

Colecção História e Filosofia da Ciência

O Passado das Ciências como História

Kostas Gavroglu

Coordenação da Colecção e Revisão Científica
Ana Simões e Henrique Leitão

*Ao meu professor em Istambul,
Dimitri Frangopoulos.*

Título O Passado das Ciências como História

Autor Kostas Gavroglu

Adaptação para a Língua Portuguesa Custódio Maguêijo

Coordenação da Coleção Ana Simões e Henrique Leitão

Revisores Científicos Ana Simões e Henrique Leitão

Capa E. Aires Projectos de Design e Consultoria S.A.

Editora Porto Editora

Título original ΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΩΣ ΙΣΤΟΡΙΑ

Edição original ISBN 960-524-175-7

© 2004 Πανεπιστήμιας Εκδόσεις Κρήτης

© PORTO EDITORA, LDA. – 2007

R. da Restauração, 365

4099-023 PORTO — PORTUGAL

Reservados todos os direitos.
Esta publicação não pode ser reproduzida nem transmitida, no todo ou em parte, por qualquer processo electrónico, mecânico, fotocópia, gravação ou outros, sem prévia autorização escrita da Editora



PORTO EDITORA Rua da Restauração, 365 4099-023 PORTO - PORTUGAL

www.portoeditora.pt E-mail: pe@portoeditora.pt Telefone (351) 22 608 83 00 Fax (351) 22 608 83 01

JUL 2007

ISBN 978-972-0-45091-3

Este livro foi produzido na unidade industrial de Bicoe Gráfico, Lda., cujo Sistema de Gestão Ambiental está certificado pela APCR, com o n.º 2004/AMB 256. Produção de livros, escolares e não escolares e outros materiais impressos.



Sumário

<i>Prólogo</i>	VII	<i>Galileu e os acontecimentos de 1616</i>	133
		<i>Os documentos</i>	140
		<i>A alquimia e os escritos alquímicos de Newton</i>	145
1. ELEMENTOS DA HISTÓRIA DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS	17	4. A CONSTRUÇÃO DO PASSADO E OS HISTORIADORES DAS CIÊNCIAS	149
O que é a História das Ciências?	20	Acontecimentos verdadeiros e factos históricos	149
A perigosa sedução do positivismo	27	Passado e futuro: singularidade e pluralidade	151
Elementos da história da História das Ciências	29	Hábitos e formas de vida	154
O primeiro período: a História da Ciência como fiel descrição dos factos	32	O papel dos historiadores	160
O mundo maravilhoso das matemáticas antigas – <i>Paul Tannery</i>	33	Causas, correlações e coexistências	163
A <i>Idade Média</i> não foi “ <i>idade média</i> ” – <i>Pierre Duhem</i>	37		
O <i>visionarismo</i> como <i>profissão</i> – <i>George Sarton</i>	42	5. UM INOPORTUNO PROBLEMA HISTÓRICO DE CONSEQUÊNCIAS HISTORIOGRÁFICAS BENÉFICAS: O PROBLEMA DA PRIORIDADE	171
O segundo período: a importância da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII	46	Prioridades e história	171
<i>As abordagens sociológicas: Merton, Zilsel, Hessen, Bernal</i>	47	Copérnico, Aristarco de Samos e a ideia heliocêntrica	176
<i>Alexandre Koyré</i> – <i>A História da Ciência como História das Ideias</i>	50	Descobertas simultâneas e o caso da conservação da energia	181
O terceiro período: episódios no processo de formação da identidade institucional e cognitiva da História da Ciência	57		
Os historiadores, os cientistas e os historiadores das ciências: pressupostos e requisitos necessários ao tratamento profissional da História das Ciências	60	6. A COMUNIDADE CIENTÍFICA: PROCESSOS DE LEGITIMAÇÃO, CONTROVÉRSIAS, CONSENSOS	187
		Comunidade científica	187
2. OS HISTORIADORES DAS CIÊNCIAS E AS SUAS QUESTÕES	67	Controvérsias científicas	189
Questionando o passado: a importância de formular questões	68	A formação da química moderna por Lavoisier: consenso e legitimação	195
<i>Astrónomos na Antiguidade</i>	68	Problemas filosóficos e História das Ciências	198
<i>Universidades na Idade Média</i>	69		
<i>A publicação da Encyclopédie no século XVIII</i>	69	7. UMA CATEGORIA HISTORIOGRÁFICA ÚTIL: A PRÁTICA CIENTÍFICA	207
<i>A Termodinâmica do século XIX</i>	69	A Estrutura das Revoluções Científicas de Thomas Kuhn	207
<i>A Mecânica Quântica do século XX</i>	70	As múltiplas faces da prática científica	212
Narrando os acontecimentos e interpretando os factos	72	Laboratórios: espaços de práticas multiformes	221
O impasse da abordagem anacrónica	77		
Traçando o quadro da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII	87	8. COMENTÁRIOS A CERTOS ASPECTOS DO CONSTRUTIVISMO SOCIAL	233
<i>As questões</i>	88	A contingência dos desenvolvimentos científicos	237
<i>A nova filosofia da natureza</i>	97	A respeito da língua	247
		Que não esqueçamos: as necessárias diferenças	249
3. HISTÓRIA: O ENCONTRO DOS HISTORIADORES COM OS DOCUMENTOS	113	Bibliografia	255
As fontes primárias e as diferentes espécies de documentos	113	Índice Remissivo	301
O silêncio e a verbosidade dos documentos	125		
Três casos singulares	130		
<i>Os documentos das ciências da Antiguidade</i>	130		

Prólogo

Este livro trata de alguns dos problemas teóricos e práticos que surgem na História das Ciências. Obviamente, não se trata de todas as questões possíveis, relacionadas com a História das Ciências – nem sequer de todas as questões que actualmente constituem objecto de discussão entre historiadores das ciências. De resto, tal tarefa não seria possível.

Um dos motivos que inicialmente levou à redacção deste livro em grego residiu na necessidade de haver uma obra introdutória destinada a todos quantos pretendessem ocupar-se de modo sistemático – para fins pedagógicos ou de investigação – da História das Ciências. Um outro motivo parte da constatação de que um número impressionantemente elevado de historiadores sabe muito pouco sobre o que é a História das Ciências. O terceiro motivo reside no meu desejo de contribuir para enfrentar o entendimento distorcido que muitos cientistas têm a respeito da história da sua disciplina, adquirido por intermédio de processos baseados mais numa reconstrução intuitiva do passado do que do contacto sistemático com ele.

Seria, por certo, completamente ingénuo mas também arrogante estar convencido de que, com a redacção de um livro, é possível combater não só os problemas congénitos existentes na educação mas também as mentalidades de historiadores e cientistas – problemas esses que, naturalmente, não somos só nós, neste país, a tê-los. Espero, no entanto, que o livro convença certos historiadores a não serem tão indiferentes à História das Ciências e certos cientistas a não serem tão arrogantes devido às conquistas científicas actuais que consideram o passado cheio de conceitos simplistas e erróneos. E, é claro, também espero que muitas pessoas que pretendam ocupar-se sistematicamente da História das Ciências encontrem neste livro bastantes assuntos que a tornarão ainda mais atractiva.

Os desideratos acima expressos partilham uma coisa em comum: tornar compreensível a “cultura” da História das Ciências, ou seja, adquirir uma ideia do tipo de questões que são colocadas, dos tipos de documentos e do carácter do material de arquivo utilizado para responder às diversas questões, do que é um problema histórico por resolver, das diferentes formas de imaginar soluções para os problemas, dos processos de constituição dos argumentos que sustentam pontos de vista concretos, da interpretação e dos critérios com que se julga a sua validade, de algumas das “conquistas” da História das Ciências, etc.

A História das Ciências é a história de todos aqueles que se esforçaram por investigar e compreender a estrutura e o funcionamento da natureza. Ao mesmo tempo, a História das Ciências estuda também as instituições que foram criadas em conjunturas históricas concretas, no quadro das quais foi cultivada a ciência e se consagraram práticas teóricas bem como técnicas experimentais determinadas. No seio destas instituições, muitos homens pretenderam persuadir outros homens das verdades em que acreditavam, transmitir aquilo que entendiam a respeito do funcionamento da natureza e, frequentemente, legitimar os processos pelos quais tinham sido conduzidos a esse entendimento em condições temporais e locais concretas.

As ideias, as técnicas e as práticas que os homens conceberam para investigar a natureza; as entidades, os princípios e as leis que descobriram; as várias instituições que criaram; as aplicações que congeniaram — tudo isso modela as ciências. Mas são também os homens que modelam as ciências, com as suas diferentes concepções ideológicas, filosóficas, estéticas, religiosas e políticas, e com as suas diversas práticas sociais. É por isso que a História das Ciências tem por objecto a ciência como fenómeno social e cultural, e é por isso que os historiadores das ciências investigam a sua história, tendo em consideração o facto de que as particularidades locais, temporais e culturais desempenharam um papel importantíssimo na formação tanto do discurso científico como da função social da ciência.

Não há nada mais fascinante do que a formulação de perguntas que se “dirigem” ao passado da ciência. Por definição, porém, não existem, na História das Ciências — e julgo que na história em geral — perguntas do tipo “certo ou errado”. Existem somente perguntas interessantes, fascinantes, estimuladas, arrebatadoras, triviais, insolúveis, importantes, encantadoras, plenas de fantasia, penetrantes ou perspicazes. Todavia, o único pressuposto para continuarmos a dar resposta às perguntas que formulamos está em reconhecermos o facto de que, à primeira vista parece estranho, durante dezenas de séculos os homens tiveram argumentos diversos, mas muito concretos em cada época, para tomarem por verdadeiro aquilo em que acreditavam a respeito da estrutura e do funcionamento da natureza e que, para alterarem os seus pontos de vista, não bastavam nem silogismos formalmente correctos nem a adução de elementos experimentais. Assim como a génese das novas ideias não é simplesmente uma questão de inspiração dos grandes espíritos da humanidade, mas a expressão concreta das suas reacções a problemas, não só intelectuais e práticos mas também sociais, que foram surgindo historicamente, assim também os processos de persuasão constituem uma teia extraordinariamente complexa de interacções de natureza intelectual, social e cultural.

Um motivo acrescido para a elaboração deste livro consiste no meu propósito de sublinhar uma experiência pessoal, a de que não existem receitas mágicas que ditem a maneira de elaborar uma História das Ciências. Isto soa um pouco moralizador. Talvez. Espero, no entanto, que muitas das coisas aqui escritas sejam consideradas ideias úteis, e não receitas sobre o modo como cada um pode tratar com seriedade a História das Ciências. Considero, porém, que não constitui exemplo de cultura histórica a leveza com que certas pessoas difundem problematizações teóricas que muitas vezes ficam no ar, porque não têm absolutamente nenhuma relação com obras concretas ou problemas concretos resultantes dessas obras. É minha convicção que a cultura histórica se adquire, sobretudo, tanto através do contacto diário com os problemas que resultam do estudo de questões concretas, ao imaginar modos de as resolver, como através dos debates sobre elas mantidos entre os membros da comunidade. Adquire-se, também, com o estudo de obras sobre História das Ciências e a tomada de consciência do enorme leque metodológico e historiográfico que distingue as grandes obras que tiveram um papel importante na formação da comunidade dos historiadores da ciência. Sou absolutamente categórico ao afirmar que a grande importância dos debates teóricos só se torna perceptível quando estes decorrem dos problemas que os historiadores das ciências enfrentam através da sua prática quotidiana. As Teses de Marx sobre Feuerbach não se esgotam na tão atribulada décima primeira tese. (Re)lembramo-las todas, mas principalmente a oitava, tão útil às análises sociais e académicas dos nossos dias: “A vida social é, na sua essência, prática. Todos os mistérios que arrastam a teoria no sentido do misticismo encontram a sua solução lógica na práxis humana e na sua compreensão.”

Todavia, sou igualmente categórico ao afirmar que todos quantos começam a alinhar receitas sobre a maneira como devemos fazer História das Ciências — e não só —, sem que eles próprios tenham aduzido a mais pequenina amostra de elaboração sistemática de um problema concreto, estão a impertinar-nos com problematizações que têm, provavelmente, um interesse suficiente, mas que nos ajudam muitíssimo pouco a fazer História das Ciências. Pelo contrário, polarizam a comunidade, colocando num dilema os seus jovens membros, que são chamados a optar entre “escolas”, entre ideologias e, em última análise, entre personalidades que, através de polarizações muitas vezes artificiais, são consideradas como “representantes de escolas”. É possível que estes pontos de vista sejam considerados ecos de uma abordagem desaperadamente empírica, ecos de uma concepção antiteórica e de uma colagem a modelos positivistas. Obviamente não o são. Muitas das questões que trato neste livro prestarão, assim o espero, os necessários esclarecimentos.

