

POR UMA NOVA HISTORIA SOCIAL E CULTURAL DAS CIÊNCIAS: NOVAS DEFINIÇÕES, NOVOS OBJETOS, NOVAS ABORDAGENS¹

Dominique Pestre²

palavras-chave: história da ciência; estudos sociais da ciência e da tecnologia; historiografia da ciência e da tecnologia.

RESUMO

Guardadas as devidas proporções para uma disciplina de menor amplitude, a História das Ciências se encontra atualmente numa situação análoga à que prevaleceu nos anos 1930 para a História em seu conjunto. Esse quadro deriva de uma profunda renovação cujas origens residem nas abordagens contestatórias desenvolvidas, a partir do início dos anos 1970, visando redefinir a natureza das práticas científicas, e levadas a cabo por um grupo de jovens sociólogos, antropólogos, filósofos e historiadores que atuou de maneira bastante coordenada até a metade dos anos 1980. O primeiro objetivo desse artigo é voltar a tais proposições oferecendo um resumo que incite à leitura, sem a pretensão de escrever uma história dessa corrente metodológica. Em segundo lugar, apresentar alguns dos efeitos mais propriamente historiográficos que daí decorreram, bem como oferecer algumas idéias sobre os novos objetos, as novas abordagens e as novas questões sugeridas por essa historiografia.

ABSTRACT

TOWARDS A NEW SOCIAL AND CULTURAL HISTORY OF SCIENCES: NEW DEFINITIONS, NEW OBJECTS, NEW APPROACHES. The discipline of History of Sciences is nowadays facing an analogous situation to that History has gone through during the 30's, since one respects the different proportions between these two fields of research. This picture derives from a profound renewal movement

¹ Uma versão em francês foi publicada em **Annales ESC**, vol. 50, n. 3, maio-junho, 1995. Tradução para o português de Sílvia F. de M. Figueirôa.

² Pesquisador do CNRS/França, membro do *Centre de Recherche en Histoire des Sciences et de la Technologie/Musée* de La Villette, Paris.

rooted in contestation approaches, developed especially from 1970 onwards, that aimed to redefine the nature of scientific practices. This movement was conducted by a group of young sociologists, anthropologists, philosophers and historians who acted in a very coordinated way until mid-1980. The first purpose of this article is to go back to this ensemble of propositions to offer a summary that stimulates its reading. However, by no means do I intend to write a history of this methodological current. Secondly, this article examines some more strictly historiographical effects, as well as offers some ideas about new objects, new approaches and new questions suggested by this historiography.

A partir da metade dos anos 1980, a História das Ciências conheceu uma profunda renovação. Mais precisamente, conheceu uma inflexão que encontra suas origens nas abordagens contestatórias desenvolvidas a partir do início dos anos 1970 e que visa redefinir a natureza das práticas científicas. Tais abordagens foram o resultado do trabalho de um grupo que atuou de maneira bastante coordenada até a metade dos anos 1980, grupo esse formado por jovens sociólogos, antropólogos, filósofos e historiadores, cujo núcleo foi essencialmente britânico. Um notável contingente americano a ele parcialmente se agregou no último decênio, e Michel Callon, Bruno Latour, Karin Knorr-Cetina, entre outros, contribuíram para lhe conferir um sabor continental a partir do fim da década de 70. Durante um período, a revista *Social Studies of Science* constituiu o ponto de união do grupo, outro veículo privilegiado dessas reflexões tendo sido os colóquios cujas atas foram regularmente publicadas³.

Nos últimos anos, a definição de ciência que eles ofereceram ou, mais precisamente, o conjunto de proposições que eles articularam a respeito do que são

³ Uma listagem parcial incluiria: 16-18 de setembro de 1975 - simpósio na Universidade de York "Aspects of the Sociology of Science", publicado em **Social Studies of Science**, vol.6, n.3 e 4, 1976; 1978 - publicação por D. Mackenzie e B. Norton de uma obra coletiva consagrada à sociologia da Matemática em **Social Studies of Science**, vol.8, n. 1; 1979 - publicação por B. Barnes e S. Shapin (Sage Focus Ed.) de uma obra coletiva intitulada "Natural order: historical studies on scientific culture"; 1980 - publicação por Krohn, Knorr e Whitley, como *Yearbook de Reidel*, do livro coletivo "The social process of scientific investigation"; 27-29 de março de 1981 - simpósio na Universidade de Bath organizado por H. Collins e S. Shapin sobre "Novas perspectivas em História e Sociologia do conhecimento científico", parcialmente publicado em **Social Studies of Science**, vol.11, n.1,1981, sob o título "Knowledge and controversy: studies of modern natural science"; 1983 - publicação por K. Knorr-Cetina e M. Mulkay do livro coletivo "Science Observed" (Sage Focus Ed.); Setembro de 1985 - simpósio em Bath, cujas atas parciais foram editadas por D. Gooding, T. Pinch e S. Schaffer sob o título "The uses of experiment" (Cambridge Univ. Press).

as práticas científicas, constituiu um quadro de referência novo para numerosos historiadores. O objeto da investigação (a ciência) tendo sido radicalmente definido, novas maneiras de abordá-lo surgiram, objetos diferentemente recortados apareceram, novas questões legítimas emergiram. Num certo sentido, guardadas as proporções devidas para uma disciplina de menor amplitude, a História das Ciências se encontra hoje numa posição homóloga àquela que prevaleceu nos anos 1930 para a História em seu conjunto. Seja porque Marc Bloch, Lucien Fèbvre e outros redefiniam o que eram os objetos legítimos da disciplina, seja porque propunham submeter a seu domínio uma gama de atividades até então mantidas fora de sua jurisdição, seja ainda porque anexavam outras práticas disciplinares, eles abriam um espaço novo a conquistar, ofereciam à sagacidade do historiador a possibilidade de historicizar práticas até então não consideradas por ele. Mais especificamente - e a analogia com o que se passa na História das Ciências é absolutamente pertinente -, eles tornavam caduca a assimilação de uma forma historiográfica particular à disciplina em seu conjunto, aboliam a supremacia de um gênero único e dominante (o 'grande gênero', como se diz em pintura), e tornavam legítimas abordagens até então marginais ou menores⁴.

Esse quadro de referência, esse novo sistema de apreensão das ciências e das práticas científicas penetrou amplamente no meio dos historiadores das Ciências do Reino Unido e dos Estados Unidos (ainda que as diferenças entre ambos países me pareçam notáveis). Cada um poderá julgar percorrendo os últimos lançamentos de revistas, como *Science in Context*, assim como as revistas clássicas da área como *History of Science*, *Studies in the History & Philosophy of Science* ou *Isis*. No caso britânico, essa redefinição teve como corolário um encontro (político) com alguns grandes historiadores como Christopher Hill, Eric Hobsbawm ou E. P. Thompson, e conduziu à aparição de novos laços intelectuais e institucionais com o meio dos historiadores.

Simetricamente - e será conveniente levar isso em consideração -, o meio francês dos historiadores das ciências permaneceu pouco permeável a esse novo referencial de trabalho, e raramente se encontrou com os historiadores "generalistas",

⁴ Sobre o grande gênero em História, ver Perrot (1992).

muito pouco curiosos, por sua vez, por essas evoluções. Esse é o motivo pelo qual o primeiro objetivo desse texto é o de voltar a esse conjunto de proposições, oferecendo um resumo que incite à leitura. Num segundo momento, trata-se de apresentar alguns dos efeitos mais propriamente historiográficos que daí decorreram, oferecer algumas idéias sobre os novos objetos, as novas abordagens e as novas questões sugeridas por essa historiografia⁵.

Precisarei ainda dois pontos. De início, o objetivo deste trabalho não é, de modo algum, escrever uma história dessa corrente, propor uma análise histórica, tentar compreender, por exemplo, porque ela apareceu antes no contexto britânico. Faltam-me conhecimentos para realizá-lo e seria necessária uma enquete mais aprofundada. O objeto deste trabalho é, pois, mais modestamente, o de penetrar nos textos, apresentar suas teses intelectuais, mostrar as estratégias utilizadas, a força renovadora que neles se encontra - e fazê-lo com certa simpatia. Segundo ponto, correlativo ao anterior: essa apresentação não subentende que nada existiria não fosse o que aqui se discute. Excelentes trabalhos vêm sendo publicados por historiadores das ciências há decênios, fato que não se questiona nem se contesta. O que esses estudos permitem fazer, afinal, é tomar distância em relação a nossas próprias práticas (aquelas dos historiadores da ciências), a considerá-las com olhos mais sistematicamente críticos, e a identificar os pressupostos e as atitudes implícitas que governam nossas definições e enfoques, que delimitam nossas apostas e guiam nossas escolhas, particularmente face às grandes posições filosóficas propostas em relação às ciências. Nesse sentido - e é o meu sentimento -, esses trabalhos só podem ser uma fonte de enriquecimento intelectual.

⁵ Esse vocabulário - "novos objetos", "novas abordagens", "novas questões" - é, evidentemente, tomado de empréstimo de Le Goff e Nora (1974).

QUAL A NOVA IMAGEM DAS CIÊNCIAS E DAS PRÁTICAS CIENTÍFICAS?

A construção dessa imagem se fez por etapas e não desembocou num modelo unificado. Eu me proponho, portanto, para começar, a relembrar brevemente as principais etapas de sua constituição.

Uma breve cronologia

Uma das origens reside nos trabalhos propostos por David Bloor no seminário de estudos sobre ciências de Edimburgo durante a primeira metade dos anos 1970, trabalhos que constituem um quadro de referência para o grupo, um signo de identidade metodológica. Esse referencial programático de trabalho está articulado em torno de quatro **princípios de método** (denominados causalidade, simetria, imparcialidade e reflexividade), os quais têm o objetivo declarado de desvencilhar a História das Ciências das leituras construídas de modo retrospectivo, que sustentam que nada há a explicar quando um sábio "descobre" uma verdade da natureza (estamos apenas diante de um "bom" cientista), mas que a explicação é essencial no caso contrário. Recusando a "história julgada" (estilo Bachelard) e o anacronismo que ela implica quanto ao uso trans-histórico das caracterizações de "verdadeiro" e "falso", David Bloor sugere que o historiador seja 'simétrico' e 'imparcial' no tratamento dos atores, que ele não se influencie pela seqüência da história que ele conta, que ele seja, ao contrário, o mais contextualista possível e ofereça explicações de mesma natureza tanto para os "vencedores" quanto para os "vencidos". Em suma, que não cometa o pecado do anacronismo e não pense em termos da evidência da descoberta, de um lado, e do impedimento patológico (social, psicológico ou epistemológico) de outro⁶.

⁶ Bloor (1973), Collins (1982).

Esses princípios de método constrangedores, ao mesmo tempo em que opostos ao senso comum, são para Bloor proposições heurísticas cujo uso simultâneo não é simples. Elas não serão, inclusive, aceitas sem infinitas nuances nos anos que se seguiram. Sem poder aqui descer ao detalhe, retenhamos que certos princípios de Bloor perdem rapidamente seu fascínio. É este notadamente o caso da condição de causalidade, herdada de Karl Mannheim, e que remete a uma concepção estreita da explicação histórica. Outras são ignoradas aqui, mas estão colocadas no centro dos programas de pesquisa. É o que ocorre com a exigência de reflexividade (a saber, que os historiadores e sociólogos aplicam a si mesmos as condições que eles enunciam para o estudo dos cientistas), exigência explicitamente abandonada por Collins no início dos anos 1980, mas transformada em arma militante por Mulkay, Woolgar ou Ashmore. Na realidade, apenas as condições de simetria e imparcialidade permanecem unanimemente aceitas, tornando-se assim emblemas do grupo⁷.

O segundo momento se situa na segunda metade dos anos 1970 e está marcado pelos primeiros trabalhos de Barry Barnes, Steven Shapin, Donald Mackenzie, etc. Estimulados pelo "programa forte" de Bloor e pelo que ele veicula de radical quanto ao tratamento histórico das ciências, esses estudos pendem para uma análise crítica da produção dos saberes científicos que toma muito de empréstimo aos enfoques estruturais, à Sociologia alemã e à Antropologia funcional. Isso significa que as produções científicas são tratadas como sistemas de proposições e ações, como cosmologias constituídas localmente pelos humanos a fim de dar conta do mundo que é o deles. O papel do historiador consiste, então, em decodificar e descrever essas cosmologias, colocar em evidência as condições culturais, políticas e sociais que governaram sua constituição. O cerne da demonstração é constituído por uma série de análises encaixadas umas nas outras, que se desdobram do local (tal teoria defendida por tal sábio em tal momento) ao geral (p. ex., aquilo que é o contexto social de tal cidade ou de tal país em tal época). A explicação histórica tem como função harmonizar o cosmológico e o social, o científico e o contextual, dar conta do "conteúdo das ciências" pelo seu "continente", sendo que seu enfoque trata

⁷ Ashmore (1989), Collins (1981), Mulkay (1985), Woolgar (1988).

as produções científicas igualmente a todas as outras produções culturais geradas pelos humanos⁸.

Faremos a esse propósito três observações cujo sentido se tornará mais claro adiante. A saber: que esse tipo de análise é essencialmente estático, pois que os esquemas conceituais e as práticas dos intelectuais são, a cada vez, referidas a um dado contexto ou grupo social dos quais se pensa poder oferecer uma caracterização não problemática; que é a noção de **interesse** (social, econômico, político ou de categoria) dos diversos grupos que governa a explicação; finalmente, que o objeto de estudo permanece sendo a Ciência enquanto Saber, e não a Ciência enquanto um fazer cujos produtos transformam o mundo.

O terceiro momento - cronologicamente concomitante aos precedentes - desloca a cena para o sul da Inglaterra e remete aos trabalhos de Harry Collins. Seus enfoques são mais sociológicos que históricos, suas ferramentas são as entrevistas e a presença junto aos cientistas, e são as práticas contemporâneas dos laboratórios que são analisadas e esmiuçadas. Os trabalhos de Collins são 'locais' (ele pratica uma micro-sociologia limitada a alguns indivíduos e não coloca em cena cosmologias ou grandes grupos sociais), têm como objeto a maneira como se negociam cotidianamente os "fatos científicos". São os gestos e os atos materiais que interessam a Collins, o saber-fazer e os saberes tácitos, a maneira pela qual os cientistas comparam e calibram seus instrumentos, os procedimentos de validação localmente colocados em ação pelos experimentadores. Um de seus objetivos é o de mostrar a infinita **flexibilidade de interpretações** que propõem os autores, o fato de que os consensos que emergem encobrem considerações múltiplas e heterogêneas, que as conclusões práticas sobre as quais, finalmente, se fazem os acordos são sempre amplamente contingentes. Na virada do anos 1970-80, Collins toma posições mais gerais e propõe sua própria versão do programa forte, intitulada *Programa Empírico do Relativismo*. Precisemos que, a fim de oferecer estudos empíricos com grande poder de convicção, Collins segue duas estratégias paralelas. De uma parte, toma numerosos exemplos dentro do que é tradicionalmente considerado como o coração

⁸ Barnes e Shapin (1979), Knorr, Krohn & Whitley (1980), Mackenzie (1981), Shapin (1985), Woolgar (1981), e os volumes 6 (n.3 e 4), 1976, e 8 (n.1), 1978, de *Social Studies of Sciences*.

do sistema científico - a saber, as ciências físicas. De outra, procura mostrar que os procedimentos reivindicados como legítimos nesse domínio (os métodos) não são qualitativamente diferentes daqueles que se encontram nas margens do sistema, em Parapsicologia, por exemplo⁹.

