catódicos, que a radiação projetava sombras e que não podia ser desviada por um ímã, além de muitas outras coisas. Antes de anunciar sua descoberta, Roentgen convenceu a si próprio que esse efeito não se devia aos raios catódicos, mas a um agente dotado de alguma semelhança com a luz.<sup>6</sup>

Mesmo um resumo tão sucinto revela semelhanças impressionantes com a descoberta do oxigênio: antes das experiências com o óxido vermelho de mercúrio, Lavoisier fizera experiências que não produziram os resultados previstos pelo paradigma flogístico; a descoberta de Roentgen começou com o reconhecimento de que sua tela brilhava quando não devia fa-

6. L. W. TAYLOR, *Physics, the Pioneer Science* (Boston, 1941), pp. 796-794 e T. W. CHALMERS, *Historic Researches* (London, 1949), pp. 218-219.



zê-lo. Em ambos os casos 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. Mas, também nesses dois casos, a percepção de que algo saía errado foi apenas o prelúdio da descoberta. Nem o oxigênio, nem os raios X surgiram sem um processo ulterior de experimentação e assimilação. Por exemplo, em que momento da investigação de Roentgen podemos dizer que os raios X foram realmente descobertos? De qualquer modo, não no primeiro momento, quando não se recebeu senão uma tela emitindo sinais luminosos. Pelo menos um outro observador já vira esse brilho e, para sua posterior tristeza, não descobriu absolutamente nada.<sup>7</sup> E igualmente óbvio que não podemos deslocar o momento da descoberta para um determinado ponto da última semana de investigações — quando Roentgen estava explorando as propriedades da nova radiação que ele já descobrira. Podemos somente dizer que os raios X surgiram em Würzburg entre 8 de novembro e 28 de dezembro de 1895.

Entretanto, num terceiro aspecto, a existência de paralelismos significativos entre as descobertas do oxigênio e dos raios X é bem menos aparente. Ao contrário da descoberta do oxigênio, a dos raios X não esteve, durante uma década, implicada em qualquer transformo 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 de raios X, tal como a teoria do flogisto proibia a interpretação de Lavoisier a res-

7. E. T. WHITTAKER, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I (2. ed. Londres, 1951), p. 358, nota 1. Sir George Thompson Crookes, alertado por placas fotográficas inexplicavelmente opacas, estava igualmente no caminho da descoberta.

peito do gás de Priestley. Ao contrário: a prática e a teoria científicas 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? Na época de Roentgen, ainda estavam sendo buscados e encontrados novos elementos para preencher os lugares vazios na tabela periódica. 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.<sup>8</sup> Outros, embora não pudessem duvidar das provas apresentadas, sentiram-se confundidos por ela. 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 da 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 tam-

8. THOMPSON, SILVERMAN P. *The Life of Sir William Thomson Baron Kelvin of Largs*. (Londres, 1910), II, p. 1125.

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.

Em resumo, conscientemente ou não, a decisão de empregar um determinado aparelho e empregá-lo de um modo específico baseia-se no pressuposto de que somente certos tipos de circunstâncias ocorrerão. Existem tanto expectativas instrumentais como teóricas, que frequentemente têm desempenhado um papel decisivo no desenvolvimento científico. Uma dessas expectativas, por exemplo, faz parte da história da descoberta tardia do oxigênio. Priestley e Lavoisier, utilizando um teste-padrão para determinar "a boa qualidade do ar", misturaram dois volumes do seu gás com um volume de óxido nítrico, sacudiram a mistura sobre a água e então mediram o volume de resíduo gasoso. A experiência prévia a partir da qual fora engendrado esse procedimento assegurava-lhes que o resíduo, juntamente com o ar atmosférico, corresponderia a um volume. No caso de qualquer outro gás (ou ar poluído), o volume seria maior. Nas experiências com o oxigênio, ambos encontraram um resíduo que se aproximava de um volume e a partir desse dado identificaram o gás. Somente muito mais tarde (e em parte devido a um acidente), Priestley renunciou ao procedimento habitual e tentou misturar óxido nítrico em outras proporções. Seu compromisso aos procedimentos do teste original — procedimentos sancionados por muitas experiências anteriores — fora simultaneamente um compromisso com a não-existência de gases que pudessem se comportar como fizera o oxigênio.<sup>9</sup>