Desde há já bastantes anos a esta parte, têm vindo a verificar-se controvérsias sobre as novas abordagens historiográficas. Ainda que se levantem sérias reservas — como sucede no meu caso, pelo menos, no que toca a determinados aspectos do construtivismo social¹ —, no que diz respeito aos princípios ou às orientações destas novas abordagens, não podemos deixar de reconhecer que tais controvérsias tornaram os historiadores das ciências mais sensíveis e mais receptivos às abordagens interdisciplinares e obrigaram-nos a pôr em dúvida conceitos e métodos que vinham utilizando há muito tempo. Apesar das tensões dos últimos anos, gerou-se um terreno propício a uma fecunda interacção, a estímulos no sentido de novas orientações teóricas, ao alargamento da problematização de muitos ramos — e seguramente, também, da História das Ciências — e à consecução de novos equilíbrios académicos. Também é certo que destas controvérsias parece ter saído vencedora a História social e cultural das ciências.

No entanto, os esforços, absolutamente legítimos, no sentido da renovação das abordagens historiográficas contradizem-se a si mesmos, quando se apresentam como sendo a receita exclusiva sobre o modo como deverá escrever-se a história. Frequentemente, as ideias novas e interessantes ficam ensombreadas por uma retórica que “tudo degola e tudo apunhala”, lugar-comum que exprime de maneira artificial que a evidência deve ser apresentada como algo absolutamente novo e radical, e que aquilo que é evidente por si mesmo, e já mil vezes repetido, é visto como algo revolucionário.

Conforme sublinho neste livro, não pretendo, de maneira alguma, dar a impressão de que sou um terceiro independente, nem que todas estas controvérsias são gritos de guerra que não me dizem respeito, nem sequer — e principalmente — que me identifique com uma problemática que considero que existem “coisas santas e sagradas” que não é permitido pôr em dúvida. *Tudo, creio eu, é virtualmente discutível, mesmo tudo aquilo que eu próprio apresento como constituindo princípios fundamentais da História das Ciências.* A própria contestação desses princípios pode, obviamente, efectuar-se em termos exclusivamente teóricos. Julgo, porém, que as diversas críticas e as novas propostas se tornam credíveis, na medida em que constituem propostas historiográficas alternativas e viáveis, somente quando se exprimem através de trabalhos concretos que versam temas concretos no âmbito da História das Ciências.

A contestação das orientações historiográficas tradicionais no âmbito da História das Ciências não significa que esqueçamos tudo o resto e que “virámos

a página”, nem, por outro lado, deverá induzir-nos na fantasia de que estamos a fundar novas escolas, na auto-ilusão de que tudo aquilo que dizemos constitui algo de completamente novo. É bom que recordemos quantos elementos de crítica foi possível incorporar nas práticas historiográficas cortes, pelo menos na História das Ciências, sem que se sentisse a necessidade de rupturas dramáticas ou de compromissos censuráveis. Com o que vai seguir-se neste livro, espero, pelo menos, conseguir mostrar algumas das características da história social e cultural das ciências.

A criação das condições que favoreçam a constituição de uma sociedade de historiadores das ciências, cuja tarefa corresponda aos mais severos requisitos, constitui ainda uma exigência para muitos países, sendo a Grécia um deles. Os membros de uma tal comunidade devem, eles próprios, procurar obter a rigorosa apreciação da sua missão. Nas condições actuais, são chamados a lutar pelos já muito limitados recursos materiais, a participar em actividades de investigação juntamente com múltiplos grupos de diversas partes do mundo e a reivindicar o seu estágio em institutos internacionais de investigação. Ora, comunidades com tais exigências por parte dos seus membros não se constituem apenas com artigos em jornais e revistas de problemática política, com folhetos e edições sem qualquer procedimento de validação ou com artigos em revistas sem qualquer processo de “refereeing”.² A acusação de que tudo isso são exigências tecnocráticas que amordaçam a criatividade constitui, afinal, um fácil alibi para quantos e quantas não desejam que o seu trabalho seja julgado e apreciado por pessoas que têm trabalhado em idênticas matérias.

Tanto na Grécia como noutros países, não é possível constituir-se uma comunidade de historiadores das ciências afastada da problemática desenvolvida por outras comunidades a respeito de diversos temas de História das Ciências. Além disso, a falta de qualquer espécie de crítica assim como a publicação de diversos estudos de caso que violam as normas consagradas há já muitas décadas não podem conduzir ao desenvolvimento e ao enriquecimento da produção nacional no domínio da História das Ciências. Por isso, insisto na ideia de que pelo menos a comunidade dos historiadores das ciências não é susceptível de se constituir, se não se medir em pé de igualdade com os membros de outras comunidades mais prestigiadas.

Actualmente, são oferecidas disciplinas de História das Ciências e da Tecnologia em quase todas as universidades do mundo, enquanto, em muitas

¹ A expressão portuguesa mais “castiça” seria: ... por uma retórica “de mata e estola”, ou ... por uma retórica “de boia abaixo”. (N.T.)

² Sistema de validação de artigos científicos submetidos a revistas de reconhecido mérito científico e que assenta nos comentários críticos de pares anónimos. (N.R.C.)

universidades, não só da Europa, mas também de outros continentes, são conferidos diplomas de estudos graduados e pós-graduados. Há cerca de uma década começaram a funcionar novos centros de investigação exclusivamente dedicados à História das Ciências e da Tecnologia, bem como a revalorizar de maneira substancial a actividade, não só pedagógica mas sobretudo de investigação, de muitos museus das ciências, revelando deste modo o interesse que continua a verificar-se pela História das Ciências e da Tecnologia. O volume da bibliografia no domínio da História das Ciências e da Tecnologia tem aumentado de maneira impressionante, um número cada vez maior de casas editoras publicam livros de História das Ciências e da Tecnologia, um número cada vez maior de periódicos acolhem artigos sobre essa matéria e realiza-se um número cada vez maior de congressos sobre esta temática. Não só as bibliotecas, mas também os catálogos taxinómicos internacionais contêm registos específicos relativos à disciplina da História das Ciências. Existem programas ambiciosos de digitalização não só de um enorme volume de publicações, mas também de obras manuscritas inéditas de muitos cientistas, incluindo a sua correspondência, notas, apontamentos de laboratório, bem como desenhos de antigos e modernos aparelhos utilizados em experiências e observações. Ambas as revistas *Isis* e *Technology and Culture* publicam todos os anos uma separata especial na qual se regista a relação dos artigos, dos livros e das recensões críticas que foram publicados no ano anterior com relação directa com a História das Ciências e da Tecnologia. Numa edição representativa dos últimos dez anos, constam cerca de 5000 registos e 600 revistas, das quais cerca de 50 dizem respeito estritamente à História das Ciências e da Tecnologia, incluindo-se nelas artigos e recensões críticas sobre as respectivas áreas.

A quase totalidade dos temas que vou focar neste livro tem como ponto de referência as discussões sobre a história das ciências naturais — especialmente a Física, a Química e a Astronomia. A ênfase posta nestas matérias em concreto não envolve qualquer intenção de as valorizar. São simplesmente as áreas que estão sob a minha turela. De resto, os exemplos que utilizo têm por objectivo tornar mais inteligíveis alguns dos temas de que trato e não tanto apresentar sistematicamente os seus diferentes pormenores.

Existem, porém, muitos temas de que pura e simplesmente não trato. Referir-me-ei apenas àqueles que intencionalmente não incluí. Todos os exemplos dizem respeito às ciências na Europa e nos Estados Unidos da América. Não me refiro à frutuosa problemática relativa às ciências no mundo do Islão nem às ciências na China. Estes temas, bem como as ciências e a tecnologia na

Índia, na América Latina e na África, têm um interesse extraordinário para a História das Ciências. No que respeita a alguns, existe um enorme volume de bibliografia, que para outros é muito menor. O seu tratamento num livro como este teria de abranger também a análise de determinados temas de natureza histórica, ideológica, social e religiosa, que acrescentariam bastantes elementos novos mas que, porém, iam sobrecarregar este livro, já de si volumoso. Do mesmo modo, não comento de maneira sistemática a crítica feminista e as novas abordagens à História das Ciências e da Tecnologia feitas através de uma óptica feminista. Espero, porém, ter conseguido incorporar muitos elementos desta problemática — ou, melhor, muitos elementos dos problematismos de determinados historiadores das ciências que se ocuparam destes temas —, na minha análise sobre a história social e cultural das ciências. Finalmente, não faço a menor referência à relação entre, por um lado, a História das Ciências e da Tecnologia, e, por outro lado, o ensino das ciências naturais e das matemáticas. Trata-se de um tema extraordinariamente importante, sobre o qual têm sido escritas coisas interessantes. Não o incluí por recear que muitos dos temas que deveriam ser comentados me desviassem das orientações básicas do livro.

Este livro está estruturado de forma que cada capítulo é independente. Há, no fim do livro, uma bibliografia bastante extensa. A maior parte das obras está referida no corpo do texto. As restantes foram incluídas para quem desejar ler textos cuja problematização esteja próxima da deste livro. Menciono também algumas obras importantes sobre o magistério dos historiadores das ciências, sem que esteja forçosamente de acordo com as suas abordagens. Obviamente, não existe a bibliografia ideal, nem a bibliografia completa, e seguramente que muita coisa escapou ao meu esforço nesse sentido. Creio, porém, que esta bibliografia, em concreto, constitui um conjunto satisfatório, que servirá os objectivos que pretendo alcançar.

Inúmeras pessoas ajudaram-me de forma substancial durante a redacção deste livro. As discussões, as críticas e as sugestões dos meus colegas do Departamento de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Atenas levaram-me a um entendimento mais profundo de diversos problemas da História das Ciências e, estou em crer, a uma melhor apresentação desses problemas. Dessas discussões tão criativas e quase diárias sobre as nossas actividades investigativas e pedagógicas, eu, pelo menos, retirei múltiplas críticas, elucidações e reapreciações bastante benéficas. Agradeço a Theodore Arabatzis, Dimitris Dialitis, a Manolis Patiniotis, a Telis Tymbpas e a Jean Christianidis, pela sua variada e tão substancial contribuição para o aperfeiçoamento da

forma inicial deste livro. Agradeço igualmente a Dina Dalouka, a Andonis Liakos, a Faïdra Papanelopoulou, a Sylvia Haralambous e a Christiana Christopoulou pelos seus preciosos comentários.

Muito daquilo que escrevo no livro é fruto do meu trabalho de investigação no âmbito da história da Física e da Química do século XIX e princípios do século XX. Os debates realizados todos estes anos com muitos colegas meus resolveram muitas dificuldades e ajudaram-me particularmente na exposição de diversos temas históricos e historiográficos resultantes dos problemas de que me ocupei no âmbito da minha investigação. Para mim, os primeiros, e absolutamente decisivos debates sobre a História das Ciências tiveram lugar com Yorgos Goudaroulis (1945-1996), e muitos deixaram marca nas nossas actividades de investigação comuns. Os estímulos de Thomas Kuhn (1922-1996), os seus comentários e a sua sempre amigável disposição para a troca de pontos de vista, mas também o entusiasmo que transmitia, ajudaram-me muito no meu trabalho. Igualmente preciosos foram os debates com Jed Buchwald, do California Institute of Technology, com Robert Cohen, da Universidade de Boston, com Robert Fox, da Universidade de Oxford, com Peter Galison, da Universidade de Harvard, com John Heilbron, da Universidade da Califórnia em Berkeley, com Nancy Nersessian, do Georgia Institute of Technology, com Jürgen Renn, do Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte de Berlin, com Simon Schaffer, da Universidade de Cambridge, com Sam Schweber, da Universidade de Harvard e com Ana Simões, da Universidade de Lisboa. A todos agradeço.