Aquilo a que temos o costume de chamar análise de controvérsia é o resultado dos programas precedentes. Muito em voga na primeira metade dos anos 1980, esse gênero historiográfico combina duas coisas. A escolha de um "terreno" circunscrito de início, isto é, a escolha de um objeto empírico voluntariamente limitado, documentado dia-a-dia, e cujo coração é constituído de uma polêmica aberta. Desejando focar de perto a prática cotidiana das comunidades científicas, esses estudos analisam, de preferência, debates técnicos "ordinários" (a questão das camadas devonianas na Geologia na primeira metade do século XIX, a das "correntes fracas neutras" na Física de partículas nos anos 1970) e evitam as "grandes controvérsias", os debates de forte ressonância ideológica (do tipo "criacionismo ou evolucionismo"). Esse modo historiográfico implica, por outro lado, um método de tratamento estrito do debate cuja linha mestra é, na mais estrita ortodoxia *blooriana*, 'simetrizar' o que é dito ou imputado aos atores, um método que recusa a história julgada. Na análise da polêmica, a regra é ser agnóstico em relação aos atores, não fazer intervir as explicações da ciência atual (pois elas impedem captar as especificidades dos enunciados e dos debates do passado), seguir a fabricação progressiva, em cada um, das convicções, dos enunciados, do saber-fazer. Aplicados aos debates que permanentemente atravessam as comunidades de especialistas quanto ao que são os "fatos científicos", os estudos de controvérsia oferecem demonstrações empíricas eloqüentes. Valendo-se de um tom muitas vezes iconoclasta, eles dão uma imagem em carne e osso do que são as práticas de campo dos geólogos, ou o trabalho "de copa e cozinha" dos físicos e biólogos. Esses estudos objetivam, de todo o modo, sempre uma mesma questão: saber o que faz com que um consenso particular emergja quase sempre, para além da infinita diversidade de proposições iniciais, para além de sua maleabilidade. As respostas inicialmente

⁹ Collins (1974, 1975, 1981,1985), Pinch (1980,1986).

trazidas a essa questão são extremamente variadas nessa época - eu voltarei a esse ponto¹⁰.

Acrescentarei um comentário: a saber, que essas análises de controvérsia não têm suas raízes numa cultura histórica, mas na tradição do *estudo de caso* (filosófico ou sociológico) de forte tendência demonstrativa. Nesse momento, então, tal exercício era freqüentemente militante, uma máquina de guerra contra a filosofia analítica e/ou a filosofia popperiana dominante na Grã-Bretanha. Era a afirmação de um programa, o de voltar - para tomar uma expressão então muito em voga -, a uma descrição da ciência "tal como ela se faz", uma descrição mais "espessa", mesmo que ela não seja ainda uma antropologia das ciências e de suas práticas. Notar-se-á aqui um pequeno paradoxo. O que esses estudos de caso buscam demonstrar quase sempre é que os fatos científicos são construções negociadas e que só raramente permitem o desempate entre teorias concorrentes - o que, no contexto intelectual britânico, permanece até hoje de extrema importância. Essas análises também se apresentam como casos transparentes, exemplos falando por si mesmos, cuja função é a de invalidar, a partir da evidência factual, as teses clássicas¹¹.

Por simplificação, até o momento eu apresentei essa renovação como sendo a realização de historiadores e sociólogos que recusavam uma concepção racionalista ou positivista das ciências. A imagem não é falsa, mas deixa de precisar que esses historiadores e sociólogos leram e estudaram a etnometodologia, essa sócio-etnologia minimalista e ascética surgida na Califórnia nos anos 1960 e que se caracteriza por uma rejeição radical de toda interpretação (orientada, por exemplo, em termos de grupos ou classes). A imagem precedente esquece também do livro de Bruno Latour e Steve Woolgar de 1978, "**Laboratory Life**", um livro que mostra, por

¹⁰ Como exemplos de análises de controvérsias eu destacarei Pickering (1984) e Rudwick (1985), assim como as coletâneas de artigos traduzidos por Callon e Latour (1982, 1985).

¹¹ Mulkay (1979) e Pestre (1990). Uma observação sobre a minha apresentação das coisas. Quanto aos fatos, a História Social à moda de Edimburgo e o que eu estou chamando de análise de controvérsia se superpõem largamente. A diferença, quase sempre, é apenas de intensidade, notadamente no que tange ao recurso maior ou menor a elementos externos à controvérsia. Notemos, de todo o modo, que a análise de controvérsia tal como eu a descrevo aqui conduz a duas coisas: a um distanciamento progressivo das questões macro-sociais, de um lado, e a um reforço das descrições detalhadas, das micro-análises das práticas materiais, das "thick descriptions", de outro.

contraste, em que os trabalhos anteriores não são de natureza antropológica, não se constituem em uma antropologia do laboratório. A novidade radical do livro é, com efeito, que ele não coloca no coração de seu trabalho nem as cosmologias científicas, nem a análise de controvérsias. Situado em outra parte, num mundo sem acontecimento nem diacronia, o livro recusa radicalmente qualquer intencionalidade. Não propondo nem um relato nem uma "explicação" social das ciências, ele mostra que a etnografia funcionalista não é a única viável e interessante. O livro olha os cientistas, de fato, com um olhar tão radicalmente estrangeiro à sua (à nossa) cultura que ele "esquece" de falar da única questão que eles julgam (que nós julgamos) essencial - aquela dos conhecimentos produzidos, do conteúdo, do sentido fabricado pelos atores via um debate de idéias. Assim fazendo, ele libera um espaço novo para o olho, permite um olhar inesperado sobre um mundo que no entanto parecia familiar - permitirá também aos historiadores se renovarem¹².

Finalmente, e ficarei por aqui para a parte mais grosseiramente cronológica desta apresentação, convém mencionar os trabalhos posteriores de Latour e Callon, trabalhos que marcaram profundamente esse grupo ao deslocar seus centros de interesse fora dos meios científicos. O que caracteriza esse enfoque é, primeiramente, a vontade de compreender a eficácia da ciência em ação, compreender como as práticas dos laboratórios passam a pesar sobre o mundo e a transformá-lo. Ele se define também pela recusa em admitir que é possível limitar-se ao universo de especialistas para compreender as ciências e sua dinâmica, contentar-se com microanálises de controvérsias. Não satisfeito com a pretensão sociológica de explicar um saber (científico) por um contexto (social), Latour "sai" do laboratório e busca compreender como o complexo (técnico-)científico e o corpo social se (re)definem e se (re)constróem simultaneamente. Não é mais localmente, apenas no espaço dos laboratórios, que o segredo dos saberes e de sua validação é buscado, mas nas retomadas e traduções que operam no conjunto do corpo social.

¹² Knorr-Cetina (1981), Latour & Woolgar (1988), Lynch (1985), Lynch, Livingstone & Garfinkel (1983), Woolgar (1984). Para um estudo "clássico" da antropologia do laboratório, ver o belíssimo livro de Traweek (1988) e suas respostas aos precedentes em Pickering (1992).

A questão não é mais tanto saber como as proposições dos cientistas se tornam epistemologicamente verdadeiras (isso concerne ao programa "clássico"), nem precisar como sua legitimidade é negociada na comunidade especialista (isso poderia ser uma definição do programa "controvérsia"), mas descrever como os enunciados, através dos **objetos** e das **práticas**, se impõem na competição pela sobrevivência (social e cognitiva). A ciência sendo um dispositivo que produz e inventa uma ordem - e não um dispositivo que "desvela" a ordem escondida da natureza - é equivocado "descontextualizar" seus enunciados. Sempre ligados a seus portadores, não têm existência independente. Apropriados, traduzidos, permanentemente adaptados e transformados por aqueles que os usam, permanecem para sempre específicos e não passíveis de um tribunal universal (o contexto de justificação). Frutos de conjunturas com componentes muito diversas, podem ser vitoriosos aqui, transformados lá - e sempre descritos como idênticos a eles mesmos. Em cada momento realiza-se um novo arranjo indissociavelmente social e cognitivo, um arranjo sempre a ponto de ser deslocado. Em suma, Latour propõe abandonar os esquemas explicativos clássicos (o cognitivo se explica pelo social, por exemplo) e oferece um sistema de referência dinâmico, sem hierarquia a *priori* (o social se reconstrói permanentemente). Para fazer aparecer esse movimento de conjunto, Latour segue com frequência a trajetória de atores privilegiados, atores tentando convencer-interessar-constranger os outros a aceitarem suas histórias. Nesses estudos, a dimensão espacial do envolvimento substitui muitas vezes com vantagem as leituras temporais mais habituais¹³.

Algumas Proposições Resultantes Desses Trabalhos

Existe um discurso dominante ocidental dos últimos séculos a propósito das ciências. Esse discurso é, primeiramente, obra dos cientistas (em particular dos físicos que o recitam e repetem ao longo de gerações) mas também de filósofos e

¹³ Callon (1975, 1981), Latour (1983, 1984, 1989, 1991), Rouse (1987).

especialistas de ciências humanas que buscaram sistematizá-lo. Nesse discurso, se aceitarmos uma grande simplificação, as ciências são, no mais das vezes, apresentadas enquanto sistemas de proposições, sistemas de enunciados podendo (ou devendo) ser falsificados por confrontação com a experiência. Muito freqüentemente, a dimensão abstrata é super-valorizada. É, com efeito, no campo teórico que se joga o essencial da ciência, é lá que a imaginação inventa o mundo - a experimentação permanecendo sempre mais trivial, pouco diferente da noção de *teste de desempate* entre proposições teóricas rivais. Sustenta-se também, com freqüência, que os procedimentos que caracterizam a ciência imaculada podem ser explicitados (fala-se então de *método científico*), sendo um elemento de destaque a reprodutibilidade sempre possível dos resultados experimentais. A ciência é, enfim, o Saber por excelência, o meio de acesso privilegiado ao conhecimento do mundo. Transcendendo o tempo ordinário dos historiadores, a categoria de *ciência* é, por fim, pouco problemática e pode ser utilizada sem muito risco através dos tempos¹⁴.

À visão dessa imagem, um certo número de contra-proposições derivadas dos estudos precedentes pode ser adiantado. Aquelas que aqui formulamos não têm como função dar uma imagem exaustiva e global das posições tomadas. Elas têm muito mais uma função heurística, qual seja, a de sublinhar algumas contestações e fazer aparecer as linhas de força. Essas concernem tanto às práticas científicas quanto às maneiras de estudá-las, elas misturam alegremente elementos descritivos e pontos de métodos históricos. Por fim, o fato de que eu seja primeiro um historiador das ciências físicas contemporâneas não é inofensivo. Minhas imagens espontâneas, bem como a maioria dos exemplos que utilizo, vêm desse domínio - e eu conheço muito mal, por exemplo, as ciências biomédicas e as especificidades implicadas nas variações do ser vivo, a multiplicidade de instituições legítimas ou

¹⁴ Ver Hacking (1989) para uma caracterização não desprovida de humor. Como vigorosamente escreve Loup Verlet, as ciências tendem a evacuar a própria idéia de sua fundação. Para os cientistas, esclarece, "a realidade que eles descrevem impõe a poucas coisas próximas a descrição que delas se faz e a epistemologia que conforma essa descrição". Propõem então uma história que, "reinterpretada de maneira a fazer ressaltar a lógica e a necessidade, vem assim apoiar o mito de uma ciência total e absolutamente objetiva" (Verlet, 1983, p.28-29).

o encontro do sofrimento. Cada um reterá, portanto, os limites e o caráter parcial e partidário do que se segue.

Primeira contra-proposição: é preferível abandonar a categoria "Ciência"¹⁵ com tudo o que ela veicula de reificação, e falar preferencialmente de campos disciplinares e de práticas materiais e cognitivas múltiplas. As diferenças que separam a prática da Filosofia Natural daquelas da Geologia do início do século XIX e da Física Nuclear pós-Segunda Guerra mundial são tais que subsumi-las numa categoria única é um exercício enganador que conduz a questões de pouca pertinência. O postulado da unidade das ciências apoiado numa maneira particular de tratar os problemas (ou seu uso implícito através do emprego do adjetivo "científico") é certamente reivindicado por numerosos cientistas, mas nada obriga a torná-lo como líquido e certo. Dito de forma positiva, parece preferível considerar os diversos momentos e espaços como tantos quantos espaços com regras epistemológicas, sociais, materiais e retóricas específicas - cada um deles sendo, além disso, muito mais uma soma de sistemas e representações parcialmente articuladas do que um conjunto unificado¹⁶. O papel do historiador é, portanto, o de seguir estas transformações, construir uma cartografia histórica com muitas dimensões - e o de absolutamente não se inquietar em excesso com o "corte epistemológico". Historicisar radicalmente a noção de ciência - bem como escrever a história da emergência retórica dessa noção - são, pois, pré-requisitos desse programa¹⁷.

A segunda proposição se opõe à idéia de que a ciência seria, antes de tudo, um sistema de enunciados. Se opõe à idéia de que seria intrínseco à ciência sua capacidade de explicitar plenamente esses enunciados e a separá-los do saber-fazer não formalizável que especificamente caracteriza outras práticas. Convém, ao contrário, reconhecer que, tanto para as ciências teóricas quanto para as ciências

¹⁵ A Filosofia francesa, me parece, prefere o plural (as ciências), o mundo anglo-saxão o singular. No caso francês, o uso do plural não deve todavia mascarar a procura de **uma** cientificidade, ou mesmo de um discurso normativo.

¹⁶ Os físicos de materiais nos anos 1930-60, por exemplo, mostram atitudes extremamente variáveis face à Mecânica Quântica, às modelagens de nível intermediário, às ferramentas materiais da disciplina, assim como ao que constitui a prova. Ver, p. exemplo, Pestre (1989).