Poderíamos multiplicar as ilustrações desse tipo fazendo referência, por exemplo, à identificação tardia da fissão do urânio. Uma das razões pelas quais essa reação nuclear revelou-se especialmente difícil de reconhecer liga-se ao fato de que os pesquisadores conscientes do que se podia esperar do bombardeio do urânio escolheram testes químicos que visavam descobrir principalmente quais eram os elementos do extremo su-

perior da tabela periódica.<sup>10</sup> Levando-se em conta a frequência com que tais compromissos instrumentais revelam-se enganadores, deveria a ciência abandonar os testes e instrumentos propostos pelo paradigma? Não. Disso resultaria um método de pesquisa inconnível. Os procedimentos e aplicações do paradigma são tão necessários à ciência como as leis e teorias paradigmáticas — e têm os mesmos efeitos. Restringem inevitavelmente o campo fenomenológico acessível em qualquer momento da investigação científica. Isto posto, estamos em condições de perceber um sentido fundamental no qual uma descoberta como a dos raios X exige uma mudança de paradigma — e portanto uma mudança nos procedimentos e expectativas — para uma fração especial da comunidade científica. Conseqüentemente, poderemos igualmente entender como a descoberta dos raios X pode ter aparecido como um estranho mundo novo para muitos cientistas e assim participar tão efetivamente da crise que gerou a Física do século XX.

Nosso último exemplo de descoberta científica, a *Garrara de Leyden*, pertence a uma classe que pode ser descrita como sendo indiziada pela teoria. À primeira vista o termo pode parecer paradoxal. Grande parte do que foi dito até agora sugere que as descobertas preditas pela teoria fazem parte da ciência normal e não produzem *novos tipos* de fatos. Por exemplo, refêr-me anteriormente às descobertas de novos elementos químicos durante a segunda metade do século XIX como sendo resultado da ciência normal — obtido da maneira acima mencionada. Mas nem todas as teorias são teorias paradigmáticas. Tanto os perío-

10. K. K. DARROW, *Nuclear Erisson, Bell System Technical Journal*, XIX, pp. 267-89 (1940). O criatório, um dos dois principais produtos da fissão parece não ter sido identificado por meios químicos senão depois da reação ter sido bem compreendida. O bário, o outro produto, quase foi identificado quimicamente na etapa final da investigação porque esse elemento leve que se adriado à solução radiotiva para precipitar o elemento pesado que os químicos nucleares estavam buscando. O fracasso ter sido bem investigada por quase cinco anos, ao seguinte relatório: "Como químicos, esta investigação deveria conduzir-nos ... a modificar todos os nomes do esquema (da reação) precedente e a escrever Ba, La, Ce em vez de Ra, Ac, Th. Mas, como "químicos nucleares", estreitamente relacionados à Física, não podemos dar esse salto que contradiaria todas as experiências prévias da Física Nuclear. Pode ser que uma série de estranhos acidentes torne nossos resultados enganadores" (HARRIS, Otto, e STRASSMAN, Fritz, "Über den Nachweis und das Verhalten der bei Bestrahlung des Uran mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle", *Die Naturwissenschaften*, XXVII (1939), 15).

dos pré-paradigmáticos, como durante as crises que conduzem a mudanças em grande escala do paradigma, os cientistas costumam desenvolver muitas teorias especulativas e desarticuladas, capazes de indicar o caminho para novas descobertas. Muitas vezes, entretanto, essa descoberta não é exatamente a antecipada pela hipótese especulativa e experimental. Somente depois de articularmos estreitamente a experiência e a teoria experimental, pode surgir a descoberta e a teoria converter-se em paradigma.