A edição grega deste livro foi realizada pelas Edições Universitárias de Creta pelo que muito agradeço ao director editorial Stefanos Trahanas e a Dionisia Daskalou pelas suas múltiplas ajudas. A edição deste livro em Portugal deve-se exclusivamente à iniciativa da minha grande amiga Ana Simões, professora de História das Ciências na Universidade de Lisboa. Estou-lhe a muitos títulos grato já que, para mim, a publicação do meu livro em português exprime um dever académico, sobretudo devido aos laços estreitos que mantive nestes últimos anos com alguns historiadores das ciências portuguesas excepcionalmente importantes. Sinto que, deste modo, também contribuo para os esforços impressionantes de tantos intelectuais em Portugal no sentido de consagrar novos objectos de conhecimento, de criar um quadro de discussão, de modernizar a problemática de ramos já consagrados e de abalar a tradição segundo a qual a única missão dos intelectuais, tanto na Grécia como em Portugal, consiste em transmitir fielmente o que se faz nos países “desenvolvidos”, segundo o critério de que é “bom” para nós. Agradeço à Ana

Simões pelo seu esforço de leitura atenta da tradução e pela formulação de sugestões especialmente pertinentes. Agradeço ainda ao tradutor Custódio Magnejo pelo entusiasmo que pôs na tradução e ao editor Vasco Teixeira que apostou neste livro.

A escrita de qualquer livro constitui uma prova não só intelectual mas, ao mesmo tempo, sentimental. Frequentemente difícil. No meu caso foi absolutamente agradável e devo-o exclusivamente à Annie, à Ioli e à Maria.

Kostas Gavroglu

1. Elementos da história da História das Ciências

Os mitos no domínio das ciências são muitos e de diversas espécies. Em primeiro lugar, há os mitos relativamente anódinos e de alguma forma divertidos, como, por exemplo, que Arquimedes incendiou a armada dos Romanos, quando do cerco de Siracusa em 212 a. C.; que Galileu, com a sua experiência realizada na Torre de Pisa perante uma multidão de espectadores, conseguiu desmentir as opiniões de Aristóteles sobre o movimento, em que as pessoas tinham acreditado durante muitos séculos; ou que o mesmo Galileu, quase ao mesmo tempo que recebia a condenação de 1633, dissera em voz baixa: "E no entanto, ela gira"; ou que Newton formulou a teoria da gravitação universal quando viu cair uma maçã; ou que Einstein não era bom aluno em Matemática.

Existem, contudo, também "mitos perigosos", como, por exemplo que a Idade Média foi um período de trevas, durante o qual não se verificou nada de construtivo; que a magia e, em geral, as outras tradições "não racionais" não desempenharam qualquer papel no desenvolvimento da ciência; que a religião e a ciência foram sempre e em todos os lugares, termos antagónicos e, ligada a esta ideia, que na história das sociedades, os cientistas foram os factores exclusivos do progresso, ao passo que a Igreja reagiu permanentemente a toda e qualquer novidade; ou que o Cristianismo, não obstante as reacções iniciais, incrementou as ciências, enquanto o Islão as impediu.

No caso dos mitos anódinos, existe sempre algo de verdadeiro, a que, porém, se dá uma grande importância. É quase certo que Arquimedes construiu espelhos, a fim de demonstrar que os raios solares podem convergir e causar fogo. Galileu realizou realmente muitas experiências que levavam a conclusões diferentes em relação às previsões da teoria aristotélica, mas não parece que alguma vez tenha realizado experiências na Torre de Pisa. E no julgamento de 1633 tentou convencer os seus acusadores de que poderia ter sobrevalorizado a importância do sistema heliocêntrico, mas na sua obra, é claro, não deixa de ridicularizar os argumentos a favor do sistema geocêntrico. O próprio Newton, um pouco antes da sua morte, parece ter dito a algumas pessoas que o visitaram na sua casa em Londres, que quando estava na sua terra natal, Woolsthorpe, na sequência da epidemia de peste que o tinha obrigado a sair de Cambridge, em 1665, se tinha interrogado sobre se a força que atrai a maçã para a Terra se estende até à Lua. Einstein desinteressava-se e

aborrecia-se com muitas aulas – mas não com as de Matemática. Não foi, pois, muito difícil criar mitos em ligação com diversas ideias preconcebidas. Queremos, de um modo geral, que inteligências como a de Arquimedes sejam capazes de dar solução a todos os nossos problemas. Queremos que os nossos heróis, como Galileu, não se deixem abater, mesmo nas mais penosas condições, mas que, num impulso dramático, provoquem uma ruptura com o passado. Queremos que os génios, como Newton, sejam inspirados por factos que nós, simples mortais, vemos no nosso dia-a-dia, sem percebermos as mais profundas mensagens que nos enviam. Queremos que as personalidades excepcionais sejam dotadas por alguma Divina Providência, de tal modo que não constituam embaraço à sua criatividade e as instituições convencionais e os procedimentos habituais a que todas as outras pessoas devem submeter-se.

Os “mitos perigosos” traduzem muito mais profundamente preconceitos enraizados, compromissos ideológicos e posições políticas. O Renascimento, como período de um novo arranque – como indica a própria designação, *renascimento* –, é entendido, em boa parte, em oposição a uma construção, o pântano a que a Idade Média nos conduziria, embora hoje seja claro que já ninguém duvida das grandes dividas da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII em relação aos sábios da Idade Média. A alquimia, a magia, os textos herméticos, a astrologia, foram considerados no âmbito de uma visão iluminista, tal como mais tarde o foram no âmbito do positivismo, actividades místicas e irracionais que durante séculos impediram o avanço do pensamento lógico, mas hoje, é claro, ninguém duvida das repercussões benéficas dessas correntes de pensamento e de prática para o surto de desenvolvimento nos séculos XVI e XVII. Considerava-se que a ciência entrava, sempre e em toda a parte, em contradição com a religião, ao passo que actualmente já ninguém duvida de que essa relação foi muito mais complexa e que houve muitos teólogos e sacerdotes que apoiaram as novas ideias científicas, às quais se opuseram muitos filósofos e cientistas dessa época. Os cristãos foram considerados superiores aos muçulmanos, sendo todas as coisas boas devidas ao seu labor e abertura de ideias, enquanto os “preguiçosos” e “malvados” Árabes não tinham dado qualquer contributo para a cultura – uma ideia com a qual já ninguém concorda.

Existe ainda, porém, mais uma categoria de mitos, que são os mitos criados pelos primeiros historiadores das ciências, na sua tentativa de destruir os mitos acima referidos. Trata-se essencialmente dos mitos relativos às características da ciência e da sua história.

Estes mitos foram fabricados, sobretudo, pela primeira geração de historiadores das ciências, eles próprios cientistas, não só absolutamente, convencidos

mas também fascinados pelas concepções positivistas de Auguste Comte. Estes historiadores promoveram a historização dos desenvolvimentos científicos através de uma teorização filosófica concreta da sua história. A quase totalidade das primeiras obras esforçou-se por validar premissas gnosiológicas sobre o carácter do conhecimento científico, e sobretudo, por promover a gradual prevalência do pensamento positivista segundo Comte. O modelo historiográfico dominante continuou a ser, durante muitos anos, o desenvolvimento cumulativo da ciência, bem como a relação dialéctica entre a teoria e a experimentação, segundo a qual as propostas e previsões teóricas são experimentalmente verificadas e os eventuais desvios conduzem à reformulação das teorias. Algo que os historiadores “certificavam” através do registo dos factos, juntamente com a apresentação de pormenores da História das Ciências reveladores de continuidades e relações causais. Nestes estudos sobre o desenvolvimento histórico das ciências os factores externos à ciência, ou seja, os factores sociais, culturais e ideológicos, não ocupavam qualquer lugar.

Foi mais ou menos deste modo que começaram a ser escritas as primeiras obras sobre História das Ciências. Tinham por finalidade apresentar algo de excepcional na história do espírito humano e da criatividade humana, algo de grandioso, que nada nem nenhum mito seria capaz de ensonbrar, bastando ser-se sistemático, aprender todos os pormenores técnicos, ler atentamente as fontes e colocar tudo isso “numa certa ordem”. Se o desconhecimento dos factos e as representações culturais geraram os mitos arcaicos, se as nossas associações ideológicas e políticas geraram os mitos perigosos, esta tentativa de pôr as coisas numa certa ordem consagrou os mitos historiográficos, através da obra de homens aos quais, porém, muito devemos, pois através da sua bibliografia incriavelmente volumosa e da sua impressionante persistência de publicação, consagraram um quadro de problematismo no qual detectamos os inícios de uma nova disciplina, a História das Ciências.

Já desde meados do século XIX, os grandes êxitos das ciências e da tecnologia geraram a necessidade de constituir a respectiva história – uma história heróica, em que eram analisadas as conquistas sensoriais do espírito humano, bem como as tentativas de quantos se opunham ao estabelecimento da verdade. As primeiras histórias das ciências continham um ponto de vista concretamente ideológico e um propósito historiográfico. Era seu objectivo mostrar a continuidade através dos séculos da criatividade do espírito humano, sublinhar que o lugar onde se desenvolveu a ciência foi a Europa Ocidental – enquanto receptora da herança grega antiga – e tornar credível o ponto de vista segundo o qual o critério de progresso, de cultura e de garantia

de bem-estar das sociedades consistia na aceitação do modo de pensamento concreto e de produção científica historiada nesses primeiros livros de História das Ciências. A História das Ciências não podia deixar de identificar-se com os ditames políticos e ideológicos prevalentes nas sociedades europeias ocidentais.

O que é a História das Ciências?

Durante muitas décadas a seguir aos finais do século XIX, a maioria dos historiadores e dos filósofos das ciências, mas não só, tinha a convicção de que a ciência consiste no “desenrolamento”¹ e na revelação de uma estrutura da natureza preexistente e “objectiva”, cuja autenticidade era universalmente válida e cujo carácter não tinha sido influenciado pelo seu início. Por outras palavras, muitos acreditavam que a ciência é algo independente da actividade humana. Esta concepção despojou a História das Ciências do seu elemento fascinante, ou seja, de que *também* a ciência é criada por pessoas que vivem em sociedade, e não por certos mecanismos intelectuais independentes das experiências, das ideologias, das convicções e das aspirações humanas. Os cientistas não são aqueles indivíduos que conseguiram “des-socializar-se”², ou seja, despojar-se de todos aqueles elementos sociais, ideológicos e culturais que lhes tinham conferido as suas características particulares, e já depurados na sequência desse processo, orientaram os seus próprios conhecimentos e as suas capacidades, por vezes sensoriais, de modo a descobrirem os vestígios do esboço previamente traçado. Pelo contrário, aquilo que hoje consociamos enquanto historiadores das ciências é que as ciências resultam de diversas interações, não só intelectuais, mas também sociais, nas quais participaram todos quantos contribuíram para a sua formação. É hoje um facto adquirido que as orientações ideológicas das ciências, o seu ambiente cultural, as suas convicções filosóficas, mas também os seus compromissos ontológicos, influenciaram a formação das características desse fenómeno que é a ciência.

Muitos creem que a preponderância e a difusão do conhecimento científico são exclusivamente o resultado da sua verdade congénita, que a verdade,

tarde ou cedo, se imporá e que a sua descoberta inevitável confere uma dinâmica própria à aceitação e à divulgação da ciência. Muitos dos que defendem este ponto de vista não negarão a historicidade da ciência... só que por historicidade entendem a crónica dos desenvolvimentos científicos, os diversos episódios, as referências a indivíduos como sendo o necessário complemento anedotológico à ciência “seca”, as tentativas que conduziram a teorias erradas, etc. E defendem essa concepção por considerarem que a verdade que os cientistas descobrem é um conceito diacrónico, ou melhor, acrónico. O conceito de verdade, porém, é um conceito moldado pelos homens que durante séculos e séculos têm discutido sobre o seu conteúdo filosófico exacto, os seus procedimentos de legitimação e o seu papel social, ideológico e cultural em diversas sociedades.

A História das Ciências é a história dos homens que se esforçaram por investigar e compreender a estrutura e o funcionamento da natureza. Simultaneamente, a História das Ciências estuda também as instituições que foram criadas em conjunturas históricas concretas, nas quais a ciência foi cultivada e foram consagradas algumas das suas práticas teóricas e técnicas experimentais. No seu seio muitos homens pretenderam convencer outros homens sobre aquilo que acreditavam ser verdadeiro, transmitir o seu entendimento relativamente aos tipos de funcionamento da natureza e, frequentemente, legitimar os modos como os tinham entendido em locais e condições temporais particulares. As ciências adquiriram forma a partir das ideias, das técnicas e das práticas que os homens imaginaram a fim de investigarem a natureza, das entidades, dos princípios e das leis que eles descobriram, e a partir também das instituições que criaram e das aplicações que imaginaram. Mas os próprios homens *também* dão forma às ciências, por meio dos seus diversos pontos de vista ideológicos, filosóficos, estéticos, religiosos e políticos, bem como por meio das suas diversas práticas sociais. Por isso, a História das Ciências tem por objecto a ciência *como fenómeno social e cultural*, e os historiadores da ciência investigam a história desta, tendo em consideração que as particularidades locais, temporais e culturais têm desempenhado um papel importantíssimo na formação não só do discurso científico mas também da função social da ciência.