¹⁷ Cunningham (1988).

práticas ou experimentais, os saberes tácitos, o saber-fazer, as maneiras de fazer e de tratar concretamente os problemas vêm primeiro, e que é a própria maestria em lidar com esses saberes "corporais" que caracteriza os grandes cientistas. Aquele que pratica as ciências é alguém que adquiriu uma cultura, que foi formado, modelado por um certo meio, que foi fabricado no contato com um grupo e com ele compartilhou as atividades - e não uma consciência crítica operante, um puro sujeito conhecedor. Aculturado num conjunto de práticas, de técnicas, de habilidades manuais, de conhecimentos materiais e sociais, ele é parte intrínseca de uma comunidade, de um grupo, de uma escola, de uma tradição, de um país, de uma época. Desde que Polanyi, Kuhn e Collins mostraram que a transmissão dos saberes científicos não é exceção e passa menos pelas palavras e mais pelo "fazer com", os historiadores constataram a generalidade do fato. Ninguém jamais esteve a ponto de construir um ciclotron nos anos 1930, por exemplo, sem uma estadia prolongada em Berkeley - o local da invenção dessas máquinas -, e sem participar de corpo presente da construção de um acelerador. Igualmente, o aceite de uma interpretação comum sobre o que enunciava a relatividade einsteiniana foi construído progressivamente, em torno de um conjunto de práticas progressivamente homogêneas - e a metáfora da "difusão" da teoria da relatividade (concebida como um conjunto conceitual unívoco em suas significações e transparente para todos os atores) é problemática¹⁸.

Uma terceira contra-proposição poderia ser esta: o fato de que os saberes científicos apareçam como bastante cumulativos (o que embasaria substancialmente a diferença entre ciências e humanidades) não resulta nem do emprego de um conjunto de regras lógicas ("o método científico") nem de comportamentos éticos ou sociais particulares. A respeito do primeiro ponto, as análises de controvérsia fizeram esvanecer o universalismo do método¹⁹. Sobre o segundo, notemos que as

¹⁸ Heilbron & Seidel (1989) sobre Berkeley; Polanyi (1958), Kuhn (1983), sobretudo o posfácio de 1969, e sobretudo Collins (1985) para o saber-fazer e os saberes tácitos.

¹⁹ Uma palavra sobre o método. retrospectivamente, e se limitamos suficientemente o domínio da atividade considerada (por exemplo, à Física-matemática da segunda metade do século XIX), podemos identificar regularidades nas maneiras de fazer e qualificá-las de regras de método.
(continua...)

normas éticas que Merton atribui às comunidades científicas organizadas (vontade de partilhar conhecimentos, ceticismo coletivamente organizado, universalismo dos enunciados, desprendimento dos indivíduos, etc.), normas que regulariam os comportamentos e as ações e estariam, assim, na base da dinâmica própria das ciências, aparecem como infinitamente mais simples para serem conservadas²⁰.

As análises de controvérsia foram aqui de uma real eficácia demonstrativa. Sempre articuladas com estudos detalhados, mostraram e demonstraram que os debates concretos que se desenvolvem entre os especialistas sobre a fronteira dos saberes seguem trajetórias múltiplas, que não se resolvem jamais por uma argumentação logicamente necessária e da qual ninguém pode escapar, que o "fórum de justificação" - local abstrato das idéias no qual se desenrolaria o confronto lógico e racional dos argumentos e provas -, é uma racionalização *a posteriori*. Essas análises mostraram, por exemplo, que o estabelecimento do fato experimental ("eu 'descobri' tal propriedade de tal partícula") e a interpretação do resultado ("estas propriedades são aquelas enunciadas por tal modelo") não são jamais separáveis: em todos os casos, fatos, provas e normas da prova são definidos no mesmo movimento. De fato, o debate sobre o resultado da experiência (ou seja, sobre o "fato") e aquele sobre o que é uma experiência corretamente conduzida (e que implica o experimentador e sua instrumentação) são um único e mesmo debate²¹.

Formulando de outro modo, pode-se dizer que toda atividade científica é uma atividade prática de interpretação e de invenção implicando saberes e saberfazer, certezas formalizadas e convicção íntima, e que consiste em trazer *judgments* sempre contextualmente situados. Entre os atores científicos, os modos e critérios de

¹⁹(... continuação)

Descritivamente, o exercício é passível de ser imaginado. Convém, entretanto, notar que que isso não é possível senão pela indução a partir de práticas efetivas - e, portanto, *a posteriori* -, e que não é o conhecimento das regras (de método ou de comportamento) que guia os atores. A analogia, clássica, com o manejo da língua em relação ao da gramática é aqui adequada.

²⁰ Merton (1973). A questão das normas e de sua eficácia nas práticas cotidianas e na socialização merece estudo, obviamente. Minha crítica incide aqui sobre a a-historicidade das categorias mertonianas e a dimensão muitas vezes edificante de seu emprego.

²¹ Collins (1985), capítulo 4, bem como o debate recente e vivo a propósito destas teses entre Franklin e Collins em **Studies in the History and Philosophy of Science** (Franklin (1994) e Collins (1994)).

juízo não são nem dados, nem sempre explicitados. Ao contrário, a definição do que se faz prova e do que é aceitável é precisamente a essência do debate. Poder-se-ia aqui retomar Martin Rudwick e dizer que as proposições dos cientistas (para não falar dos objetos e dos instrumentos) são construções e atos de representações que são inteiramente humanos, que são 100% façanhas de homens. Certamente se pode argüir que o que se diz não é sem relação com o que se descreve, que os enunciados e objetos produzidos pelos homens de ciência o são a partir de práticas de interação com o real, que as realizações científicas permitem, por exemplo, um domínio sobre o mundo - Rudwick emprega a metáfora da carta que permite às pessoas convenientemente socializadas se deslocarem em ambientes desconhecidos para elas -, mas a Natureza, sejamos claros, não fala jamais. São sempre os homens que falam em seu nome, tudo o que eles propõem são suas construções, que por sua vez são inseparáveis de culturas mais vastas - e nenhum método existe que colocaria os cientistas à parte do comum dos mortais e os liberaria do fardo e dos constrangimentos, **sociais**, da representação e da interpretação. As implicações para o historiador são que ele deve notar as convenções e os procedimentos práticos que regulam a elaboração e a avaliação dos conhecimentos de cada espaço - as noções de objetividade ou de exatidão sendo categorias próprias dos atores, das produções históricas das quais convém, precisamente, dar conta²².

Introduzirei minha quarta contra-proposição por uma questão. Se as análises de controvérsia mostraram a flexibilidade quase infinita de recursos de que dispõem os humanos para construir os fatos e lhes atribuir um sentido, como dar conta do fechamento das controvérsias, como explicar que os consensos emergem tão regularmente entre especialistas das ciências "duras" ? Se desejarmos responder plenamente à questão, é necessário, de início, retomar essa noção, talvez muito evidente, de consenso que se imporia necessariamente. Farei a esse respeito três observações.

²² Collins (1985) e Rudwick (1985). Sobre a historicização da categoria de objetividade ver, dentre outros, Daston (1991, 1992).

De início, os consensos concernem raramente ao conjunto de especialistas que estiveram implicados num dado debate²³. É uma leitura retrospectiva e desrespeitosa dos acontecimentos que permite acreditar nisso, uma simplificação devida a uma visão distante. Os fenômenos generacionais, mesmo que não sejam os únicos, são importantes, por exemplo. Parafraseando Max Planck ao comentar o debate quântico, poder-se-ia dizer que um novo sistema (teórico na ocorrência, mas que poderia ser material) não convence nunca por ele mesmo, mas que uma geração morre e uma outra a substitui, para quem as novas regras são familiares (é exatamente o que dá a impressão de que o consenso se espalha como uma nuvem de poeira)²⁴. Minha segunda observação consistiria em dizer que o consenso freqüentemente não concerne senão a grupos de atores cuidadosamente delimitados, a superfícies de saberes finitas e situadas em contextos de utilização precisos. Evidentemente, os atores sempre colocam suas proposições como universais, mas elas são formuladas para resolver questões específicas. Teorias e práticas são aceitas como úteis para tratar de certas questões, mas são julgadas pelos mesmos homens como inadequadas (ou falsas) para abordar outras. Uma solução pode não ser adotada por um grupo e, no entanto, ser largamente utilizada por um outro que tem a perícia requerida para fazê-la frutificar. Finalmente, a dinâmica das ciências não se reduz a uma dialética controvérsias-consensos, mas se apóia sobretudo na **circulação de objetos e de saber-fazer**. E, portanto, fato usual a existência de uma técnica que, por se espalhar e tornar-se comum, permite a homogeneização de uma comunidade. E assim, por unificar as práticas de um grupo, por permitir a cada um reproduzir um mesmo fenômeno e sua formalização, faz com que a controvérsia, que implicava inicialmente ferramentas diferentes que conduziam a resultados não reprodutíveis, se encerre por si mesma²⁵.

²³ Isso é finamente analisado no livro de Rudwick (op. cit.).

²⁴ Planck (1960). Precisamente, Max Planck escreveu em sua autobiografia científica: "uma verdade nova em ciência não chega jamais a triunfar convencendo os adversários e levando-os a ver a luz, mas sobretudo porque, finalmente, os adversários morrem e uma nova geração cresceu".

²⁵ A respeito da bomba de ar ver Shapin & Schaffer (1993); do prisma de Newton, Schaffer (1989). Ver também Sibum (no prelo) e Pestre (1994).

Convém, pois, tomar a sério o fato de que uma solução não é jamais logicamente necessária e determinante, que ela não se impõe jamais no sentido absoluto do termo - que todo fechamento de um debate ou todo consenso é local por natureza e pode apenas ser compreendido no contexto preciso de sua elaboração. Por essa razão, a aparente universalidade dos enunciados científicos, o fato de que eles sejam descritos como "verdadeiros em qualquer parte" e compreendidos "nos mesmos termos" por todos não pode constituir um bom ponto de partida para uma análise histórica das ciências. Se os saberes científicos (da mesma forma que outras formas de saberes) circulam, não é porque sejam universais. E porque eles circulam - isto é, porque são (re)utilizados em outros contextos e um sentido lhes é atribuído por outros -, que eles são descritos como universais. Por trás dessa proposição se encontra a idéia já evocada que somente Deus poderá dizer o que é o mesmo, ele apenas poderá dizer se um saber é concebido, interpretado, vivido de maneira perfeitamente equivalente por todos, se o invariante existe numa comunicação. Para dizer a verdade, parece mais plausível supor o contrário. E talvez acrescentar uma coisa: que cada personalidade é múltipla (seja ela do teórico mais eminente), que habitamos, todos, diferentes universos de uma só vez, que compartilhamos comunidades e sistemas de práticas numerosos, e que, no momento da ação, no momento do fazer, nós nos valemos de recursos de todos esses mundos tentando ao mesmo tempo manter uma identidade²⁶.

Uma quinta proposição, que eu já evoquei, consistiria em dizer que a prática das ciências não é, talvez antes de tudo, uma atividade cognitiva que buscaria resolver enigmas, uma atividade que, bastante autônoma em relação a outras práticas sociais, progrediria pela resolução sucessiva de questões intelectuais. Claro, a controvérsia em torno de algum problema está eminentemente presente nas ciências, mas a dinâmica, a lógica de desenvolvimento dos domínios científicos a excede amplamente. Os programas que visam estabilizar e dominar materialmente os fenômenos, aqueles que buscam, de início, produzir objetos ou instrumentos têm lógicas próprias que são, ao menos, igualmente decisivas. Uma abordagem instrumental - por exemplo, conceber dispositivos geradores de ondas cada vez mais

²⁶ Rouse (1987), Veyne (1983), Star (1991).

curtas -, tem uma lógica que pode impulsionar todo um campo de pesquisa e induzir reorganizações intelectuais tão rápidas quanto inesperadas²⁷. "A ciência" é então considerada como organicamente incluída nos sistemas amplos (tecnológicos ou produtivos) e é validada em nome de critérios diferentes segundo os locais (segundo critérios de eficácia no combate para os militares, por exemplo). Contrariamente à aparência, essa situação não tem nada de excepcional, ela não se restringe às práticas da Física do século XX ou às da Biotecnologia. Nós a encontramos também no coração da Filosofia Natural dos séculos XVII e XVIII.

Uma expressão que eu empresto de Kohler pode permitir evocar um outro aspecto dessa proposição. "Os fortes compromissos dos experimentalistas", escreve ele a respeito dos biólogos do século XX, "não são com os problemas mas sim com os sistemas experimentais". Com essa frase ele indica que as práticas experimentais e instrumentais que ele considera não se definem de início em relação às grandes questões teóricas e às alternativas que estas colocam em evidência, mas que cada grupo, cada escola, cada laboratório tem, antes de tudo, uma dinâmica ligada a sistemas preferenciais de investigação - sejam esses aparelhagens, sistemas conceituais ou, como aqui, a sistemas biológicos (a drosófila, p. ex.). Os atos de experimentação, nos diz Kohler, seguem o mais das vezes programas de investigação modelados em seu arcabouço pelo saber-fazer e pelos dispositivos disponíveis, saber-fazer e dispositivos que delimitam o horizonte das possibilidades a curto e médio prazos. Não é, portanto, o sistema de valores que definiria a hierarquia das questões a resolver (das mais importantes às mais secundárias), mas as lógicas de validação de e de crença que são multiformes e diferenciadas, que evoluem em todas as direções - e que se impõem localmente, em função de critérios heterogêneos (valorização social, retomada num meio tecnológico, etc.). Mais fragmentados do que se diz, a prática e o desenvolvimento das ciências so podem ser estudados sem se separar jamais o conceitual, o material ou o instrumental do

²⁷ Sobre a importância decisiva da dinâmica instrumental nas ciências físicas após 1945, ver Pestre (RHMC, 1992).

técnico ou do político. Sempre misturadas, a lógica de uns redefine permanentemente a dinâmica dos outros²⁸.

Uma última palavra para encerrar esta seção. Evidentemente, as proposições relatadas aqui muito sucintamente envolvem questões filosóficas e epistemológicas muito vastas que dizem respeito tanto à natureza do "saber científico" quanto às abordagens e pressupostos que devem ser aqueles do analista-historiador (é claro, para mim, que essas duas questões não podem ser separadas; sem as ferramentas de sua ação prática, qualquer proposição teórica é vã). Mesmo que não frontalmente, essas proposições tocam, por exemplo, nos seguintes pontos: como pensar a relação do especialista com o "real" ? Esse "real" deve ser levado em conta na análise histórica? Se sim, através de qual meio prático e/ou literário - posto que o historiador não tem, em geral, acesso ao "real", a menos que reproduza as experiências por si mesmo, o que levanta outros problemas?²⁹ Se não, é conveniente adotar uma postura metodologicamente "relativista" (seguindo exclusivamente os enunciados e as práticas dos próprios atores) e, por exemplo, ontologicamente agnóstica?

Tais debates são apaixonantes, não triviais, balizaram os encontros mencionados no presente artigo, e estiveram sempre presentes, indubitavelmente, no seio da tradição filosófica. Este artigo não tem, de modo nenhum, o objetivo primeiro de responder a essas questões, nem tampouco o de propor um sistema fechado. Talvez fosse conveniente fazê-lo, mas isso não almejamos. O propósito é, efetivamente, o de identificar novos enfoques **em** História, e meu sentimento é o de que o historiador pode trabalhar de forma excelente colocando entre parênteses, provisoriamente, as respostas a algumas das questões precedentes. Deve apenas estar consciente das simplificações (muito prejudiciais a um trabalho histórico digno desse nome) induzidas pela visão clássica das ciências, evitando metodologicamente o anacronismo sistemático que ela costumeiramente implica³⁰.