A descoberta da Garrafa de Leyden revela todos esses traços, além dos que examinamos anteriormente. Quando o processo de descobrimento teve início, não existia um paradigma único para a pesquisa elétrica. Em lugar disso, diversas teorias, todas derivadas de fenômenos relativamente acessíveis, competiam entre si. Nenhuma delas conseguiu organizar muito bem toda a variedade dos fenômenos elétricos. Esse fracasso foi a fonte de diversas das anomalias que forneceram o pano de fundo para a descoberta da Garrafa de Leyden. Uma das escolas de eletricitistas que competiam entre si concebeu a eletricidade como um fluido. Essa concepção levou vários cientistas a tentarem engarrar tal fluido. Essa operação consistia em segurar nas mãos um recipiente de vidro cheio de água, colocando-se essa última em contato com um condutor proveniente de um gerador eletrostático em atividade. Ao retirar a garrafa da máquina e tocar a água (ou um condutor a ela ligado) com sua mão livre, todos esses experimentadores receberam um forte choque elétrico. Entretanto, essas primeiras experiências não conduziram os eletricitistas à descoberta da Garrafa de Leyden. Esse instrumento emergiu mais lentamente. Também nesse caso é impossível precisar o momento da descoberta. As primeiras tentativas de armazenar o fluido elétrico somente funcionaram porque os investigadores seguraram o recipiente nas mãos, ao mesmo tempo em que permaneciam com os pés no solo. Os eletricitistas ainda precisavam aprender que a garrafa exigia uma capa condutora (tanto interna como externa) e que o fluido não fica armazenado no recipiente. O instrumento que chamamos Garrafa de Leyden surgiu em algum momento das investigações em que os eletricitistas constataram esse fato, descobrindo ainda vá-

rios outros efeitos anômalos. Além disso, as experiências que propiciaram o surgimento desse aparelho (muitas das quais realizadas por Franklin) eram exatamente aquelas que tornaram necessária a revisão drástica da teoria do fluido, proporcionando assim o primeiro paradigma completo para os fenômenos ligados à eletricidade.<sup>11</sup>

Em maior ou menor grau (oscilando num contínuo entre o resultado chocante e o resultado antecipado), as características comuns aos três exemplos acima são traços de todas as descobertas das quais emergem novos tipos de fenômenos. Essas características incluem: a consciência prévia da anomalia, a emergência gradual e simultânea de um reconhecimento tanto no plano conceitual como no plano da observação e a consequente mudança das categorias e procedimentos paradigmáticos — mudança muitas vezes acompanhada por resistência. Existem inclusive provas de que essas mesmas características fazem parte da natureza do próprio processo perceptivo. Numa experiência psicológica que merece ser melhor conhecida fora de seu campo original, Bruner e Postman pediram a sujeitos experimentais para que identificassem uma série de cartas de baralho, após serem expostos a elas durante períodos curtos e experimentalmente controlados. Muitas das cartas eram normais, mas algumas tinham sido modificadas, como, por exemplo, um seis de espadas vermelho e um quatro de copas preto. Cada seqüência experimental consistia em mostrar uma única carta a uma única pessoa, numa série de apresentações cuja duração crescia gradualmente. Depois de cada apresentação, perguntava-se a cada participante o que ele via. A seqüência terminava após duas identificações corretas sucessivas.<sup>12</sup>

Mesmo nas exposições mais breves muitos indivíduos identificavam a maioria das cartas. Depois de um pequeno acréscimo no tempo de exposição, todos os entrevistados identificaram todas as cartas. No caso

11. A respeito das várias etapas da evolução da Garrafa de Leyden, ver I. B. COHEN, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Englewood Cliffs, 1956), pp. 385-386, 400-406, 452-467 e 506-507. O último estágio é descrito por WHITAKER, *op. cit.*, pp. 50-52.

12. BRUNER, J. S. & POSTMAN, Leo. On the Perception of Incongruity: A Paradigm. *Journal of Personality*, XVIII, pp. 206-223 (1949).