Durante muitos séculos, os homens tiveram motivos diversos, mas muito precisos em cada época, para considerarem verdadeiro tudo aquilo em que acreditavam a respeito da estrutura e do funcionamento da natureza; e para que os seus pontos de vista se alterassem não bastavam silgismos formalmente correctos nem sequer a adução de elementos empíricos. Não nos ajuda

¹ O vocabulário grego, *ksestigma*, significa, propriamente “abertura de um pacote...”, aqui, como é natural, a palavra está em sentido figurado, pelo que, por questão de clareza (talvez abusiva) acrescentei as aspas. (N.T.)

² Por questão de clareza, traduzi o termo grego por correspondência de elementos: gr. *apo-ktonikis*; port. *des-socializar*. (N.T.)

absolutamente nada afirmarmos que diversos preconceitos levaram os homens a regressarem contra as novas verdades ou a terem uma noção errada sobre a verdade, ou enfim, que esses conceitos filosóficos não estavam ainda suficientemente afinados, pois os preconceitos não só são historicamente formados, mas também, e muitas vezes, constituem as verdades do passado nas quais os homens acreditavam. A História das Ciências estuda os esforços dos homens no sentido de entenderem os modos de funcionamento da natureza e de se persuadirem mutuamente sobre a rectidão dos seus pontos de vista no que respeita a esses modos, propondo, desta maneira, procedimentos múltiplos de persuasão, que acabam por ganhar carácter histórico e cultural.

A História das Ciências é a história de um fenómeno social e cultural que, especialmente depois do século XIX, designamos por ciência e cujas características começaram a formar-se já desde o século XIII. Mas durante os séculos precedentes, os esforços dos homens no sentido de entenderem os fenómenos físicos e de “porem ordem” na polimorfia que os rodeava também deixaram muitas vezes de formas dificilmente perceptíveis, os seus vestígios na formação do fenómeno que é a ciência. No entanto, os modos de compreensão dos fenómenos físicos influenciavam e são influenciados por outras actividades humanas. As crenças religiosas, as concepções a respeito do género de governação política, a apreensão da realidade exterior como ideologia, as mentalidades que dão forma à teoria e à prática do direito, a temática, mas também as técnicas das obras teatrais e de outras formas de literatura em prosa ou poética, a temática e as técnicas das artes plásticas, mas também da música influenciaram e foram influenciadas pelas investigações dos fenómenos da natureza. A teorização da ciência como fenómeno social e cultural significa que o estudo da sua história é também uma maneira de pôr em relevo a conexão da ciência com todas as demais actividades humanas, tendo, naturalmente, sempre em consideração as particularidades da ciência — mas também dos outros ramos das actividades humanas que focámos —, bem como a relativa autonomia das actividades científicas em relação às demais actividades. Todavia, as tentativas no sentido de estudar e compreender os fenómenos da matéria viva e não-viva têm o seu ponto de partida em épocas muito remotas, quando cada uma dessas tentativas estava inserida no âmbito de uma problemática que, subseqüentemente, se identificou com a teorização metafísica do mundo físico. A História das Ciências compreende também a história dessas teorizações em épocas durante as quais não existia o conceito de ciência. Deste modo, portanto, a História das Ciências — que, como campo cognitivo autónomo, começa a ganhar forma nos fins do século XIX e princípios do

século XX — não é independente nem da história da filosofia, nem da história da teologia cristã (e não só).

As ciências da natureza, porém, não constituem todo o conjunto das ciências. [No que respeita à história de algumas das ciências da natureza, veja-se Adams 1956, Brush, Landsberg e Collins 1985, Brock 1992, Bulloch 1938, De Vorkin 1982, Dreyer 1953, Dunbar 1985, Hoskin 1980, Mayr e Provine 1980, Maur 1983, North 1994, Porter 1983, Rudwick 1977, Schlee 1973]. A História das Ciências compreende a história da medicina [v. Cartwright 1977, Castiglioni 1973, Porter 1997, Porter 2002], a história da tecnologia [v. Singer, Holmyard, Hall e Williams 1955-1979, Cardwell 1994, Hughes 1983], a história das ciências humanas e sociais [v. Schabas 1992, Smith 1997. European CHEIRON Proceedings. 1983-1988, Watson 1978]. Mais frequentemente, compreende a história das matemáticas [v. Christianidis 2003, Lewis 2000, Gattian-Guinness 1997].

As matemáticas possuem, é claro, um carácter singular. Não creio que as matemáticas devam ser absolutamente identificadas com as ciências físicas. O grande matemático Sylvester recordava que, juntamente com Kronecker, um outro grande matemático, ao tentarem ambos chegar a uma definição das matemáticas, a única coisa que conseguiram foi concordar que as matemáticas são poesia. Elas constituem algo completamente à parte e possuem uma rica e complexa história. A sua história é muito mais antiga que a história de qualquer outra ciência, talvez com excepção da astronomia. Todavia, a sua identificação com as ciências físicas retira, julgo eu, muitíssimos elementos da sua fisionomia particular. A sua característica mais importante reside no facto de o seu objecto não ser uma entidade física, como são os astros e os planetas, as substâncias químicas, as cadeias de montanhas, os sismos, o corpo humano ou as instituições sociais. O objecto de estudo das matemáticas não é nem o comportamento multiforme dos corpos materiais, nem as instituições de todo o género criadas pelos homens, nem a avaliação dos comportamentos humanos entre si. O objecto de estudo das matemáticas são as deduções extraordinariamente complexas que derivam de definições pensadas pelos homens, com base em certas regras de dedução. As matemáticas, e naturalmente a sua história, têm uma substância própria, pelo que não devem ser agrupadas com as ciências, independentemente do papel que desempenharam na formação do moderno discurso científico.

Existe também a história das “ciências” humanas e sociais. As aspetos no vocábulo *ciência* não significam, obviamente, uma disposição subvalorativa dos respectivos domínios cognitivos, mas têm por finalidade sublinhar o facto

de se ter revelado particularmente catastrófica a maneira de ver do positivismo, segundo a qual existe uma hierarquia, em que a física constitui o modelo indiscutível de conhecimento positivo e as demais actividades sobre a compreensão da natureza, dos homens e da sociedade deveriam ter em vista esse modelo concreto. A mania da quantificação e, sobretudo, a ênfase posta na quantificação como o processo de gradual transformação de cada actividade em ciência, o objectivo de diversas actividades no sentido de adquirirem o tão ambicionado título de *ciência*, conduziram não só a uma ideologia sobre o que deverá ser considerado válido – não forçosamente verdadeiro mas seguramente válido do ponto de vista social –, mas também a infundáveis buscas de um Método da Ciência único e exclusivo. Juntamente com esta procura, ganhou preponderância a “volúpia dos números”³ como sendo o necessário complemento da “cientificidade” desses dominios. A classificação de “ciência” constitui, creio eu, um factor de travagem na formação de uma problemática historiográfica autónoma relativa às ciências humanas e sociais, sobretudo porque abafa o pluralismo das abordagens, as características próprias da linguagem desses dominios e as possibilidades de serem investigados problemas e encontradas respostas sem que sejamos obrigados a seguir o método das ciências físicas. Poderíamos, é claro, sustentar que os “signos” não desempenham nenhum papel e que o estudo sistemático da sua história pode fazer-se independentemente de qualquer classificação. Isto só em parte é verdadeiro, pois os historiadores, como veremos mais adiante, não ficam fora da influência de um tal género de problemática, e são mesmo, frequentemente, prisioneiros da concepção mais generalizada. Portanto, em vez de falarmos de História das Ciências em geral, deveremos falar de história das ciências físicas, matemáticas, tecnologia, medicina, arquitectura, sociologia, psicologia, antropologia, etc. Os historiadores das ciências estudam a história das ciências particulares. Mais precisamente, formam as histórias das ciências.

O estudo da História das Ciências não tem por objectivo ensinar-nos que erros devemos evitar no futuro, nem visa apontar as propostas e as teorias verdadeiras que, ao longo dos tempos, foram formuladas a respeito da natureza. Não constituirá antes objectivo da História das Ciências patentear aquele encadeamento de propostas, de modelos e de teorias, cujo avanço no tempo culminou na actual e indiscutível concepção “mais correcta” que temos a respeito da natureza? A questão da verdade das teorias propostas

constitui um dos problemas mais controversos, questão essa sobre a qual têm surgido elaborações particularmente interessantes na filosofia das ciências. Voltaremos bastantes vezes a este ponto. No que respeita, porém, à História das Ciências, o problema da verdade das teorias científicas não tem a importância que tem na filosofia das ciências. Ainda que admitamos que as nossas teorias visam revelar a estrutura final e verdadeira e o modo de funcionamento da natureza, aos historiadores das ciências não lhes interessa refazer a caminhada da ciência como uma caminhada de verdades parciais, que se foram amontoando e foram revelando um número cada vez maior de partes da realidade física que nos rodeia. Não lhes interessa perceber a verdade das teorias que foram sendo propostas, como parte de uma Verdade diacrónica e, porventura, acrónica. Aos historiadores das ciências interessa pôr em evidência o facto de que os homens, no passado, se esforçaram por persuadir outros homens da verdade das suas ideias e teorias, e estiveram envolvidos em polémicas, sustentando ideias, teorias e observações que, segundo os nossos actuais critérios, se revelaram erradas. Portanto, na História das Ciências, interessa-nos compreender a verdade de diversas ideias e teorias, mas apenas no âmbito de uma concreta spatiotemporalidade teórica, social e cultural, e não com base em critérios que carecem de historicidade. Por exemplo, a teoria segundo a qual os planetas giram à volta do Sol em órbitas elípticas é segundo os nossos critérios actuais “absolutamente verdadeira” e essa verdade é independente de pressupostos culturais, de componentes sociais e de preconceitos ideológicos. Posto tudo isto, porém, os problemas interessantes que se colocam aos historiadores das ciências começam depois. Os historiadores das ciências interessam-se, por exemplo, por saber como e porque é que uma teoria como a heliocéntrica – a qual, segundo os nossos critérios actuais, é “verdadeira” – demorou 150 anos a ser consagrada na Europa; e como é que uma teoria como a de Ptolomeu – a qual, segundo os nossos critérios actuais, é “falsa” – dominou durante 1500 anos e continuou a exercer fascínio e influência durante mais um século depois da proposta do heliocentrismo feita por Copérnico em 1543.

Accentuámos atrás que o estudo da História das Ciências não tem por objectivo ensinar-nos que erros devem os cientistas evitar no futuro; também não tem por objectivo narrar a crónica das propostas e teorias verdadeiras que foram formuladas ao longo dos tempos a respeito da natureza. Será então que a História das Ciências tem alguns outros objectivos? (Kragh 1987)

Frequentemente, novos objectos de saber ganham uma legitimidade própria através de controvérsias analíticas sobre a utilidade dos seus objectivos. A

³ A expressão portuguesa traduz o vocábulo grego composto (não dicionarizado, é claro!), *arithmologia*, algo como... “*arithmología*, que não me atreva a... fabricar. (N.T.)”

constituição de um novo ramo, a autonomização de um objecto de saber e a sua delimitação relativamente a áreas aparentadas do saber constituem um processo extraordinariamente complexo que não segue o mesmo caminho para todos os ramos, não tem o mesmo ponto de partida nem pode fixar-se a sua integração com precisão. Esta situação dinâmica que, em certa medida, traduz também as dificuldades congénitas da fragmentação das actividades dos homens nos seus esforços no sentido de compreenderem o mundo da natureza, conduz, ocasionalmente, à profunda reconsideração do carácter de um ramo, das suas relações com outros ramos e, em geral, dos elementos – cada vez mais precisos – que constituem a identidade de um novo ramo em formação. Actualmente, o ramo da História das Ciências já está consolidado teórica e institucionalmente, sendo poucas as controvérsias que têm uma relação directa com os seus objectivos.