²⁸ Kohler (1991, 1994).

²⁹ Pestre (1994).

³⁰ A título de contribuições ao debate de fundo, ver Collins (1981, 1983) e os diversos artigos em (continua...)

QUAIS OS NOVOS OBJETOS E QUAIS AS NOVAS ABORDAGENS PARA A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS?

O que me proponho a fazer agora é colocar em evidência, com o auxílio de exemplos, algumas das novas maneiras de fazer, alguns dos novos objetos históricos surgidos nos últimos anos. Não há, uma vez mais, preocupação com o esgotamento do assunto, nem na leitura do que foi publicado (a interferência produzida por ser historiador da Física, fato já mencionado, é aqui mais importante que nunca), nem na catalogação das novas formas que é proposta. Trata-se de um inventário parcial (nenhum foi tentado até o momento, ao que eu tenha conhecimento)³¹ cuja função é tanto atrair a atenção dos historiadores quanto suscitar ampliações, precisões, contestações. Um de meus objetivos é salientar que muitos desses novos objetos não foram considerados até o momento, seja porque eram "invisíveis" para uma História que permanecia sobretudo uma História das idéias (é o caso para aquela que tratou com destaque da questão das provas, por exemplo), seja porque eram percebidos como banais e pouco nobres (a História "epistemologisante" muitas vezes criou tais situações). Meu desejo é o de fazer aparecer, por detrás da aparência de trivialidade ou de não pertinência, aqueles objetos escondidos que, no entanto, são essenciais para uma boa compreensão das práticas científicas, objetos dotados de uma historicidade que permite fortemente à disciplina não ficar fechada em si mesma e se ligar à História cultural, à História industrial ou à dos instrumentos - em suma, objetos que permitem à História das ciências reintegrar o conjunto dos questionamentos históricos, sem nenhuma exceção.

Acrescentemos, a fim de evitar as ambigüidades, que os *social studies of science* não são as únicas fontes da historiografia que passaremos a descrever. Fenômenos de osmose e de transferências ocorreram com os meios dos historiadores propriamente ditos (incluídos, evidentemente, os historiadores das ciências), bem

³⁰ (... continuação)
Pickering (1992).

³¹ Shapin (1985) é também um artigo de síntese.

como com o conjunto do meio intelectual internacional dos últimos quinze anos (o leitor perceberá facilmente tais fertilizações cruzadas). Não resta mais do que uma configuração específica, talvez identificável por suas instâncias próprias, suas manias e seus tiques, e que as filiações permanecem estreitas com o que foi descrito nas páginas precedentes.

História Das Ciências e História Dos Instrumentos

Se a História das ciências não é, a princípio, a História dos métodos e das teorias, se ele não envolve apenas a História das idéias e dos conceitos, mas supõe que as ciências sejam sistemas de práticas que visam a determinação do que, na experiência, deve ser tomado como real, a História da instrumentação e das lógicas instrumentais deve fornecer pistas de pesquisa novas e interessantes. Se se admite que a prática da Filosofia Natural e das ciências a partir do século XVII tem consistido largamente em intervir no mundo e em transformar observações e experiências locais em aparelhos e instrumentos capazes de circular fora de seu local original de fabricação, se se admite que essa dimensão é inerente aos projetos das academias e sociedades de especialistas tanto quanto aos particulares e aos Estados que as sustentam na época moderna, se se admite, ainda, que os fatos científicos não circulam senão com o saber-fazer que permite operacionalizá-los e que, no domínio experimental, as máquinas são os meios privilegiados dessa aculturação, o estudo das redes de circulação e de validação dessas aparelhagens aparece como central³².

Limitar-me-ei aqui a evocar apenas um aspecto dessa história contextualizada e social da interface entre ciência, instrumentação e experimentação, um aspecto que ilustra a autonomia das lógicas instrumentais e a variedade de projetos dos filósofos naturais e dos físicos contemporâneo. Mais precisamente, desejo mostrar que o programa reducionista - que postula que a ciência (a Física?) não encontra salvação senão no estabelecimento de leis cada vez mais elementares,

³² Schaffer (Invisible connexions, 1992).

na descrição de fenômenos em termos de seus componentes "fundamentais" - não é o único que tem o direito de ser citado. Artigos de Galison e Assmus, Hackmann, Lindqvist e Schaffer permitem ilustrar esse ponto. O que eles fazem reviver é a importância da tradição **mimética** da pesquisa, uma tradição que busca imitar a Natureza, uma tradição que visa reproduzir em laboratório os fenômenos naturais. Dentre os exemplos dessa ciência mimética, lembremos da recriação, pelo homem, dos terremotos, do movimento das geleiras, das auroras boreais, das nuvens, dos vendavais, das tempestades e do comportamento do raio, e toda essa re-fabricação humana assentando-se num argumento de analogia segundo o qual os efeitos similares, sejam eles produzidos em laboratórios ou na natureza, são devidos, certamente, a causas idênticas³³.

O objetivo porém não é, por exemplo, recontar a dinâmica de um ciclone pela aplicação das leis do movimento às partículas fundamentais que o compõem, mas o de fazê-lo existir no seio do laboratório, recompor e exibir um "autêntico ciclone". Onipresente no século XVIII, essa maneira de praticar a ciência foi revivificada pela tradição humboldtiana, ocupou um amplo espaço na Inglaterra vitoriana e persiste no século XX, ainda que ocultada, no discurso sobre o que é a prática legítima da ciência pela nova Microfísica. Em alguns momentos, ambas tradições podem se reencontrar e viver em harmonia. É o caso, por exemplo, da *câmara de bruma* de C. T. R. Wilson: nos anos 1895-1911 esse dispositivo termodinâmico funcionou como um meio de investigação utilizado pelos físicos que se ocupavam de radioatividade no laboratório Cavendish - físicos esse que buscavam, na tradição reducionista, identificar a natureza microscópica da matéria - e como um instrumento de exploração da constituição e da morfologia das nuvens pelo próprio Wilson, na mais pura tradição analógica³⁴.

Fazer reviver essa tradição é essencial por mais de um motivo. Primeiramente, porque ela permite lutar contra a imagem simplificadora que

³³ Schaffer, idem ibidem.

³⁴ A respeito de C. T. R. Wilson, ver Galison & Assmus (1989).

sustenta o programa reducionista como emblemático de toda a ciência³⁵. Quando olhamos para esses trabalhos vemos que, com efeito, não são obra de marginais, que essas investigações se inscrevem em tradições que vêm de longo tempo, que são essenciais para certos meios sociais ou para certos campos (a dinâmica dos fluidos ou diversas práticas de engenheiros). Acrescentaria que, com frequência, são leituras retrospectivas e profundamente anacrônicas que fazem com que essa tradição seja ignorada ou mal lida. Um exemplo simples seria o aparelho de Von Guericke desenvolvido nos anos 1660 e que muitas vezes é descrito como um protótipo de máquina eletrostática, quando na verdade era uma aparelhagem que deveria provar que a gravitação era de natureza elétrica (e não magnética, como sugerido por Gilbert), causada pela fricção do ar sobre a Terra em movimento. Fazer reviver essa tradição (mas ela não é a única que mereceria um tal tratamento) permite, enfim, estabelecer pontes entre os historiadores das ciências e os historiadores dos instrumentos, permite revivificar, pelo enriquecimento mútuo, duas comunidades vivendo à parte pela indiferença de uma pela outra quando nada há que autorize essa atitude.

Um outro elemento digno de nota, mesmo que eu não o desenvolva aqui, é que os instrumentos são apenas objetos concebidos e validados pelos filósofos naturais ou pelos cientistas, e seu *status* varia conforme os contextos em que são colocados para operar. São freqüentemente objetos que preenchem funções técnicas ou de produção (e que são assim também construídos e avaliados em função de critérios próprios pelas comunidades de artesãos, empresários ou de engenheiros); são dispositivos dotados de simbólicas variadas e que têm funções retóricas e políticas (tal telescópio ou tal instrumento matemático especificamente concebido para um príncipe no contexto da Corte); são objetos que podem ser concebidos para coleções (e que respondem então a novos critérios, estéticos ou sociais); podem,

³⁵ Acrescentarei aqui duas coisas essenciais. Em primeiro lugar, esse ideal reducionista erigido por necessidade foi sobretudo o feito dos físicos. Em segundo lugar, sua evidência é diretamente questionada há 15 anos pelos próprios físicos! Com os fractais, as teorias do caos e certos usos do computador, a metafísica da Física está em vias de sofrer uma profunda mutação: a noção de fundamentalidade muda totalmente, por exemplo, assim como a de temporalidade (as leis da Física não são talvez imutáveis). Sam Schweber e Tian U Cao, em Harvard, são aqueles que trabalham de maneira mais contínua e conseqüente sobre essas questões.

enfim, ser instrumentos pedagógicos cujo objetivo é o de permitir uma reprodução fácil e não controvertida de fenômenos precisos. Como bem foi mostrado pelo programa de replicação de experiências históricas empreendido em Oldenburg e Cambridge, um abismo existe entre os materiais utilizados na fronteira da pesquisa e aqueles que, normalizados e padronizados, servem em seguida às manipulações demonstrativas. Otimizados para produzir e exemplificar o resultado atualmente considerado justo, esses últimos não podem permitir dar conta dos problemas encontrados na fase de pesquisa³⁶.

Na origem, efetivamente, a natureza do fato experimental é o desconhecido, ela é precisamente o que está em jogo, o que convém definir. Na medida em que a existência de dispositivos diferentes conduz freqüentemente especialistas a descreverem fenômenos diversos, a polêmica se desenrola, de início, em torno da confiabilidade das aparelhagens e da qualidade dos experimentadores. No auge da pesquisa, a realidade do fenômeno não pode ser invocada para discriminar as diversas proposições, posto que isso é precisamente o que se busca estabelecer. Simetricamente, uma vez adquirido o consenso - isto é, uma vez que a verdade da natureza esteja admitida por uma maioria de especialistas -, um critério simples permite diferenciar os bons dispositivos - e os bons manipuladores -, dos maus. A função demonstrativa pode então desenrolar-se plenamente: a obtenção do bom resultado pelo aprendiz de sábio (obtido graças a um dispositivo único concebido para esse efeito e aceito como a norma) é a garantia da aprendizagem, a garantia de uma socialização bem sucedida³⁷.

³⁶ Para um notável estudo de replicação contemporânea, ver os artigos de Otto Sibum. Para uma reflexão sobre essas práticas e o que elas podem aportar ao historiador, Gaudillière (Aster 1994) e Pestre (1994).

³⁷ A referência fundamental para essa questão permanece Collins (1985) e sua noção de "experimenters' regress".

História Das Ciências e Análises Das Práticas

Em perfeita consonância com a História cultural atual que analisa práticas e toma como objeto operações através das quais o sentido é localmente produzido, numerosos trabalhos de História das ciências recusam atualmente as noções passivas de difusão e recepção para reter aquelas, reais ativas, de representações e de apropriações historicamente situadas. Ilustrarei esse aspecto a partir de dois artigos de Andy Warwick, o primeiro propondo-se a reler a história dos primórdios da Teoria da Relatividade a partir dessas noções, e o segundo interessando-se pelas técnicas de cálculo numérico da época vitoriana. O interesse em escolher aqui análises versando sobre trabalhos **teóricos** é porque pode parecer menos evidente utilizar a noção de prática nesse contexto³⁸.

O ponto de partida de Warwick em seu primeiro artigo é uma advertência, a saber, que a teoria proposta em 1905 por Einstein não é o objeto auto-evidente e altamente significativo que a historiografia apresenta tradicionalmente. Ele lembra que a significação correntemente atribuída hoje aos trabalhos de Einstein resulta da maneira pela qual eles foram reinterpretados pelos físicos, que ela decorre de um trabalho retrospectivo de atribuição de sentido tendo inicialmente implicado outras interpretações. Sendo os cientistas os primeiros a dar sentido a seus gestos, Warwick insiste na necessidade de desconfiar da história que eles mesmos contam (que é uma história de "vencedores"); insiste em que os objetos do estudo histórico sejam, a princípio, os diferentes usos que os cientistas fizeram dos textos de Einstein, depois aquilo que esses usos revelam das práticas teóricas dos diversos grupos, e enfim os modos pelos quais um consenso interpretativo emergiu via uma homogeneização das maneiras de trabalhar³⁹.

³⁸ Warwick (1992-93, no prelo). Para reflexões mais amplas sobre a noção de práticas, ver o vol.2, n.1, 1988 de Science in **Context e** a obra coletiva editada por Pickering (1992).

³⁹ A linearidade e as falsas continuidades criadas pela história espontânea dos especialistas se deve ao fato de que, desde que uma prática se torna hegemônica (e que as ontologias associadas não são mais controvertidas), a tendência é a de reler os textos antigos (pelo prazer ou pela curiosidade) e aí perceber (de forma anacrônica) as ferramentas e os objetos semelhantes aos seus, aí descobrir

(continua...)

Pelo emprego da expressão "prática teórica" Warwick deseja que reconheçamos a dimensão de saber-fazer inerente ao trabalho matemático-teórico, o fato de que esse repousa sobre um conjunto de procedimentos empregados de forma "automática" ou privilegiada, que ele é sempre material e culturalmente situado (a epígrafe de seu trabalho é, aliás, uma citação de Wittgenstein que diz "*to give a new concept can only mean to introduce a new employment of a concept, a new practice*"). As "tecnologias teóricas" que entram em operação são constituídas de maneiras de fazer próprias a cada grupo (os físicos matemáticos de Cambridge no início do século, assim como os teóricos do grupo de Broglie três decênios mais tarde, têm seus modos próprios de abordar e tratar os problemas) e essas "tecnologias" são adquiridas através de processos de aculturação clássicos - aprendizagens escolares, contatos individuais, participação em trabalhos de uma escola, etc. Uma certa incomensurabilidade pode, portanto, existir entre as diversas tecnologias empregadas numa dada época - o que não impede a discussão comum de certos problemas pois estas teorias pressupõem referência a uma realidade física única.⁴⁰

Sem entrar aqui num detalhe que se tornaria esotérico, o que mostra Warwick é que os trabalhos dos físicos e matemáticos de Cambridge não tinha senão muito pouco a ver, entre 1905 e 1911, com os trabalhos desenvolvidos na mesma época na Alemanha, trabalhos esses que fixaram o que nós entendemos hoje como "teoria da relatividade restrita". Se bem que o matemático Cunningham seja, por exemplo, freqüentemente tomado por um dos introdutores da relatividade na Inglaterra, Warwick mostra que ele trabalha no contexto bem particular do programa de Larmor (o programa britânico da teoria eletromagnética da matéria) e não adota o que está no fundamento das tecnologias da nova eletrodinâmica

³⁹ (continuação)

precursores, aí enxergar um campo de recursos formais que são lidos (heurísticamente a partir do ponto de chegada. Assim se cria uma história que permite se situar, um relato que permite dar sentido ao que acaba de ser conseguido. É claro, essa operação não é absolutamente restrita aos cientistas: ela se encontra em todo trabalho intelectual, e portanto em nós mesmos.

⁴⁰ Sobre o caráter decisivo da aculturação, ver Kuhn (1983). Sobre o grupo de Louis de Broglie no período entre-Guerras, Pestre (1984).

relativista alemã (notadamente a questão central da sincronização dos relógios, ou o emprego, em sua generalidade, da equação $E = mc^2$). Cunningham considerava que Einstein nada fez além de chamar a atenção sobre o fato de que, tomadas em seu conjunto, a estrutura eletrônica da matéria e o formalismo matemático das transformações de Lorentz implicavam revisar a concepção então dominante do éter. Tomando "naturalmente" o trabalho de Einstein como um complemento aos trabalhos fundadores de Lorentz e Larmor, ele não imagina que, antes de 1909, pudessem existir interpretações físicas diferentes do princípio da relatividade. Uma demonstração paralela é conduzida por Warwick a propósito de Campbell, um físico britânico contemporâneo de Cunningham.

Em seu artigo sobre a prática do cálculo numérico na Inglaterra vitoriana (isto é, sobre as técnicas e os meios materiais e humanos postos em prática para obter, a partir de fórmulas algébricas, valores numéricos), Warwick combate a idéia de que nada haveria de interessante a ser estudado pois não se iria além da "aplicação de fórmulas", do "simples" trabalho "técnico" de dedução - um trabalho a um só tempo trivial e sem historicidade própria.

A questão precisa que ele se coloca é a de saber como séries de números, como tabelas (de logaritmos, p. ex.), ou máquinas, são concretamente produzidas, saber onde, como, por quem e porque elas são imaginadas e fabricadas. A identificação das práticas concretas do cálculo numérico evidencia atores, objetivos, imaginários, regras de aproximação - e regras sociais -, múltiplos e contraditórios. A noção de produção de números é aqui, particularmente, bem adaptada. Inicialmente, porque a realização de cálculos numéricos não é gratuita, já que custa tempo e trabalho, além de ser materializada em organizações sociais especificamente concebidas para essa tarefa. Em segundo lugar porque, como esses números ou tabelas são produtos (oferecidos, por exemplo, num mercado) respondendo a demandas, eles não podem ser elaborados sem que seja conhecido o uso para o qual são destinados. É assim porque a **precisão** que é solicitada (quantos algarismos significativos são requeridos), bem como a natureza exata das séries, são função das necessidades dos futuros utilizadores. Com efeito, são o uso pretendido e o custo de execução que ditam o nível de precisão do que se oferece. O estudo de Andy Warwick conduz, assim, ao que significa "ser preciso" para os diversos segmentos

da sociedade vitoriana, conduz a uma história da maneira pela qual a noção de precisão é concebida e construída pelos diversos atores.

Os grupos sociais interessados na fabricação ou utilização de séries numéricas são numerosos desde o final do século XVIII. Mencionemos as companhias de seguros, os banqueiros, as companhias de navegação, as marinhas nacionais, os astrônomos, os físicos e os engenheiros, as artilheiros e aqueles que, no aparelho de Estado, mediam e controlavam as populações. Cada grupo tem seus programas, seus meios financeiros, até mesmo seus próprios sistemas de produção. Em função dos contextos, os números que fabricam podem ser tornados públicos, vendidos, guardados em segredo ou falsificados (podem ter um valor estratégico). A produção de dados numéricos implica uma divisão precisa do trabalho entre matemáticos enrugados concebendo os métodos, matemáticos mais jovens reduzindo esses métodos a etapas mais simples, e executores encarregados dos cálculos elementares. Implica uma organização do espaço, dos sistemas de codificação e de apresentação dos resultados, a mecanização de certas operações, além de debates intensos sobre a confiabilidade e a possibilidade de utilização de ferramentas mecânicas. Quanto à domesticação dos homens pelas restrições materiais e comportamentais estritas, ela é justificada pela necessidade de ganhar em produtividade e de erradicar os erros (de cálculo, de cópia, etc.) que maculam as tabelas, tornando-as duvidosas e colocando assim em perigo o próprio sistema.

Em suma, Warwick mostra que o estabelecimento de centros de cálculo numérico é uma operação excessivamente complexa, que implica numerosas escolhas técnicas e sociais, e que não se trata, em absoluto, de simplesmente "calcular" ou "aplicar fórmulas".⁴¹

O estudo das práticas tendo sido um tema maior desta historiografia, as análises de Warwick representam apenas casos muito particulares. Mais freqüentemente, é a produção de "fatos" experimentais que foi tratada. Para dar uma idéia desses trabalhos, evocarei aqueles consagrados aos procedimentos de **calibração dos experimentadores** colocados em prática a fim de garantir a

⁴¹ Warwick nota também que uma verdadeira indústria, uma verdadeira cultura do cálculo emergiu no século XIX, uma cultura da qual nada mais temos do que uma fraca idéia.

replicabilidade dos resultados. Nesse campo, as maneiras de fazer próprias a cada equipe permanecem em geral implícitas - e essa questão não necessita de explicitação a não ser que uma polêmica pública surja. Estudos tratando dessas questões foram apresentados envolvendo a Astronomia, as ciências biológicas do século XIX e a Física contemporânea. Trate-se de observar a passagem das estrelas ou de utilizar telas de cintilação para contar desintegrações radioativas, encontramos colocados em situações em que, com o auxílio de dispositivos visuais, pretendese acertar sincronias ou contar sinais cuja intensidade é fraca em relação ao ruído de fundo⁴².

No caso das telas de cintilação, o problema pode ser esquematizado assim. A fim de garantir a comparabilidade dos resultados e a coerência dos programas de pesquisa a longo prazo, cada laboratório se obriga a testar seus observadores, medir suas potencialidades, compará-los uns aos outros - em suma, estabelecer inicialmente sua "equação pessoal". Através de uma aprendizagem contínua, busca em seguida "retificar" cada observador, educá-lo, ensiná-lo a domesticar seu olho e a sincronizar seus gestos - em suma, padronizá-lo. Como se pode imaginar, esses procedimentos se constroem no local de trabalho, são muito idiossincráticos - pois que visam a perpetuação e a homogeneização das observações de um grupo -, e se encarnam em rituais precisamente codificados e em saberes-fazer que circulam com dificuldades (no caso das telas de cintilação, conhecemos bem atualmente as regras de calibração de observadores em Cambridge e em Viena, e temos uma idéia de sua diferença). De maneira não surpreendente, se um desacordo aparece entre os grupos a respeito dos resultados (sobre os "fatos"), a comparação volta-se rapidamente aos procedimentos (até então raramente explicitados) utilizados para leitura e contagem dos sinais. Na medida em que essas regras e esse saber-fazer são freqüentemente incomparáveis, a solução reside na eliminação das práticas de um grupo e sua substituição por aquelas do outro. É o que se produziu no caso da controvérsia

⁴² Schaffer (1988), Ashmore (1993), Stuewer (1985). Concernente às práticas no laboratório de Cavendish durante o reinado de Maxwell, e particularmente a propósito das maneiras então em vigor para disciplinar/calibrar os aprendizes/experimentadores, nos remeteremos à comunicação de Sibum "Different bodies of practice and the modern order of things" (citado na bibliografia). Podemos acrescentar a essa lista a controvérsia recente sobre a "memória da água".

Viena-Cambridge, por exemplo, depois de uma visita tumultuada de James Chadwick a Viena no fim dos anos 1920, no curso da qual as práticas dos vienenses foram ridicularizadas e invalidadas⁴³.

A História Das Ciências e os Cumprimentos Da Prova

Shapin e Schaffer propuseram, em 1985, falar de tecnologias materiais, sociais e literárias de administração da prova. As tecnologias materiais acionadas no trabalho experimental e teórico foram comentadas nas páginas anteriores. As tecnologias literárias (ou retóricas) o serão rapidamente a seguir. Abordarei aqui a questão das regras sociais que governam o estabelecimento dos fatos científicos, as sociabilidades que tornam legítimas certas práticas e procedimentos enquanto invalidam outras. Contrariamente ao senso comum, essa historiografia parte da hipótese de existência de uma variedade de regimes de validação dos conhecimentos, de uma possibilidade de historicizar radicalmente os **contextos** sociais da prova - e estuda suas eficácias próprias na fabricação dos conhecimentos. A vasta bibliografia que foi produzida sobre esse tema nos últimos dez anos, bibliografia que se encontra muito próxima das preocupações da História cultural, deu destaque a essa diversidade de situações através do tempo e do espaço físico e social. Mostrou, por exemplo, que no fim do século XVII os critérios sociais de aceitabilidade não são os mesmos para os matemáticos, os filósofos experimentalistas, os fabricantes de instrumentos e os especialistas da História Natural - e se debruçou particularmente sobre as situações que a epistemologia clássica teve a tendência de ignorar, aquelas em que são validados fatos experimentais singulares⁴⁴.

⁴³ Stuewer (1985), Hughes (1993). Sobre a padronização do vivo em Biologia e Medicina, que é um problema muito mais complexo, nos reportaremos aos excelentes artigos de Gaudillière (RHS 1994) e Löwy & Gaudillière (no prelo).

⁴⁴ Shapin & Schaffer (1993).

As ciências que se ocupam, na época moderna, do calor, do magnetismo, da eletricidade ou da pneumática, assim como suas relações com artesãos e engenheiros construtores de máquinas, estiveram no coração desses estudos. Essas ciências têm a particularidade, quando comparadas às ciências matemáticas, astronômicas ou mecânicas, de tratar fatos experimentais que são por natureza discretos, fatos que não podem ser produzidos nem exibidos a não ser em circunstâncias, e diante de, públicos locais - mas que não são sem interesse para a sociedade civil e o Estado. Tornar manifesta uma ação elétrica ou atestar o funcionamento de uma máquina demandam, efetivamente, a delimitação de espaços no seio dos quais o fenômeno possa ser construído e aprisionado, e depois oferecido aos olhares de outrem. A questão da permanência e da replicabilidade do que é mostrado, por um lado, e aquela da autenticação daquilo que resulta, por outro, são portanto as questões primordiais que não podem ser resolvidas senão pela definição de formas de legitimação incontestáveis, pela edificação de modalidades sociais de validação que sejam aceitáveis, ao menos, por uma parte daqueles que contam na sociedade e na ordem política.

Nos primeiros tempos da "revolução experimental" inglesa, tempos da fundação da *Royal Society* de Londres, a solução aceita comportou duas faces. De um lado, reiterou-se a necessidade de manter separados os "fatos" e as "interpretações" - uma divisão eminentemente subjetiva e que tem sido sempre o objeto de disputa em polêmicas e negociações infinitas. De outro lado, o fardo da prova, o peso do testemunho atestando a veracidade do "fato" aos olhos daqueles que nele têm interesse, foi colocado nas mãos de uma assembléia de testemunhas. Essas deveriam ser pessoas de distinção, ninguém menos do que personagens socialmente poderosos se o filósofo experimentalista desejava que a certificação que eles aportassem gozasse de um certo crédito. Dependendo do local, os membros do clero, homens de boa família ou membros de um salão aristocrático poderão fornecer esse testemunho.

Tais modos de validação de fatos experimentais, tais maneiras de fazer a prova, resultam de uma transação entre saber(es) e poder(es), de uma transação organizada em torno de um espetáculo experimental preparado com atenção. O filósofo natural (ou o físico) mostra um fenômeno novo a seus patrícios, que lhe

emprestam um suplemento de veracidade derivado de seu estatuto social e recebem em troca uma legitimidade nova - a de protetor das artes mecânicas, por exemplo. Com um pouco mais de nuances, pode-se dizer que esta certificação do "fato" é obtida de diversas maneiras, seja abrindo temporariamente o laboratório àqueles que testemunharão, seja realizando uma demonstração num local (parcialmente) público e convidando para o espetáculo personagens escolhidos por suas qualidades, seja fazendo circular um relato circunstanciado descrevendo a prova e autenticado por essas mesmas pessoas de bem, e até mesmo redigindo de próprio punho um texto invocando um testemunho virtual (o leitor), testemunho que assiste, através do relato, ao que advém e deve aceitar as conclusões inelutáveis. Em todos os casos, a validação desses saberes reside amplamente num valor de **confiança** que evolui segundo os grupos e as épocas.

Essa imagem - esse novo objeto de investigação para a história das ciências -, foi inicialmente construída por Shapin e Shaffer. Estando aberto um campo, os estudos se multiplicaram, assinados por Mario Biagioli, Loraine Daston, Peter Dear, Jan Golinski, Christian Licoppe entre outros, cada um buscando mostrar a variedade dessas certificações e as múltiplas formas de validação de saberes que operam entre especialistas, filósofos, artesãos, mecânicos, construtores de máquinas, aristocratas e cortes reais ou imperiais. Mostraram assim como alguns locais - a corte dos Médici no século XVII, os proprietários de minas no século XVIII, o laboratório de Lorde Kelvin (em conjunção com os engenheiros que colocavam os cabos transatlânticos) no século XIX, assim como os laboratórios da Cia. Telefônica Bell, no século XX, definiram maneiras diversas de legitimar saberes e práticas, contribuindo para definir e recompor campos disciplinares⁴⁵.

Num primeiro momento, e diferentemente da *Royal Society* de Londres, a *Académie Royale des Sciences* de Paris se colocou como uma instituição capaz de produzir coletivamente um conhecimento incontestável e sem autoria individual. Mas quando os ensaios de replicação experimental engendraram regularmente o

⁴⁵ Biagioli (1993), Daston (1991,1992), Dear (1987,1990), Golinski (1992), Licoppe (1994). Acrescente-se Smith & Wise (1989), os seminários de Schaffer no CRHST-La Villette (1994) para os séculos XVIII e XIX, e os de Pestre (1992) para o XX.

desacordo, e também um sentido agudo de propriedade e de prioridade sustentou controvérsias raiosas entre sábios, a Academia parisiense pensou poder, através de uma ação coletivamente regulada, afirmar a verdade definitiva e falar uma única voz. Os físicos sabendo, entretanto, deslocar o teatro social da prova para fazer reconhecer suas verdades - posto que estavam em desacordo com o que era tido como verdadeiro por seus colegas -, rapidamente destruíram o ideal coletivo, que não sobreviveu à virada daquele século. Alguns decênios mais tarde, quando então a atenção se deslocou da construção de fenômenos singulares atestados localmente para a multiplicação das provas e para uma circulação mais nítida de objetos e instrumentos, o estatuto privilegiado do testemunho aristocrático se atenuou. Outros locais e outras formas de validação então apareceram. Na Inglaterra, sábios experimentalistas tenderam assim a se voltar aos empresários, aos financistas e aos artesãos a fim de transformar seus novos saberes em máquinas e aparelhos de fácil utilização disponíveis no mercado (como as bombas e as máquinas a vapor). Os centros de interesse conseqüentemente se modificaram e um valor como o da "utilidade" social ocupou um novo lugar. De sua parte, os membros da Academia de Paris mais pareciam tratar os inventores como competidores do que como parceiros potenciais, e muitos dentre eles preferiram jogar com as cartas dos "consultores" do poder e daqueles que, nesse meio, eram partidários das reformas e de uma racionalização econômica. Em ambos os casos, as redes de aliança e as sociabilidades se transformaram, criaram-se modalidades paralelas de estabelecimento dos fatos - e o dinheiro veio significativamente substituir a cultura aristocrática da curiosidade⁴⁶.