Em tempos anteriores, porém, não eram poucos aqueles que acreditavam que o estudo da História das Ciências teria influências benéficas nos cientistas, os quais poderiam buscar inspiração para resolver os problemas que investigavam, através da compreensão minuciosa da obra de “grandes e sábios homens” do passado. Este objectivo parecia ser muito útil e visava, igualmente, a criação de uma audiência numerosa, uma vez que compreenderia os investigadores na área das ciências e das matemáticas não só em potência mas também em actividade. Todavia, embora tenham passado muitas décadas desde que começou a debater-se uma tal dimensão da História das Ciências, não temos um número, mesmo que reduzido, de casos que a certifiquem. O americano Clifford Truesdell (1919-2000) – notável historiador da Mecânica, mas também eminente matemático – afirmou que a leitura da obra de Cauchy, escrita em 1820, o conduziu a novas conclusões na sua investigação em Mecânica. Sabemos igualmente que o físico holandês Pieter Zeeman (1865-1943), detentor do Prémio Nobel da Física em 1902 pelos seus estudos relativos à influência do magnetismo na luz, foi levado a fazer as suas experiências de investigação das consequências do campo magnético em fontes emisoras de linhas espectrais, após ter lido, em primeiro lugar, a obra de Maxwell e depois a obra de Faraday [Arabatzis 1992]. Serão estes testemunhos suficientes para sustentarem o objectivo supramencionado? Justificarão eles que se insistia em tal objectivo? Há algo mais importante: será que o estudo assíduo da obra de um cientista do passado constitui, só por si, um estudo da história do ramo cultivado por esse cientista concreto? Tais estudos constituem uma parte importante da História das Ciências, mas, só por si, não constituem *História das Ciências*, uma vez que os historiadores das ciências não ambicionam estudar individualidades isoladas, separadas do seu ambiente profissional e

cultural, mas, pelo contrário, pôr em evidência as relações de extrema complexidade, que se estabelecem nos dois sentidos, entre os seus ambientes profissionais e sociais. Há, porém, uma outra coisa: a leitura das obras de cientistas notáveis, com a finalidade de “facilitar” a nossa actual investigação em diversos níveis implica também a adopção de uma proposta historiográfica concreta. Tal proposta compreende a procura de um quadro director por intermédio da leitura das obras dos grandes do passado, a fim de nos conduzir univocamente às nossas actuais verdades, tendo por resultado a completa des-socialização⁴ de um fenómeno exclusivamente social que é a ciência. Faz lembrar, e muito, a filosofia escolástica da Idade Média, quando os filósofos acreditavam que nos textos, principalmente nos dos antigos, estavam escondidas todas as verdades. Associada à problemática supramencionada, está também a insistência de certas pessoas na concepção de que a História das Ciências pode oferecer-nos um certo tipo de receitas sobre o modo como devemos enfrentar diversos problemas no futuro.

Será, porém, que deveríamos estudar a História das Ciências para, desse modo, podermos compreender melhor os métodos da ciência e adquirir um conhecimento mais profundo das suas ideias? Seguramente que tal é possível e poderia, além disso, ter incidências benéficas no ensino das ciências. Se pudéssemos evitar a insistência que não só muitos cientistas mas também certos filósofos põem na codificação do *único e exclusivo* método das ciências, sé pudéssemos estudar as obras de certos cientistas a fim de compreendermos a polimorfia de métodos utilizados na História das Ciências, e não com a finalidade de importarmos uma leitura do passado em que se afirma o domínio absoluto do racionalismo, então seria possível que a História das Ciências nos afiasse da cultura positivista que caracteriza o ensino das ciências e, de um modo geral, da concepção dos cientistas sobre o carácter do objecto dessas ciências. Deveria, porém, ficar absolutamente claro que um tal objectivo não esgota a História das Ciências e encerra em si o risco de a considerar como aquele ramo que oferece os necessários paradigmas que irão reforçar ou rejeitar esquemas filosóficos ou mesmo esquemas relativos à sociologia do conhecimento.

A perigosa sedução do positivismo

Não é, no entanto, possível ignorarmos não só a sedução que o positivismo exerceu sobre a elaboração de muitas obras de História das Ciências

⁴ Por questão de clareza e tal como em nota precedente, traduzi o termo grego por correspondência de elementos: gr. *apo-kinonikó*, port. *des-socializar*. (N.T.)

mas também a sua aceitação como abordagem adequada ao estudo da História das Ciências. A convicção de que o único conhecimento válido é o científico, de que este conhecimento é constituído pela descrição completa e precisa dos factos reais e de que o objectivo da filosofia é a análise desse conhecimento científico, constituiu a mais fundamental caracterização do positivismo. Deste modo, o conhecimento válido, que para o positivismo é o conhecimento científico, está expurgado de parâmetros metafísicos, éticos, estéticos, religiosos e sociais. Os pontos de partida históricos não desempenham absolutamente nenhum papel na avaliação da validade do conhecimento e da sua análise filosófica. A orientação filosófica dominante dos positivistas defendia que as teorias científicas podem ser reduzidas a entidades mais básicas e mais fundamentais. A observação, a linguagem observacional, era a característica, inalterada no tempo, do processo de aquisição de conhecimento válido. Os diversos desenvolvimentos da teoria tinham como suporte os elementos empíricos e uma linguagem observacional unificada. As descon-tinuidades na evolução das teorias não influenciavam essa linguagem. Sem dúvida que uma dos mais sérias críticas ao positivismo era a afirmação de que as nossas observações são dependentes da teoria, não são "objectivas", ou seja, não se situam fora do quadro da (prevalente) teoria.

O ponto de vista dos positivistas sobre a história era o de que o progresso se identifica com o desenvolvimento das ciências. O filósofo francês Auguste Comte (1798-1857) considerava que todas as ciências se apoiavam nas matemáticas e que a história do pensamento humano passou por três fases: a teológica, na qual os homens atribuíram a entidades supra-físicas a criação dos fenómenos físicos; a metafísica, na qual as forças supra-físicas são substituídas por forças abstractas; e a positiva, na qual os fenómenos são passíveis de serem racionalmente explicados e são mensuráveis. Se, porém, podemos retirar certos "ensinamentos" da História das Ciências, esses ensinamentos são negativos e traduzem o impasse dos discursos positivistas e das suas tentativas no sentido de se descobrir, através da História das Ciências, o método da ciência. Para os historiadores positivistas, a História das Ciências consistia na colecção (integral) de factos e de dados e no esforço de generalização a partir dessas colecções. A colecção de elementos patenteava o formidável esforço da mente humana no sentido de ultrapassar todas as dificuldades e conseguir colocar a sua "pedrinha", contribuindo assim para o progresso da ciência. A generalização a partir da colecção dos elementos visava algo muito mais importante, o de tornar visível o caminho do progresso em toda a sua magnificência e mostrar as mudanças que foram contribuindo para a ciência, que

contribuem para o Progresso e se aproximam da Verdade. Os historiadores das ciências consideram este heróico discurso um tanto ingénuo e, seguramente, um entendimento que traduzia uma orientação ideológica peculiar e uma ética comprometida.

As controvérsias das últimas décadas sobre historiografia das ciências – como veremos nos capítulos seguintes – conduziram-nos a veredas mais seguras e a um controlo mais eficaz dos argumentos que se vão desenvolvendo. Seria, porém, um erro enorme subestimar não só o significado, mas também o valor destas primeiras obras, a pretexto das quais começou, a pouco e pouco, a constituir-se o ramo da História das Ciências. O heroísmo como elemento constituinte de cada relato histórico, que se revelou com tanta clareza no caso da ciência e da tecnologia, o mandamento ético segundo o qual a história deverá fazer-nos sentir modestos, o compromisso ideológico perante o progresso e o papel decisivo da ciência e da tecnologia na realização do progresso derivavam "sem forçar" da História das Ciências e da Tecnologia. O carácter positivista das primeiras obras conseguiu conferir às condições dessa época – principalmente até meados da década de 1930 – um quadro legitimador do ramo da História das Ciências e da Tecnologia. A História das Ciências e da Tecnologia promoveria o caminho firme do progresso das sociedades, que seria em última instância muito pouco afectado pelos ataques, invasões, pobreza e epidemias. Era como se existisse uma inteligência imaterial, independente das sociedades e dos homens, cujos desígnios e conhecimentos secretos os cientistas tinham a possibilidade de "parturir"⁵ e materializar. Uma tal contribuição era um passo firme e incontroverso – um passo positivo – no sentido do progresso. Existiriam, portanto, notáveis exemplos de obras desse género, e as orientações historiográficas posteriores não devem conduzir-nos a exaltações arrogantes, que, no fundo, infringem a história da própria História das Ciências.

Elementos da história da História das Ciências

Já decorreu mais de um século desde que começaram a ganhar forma as características da História das Ciências, que gradualmente a consagraram como um campo de conhecimento autónomo. As primeiras obras de História das Ciências começaram a surgir no último quartel do século XIX. A identi-

⁵ Parturir é a tradução exacta (com sentido figurado, é claro) do termo grego. Só acrescentei, por questão de clareza, as aspas. (N.T.)

dade teórica e a base institucional da História das Ciências completaram-se, em larga medida, após o termo da Segunda Guerra Mundial. A história da História das Ciências não tem sido estudada sistematicamente, pelo que deserviria formular alguns comentários sobre algumas das pessoas e respectivas obras que assinalaram a sua caminhada.

Embora a problemática mais geral dos primeiros historiadores das ciências não tivesse relação directa com os problemas e as controvérsias que se desenrolavam entre os historiadores, muitas das ideias que assinalaram a historiografia das ciências constituíam já características do esforço inaugurado nesse sentido por Leopold von Ranke (1795-1886), nos princípios do século XIX na Universidade de Berlim [Jegers 1975]. São três as novas características que Ranke traz à cena. Em primeiro lugar, conseguiu consagrar a história como ramo distinto dos da filologia e da filosofia. Refere ele, significativamente: “A história foi dada a atribuição de julgar o passado e de educar o presente em benefício do futuro... [O objectivo da minha obra] é simplesmente o de mostrar como as coisas realmente se passaram”. Em segundo lugar, o passado devia ser visto segundo os seus próprios termos e não ser julgado com base nos modelos actuais, o que tinha para os historiadores uma dimensão ética acrescida. Eles não tinham o direito de julgar o passado com condescendência, deixando entender que o presente, em todas as manifestações da actividade social, constituía um progresso claro e indiscutível relativamente ao passado. Para Ranke, todas as expressões do passado eram aceitáveis e não eram condenáveis. Em terceiro lugar, Ranke introduziu no estudo das fontes históricas os métodos que os filólogos tinham elaborado com vista ao estudo dos textos antigos e medievais. Os historiadores, segundo Ranke, deviam ser capazes de distinguir os documentos falsos; deviam aprender a avaliar as suas fontes do ponto de vista da sua coerência interna, bem como a sua conexão com outras fontes do mesmo período; deviam pôr a tónica nos documentos originais – “nos documentos mais directos” – e evitar dependem de narrativas em segunda mão, de relatos posteriores e de memórias; deviam, finalmente, esforçar-se por reunir a totalidade das fontes respeitantes à matéria em estudo.

Tem importância acentuar que estes princípios – ou seja, que a história é algo radicalmente diferente da filologia e da filosofia; que o seu exercício não deveria estar marcado por princípios éticos impostos por uma abordagem anacrónica do passado; e que o historiador deverá insistir num uso extensivo dos métodos filológicos no estudo das fontes – assinalaram de forma determinante os inícios da História das Ciências. Independentemente de os primeiros

historiadores das ciências pretenderem historiar a caminhada triunfal daquilo que consideravam como uma expressão singular do progresso do espírito ocidental, independentemente de se terem esforçado por concretizar esse seu entendimento através de um apego quase religioso ao positivismo, prosseguiram, basicamente, com os mesmos princípios da história que Ranke foi o primeiro a elaborar de modo sistemático. Eventuais desvios desses princípios estavam relacionados com erros e omissões e não com qualquer dúvida quanto a continuarem a fornecer princípios metodológicos constituintes da História das Ciências.

Por volta de 1900, verificou-se uma impressionante produção no domínio que subsequentemente começou a tornar-se conhecido por História das Ciências. Foram publicados extensos estudos sobre a geometria pré-euclidiana, sobre a astronomia pré-ptolomaica, sobre a matemática babilónica, sobre a matemática e a astronomia da Antiguidade, sobre a filosofia escolástica da Idade Média e, naturalmente, sobre o período heróico da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII. Surgiram cuidadas edições com as obras completas dos homens que contribuíram para a ciência moderna, minuciosas bibliografias, novas revistas, catálogos analíticos com cronologias de descobertas, etc. Não foi somente, é claro, a acção incansável e a dedicação de certos autores que contribuiu para a formação deste impressionante volume de bibliografia num ramo tão novo, foi também a relativa facilidade com que era possível alimentar-se o empreendimento positivista – visto que a ênfase foi posta, basicamente, na históriação linear dos desenvolvimentos científicos.