História Das Ciências e Tecnologias Literárias

A análise dos meios literários e retóricos utilizados pelos intelectuais para assegurar a credibilidade de sua visão das coisas não é, evidentemente, um objeto

⁴⁶ Licoppe (1994).

de estudos limitado à História das ciências, muito pelo contrário. Nesse domínio como nos outros, o texto científico é um objeto construído segundo regras variáveis no tempo e no espaço social, um objeto que seria ingênuo considerar transparente em si mesmo, como se relatasse fatos brutos. Aqui como nos outros domínios, o estudo das "traduções" sucessivas que os saberes conhecem - desde as cadernetas de laboratório, a correspondência, os *croquis*, os rascunhos de artigos até as versões publicadas, os tratados, manuais de cursos, apresentações para não especialistas e conferências para o grande público -, desde há muito destacou que o *status* de evidência e de lógica dos resultados se modifica a cada contexto. Cada reescritura tem funções múltiplas - heurística, demonstrativa, didática, reflexiva, filosófica -, cujo peso relativo varia segundo os locais e os públicos aos quais se dirige⁴⁷.

O fato de que a análise das tecnologias literárias ultrapasse largamente o estudo restrito dos textos científicos - e o meio de historiadores sabe bem disso -, me autoriza a não me alongar sobre essa dimensão das práticas científicas. A coisa mais significativa a destacar é provavelmente a multiplicidade de enfoques surgidos e o fato de que eles estão freqüentemente ligados ao que se poderia chamar de visões filosóficas mais amplas ligadas à linguagem. Remeterei aqui a um artigo de síntese de Jan Golinski e distinguirei enfoques simbólico, hermenêutico (ou semântico) e retórico. Para esse último, a meu ver o mais desenvolvido no estudo das ciências, o objetivo é o de mostrar os meios mobilizados para convencer audiências específicas, cartografar os diferentes cenários que organizam os textos produzidos pelos especialistas e cuja função é de conduzir à convicção. Uma história dos códigos argumentativos é, assim, possível, códigos que se pode ligar às regras de civilidade dos meios que os produzem, ou daqueles que se supõe os receberão. Os modos discursivos de Pascal podem, desse modo, ser contrastados com os de Boyle, com os dos acadêmicos da primeira metade do século XVIII, ou com os de Coulomb algumas décadas mais tarde. Onde o primeiro permanece no código dominante do silogismo para apresentar seus resultados experimentais, o segundo adota o modo do relato preciso e circunstanciado (a fim de dar ao leitor a impressão de assistir visualmente a uma série de experiências), enquanto que o último assenta seu esforço

⁴⁷ Gooding (1990).

de convicção numa adequação de resultados de medida habilmente selecionados a leis simples, gerais e universais, que supostamente caracterizam a ontologia do mundo⁴⁸.

História Das Ciências, História Das organizações e Escolhas Técnico-Científicas

A ciência é, por definição, uma atividade coletiva, uma atividade organizada em locais e através de instituições. Essas últimas foram objeto de numerosos estudos com abordagens variadas. Dentre as questões renovadas pelos "*social studies of science*" nesse campo de pesquisa eu tomarei duas: a das modalidades segundo as quais os equipamentos são selecionados (pelos laboratórios, por exemplo), e a do processo de "modelagem" sócio-organizacional das tecnologias em nossas sociedades. Nesse registro, o encontro se deu entre a história das organizações e a história política, de um lado, e a história dos sistemas técnicos, de outro⁴⁹.

A maneira pela qual se adquirem equipamentos não é um objeto comum da História das ciências. A razão é que as escolhas de aparelhagem se supõem como modos de racionalidade simples e sempre idênticos a si próprios. Sabendo-se que os fins são definidos primeiro (o cientista tem uma questão que ele busca resolver), os meios disponíveis que atendem a esses fins são estudados em seguida - a solução ótima emergindo da comparação entre as possibilidades⁵⁰.

As monografias recentemente elaboradas sobre as escolhas de aceleradores, de reatores de pesquisa ou de aparelhos de detecção no campo da Física do século XX (como as que versam sobre a aquisição de equipamentos de imagens médicas por

⁴⁸ Golinski (1990), Cantor (1989), Latour & Bastide (1986), Latour (1989), Lenoir (1994), Licoppe (1994), Pera & Shea (1991), Shapin (1984). Sobre Coulomb, Blondel & Dörries (1994).

⁴⁹ Para duas boas introduções ao primeiro tópico, Ezrahi (1990) e Friedenson (1989). Para o segundo, Mackenzie & Wajcman (1985).

⁵⁰ Essa imagem foi contestada bastante cedo, desde o fim dos anos 1950, para os modos de decisão política. O movimento, no entanto, contornou os estudos sobre a ciência, nos quais o modelo da decisão racional permaneceu evidente.

médicos ou pelos hospitais⁵¹) mostraram o caráter ilusório e edificante dessas descrições. Inicialmente, as soluções precedem quase sempre as questões: as propostas de construção ou de aquisição são obra de pessoas ou de grupos que dispõem dos conhecimentos especializados necessários para colocá-las em obra, e os fins são inventados de acordo com os meios. Como reação, soluções alternativas são propostas, e essa polarização então abre o debate. A lista de meios nunca se encerra (ela se constrói ao longo da controvérsia), o estudo das alternativas é desigual em qualidade, e a informação de que dispõem os atores não é jamais nem idêntica nem estável⁵².

Nos laboratórios de Física nuclear e de partículas, essas atitudes se devem ao fato de que os grupos profissionais que aí trabalham têm referências diferentes e não mergulham no debate nem pelas mesmas razões, nem no mesmo momento. Na Europa dos anos 1950 e 1960, os engenheiros-construtores estavam normalmente, por exemplo, "duas gerações de máquina à frente" dos físicos-experimentalistas, pois começavam a conceber a máquina do futuro antes mesmo de haverem entregue a que construíam; quer dizer, num momento em que os físicos ainda trabalhavam com a máquina da geração precedente. Esses últimos, portanto, seguiam o processo decisório de forma mais episódica do que os primeiros e agiam, sobretudo, por reação. O resultado, paradoxal talvez, é que as visões dos construtores tinham mais peso do que a dos utilizadores. Essa situação, porém, não foi geral. Nos Estados Unidos as relações entre engenheiros, teóricos e experimentalistas foram absolutamente de outro tipo, notadamente porque os físicos se converteram, eles próprios, nos que **concebiam** e construíam as aparelhagens⁵³.

No curso de uma decisão, não há uma maneira única e aceita de colocar os problemas. Os físicos europeus do pós-guerra, por exemplo, propunham quase sempre raciocinar a partir "de questões colocadas pela Física atual". Esse procedimento era para eles o único de legítimo direito, mesmo que o mudassem de fato muitas vezes. Na mesma época, seus colegas americanos eram mais pragmáticos

⁵¹ Blume (1992). Esse caso, brilhantemente estudado, não será apresentado aqui.

⁵² Para uma apresentação síntese dessas questões, ver Pestre (**History and Technology**, 1992).

⁵³ Pestre & Krige (1992).

- ou mais cínicos, se se desejar. Esquemáticamente, poder-se-ia dizer que o que contava, de início, eram os meios financeiros disponíveis - e sua auto-confiança lhes assegurava de suas capacidades para utilizar o equipamento que seria construído e que deveria ser o maior possível. Eles tendiam também a pensar que os conhecimentos físicos mudam rápido demais para que as extrapolações feitas a partir de conhecimentos presentes sejam úteis. Quanto aos que concebiam equipamentos, eles temiam que esses enfoques limitassem suas capacidades próprias de imaginação. As diferenças podiam também residir na maneira mesma de nomear as coisas. O que era definido como um acelerador para uns podia ser definido por outros como uma "experiência". Essa qualificação valia então uma condenação, pois um acelerador, supõe-se, permite uma infinidade de experiências⁵⁴.

Não são, tampouco, os mesmos critérios e os mesmos grupos que permanecem em posição de árbitro ao longo do tempo. É o momento em que nos encontramos no processo que define os atores e as argumentações de mais peso. Uma decisão num sistema complexo não é, em hipótese alguma, uma escolha pontual, uma escolha feita num momento dado pelo conjunto de atores reunidos. Toda decisão é, com efeito, prolongada no tempo. O resultado final (aquilo a que chamamos a decisão) deve, antes de tudo, ser conceptualizado como a última microdecisão tomada numa seqüência de escolhas intermediárias - e não como uma escolha ótima realizada de uma só vez. Em suma, os desdobramentos dos acontecimentos não estando inscritos nas condições de partida, nada pode dispensar o historiador de estudar passo a passo o caminho seguido pelos atores.

Essas observações podem ser entendidas se consideramos as maneiras pelas quais são definidos e desenvolvidos os objetos técnicos. Estudando os procedimentos que conduziram à realização de sistemas de condução inicial de grande precisão para mísseis balísticos americanos, Mackenzie mostra, por exemplo, o quanto é importante não considerar essa evolução como banal ou "normal" (isso seria o progresso das ciências e das técnicas!), mostrando que ela não foi, aliás, contínua, nem "automática", e que não se pode compreender o objeto em si, nem suas características técnicas, a não ser seguindo o processo e apagando radicalmente

⁵⁴ Pestre (1988) no qual se desenvolve um exemplo preciso.

as fronteiras entre o social e o técnico, entre sistema e ambiente, micro e macro fenômenos. Durante o processo que levou aos diversos sistemas inerciais de condução, lógicas se cruzaram ao longo de caminhos não determinados - lógicas técnico-científicas (linhagens de desenvolvimento, posse de certos saberes especializados), lógicas econômicas (das empresas privadas, dos laboratórios financiados por fundos públicos), lógicas políticas (o debate sobre a necessidade ou não de obter uma precisão de menos de 100m depois de uma hora de vôo do míssil pode recortar a oposição falcões/pombas, ou o debate sobre a natureza dos alvos, cidades ou silos de mísseis enterrados), lógicas organizacionais (os comportamentos variam segundo os setores do aparelho de Estado, segundo o Exército, Marinha ou Aeronáutica, segundo grupos profissionais no seio de uma mesma empresa, etc.)⁵⁵.

A imagem pode ser precisada através de um micro-relato. No imediato último pós-guerra, a opinião dos cientistas era que a precisão da condução por sistema inercial tinha limites estritos que já haviam sido demonstrados. A maioria dos laboratórios americanos trabalhando nesse domínio se satisfazia com essa limitação, na medida em que seus "nichos ecológicos" se encontravam em domínios nos quais é aceitável uma precisão média (a condução de aviões civis, por exemplo). Um laboratório do M.I.T., o Charles Stark Draper Laboratory, escolheu sozinho se lançar na refutação desse estado de coisas: mostrar que uma solução técnica superando as impossibilidades teóricas não é impossível, e que existia demanda para um tal produto. Se assim o fez, é porque não tinha acesso a outros mercados e não lhe restava outra escolha que não a oferta de sistemas de condução cada vez mais precisos. Através da definição de métodos de trabalho mais exigentes no laboratório, combinando enfoques teóricos e novas técnicas, sendo bem sucedidos ao interessarem certos setores da Força Aérea e manterem um fluxo contínuo de contratos, fornecendo "armas potenciais" novas para alguns no debate estratégico - e em detrimento inicial de qualquer critério econômico de custo, dimensões e mesmo confiabilidade do produto -, o laboratório Draper conseguiu desenvolver, num mesmo movimento, uma "demanda social" para uma precisão acurada dos mísseis

⁵⁵ Mackenzie (1990). A demonstração de Blume (1992) a respeito dos equipamentos médicos é paralela à de Mackenzie. Ela coloca em evidência, ainda de forma melhor, as lógicas organizacionais.

balísticos de longo alcance (isso então se torna uma "necessidade militar") e objetos que parcialmente respondiam a essa demanda. Foi bem sucedido, portanto, na cofabricação de um objeto e de seu contexto de uso, de uma tecnologia e de uma sociedade, via um itinerário arriscado, mobilizando forças de natureza muito diversa, terminando por remodelar certos campos do conhecimento.' Por exemplo, a cartografia do campo magnético terrestre, cartografia indispensável para um uso confiável de seus novos dispositivos, cartografia que deve agora ser revista ... mas se torna também um segredo de defesa.

Suspenderei aqui minha apresentação dessa "nova historia" mas acrescentarei duas observações. A primeira para dizer que essas abordagens e esses novos objetos não saberiam esgotar tudo o que se pode dizer historicamente a respeito das ciências. Muitas orientações mais clássicas da disciplina, especialmente os questionamentos filosóficos, não perderam de modo algum sua pertinência. A segunda é uma observação de prudência, já enunciada no início dessa seção: esse inventário é apenas muito parcial. Eu poderia, com efeito, haver falado de outros objetos surgidos recentemente, objetos de intensa historicidade - e que atingem muito bem os questionamentos da História geral. Por exemplo, a disposição espacial dos locais nos quais se constroem os conhecimentos, o papel dos sentidos (do tato, do olfato, ...) e das tecnologias corporais de gestão dos saberes e dos homens, as formas de representação não textuais e as leituras que elas engendram - assim como os magníficos estudos históricos de Crosbie Smith e Norton Wise mostrando as recomposições do campo das ciências físicas e sociais no Reino Unido no segundo terço do século XIX.

O primeiro tema nos teria introduzido nos laboratórios de Química, nos gabinetes de curiosidades ou nos jardins botânicos da época moderna, na organização espacial dos museus e dos laboratórios de ensino e de pesquisa instalados nas universidades no século XIX, bem como nas grandes instalações de "big science" após 1945. Teria buscado mostrar o caráter decisivo e a eficácia própria de um ordenamento preciso de objetos e homens no espaço para a reprodução e a padronização de numerosos resultados experimentais - em Microbiologia, por exemplo. O segundo nos teria conduzido ao estudo de como o próprio corpo pode ser utilizado como instrumento de medida e de conhecimento dos fenômenos - o que

fez Newton no século XVII, Cavendish no XVIII, e o que retoma o grande Maxwell ele próprio, um século depois -, ou a olhar como são impostas novas regras morais e novos sistemas hierárquicos de gerenciamento dos homens, novos rituais implicando forte domesticação dos gestos, que caracteriza, por exemplo, os observatórios do século XIX, como lembramos⁵⁶.

O terceiro nos teria introduzido nas técnicas litográficas ou na fotografia, na disposição de tabelas de números ou na criação de gráficos e outras curvas, nas relações mantidas entre "sábios" e "artistas" - e, em seguida aos trabalhos dos historiadores, teria podido nos levar em direção às técnicas materiais do livro e de seus efeitos intelectuais. Quanto ao último tema, teria permitido voltar, de um lado, ao novo lugar ocupado pelas noções de energia e de desperdício nas práticas sociais assim como nos trabalhos de economistas e cientistas do século XIX; e, de outro, ao papel daqui por diante capital da Metrologia e da circulação de caixas-pretas, na homogeneização de saberes e de práticas científicas, dos engenheiros e dos industriais⁵⁷.

PARA CONCLUIR

Essa nova historiografia, espero haver mostrado, compõe um mosaico extremamente abundante. Levada por um movimento eufórico de diversificação e de colonização de territórios desconhecidos, ela ainda não se debruçou de forma sistemática sobre a questão dos grandes panoramas cronológicos e interpretativos. Isso se deve a duas razões, deixando-se de lado o prazer da conquista de novos territórios. Primeiramente, o desaparecimento dos objetos evidentes que eram "a ciência", "o pensamento", "o raciocínio" ou "a ética" científicos, objetos que se prestavam "naturalmente" à historiografia de grandes relatos do período precedente. Esses objetos criavam, de fato, universos homogêneos que se estendiam

⁵⁶ Ophir & Shapin (1991), Gooday (1991), Hermann et al. (1987, 1990), Schaffer (1988, 1992).

⁵⁷ Latour & de Noblet (1985), Dennis (1989), Chadevarian (1993), Smith & Wise (1989), Wise & Smith (1989, 1990).

pelos séculos, permitiam que desabrochasse uma história organizada em torno de um sujeito único, formavam o coração de um relato sobretudo heróico, um relato contínuo mostrando os avanços do espírito humano em luta com o real. O número de atores agora convocados se multiplicou, os universos sociais pertinentes não estão mais limitados aos sábios especialistas numa questão, as conexões com as outras histórias (política, social, cultural, industrial ou técnica) se querem orgânicas, o que fez com que a constituição de "sínteses" se complicasse proporcionalmente⁵⁸.

A natureza das análises desenvolvidas, particularmente na linha dos estudos de controvérsia, também contribuiu para o desinteresse pelas narrações organizadas a partir de um eixo temporal longo. Por necessidade metodológica, tais análises se inscreveram no registro dos micro-relatos, das "descrições espessas", no estudo de situações locais e "ordinárias" - na história "ao rés do chão", para retomar a expressão de Jacques Revel⁵⁹. A história herdada dos "social studies of knowledge" apresenta, portanto, sua própria versão da micro-história e dos "casos limites" caros a Carlo Guinzburg, e convoca modos explicativos particulares. Ela tende, por exemplo, a não partir da hipótese de regularidades mestras organizando o mundo, preferindo colocar a desordem como um primeiro e a sociedade como um campo a princípio agnóstico. Ela volta a destacar a importância das estratégias singulares, as variedades de decisões autorizadas pelos recursos disponíveis, as racionalidades múltiplas descobertas no curso da ação. Cada um constrói seu mundo, a ordem social e a ordem natural são, contraditória e cotidianamente, jogos de recomposição - que se mantêm apenas porque são constantemente solidificados e entretecidos, apenas porque os humanos os fabricam e refabricam permanentemente. O que é capital compreender são os processos pelos quais as coisas advêm e são nomeadas, e a análise não pode mais do que mostrar e demonstrar o enorme trabalho que permite que as coisas naturais e sociais advenham, sejam e se mantenham⁶⁰.

⁵⁸ Sobre a questão da falta da "grande imagem" na historiografia contemporânea das ciências, ver o **British Journal for the History of Science**, num. especial 26, 1993, assim como Hakfoort (1991) e Christie (1994).

⁵⁹ Levi (1989) e a introdução de Jacques Revel à tradução francesa.

⁶⁰ No conjunto, essa corrente permanece, todavia, mais "etnometodológica" do que a micro-história, (continua...)

Os cientistas não são mais, de modo algum, a encarnação de grupos (para não falar de consciências cognitivas em ação): eles são construídos como entidades idiossincráticas buscando a princípio, de modo heterogêneo e na ação, dar sentido a um mundo fugidio. Não há mais hierarquia das cadeias causais, não mais pirâmides necessárias de explicações, nem universos estruturados e organizados em torno de grandes escalas de determinação. Pequenas causas engendram grandes efeitos, atores menores e localizados transformam conjuntos maciços e aparentemente inalcançáveis para eles. A Física de Lord Kelvin - via suas caixas de resistência padronizadas e seu papel na instauração das comunicações trans-ocênicas - modifica a natureza e as capacidades do Império britânico. E mesmo as estratégias desenvolvidas de modo a fazer existir ordens sociais e naturais diferentes - como as de Boyle tentando definir as práticas legítimas da Royal Society -, não são mais, de início, relacionadas ao posicionamento de seus autores. É sobretudo sua própria eficácia que é tomada como objeto de estudo, a maneira pela qual proposições são retomadas e tornadas pertinentes em algum lugar. Como sugerem Shapin e Schaffer, as regras propostas por Boyle para uma boa prática da filosofia experimental são aquelas que ele percebe como solução para o problema político da Restauração - e se as regras e as práticas que ele defende se impõem dentro da Filosofia Natural, é também porque elas se tornaram operacionais em campos de competência diferentes, porque elas são investidas de uma significação (notadamente) política, porque o combate se ganha em fronts múltiplos, apesar de interdependentes⁶¹.

A fraca presença atual de grandes quadros não significa, entretanto, sua ausência, ou a atomização sem fim dos relatos. É verdade, o "grande gênero" está na sombra, e com ele toda idéia de um relato privilegiado porque homogêneo, interno à "ciência" e se autorizando a partir de uma ruptura epistemológica. Mas outras vias existem e são atualmente exploradas, programas de trabalho estão

⁶⁰(continuação)

mesmo que variações sejam perceptíveis. Para sensibilidades diferentes, ver por exemplo Biagioli (1993), Schaffer (1992), Smith & Wise (1989) e os debates relatados em Pickering (1992).

⁶¹ Smith & Wise (1989), Shapin & Schaffer (1993). Aqui os paralelos com a micro-história poderiam ser perseguidos.

colocados e eu citarei dois. O primeiro parte das interpretações propostas pelos grandes pensadores do início do século XX, revisitando suas temáticas - a da Revolução Científica, por exemplo, ou a da matematização da Física na passagem dos séculos XVIII e XIX. Os objetivos aqui são os de reencontrar uma lógica e seus pressupostos (a de um Alexandre Koyré, por exemplo), oferecer novas caracterizações, descritivas tanto quanto interpretativas, dos eventos implicados (o resultado pode se revelar muito diferente da imagem inicial, como sugerem, *inter alia*, os trabalhos de Pumfrey), voltar, enfim, ao período que assistiu à elaboração dessas grandes interpretações (a metade do século XX) a fim de especificar as condições de sua aparição⁶².

O segundo caminho se constrói menos com referências e inventa seus próprios objetos e periodizações. Uma das "tendências de fundo" mais promissoras atualmente é um enfoque que espacializa os saberes, uma abordagem que constrói uma espécie de cartografia, de geografia histórica das práticas de conhecimentos e técnicas, e que aproxima a comunicação entre esses mundos heterogêneos via a padronização das práticas. Ela parte da multiplicidade e da diversidade irreduzível dos locais de produção, admite a heterogeneidade dos regimes de legitimação, sua variabilidade segundo espaços físicos e sociais, mas mostra os meios de normatização postos em prática pelos atores para trocar e progredir. Ela retorna aos períodos clássicos (que ela ordena a partir de seus próprios objetos) mas se interessa também pelo contemporâneo: pela "invenção das ciências" na primeira metade do século XIX (com a criação de laboratórios de ensino, a obsessão pela medida de precisão, a aparição de uma instrumentação auto-registradora, e de novas ferramentas de controle social através de números e máquinas, etc.); pela segunda Revolução Industrial (e em particular pela Metrologia, pelo desenvolvimento então prodigioso das normas e dos padrões materiais que homogeneizavam as práticas industriais e sociais); pelo mundo técnico-científico herdado das duas guerras

⁶² Entre outros, Cunningham (1988), Cunningham & Williams (1993), Pumfrey (1994).

mundiais e da guerra fria (e pela morte do "sábio", pela ação dos novos sistemas de "administração científica", etc.)⁶³.

Em ambos os casos (que estão de fato muito misturados, pode-se imaginar), é a multiplicidade de princípio dos grandes relatos que é reivindicada, é a idéia de que não haverá mais um relato único, um relato evidente, auto-suficiente e inquestionável da "História das ciências". Porque nos afastamos das viseiras da epistemologia, de um lado, porque sabemos que não é possível uma história total, de outro, e porque se admite (isso não soará surpreendente aos ouvidos dos herdeiros de Fèbvre e Bloch) que o historiador tem que definir suas questões e seus instrumentos, histórias múltiplas, diferentes, paralelas e se recobrando (mas nenhuma organizada em torno de uma questão, de uma prática, de uma conexão diferente) se tornam legítimas. Não podendo evitar se articular com as outras grandes evoluções da aventura humana, mas definindo seus eixos privilegiados de leitura, o estudo das ciências se torna também (ou deveria tornar-se) um interlocutor obrigatório da História geral: lhe propõe suas leituras, contando com o retorno para repensar e enriquecer suas categorias. É o mínimo, me parece, de toda a infelicidade que se pode lhe desejar!

AGRADECIMENTOS

Esse artigo deve muito às numerosas discussões que tive no curso de sua redação. Devo agradecer aos estudantes do DEA REHSEIS - Paris VII, com quem tiveram lugar as primeiras apresentações e discussões. Também, a Catherine Chevalley, Jean Paul Gaudillière, François Jacq, Christian Licoppe, Ilana Löwy e Simon Schaffer por seus comentários precisos e informativos a primeira versão desse texto. Enfim, a todos os participantes do seminário do CRHST, particularmente

⁶³ Essa pista, por exemplo, foi seguida por S. Schaffer por ocasião de seus seminários no CRHST, na primavera de 1994, intitulados "Spaces of experiment". Sobre o período pós segunda guerra mundial ver Pestre (**RHMC** 1992).

Bruno Belhoste, Yves Cohen, Loup Verlet e Antoine Picon, que colocaram por escrito seus comentários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ⁶⁴

- ASHMORE, M. *The reflexive thesis. Writing sociology of scientific knowledge.* Chicago: Chicago University Press, 1989.
- ASHMORE, M. "The theatre of the blind: Starring a promethean prankster, a phoney phenomenon, a prism, a pocket, and a piece of Wood". *Social Studies of Science*, vol. 23, n1, p. 67-106, 1993.
- BARNES, B. et SHAPIN, S. *ss. la dir. de, Natural Order: Historical Studies of Scientific Cultures.* Londres: Sage 1979.
- BIAGIOLI, M. *Galileo Courtier, the practice of Science in the culture of absolutism* Chicago: Chicago University Press, 1993.
- BLONDEL, C. et DORRIES (Orgs.), *Restaging Coulomb* Florence: Leo S. Olschki, 1994.
- BLOOR, D. "Wittgenstein and Mannheim on the Sociology of mathematics". *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 4, n. 2, p. 173-191, 1973. BLUME, S. *Insight and industry: on the dynamics of technological change in medicine.* Cambridge: MIT Press, 1992.
- BRANNIGAN, A. *The social basis of scientific discoveries.* Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- CALLON, M. "Les operations de traductions". In: P. Roqueplo (Orgs.), *Incidence des rapports sociaux sur le développement scientifique*, Paris: CNRS, 1975.
- CALLON, M. "Struggles and negotiations to define what is problematic and what is not: the sociologic translation". In: K.D. Knorr, R. Krohn, R. Whitley (Orgs.), *The Social Process of Scientific Investigation.* Dordrecht, Reidel, 1981.

⁶⁴ Essa bibliografia não é, em absoluto, exaustiva. Trata-se de uma listagem expressamente limitada das obras citadas no artigo.

- CALLON, M. et LATOUR, B. (Orgs.), *La science telle qu'elle se fait*. Paris: La Découverte, 1991, 1ère éd. 1982. Recueil d'articles traduits de l'anglais. CALLON, M. et LATOUR, B. (Orgs.), *Les scientifiques et leurs allies*. Paris: Pandore, 1985. Recueil d'articles traduits de l'anglais.
- CANTOR, G. "The rhetoric of experiment". D. Gooding, T. Pinch, S. Schaffer ed., *The Uses of Experiment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- CHADEVARIAN, S. de "Graphical method and discipline: Self-recording instruments in XIXth century physiology". *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 24, n. 2, p. 367-291, 1993.
- CHRISTIE, R. R., "Aurora, Nemesis and Clio". *British Journal for the History of Science*, vol. 26, p. 391-405, 1993.
- CHRISTIE, R. R., "Recent and contemporary trends in science historiography". D. Pestre (Orgs.), *L'étude sociale des sciences, bilan des années 1970 et 1980 et conséquences pour le travail historique* Paris: cite de Science et de l'Industrie, 1994, p. 87-94.
- COLLINS, H. M. "The TEA Set: Tacit Knowledge and Scientific Network". *Science Studies*, vol. 4, p. 165-186, 1974.
- COLLINS, H. M. "The seven sexes, a study in the sociology of a phenomenon, or the replication of an experiment in physics". *Sociology*, vol. 9, p. 205-24, 1975.
- COLLINS, H. M., "Stages in the empirical Programme of relativism". *Social Studies of Science*, vol. 11, n. 1, p. 3-10, 1981.
- COLLINS, H. M. (Orgs.), *Sociology of Scientific Knowledge. A Source Book*. Bath University Press, 1982.
- COLLINS, H. M., "An Empirical Relativism Programme in the Sociology of Scientific Knowledge". K. D. Knorr-Cetina et M. Mulkay (Orgs.), *Science Observe*. Londres, Sage, 1983, p. 85-113.
- COLLINS, H. M., *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*. London: Sage, 1985.
- COLLINS, H. "A strong confirmation of the experimenters regress". *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 25, n. 3, p. 493-503, 1994.