A reverência que muitos historiadores sentiam perante a grandiosa caminhada da ciência, transformou-se – sem sequer se considerar que houvesse algum problema com esse facto – em reverência perante a caminhada dos grandes homens. Quem marcou o ritmo do progresso foram os grandes homens e só eles. Não foram nem as mulheres, nem os técnicos, nem a sociedade, que eram o destinatário das suas ideias. A obra de Siegmund Günther (1848-1923) *Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im neunzehnten Jahrhundert* (1901) constituiu um dos paradigmas mais característicos. Este livro foi publicado sob a supervisão da Akademie der Wissenschaften de Munique. Para Günther, o método científico adequado era a dedução a partir da experiência. Algo idêntico fez Raffaello Caverri (1837-1900), o qual, de 1891 até 1900, escreveu seis volumes com o título de *Storia del metodo sperimentale in Italia*. A maior parte da obra é constituída por paráfrases e citações de passos tirados das obras já publicadas e dos manuscritos inéditos de Galileu e de outros que viveram na mesma época. O seu modo de abordagem era

exemplarmente positivista, começando com a descrição dos instrumentos que foram utilizados nas experiências, desde o termómetro até à pilha de Volta, e prosseguindo com a sua utilização na física em geral, e particularmente no estudo do movimento e da hidráulica. Segundo a mesma lógica actuou Friedrich Danneemann (1856-1936). A sua obra em quatro volumes, *Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhang* (1910-1913) era ainda mais ambiciosa. Tinha por objectivo alargar os horizontes de todos quantos se interessavam pela História das Ciências, de modo a ajudá-los a compreender os laços entre as diversas ciências. Isso, é claro, era algo também ambicionado por quantos seguiam Auguste Comte e dois dos seus féis adeptos, Paul Tannery e George Sarton. Tem interesse acentuar o facto de Sarton ter considerado o livro de Danneemann como “o primeiro manual que trata a História da Ciência no seu todo” — não obstante o facto de o ter achado bastante populartucho, filogermânico e com algumas deficiências no que tocava à análise de certos princípios gerais, pois Danneemann não mencionava Comte.

O primeiro período: a História da Ciência como fiel descrição dos factos

A primeira geração de historiadores das ciências parece ter concordado em que as suas obras deviam ter objectivos concretos. Quase todos consideravam que se verificara uma grandiosa caminhada do espírito humano, a respeito da qual cientistas e sociedade sabiam muitíssimo pouco, pelo que era preciso fazer a sua história, quanto mais não fosse, por razões de cultura mais alargada. A história geral não era susceptível de cumprir esse papel. Todos concordavam com o facto de que a abordagem positivista, o método que com tanta mestria tinha sido desenvolvido por Comte, era o instrumento metodologicamente adequado à elaboração da História das Ciências. Muitos sustentavam a ideia de que a arrogância dos cientistas poderia ser verçada, se estes tomassem conhecimento do carácter efémero dos esquemas teóricos que, ao longo dos tempos, tinham sido formulados como propostas verdadeiras a respeito do mundo à nossa volta. Para muitos de entre eles, a História das Ciências era susceptível de ajudar a própria evolução da ciência. Os cientistas poderiam, através da sua história, testemunhar os seus segredos — ou seja, seria possível fazer vir à superfície as normas que, se fossem seguidas, poderiam reduzir os erros e aumentar os êxitos.

O mundo maravilhoso das matemáticas antigas — Paul Tannery⁶

Tannery, escreveu George Sarton — um dos pioneiros da fundação da História das Ciências —, mais de 25 anos após a sua morte, foi “verdadeiramente o apóstolo da História das Ciências e, neste domínio, o epígono directo de Auguste Comte”. Seu pai era engenheiro e trabalhava ao serviço dos Caminhos-de-Ferro Franceses. Concluiu o liceu em Caen. Tannery — católico fiel, mas também ferrenoso adepto do positivismo — adquiriu impressionantes conhecimentos das línguas antigas. Nos exames de admissão à *École Polytechnique*, em 1860, obteve a mais alta classificação e, quando iniciou os seus estudos, além das disciplinas científicas e tecnológicas, frequentou disciplinas de estudos clássicos, como a de hebraico. Quando terminou, em 1863, inscreveu-se na *École d'Application des Tabacs*, tendo no resto da sua vida trabalhado profissionalmente na indústria do tabaco. Já então tinha lido o *Cours de philosophie positive* que Comte tinha concluído em 1842. Comte propunha uma filosofia que tinha por objectivo a criação de um sistema de governação que deveria explorar plenamente a tecnologia em benefício da sociedade industrial. O positivismo de Comte não era, para Tannery, um simples sistema filosófico, mas estava também relacionado com as suas ocupações profissionais. A princípio, entre 1865 e 1867, trabalhou na companhia estatal do tabaco, e depois foi transferido para um posto na administração em Paris. Tornou parte na guerra franco-alemã de 1870 como oficial de artilharia e estava presente quando do cerco e da rendição de Paris. O seu nacionalismo ferrenho não lhe permitiu conformar-se com os termos do Tratado de Frankfurt de 1871, segundo o qual foram anexados à Alemanha a Alsácia e metade da Lorena e que considerou extremamente desonroso para a França.

Quando, após o termo da guerra, regressou às suas tarefas administrativas, começou a interessar-se pelas matemáticas e sua história, influenciado pelo seu irmão Jules, que ensinava Matemática. Quando o seu serviço o enviou para Bordéus, a fim de supervisionar a construção de alguns edifícios, Tannery começou a utilizar a biblioteca da Universidade e a discutir com alguns dos seus docentes a respeito de questões matemáticas. Foi colaborador da *Société des Sciences Physiques et Naturelles de Bordéaux*. O seu primeiro trabalho no âmbito da história das matemáticas data desse período. Pede que o

⁶ As obras, não só de muitos historiadores das ciências (Tannery, Duhem, Sarton, Koyré, Kuhn, etc.), mas também de cientistas (Copérnico, Kepler, Galileu, Newton, entre outros), não são referidas no texto, mas somente na bibliografia.

⁷ Sarton 1931, p. 155.

transfiram para o Havre, de onde tem oportunidade de viajar para o estrangeiro e de entrar em contacto com os dinamarqueses Johan Ludvig Heiberg (1854-1928) – um dos mais notáveis estudiosos da ciência grega antiga – e Hieronymus Zeuthen (1839-1920) – professor de Matemática na Universidade de Copenhaga e autor, em 1896, de uma história das ideias algébricas e da geometria analítica. Encontra também o alemão Moritz Cantor (1829-1920), professor de Matemática na Universidade de Heidelberg e um dos mais proeminentes historiadores da matemática, autor da obra em quatro volumes *Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik*, onde apresenta a história das matemáticas desde a Antiguidade até 1799, ano da conclusão da tese de doutoramento de Gauss. Estes conhecimentos, ao que parece, influenciaram-no mais que todos os outros. Em 1883, pede que o transfiram para Paris, onde concluiu as suas obras mais importantes sobre a história da geometria grega. Em 1888, regressa a Bordéus como director da fábrica de tabaco e desde 1893 até à sua morte é director da fábrica de tabaco em Pantin, perto de Paris.

Tannery pertence àquela categoria de homens a respeito dos quais nos interrogamos “como é que têm tempo para tudo”. Por entre o planeamento e a direcção de diversas fábricas da indústria tabaqueira, conseguiu deixar-nos uma obra impressionante, quer em volume, quer em profundidade, a qual, quando foi publicada após a sua morte, ao cuidado de Heiberg e Zeuthen, com o título de *Mémoires scientifiques*, atingiu 17 volumes. Uma parte da obra de Tannery inclui as suas investigações sistemáticas sobre a matemática grega antiga e sobre astronomia, nas quais revelou uma singular competência na análise filológica. Uma outra parte é constituída por ensaios gerais sobre História das Ciências. Em 1887, publica *Pour l'histoire de la science hellène – De Thalès à Empédocle e La géométrie grecque*. Tannery encarregou-se, juntamente com Charles Adam, das *Œuvres de Descartes* e colaborou com Charles Henry na publicação das obras completas de Fermat (3 volumes, 1891-1896). Entre 1893 e 1895, encarregou-se da publicação das obras até então conhecidas de Diofanto – *Diophantii Alexandrini opera omnia*. Pretendia compreender o motivo pelo qual a matemática grega antiga tinha chegado à decadência, e para isso incluiu os seus colaboradores a estudarem até mesmo o mais “insignificante” documento, até mesmo o mais fascioso pormenor. As mais precisas análises, incluindo as de textos de menor dimensão da matemática antiga e da astronomia, foram uma das marcas características da sua obra. Para além da insistência na abordagem filológica e paleográfica, a obra de Tannery e dos seus colaboradores conseguiu alargar a História das Ciências e ofereceu claramente muito mais do que uma miscelânea positivista.

Em 1892, ao substituir interinamente Charles Leveque, professor da cadeira de Filosofia Grega e Latina no *Collège de France*, Tannery ensinou história do pensamento grego antigo [Tannery 1981]. Deixou o ensino depois de 1897, para se concentrar na publicação das obras completas de Descartes. Em 1903 morre Pierre Laffitte (1823-1903), que ensinava Matemática em Paris e fora discípulo de Comte, o qual o nomeara executor do seu testamento. Laffitte tinha continuado a ser o representante da interpretação ortodoxa de Comte após a ruptura no campo do positivismo, que se seguiu à morte de Comte e, desde 1892, ocupara a cadeira de História Geral das Ciências, que então tinha sido criada no *Collège de France* especialmente para ele. A solução “óbvia” para a sucessão era Tannery, então o mais notável historiador francês da História da Ciência e, tal como Laffitte, fiel paladino do positivismo [Petit 1995]. Três professores votaram a favor de Tannery, e um a favor do químico Georges Wyrouboff (1843-1913), nascido na Rússia, e com credenciais na área do positivismo e uma obra importante em cristalografia. A *Académie des Sciences* ratificou a eleição. Tannery havia preparado o discurso inaugural, que no entanto nunca chegou a proferir, pois o Ministro da Educação acabou por nomear Wyrouboff. Não conhecemos o motivo por que o fez. Wyrouboff tinha proposto a regência de uma cadeira sobre ciência moderna. Talvez o ministro pretendesse transformar a cadeira de história em cadeira de orientação científica. Talvez a identificação de Tannery com o catolicismo não fosse do agrado do ministro. Sabemos que, após a sua nomeação, Wyrouboff sofreu ataques devido às suas ideias liberais. O próprio Tannery canalizou a sua amargura para causas históricas: a França – disse ele – ainda não está preparada para uma História das Ciências madura.⁸ René Taton, um dos mais notáveis historiadores das ciências e autor da biografia de Tannery no *Dictionary of Scientific Biography*, é categorico: “Não há dúvida de que o “escândalo de 1903” causou grande mal ao desenvolvimento da História da Ciência em França.”

Tannery tornou-se um dos mais eficientes propagandistas dos pontos de vista de Poincaré relativos à caracterização das ideias científicas. Publicou uma apresentação bibliográfica analítica da obra de Poincaré *La science et l'hypothèse*. Em artigos que se seguiam, acentuou que os modelos da física são criações da fantasia humana, que a ciência “não toca a realidade” e que os princípios da mecânica, como os princípios da geometria, “não são verdade, mas sim hipóteses cómodas”.⁹ Muito em especial, Tannery receava que

⁸ Tannery 1903, 10, pp. 141-161.