- CUNNINGHAM, A. "Getting the Game Right: some plain words on the identity and invention of science". *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 19, n. 3, p. 365-38, 1988.
- CUNNINGHAM, A. et WILLIAMS, P. "De-centering the 'big picture': The origins of Modern Science and the modern origins of science". *British journal for the History of Science*, vol. 26, p. 407-432, 1993.
- DASTON, L. "Marvellous facts and miraculous evidence in early modern Europe". *Critical Inquiry*, vol. 18, p. 93-124, 1991.
- DASTON, L. "Objectivity and the escape from perspective". *Social Studies of Science*, vol. 2, p. 597-618, 1992.
- DEAR, P. "Jesuit mathematical science and the reconstitution of experience in the early seventeenth century". *Studies in the History and Philosophy of Sciences*, vol. 18, p. 117-134, 1987.
- DEAR, P. "Miracles, experiments and the ordinary course of nature". *Isis*, vol. 81, p. 663-683, 1990.
- DENNIS, M. A. "Graphic understanding: Instruments and interpretation in Robert Hooke's". *Micrographia, Science in Context*, vol. 3, n. 2, p. 309-364, 1989. EZRAHI, Y. *The descent of Icarus*. Cambridge: Harvard University Press, 1990. FRIDENSON, P. "Les organisations, un nouvel objet". *Les Annales ESC*, vol. 44, n. 6, p. 1461-1477.
- FRANKLIN, A. "How to avoid the experimenters' regress". *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 25, n. 3, p. 463-491.
- GALISON, P. et ASSMUS, A. "Artificial Clouds, real particles". D. Gooding, T. Pinch, S. Schaffer (Eds.), *The Uses of Experiment*, Cambridge University Press, p. 225-274, 1989.
- GAUDILLIÈRE, J. P. "Le cancer entre infection et hérédité: gene, virus et souris au National Cancer Institute 1937-1977". *Revue d'Histoire des Sciences*, vol. XLVII, p. 57-89, 1994.
- GAUDILLIÈRE, J. P. "Lavoisier, Priestley, le phlogistique et l'oxygène, de l'étude de controverse à la replication pédagogique". *Aster*, vol. 18, p. 183-215, 1994.
- GOLINSKI, J. V. "Language, discourse and science". In: R. C. Olby et al., *Companion to the History of Modern Science*, Londres: Routledge, p. 110-123, 1990.

- GOLINSKI, J. V. **Science as public culture, Chemistry and Enlightenment in Britain.** p. 1760 - 1820. Cambridge University Press, 1992.
- GOODAY, G. "Precision measurement and the genesis of physics teaching laboratories in Victorian Britain". **British journal for the History Of Science**, vol. 23, p. 25-51, 1990.
- GOODING, D. **Science and Philosophy.** Dordrecht: Kluger, 1990.
- HACKING, I. **Concevoir et experimenter.** Paris: burgois, 1989, lère edition: 1993.
- HACKMANN, W. D. "Scientific Instruments: models of brass and aids to discovery". **In:** D. Gooding, T. Pinch, S. Schaffer (Orgs.), **The Uses of Experiment**, Cambridge: Cambridge University Press, p. 31-65, 1989.
- HAKFOORT, C. "The missing syntheses in the historiography of science". **History of Science**, vol. 39, p. 207-216, 1991.
- HEILBRON et SEIDEL, R. **Lawrence and his laboratory, a history of the Lawrence Berkeley Laboratory.** Bekerley: California University Press, 1989. HERMANN,; A. KRIGE, J.; MERSITS, U.; PESTRE, D. **History of CERN.** Amsterdam: North Holland, vol. 1, 1987, vol. 2, 1990, vo13. 1995.
- HUGHES, J. A. **The radioactivists: Community, Controversy and the Rise of Nuclear** Physics. Ph. D., University of Cambridge, July 1993.
- KOHLER, R. E. "Drosophila and evolutionary genetics: the moral economy of scientific practice". **History of Science.** vol. 29, p. 335-375, 1991.
- KOHLER, R. E. **Lords of the Fly.** Chicago: University of Chicago Press, 1994. KNORR, K. D.; KROHN, R.; WHITLEY, R. (Orgs.), **The Social Process of Scientific Investigation.** Dordrecht: Reidel, 1980.
- KNORR-CETINA, D. **The Manufacture of knowledge.** Oxford: pergamon, 1981. KUHN, T. **La structure des revolutions scientifiques.** Paris: Flamarion, 1983, lère edition, 1962.
- KUHN, T. **La tension essentielle.** Paris: Gallimard, 1990.
- LATOURE, B. "Give me alaboratory and I will raise the world". **In:** K. D. Knorr Cetina et M. Mulkay (Orgs.), **Science Observed**, Londres: Sage, p. 141-170,1983. LATOUR, B. **Les microbes, guerre et paix.** Paris: Métailié, 1984. LATOUR, B. **La science en action.** Paris: La Découverte, 1989, lère edition en langue anglaise, 1987.

- LATOUR, B. Nous n'avons jamais été modernes, essai d'anthropologie symétrique.** Paris: La Découverte, 1991.
- LATOUR, B. et NOBLET, J. de (Orgs.), **Les vues de l'esprit.** numéro 14 de **Culture Technique**, 1985.
- LATOUR, B. et WOOLGAR, S **La vie de laboratoire.** Paris: La Découverte, 1988, 1ère édition, 1978.
- LATOUR, B. et BASTIDE, F. "Writing science - facts and fiction". M. Callon et al. ss la dir. de, **Mapping the dynamic of science and technology**, Londres: Macmillan, p. 51-66, 1986.
- LE GOFF, J. et NORA, P. (Orgs.), **Faire de l'histoire.** 3 volumes, Paris: NRF Gallimard, 1974.
- LENOIR, T. "Was the last turn the right turn? The semiotic turn and A. J. Greimas. **Configurations**, vol. 1, p. 119-36, 1994.
- LEVI, G. **Le pouvoir au village.** Paris: Gallimard, 1989, 1ère édition italienne, 1985.
- LICOPPE, C. **Eprouver, rapporter, convaincre, une étude du compte-rendu expérimental à l'époque moderne.** these, université Paris VII, février 1994.
- LANDQVIST, S. "The spectacle of Science: an experiment in 1744 concerning the *Aurora Borealis*". **Configurations**, vol. 1, n. 1, p. 57-94, 1993>
- LOWY, I. "Variances in meaning in discovery accounts: the case of contemporary biology". **Historical Studies in the Physical and Biological Sciences**, vol. 21, n. 1, p. 87-121, 1990.
- LOWY, I. et GAUDILLIÈRE, J. P. Disciplining cancer: Mice and the practice of genetic purity a paraître.
- LYNCH, M.; LIVINGSTON, E; GARFINKEL, H. Temporal order in laboratory work. **In:** K. D. Knorr-Cetina et M. Mulkay (Orgs.), **Science Observed**, Londres: Sage, p. 205-238, 1983.
- LYNCH, M. **Art and artifact in laboratory science.** Londres: Routledge and Kegan Paul, 1985.
- LYNCH, M. and WOOLGAR, S. **Representation in Scientific practice.** Cambridge: MIT Press, 1988.
- MACKENZIE, D. **Statistics in Britain, 1865-1930, The social construction of scientific knowledge.** Edinburgh: Edinburgh University Press, 1981.

- MACKENZIE, D. et WAJCMAN, J. (Orgs.), **The social shaping of technology**. Open University, 1985.
- MACKENZIE, D. **Inventing Accuracy, An historical sociology of nuclear missile guidance**. Cambridge: MIT press, 1990
- MERTON, R. K. **The sociology of science**. Chicago: University of Chicago Press, 1973.
- MULKAY, M. **Science and the sociology of knowledge**. London: George Allen, 1979.
- MULKAY, M. **The word and the world explorations in the form of sociological analysis**. Londres: G. Allen and Unwin, 1985.
- PERROT, J-cl. **Une histoire intellectuelle de l'économie politique**. Paris: EHESS, 1992.
- OPHIR, A. and SHAPIN, S. "The Place of Knowledge, A Methodological Survey". **Science in Context**, vol. 4, n. 1, p. 3-21, 1991.
- PERA, M. and SHEA, **W. R. Persuading science**. Science History Publication, 1991.
- PESTRE, D. **Physique et physiciens en France, 1918-1940**. Paris: Editions des Archives Contemporaines, 1984, 2^{ae} edition, 1992.
- PESTRE, D. "Comment se prennent les décisions de très gros équipements dans les laboratoires de science lourde contemporains". **Revue de Synthèse**, vol. 4, n. 1, p. 96-130, 1988.
- PESTRE, D. **Louis Néel, le magnétisme et Grenoble, récit de la création d'un empire physicien dans la province française**. Paris, Cahiers pour l'histoire du CNRS, n. 8, 1989.
- PESTRE, D. "Leviathan and the Air-Pump, Hobbes, Boyle, and the Experimental Life". **Revue d'histoire des sciences**, vol. 63, n. 1, p. 109-116, 1990.
- PESTRE, D. "The decision-making processes for the main particle accelerators built throughout the world from the 1930's to the 1970's". **Florence: EUI Colloquium Papers**, 257/91 col. 4, 1991, réédité dans **History and Technology**, vol. 9, p. 163-174, 1992.

- PESTRE, D. "Les physiciens dans les sociétés occidentales de l'après-guerre. Une mutation des pratiques techniques et des comportements sociaux et culturels". numéro special de la **Revue d'Histoire Moderne et Contemporaine**, 39-1, p. 5672, 1992.
- PESTRE, D. "La pratique de reconstitution des expériences historiques, une toute première réflexion". C. Blondel et M. Dorries (Orgs.), **Restaging Coulomb**, Florence: Leo S. Olschki., 1994, p. 17-30.
- PESTRE, D. et KRIGE, J. "Some thoughts on the early history of CERN". **In**: P. Galison and B. Hevly eds, **Big Science: the Growth of large Scale Research** Stanford: Stanford University Press, p. 78-99, 1992.
- PICKERING, A. "Against Putting the Phenomena First: the Discovery of the Weak Neutral Current". **Studies in the History and Philosophy of Sciences**, vol. 5, n. 2, p. 85-117, 1984.
- PICKERING, A. ed. **Science as practice and culture**. Chicago: University of Chicago Press, 1992.
- PINCH, T. "Theoreticians and the Production of Experimental Anomaly: the Case of Solar Neutrinos". K. D. Knorr, R. Krohn, R. Whitley (Orgs.), **The Social Process of Scientific Investigation** Dordrecht: Reidel, 1980, p. 77-106.
- PINCH, T. J. **Confronting nature, the sociology of solar-neutrino detection**. Dordrecht: Riedel, 1986.
- PLANCK, M. *Autobiographie scientifique et derniers écrits*. Paris: Albin Michel, 1960, traduction A. George.
- POLANYI, **Personal Knowledge. Towards a post-critical philosophy**. Londres: Routledge and Kegan Paul, 1958.
- PUMFREY, S. "No science, therefore no scientific revolution? Social constructionist approaches to ^{XVI}th and ^{XVII}th century studies of nature". D. Pestre (Orgs.), **L'étude sociale des sciences, bilan des années 1970 et 1980 et conséquences pour le travail historique**. Paris: cite de Sciences et de l'Industrie, p. 61-86, 1994.
- ROUSE, J. **Knowledge and Power, toward a political philosophy of science**. Ithaca: Cornell University Press, 1987.
- RUDWICK, M. J, S. **The Great Devonian Controversy**. Chicago: The University of Chicago Press, 1985.

- SCHAFFER, S. "Astronomers mark time: discipline and the personal equation". **Science in context**, vol. 2, n. 1, p. 115-145, 1988.
- SHAFFER, S. "Glass works, Newton's prisms and the uses of experiment". D. Gooding, T. Pinch, S. Schaffer (Orgs.), **The Uses of Experiment**, Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- SCHAFFER, S. "Self evidence". **Critical inquiry**, vol. 18, p. 327-362, Winter 1992.
- SCHAFFER, S. "The manufactory of ohms". S. Cozzens and R. Bud eds, **Invisible connexions** SPIE Press, p. 23-56, 1992.
- SHAPIN, S. "Pump and circumstances, Robert Boyle's literary technology", **Social Studies of Science**, vol. 14, p. 481-520, 1984.
- SHAPIN, S. "L'histoire sociale des sciences est-elle possible?". M. Callon et B. Latour (Orgs.), **Les scientifiques et leurs allies** Paris: Pandore, p. 181-235, 1985, lère publication en 1982.
- SHAPIN, S. "Robert Boyle and mathematics: Reality representation, and experiental practice". **Science in Context**, vol. 2, n. 1, p. 23-58, 1988.
- SHAPIN, S. et SCHAFFER, S. **Leviathan et la pompe à air**. Paris: La Découverte, 1993, lère edition en langue anglaise, 1985.
- SIBUM, O. "Reworking the mathematical value of heat, Instruments of precision and gesture of accuracy in early Victorian England". à paraître dans **Studies in the History and Philosophy of Science**, à paraître.
- SIBUM, O. "Different bodies of practice and the modern order of things". colloque **Des manufactures à la facture des connaissances**, cite des Sciences et de l'industrie, p. 19-21, 1994.
- SMITH, C. et WISE, M. N. **Energy and Empire, a biographical study of Lord Kelvin**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- STAR, S. L. "Power, technology and the phenomenology of conventions: on being allergic to onions". in John Law ed. **A sociology of monsters**, London: Routledge, p. 25-56, 1991.
- STUEWER, R. "Artificial desintegration and the Cambridge-Vienna controversy". P. Achinstein and O. Hannaway eds, **Observation Experiment, and hypothesis in Modern Physical Science**, Cambridge: The MIT press, p. 239-307, 1985.

TRAWEEK, S. **Beamtimes and lifetimes, the world of high energy physicists.**

Cambridge: Harvard University Press, 1988.

VERLET, L. **La malle de Newton.** Paris: Gallimard, 1993.

VEYNE, P. **Les Grecs croyaient-ils à leurs mythes?** Paris: Seuil, 1983.

WISE, M. N. et SMITH, C. "Work and Waste: Political economy and Natural Philosophy in Nineteenth Century Britain". **History of Science**, vol. 27, p. 391-449, 1989, et vol. 28, p. 221-261, 1990.

WARWICK, A. "Cambridge mathematics and Cavendish physics, Cunningham, Campbell and Einstein's relativity, 1905-1911, part one: the uses of theory". **Studies in the History and Philosophy of Science**, vol. 23, n. 4, p. 625-656; "part two: Coimparing traditions in Cambridge physics", **id**; vol. 24, n. 1, p. 1-25, 1993.

WARWICK, A. "The laboratory of theory". à paraitre.

WOOLGAR, S. "Interest and Explanation in the Social Study of Science". **Social Studies of Science**, vol. 11, p. 365-394, 1981, et réponses de Barnes et Mackenzie, et réponse de Woolgar, p. 481-514.

WOOLGAR, S. "Sociologie des laboratoires: un bilan critique". **Cahiers STS**, edition du CNRS, vol. 5, p. 76-91, 1984.

WOOLGAR, S. **Knowledge and reflexivity.** Londres: Sage, 1988.

- **Texto Recebido em:** Agosto de 1995
- **Aprovado para Publicação em:** Setembro de 1995