⁹ Tannery 1913, 12, p. 36 [1896].

houvesse o perigo de se conduzir a ciência a um impasse, caso ela fosse univocamente orientada no sentido do utilitarismo. Então, no caso de corte de despesas, as ciências mais abstractas, como a matemática pura, seriam as primeiras vítimas, sob a pressão de uma opinião pública intolerante. As restantes ciências seguiriam pelo mesmo caminho. Por isso o preocupava tanto entender os motivos que tinham conduzido à decadência da matemática grega antiga, “para que se esclarecessem as condições que determinaram essa decadência, de forma a conhecermos que precauções devem tomar-se, para se evitarem tais situações no futuro”.¹⁰

Tannery conseguiu constituir uma comissão especial no quadro do congresso internacional de historiadores que teve lugar em 1900 em Paris, e elaborar um projecto nesse sentido, dirigido ao Ministro da Educação de França. A comissão propôs o ensino obrigatório da História das Ciências em todas as escolas primárias e em todos os liceus, a criação de cadeiras específicas nas universidades e nas *grandes écoles* em que ensinariam especialistas do ramo, bem como a constituição de um currículo que culminasse com a atribuição de um diploma em História das Ciências. A mesma comissão acompanharia o progresso feito nesse sentido, indagaria da possibilidade de se criar uma revista e uma associação, e cuidaria da preparação do congresso internacional seguinte.¹¹ Os historiadores da ciência voltaram a reunir-se em 1903 em Roma, ratificaram as orientações que tinham sido formuladas em Paris, e decidiram fundar uma associação internacional, que se reuniria todos os anos em Paris. Propuseram ao governo italiano que prosseguisse com as recomendações que o governo francês ignorara, no sentido de se cultivar um espírito de tolerância às novas ideias, de se combaterem os preconceitos contra o positivismo e de se reduzir a procura de instrumentos sofisticados, pois os Antigos tinham conseguido muito tendo poucas possibilidades materiais ao seu dispor. É claro que havia sérios diferendos quanto ao modo como deveria ser ensinada a História das Ciências e sobre que temas deveriam ser preferidos. O objectivo, no entanto, era sagrado, e à sua volta todos se reuniram. O grupo de Tannery esforçou-se por se juntar a filósofos, em 1904 em Genebra, e no mesmo ano com matemáticos em Heidelberg. Repetiram as assembleias que já tinham feito em Paris e em Roma, mas a morte de Tannery retardou os esforços no sentido de fundar a associação e a revista.

A Idade Média não foi “idade média”¹² – Pierre Duhem

Durante o primeiro período da História das Ciências, a lógica prevalente era a da elaboração de obras que narrassem a História das Ciências desde os primeiros séculos até “aos nossos dias”. O objectivo consistia numa narrativa circunstanciada, mediante o estudo o mais exaustivo possível das fontes. É claro que, muitas vezes, a criação de extensas passagens dessas fontes constituía uma parte integrante dessa narração. Não parecia haver perguntas concretas a pedirem resposta, não parecia existir problemas históricos específicos a pedirem resolução, mas o objectivo de quantos escreviam parecia residir na elaboração de uma narrativa que compreendesse, da maneira mais completa possível, os pormenores dos desenvolvimentos científicos. Pierre Duhem (1861-1916) foi o primeiro a envolver-se num problema histórico: pôs em dúvida a posição dominante e evidente por si mesma de que a Idade Média foram anos obscuros durante os quais nada tinha havido de interessante, rejeitando, desse modo, o esquema historiográfico tão conveniente, em que muitos – e não apenas historiadores das ciências – apoiavam as suas narrativas [Brenner 1990, Jaki 1984, Jaki 1985-1986, Jaki 1989, Jaki 1991, Jaki 1992, Martin 1976, Martin 1989, Martin 1991, Redondi 1978, Arrew e Barker 1990, Stoffel 1995].

Duhem nasceu em Paris em 1861. Obteve a mais alta classificação nos exames de admissão não só à *École Polytechnique*, mas também à *École Normale*. Seu pai pretendia que ele se inscrevesse na *École Polytechnique* para vir a ser engenheiro. Sua mãe tinha um forte desejo de que o filho fosse para a *École Normale* e estudasse Latim e Grego pois perturbava-a a ideia de que o seu envolvimento com as ciências o desviasse dos princípios do catolicismo que com tanto zelo havia insuflado nos seus filhos. Duhem decidiu ir para a *École Normale*, mas a fim de estudar Física, Química e Matemática.

Publicou o seu primeiro trabalho quando era ainda estudante. A sua carreira começou com uma polémica com Marcellin Berthelot (1827-1907), catastrófica para o seu futuro. Em 1884, concluiu a sua tese de doutoramento – mesmo antes de obter a *license* –, sobre as forças termodinâmicas na física e na química, na qual reformulou a teoria das reacções químicas, utilizando a

¹⁰ A tradução literal da expressão não diz, em português, o que parece ser sugerido no original grego, pelo que lhe acrescentei as aspas; em todo o caso, recorrendo ao grande dicionário do Prof. Babiniotis, lê-se, na entrada *mesónas*, o primeiro sentido, “idade Média”, mas, como segundo sentido, “metafórico e pejorativo”, lê-se “situação de atraso e obscuridade”, e é esse que permite o jogo de palavras do título. Se, porém, atendássemos mais ao fundo que à forma, traduziríamos por “A Idade Média não foi uma idade das trevas”, que é esse o sentido real da frase. (N.T.)

¹⁰ Tannery 1988, p. 9.

¹¹ Tannery 1981, pp. 101-123.

noção de energia livre. Essa proposta substituiu os critérios que tinham sido propostos por Marcellin Berthelot nas suas investigações em química, sustentando que as reacções químicas, e os fenómenos químicos em geral, podem ser entendidos através das leis da mecânica e da física e não necessitam de noções e leis adicionais – algo que, mesmo com os trabalhos de Duhem, pareceu não ser satisfatório. A tese de Duhem foi rejeitada, devido a manobras de bastidores de Berthelot. Duhem convenceu da correcção das suas conclusões publicou a tese no ano de 1886, o ano em que Berthelot se tornou Ministro da Educação Pública. O rancoroso e todo-poderoso Berthelot nunca lhe perdoou esta atitude. Em 1888, foi aprovada a nova tese de Duhem que agora tinha estudado diversos problemas no campo da teoria matemática do magnetismo.

Duhem foi nomeado primeiro para a Universidade de Lille (1887-1893), e posteriormente pediu a sua transferência para a Universidade de Bordéus, onde, em 1894, foi nomeado professor de Física Teórica, tendo permanecido aí até à sua morte, em 1916. Em 1913, foi eleito membro correspondente da Academia das Ciências. Quando estava na Universidade de Lille, faleceram a sua mulher e o seu segundo filho. Após a sua eleição como membro correspondente da Academia, foi indeferido pela segunda vez o seu pedido de transferência para Paris. Entre 1904 e 1916, ocupou-se sobretudo de História ao passo que anteriormente havia escrito os seus ensaios filosóficos.

Os seus estudos científicos sobre a aplicação da termodinâmica à Química foram particularmente importantes. Em 1902, publicou o livro *Thermodynamique et Chimie*, que haveria de influenciar todos quantos vieram a desenvolver a termodinâmica dos processos irreversíveis. Insistiu na formulação de uma teoria generalizada da termodinâmica, a qual poderia englobar a descrição de todos os fenómenos físicos e químicos. A obra de Duhem compreende estudos originais sobre hidrodinâmica, sobre teoria da elasticidade e sobre electromagnetismo. Nas suas investigações sobre electromagnetismo, exprimiu a sua preferência pela abordagem fenomenológica de Helmholtz por oposição à teoria de campo de Maxwell. Para o fim da sua vida, exprimitu objecções à teoria da relatividade de Einstein que classificava de demasiado abstracta.

Duhem deu uma importante contribuição para a filosofia das ciências, fazendo-se ainda hoje referência à tese de Duhem-Quine – segundo a qual é possível desmentir hipóteses teóricas de uma teoria madura, desde que as consideremos como propostas isoladas e, ainda, que qualquer controlo experimental de uma proposta concreta controla, essencialmente, o enquadramento global no contexto do qual essa proposta foi formulada. Foram publicadas,

após a sua morte, as conferências que proferiu em 1915 na Universidade de Bordéus, *La science allemande*, em que trata das diversas características nacionais das ciências, considerando a ciência inglesa “ampla e superficial”, a francesa “restrita e profunda” e a alemã particularmente geométrica e não – como ele próprio preferia – matematicamente analítica.

De toda a maneira, não se pode ignorar a colossal contribuição de Duhem para a História das Ciências. Pierre Duhem foi o primeiro que conseguiu redefinir o carácter das “épocas de trevas” na História das Ciências. A sua fé no catolicismo, a sedução que sobre ele exercia o positivismo, a sua excepcional capacidade de aprender línguas mortas e o seu talento para a matemática caracterizaram Pierre Duhem até ao fim da sua vida. O estudo integral das cosmologias da Antiguidade e da Idade Média, o *Système du Monde, Histoire des doctrines cosmologiques, de Platon à Copernic*, começou a ser publicado a partir de 1913 e, à data da sua morte, estavam completos cinco dos dez volumes que tinha planeado – mas toda a obra foi encontrada em forma acabada entre os seus manuscritos. A recusa do editor – essencialmente por motivos políticos – de prosseguir com a publicação de toda a obra atrasou a edição completa até 1959. A obra foi editada graças à insistência da sua filha Hélène e ao empenho de bastantes cientistas conhecidos, e continua a ser, ainda hoje, o escrito mais válido sobre este tema. A Duhem devemos igualmente não só alguns estudos abrangentes sobre a mecânica no período do Renascimento e estudos sobre Leonardo da Vinci, mas também a mais importante história da mecânica – *Les origines de la statique*, de 1903 –, na qual pela primeira vez foram postos em evidência os precursores de Galileu no decorrer do século XIV. Sustentou mesmo a ideia de que os filósofos antigos e os seus seguidores escolásticos tinham um conceito de método científico mais perfeito que Galileu. Se Galileu – sustentava Duhem – tivesse seguido as suas concepções mais gerais, poderia ter escapado ao choque com a Igreja. A recusa de Galileu em admitir que as teorias, no melhor dos casos, são representações ou sinopses úteis e cómodas de dados observacionais ou experimentais conduziu-o a compromissos relacionados com o mundo real, os quais, por sua vez, conduziram ao choque com a Igreja. Duhem avançou mesmo para o passo seguinte e sustentou que a Igreja ensinou o método correcto sobre o cultivo da ciência.

Duhem acreditava que deveriam ser criadas uma cátedra de Filosofia da Ciência e outra de História da Ciência, no *Institut Catholique* de Paris, o qual tinha sido fundado em 1880. Até já havia exposto esta sua ideia ao Padre Buillot, professor de Filosofia no *Institut*. Numa longa carta, acentuou, entre outras coisas, que o ensino da História da Ciência “acompanhando a caminhada

histórica do desenvolvimento do conhecimento humano, far-nos-ia reconhecer que quando os homens estavam apegados ao Reino de Deus e à Sua Justiça, Deus lhes oferecia as ideias mais profundas e criativas no que respeita às coisas deste mundo". Para Duhem, a criação destas catedras era importante, não para se encontrar o acordo deste ou daquele versículo da Bíblia com a ciência, mas para tornar possível a resolução global de todas as questões correlativas à ciência e à religião. As suas propostas foram aceites e, em 1911, as catedras foram fundadas, tendo Boulliot exprimido a esperança de que as universidades católicas seguissem essas concepções no ensino da filosofia e da História da Ciência.

Nas suas cartas, Duhem desenvolveu com muita clareza a sua argumentação. Ao contrário do que muitos acreditavam, sustentou a ideia de que a ciência antiga não estava isenta de concepções teológicas. Defendeu mesmo o contrário. Essa concepção transformava os planetas em divindades e obrigava-os a moverem-se em círculos à volta da Terra imóvel. Considerava, por outro lado, que apesar de essas opiniões serem, a princípio, úteis à ciência, tinham na sua essência impedido o seu progresso. Escrevia Duhem:

Quem quebrou as grilhetas? O Cristianismo. Quem lucrrou com esta liberdade, de modo a tornar possível a descoberta de uma nova ciência? A escolástica. Quem é que, em meados do século XIV, ousou proclamar que os céus não são movidos por nenhuma inteligência divina ou angélica, mas por um impulso perpétuo de Deus no momento da criação, como sucede quando lançamos uma bola? Jean Buridan, o virtuoso das artes de Paris. Quem é que, em 1277, assinalou o movimento da Terra como sendo mais simples e mais satisfatório para a razão humana do que o movimento diário dos céus? Nicolau Oresme, um outro virtuoso de Paris e posteriormente bispo de Lisieux. Quem é que fundou a Dinâmica, descobriu as leis da queda dos corpos e lançou os fundamentos da Geologia? Os escolásticos de Paris... Que papel desempenharam em tudo isso, ou seja, na formação da ciência moderna, aqueles espíritos livres do Renascimento que tanto exaltamos? Na sua religiosa e reiterada admiração pela Antiguidade, menosprezaram e desprezaram todas as ideias fecundas da Escolástica do século XIV e regressaram às propostas, muitíssimo pouco defensáveis, da física aristotélica ou da platónica. Teria sido esse grandioso movimento dos finais do século XVI e princípios do século XVII que produziu as propostas que vigoram desde então? Foi, sim, o puro e simples regresso aos ensinamentos dos escolásticos parisienses. Copérnico

e Galileu são os adeptos e seguidores de Nicolau Oresme e de Jean Buridan. Quando a ciência, de que estamos tão orgulhosos, viu a luz do dia, a Igreja Católica foi a parreira.¹³

Este argumento, conhecido por tese de Duhem, desempenhou, sem dúvida, um papel importante na historiografia da ciência. Independentemente de saber em que medida é que as teses particulares puderam impor-se, a tese de Duhem fez virar a atenção de muitos historiadores das ciências para a possibilidade de existirem vários elementos da tradição escolástica que contribuíram, nos séculos XVI e XVII, para o estabelecimento da ciência moderna. Segundo Duhem, nos inícios da ciência moderna dos séculos XVI e XVII coexistiram continuidades e descontinuidades. Aquilo que, até à publicação das obras de Duhem, era considerado como o começo de uma impressionante caminhada do espírito humano, devida às singulares inteligências de Copérnico, de Descartes, de Bacon, de Kepler, de Harvey, de Gilbert, de Galileu, de Boyle e de Newton, revelou ter as suas raízes nos tempos "obscuros" da Idade Média. Mais grave ainda era o facto de a Idade Média e a Escolástica terem sido consideradas sem interesse, servindo única e exclusivamente para assinalar o que devia ser rejeitado e localizar o velho que foi deposto pelo novo dos séculos XVI e XVII. Duhem era extremista e categórico. Os inícios da ciência moderna deviam ser procurados nos séculos XIII e XIV, nas polémicas entre os filósofos da Universidade de Paris e a Igreja, nas obras de Jean Buridan e de Nicolau Oresme.

Apesar do facto de ter repetidamente revelado as suas capacidades como físico, nunca conseguiu obter um lugar na Universidade de Paris. O lugar que ocupava quando morreu era o de professor de Física Teórica na Universidade de Bordéus – "um cemitério honorífico", como ele próprio chamava à sua permanência forçada numa universidade francesa de província. O seu carácter irritadiço, o seu catolicismo e as suas opiniões muito conservadoras não o tornavam particularmente bem-vindo à capital francesa.¹⁴ Pouco antes da sua morte, foi-lhe feita uma proposta exploratória e oficiosa no sentido de ser transferido como professor de História da Ciência no *Collège de France*. Respondeu negativamente, declarando que não queria ir para Paris pela "porta traseira" da História. Duhem considerava-se, em primeiro lugar e principalmente, como um físico e um químico.

¹³ Duhem, carta a Boulliot, 21 de Maio 1911, in: Jaki 1984, pp. 397-9, 429-31.

¹⁴ Ver Martin 1991, pp. 3-6, 16-26, e Jaki 1984, pp. 53-57, 150-154, 160.

O visionarismo como profissão – George Sarton

George Alfred Leon Sarton (1884-1956) não pertencia à primeira geração dos historiadores das ciências. Apesar de um tanto mais novo, foi ele quem conseguiu criar muitas das condições para a constituição institucional da História das Ciências [Thackray e Merton 1972, Elkhadem 1985, Frängsmyr 1975, Glick 1985, Hamarneh 1977, Meinel 1985, Merton 1985, Thackray 1984]. Já poucos se referem à obra de Sarton. É possível que pareça ultrapassada ou seja considerada essencialmente como um guia bibliográfico, mas George Sarton foi o mais apaixonado defensor da opinião pela qual lutou até ao fim da sua vida segundo a qual a História das Ciências constituía o novo “humanismo” que contribuiria decisivamente para a transformação dos cientistas em cidadãos. Considerava que os historiadores das ciências poderiam ser aqueles que construiriam as pontes entre os “técnicos que eram bárbaros” e os humanistas “bem-intencionados mas incapazes”. Estudou química e matemática e, em 1911, concluiu a sua tese de doutoramento sobre assuntos de mecânica celeste. Em 1910, no seu diário pessoal, observava:

É quase certo que vou dedicar uma grande parte da minha vida ao estudo das ciências físicas. Há muito trabalho interessante a fazer nesse sentido. A história viva, a história apaixonada das ciências físicas e da matemática, ainda não foi escrita. Porventura não é a história, na realidade, o desenvolvimento da grandeza humana e simultaneamente das fraquezas da humanidade?

Começou a trabalhar em Ghent, na Bélgica, onde, em 1913, fundou a mais antiga revista da área, a *Isis* – uma iniciativa extraordinariamente importante. O *comité de patronage* da revista era constituído por 33 personalidades conhecidas pelas suas contribuições científicas ou pelas suas obras no domínio da História das Ciências. Os seus nomes não deixavam qualquer dúvida sobre a sua crença no positivismo. Entre eles contavam-se Svante Arrhenius, conhecido pelas suas investigações no campo da electroquímica e detentor do Prémio Nobel da Química de 1903; Moritz Cantor, conhecido pelas suas investigações em história da matemática; Emile Durkheim, um dos fundadores da sociologia e professor na Sorbonne; Antonio Favaro, editor das obras completas de Gallileu; Thomas Heath e J. L. Heiberg, conhecidos pelas suas importantes investigações em história da matemática grega antiga; Wilhelm Ostwald, um dos fundadores da Química-Física e detentor do Prémio Nobel da Química de 1909; William Ramsay, detentor do Prémio Nobel da Química de

1904 pela descoberta dos gases inertes; Karl Sudhoff, o enérgico professor de História da Medicina, e H. G. Zeuthen, professor na Universidade de Copenhaga e conhecido pelas suas investigações em história da matemática grega antiga. A lista incluía ainda o nome do grande Henri Poincaré, matemático e físico francês que, no entanto, já tinha morrido quando saiu o primeiro volume da *Isis*, em Março de 1913.

Nesse primeiro volume, Sarton exprime a sua visão a respeito dessa publicação. A revista contribuiria para a elaboração de um manual “verdadeiramente completo e sintético” sobre a História das Ciências, “contribuiria para o conhecimento da humanidade... e estudaria as formas por meio das quais poderia incrementar-se a produção intelectual”. Também “fundaria a obra de Comte sobre bases históricas e científicas mais profundas e mais elegantes”. Por fim, contribuiria para a paz e o bem-estar mundiais, através de um estudo crítico da ciência, “única forma ecuménica de pensamento”.¹⁵ Com excepção da *Isis*, nenhuma das revistas que tinham sido fundadas a fim de acolher artigos sobre História das Ciências pôde dar continuidade à sua publicação após a Primeira Guerra Mundial. Em 1924, tornou-se a revista oficial da *History of Science Society* dos EUA.¹⁶ A *Isis* é a revista mais antiga ainda em publicação. Todos os anos é publicado um fascículo especial em que é listada a maioria esmagadora dos artigos, dos livros e das apresentações de livros que saíram no decorrer do ano precedente em grande número de revistas de história, de filosofia e de sociologia das ciências e da tecnologia.¹⁷

¹⁵ Ver Sarton 1913, p. 43, 45.

¹⁶ As associações nacionais de História das Ciências começam a ser fundadas a partir do início do século XX. Em 1901, é fundada a primeira associação na Alemanha, em 1903 na Holanda, em 1922 na Suíça, em 1924 nos EUA, em 1931 em França, em 1933 na Bélgica, em 1934 na Suécia, em 1937 em Portugal, em 1941 no Japão, em 1947 em Inglaterra. Em 1928 é criada a *Académie Internationale d'Histoire des Sciences*, por iniciativa de Aldo Mafai, na qual estão representados grupos de diversos países. A revista *Archives Internationales* é o seu órgão oficial. Após a fundação da UNESCO em 1945, é fundada em Paris a *Union Internationale d'Histoire des Sciences*. A respeito da História das Ciências em diversos países, v. Acot 1999, Das 1998, Frängsmyr 1985, India 1990-1993, Kleinert 1999, Palm 1999, Tuchman 1997.

¹⁷ As revistas especializadas constituíram uma das mais importantes instituições para a formação da História das Ciências. As primeiras revistas não tinham a forma das actuais nem o seu conteúdo consistia em artigos de investigação sobre temas concretos das Ciências. Eram, sobretudo, iniciativas editoriais sobre a comunicação de trabalhos científicos que não eram conhecidos ou não eram acessíveis, ou então a descrição, a análise e a promoção da importância de diversas obras científicas. O *Bulletin de bibliographie, d'histoire et de biographie mathématiques*, ao cuidado de Oly Terquem, foi publicado de 1852 até 1862 como suplemento de *Nouvelles annales de mathématiques*, que era uma revista destinada aos candidatos das escolas politécnicas e da *École Normale de Paris*. A primeira revista exclusivamente dedicada à História das Ciências foi o *Bollettino di bibliografia e storia della scienza matematiche e fisica*, ao cuidado do conde Baldassarre Boncompagni, publicada de 1868 a 1887, e era essencialmente um guia bibliográfico com referências completas a obras de matemática e de física. A *Bibliotheca mathematica*, ao cuidado do bibliotecário da Biblioteca Real de Estocolmo, Gustav Enevstern, foi publicada de 1884 a 1914, em 30 volumes. O *Bollettino di storia e bibliografia*

Com o começo da Primeira Guerra Mundial, Sarton foi primeiro para Inglaterra, onde trabalhou no departamento de censura do exército. Em 1916, partiu para os EUA, onde começou a dar aulas de História das Ciências em diversas universidades, e no mesmo ano foi nomeado leitor de Filosofia na Universidade de Harvard, com a ajuda de L. J. Henderson, um bioquímico de Harvard que ensinava História das Ciências. Esta nomeação foi a diversos títulos benéfica não só para Sarton mas também para a consagração da História das Ciências. A estada de Sarton em Harvard só foi possível pelo facto de ter obtido um financiamento permanente da *Carnegie Foundation*. Em Harvard, Sarton pôde trabalhar na biblioteca Widener, uma das mais importantes bibliotecas a nível internacional e completar o seu particularmente ambicioso programa de trabalhos. Além disso, com a influência que o novo lugar lhe conferia, conseguiu obter financiamento para voltar a editar a *Istis*, que tinha cessado de ser publicada após a sua saída da Bélgica, e avançar, em 1923, para a fundação da *History of Science Society*, da qual a *Istis* se tornou o órgão oficial no ano seguinte. Em 1940, foi nomeado professor de História das Ciências na Universidade de Harvard.

Já desde 1927 que Sarton afirmava a sua vontade de “demonstrar, intuitivamente, a unidade do conhecimento e a unidade da humanidade”, como ele escreveria numa das suas cartas. E, de facto, conseguiu tornar-se um visionário e, ao mesmo tempo, dar forma à identidade cognitiva e profissional do ramo: fundou uma revista que, durante muitos anos, foi o ponto de referência de quantos se ocupavam da História das Ciências; contribuiu para a criação de uma sociedade profissional, a *History of Science Society*; conseguiu canalizar recursos materiais, movimentar o respectivo potencial humano para a materialização de diversos trabalhos de investigação em História das Ciências e

matemática, cujo editor foi G. Bategnini, foi publicado de 1892 a 1897, em 6 volumes, como suplemento do *Giornale di matematiche*. Prosseguiu como *Bollettino di bibliografia e storia delle scienze matematiche*, ao cuidado de Gino Loria, e foi publicado de 1898 a 1921, em 21 volumes. Os *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen*, ao cuidado de Moritz Cantor, foram publicados de 1877 a 1913, em 30 volumes. A revista *Fiziko-matematičeskaya nauka v ikh nastoyashchem i prošlom* (As ciências físico-matemáticas no presente e no passado), ao cuidado de V. V. Bobrynin, foi publicada de 1885 a 1904, em 14 volumes. Portanto, por volta de 1900 existiam na Europa três revistas independentes de História da Matemática (com artigos sobre História da Astronomia e, algumas vezes, sobre História da Física) e uma na Rússia. Artigos sobre a história de outras ciências (excepto Medicina) eram publicados nas revistas dos respectivos ramos científicos. Por exemplo, na revista *Chemiker Zeitung* ou na *Zeitschrift für angewandte Chemie* foram publicados artigos sobre química, e Iclio Guareschi, o historiador pioneiro da Química em Itália, incluiu muitos artigos de História da Química nos fascículos anuais da *Enciclopedia italiana di chimica*, de cuja publicação era responsável. E, pois, evidente a estreita relação da História das Ciências com os cientistas, em cujas revistas encontraram campo de expressão os seus primeiros artigos. Em 1901, no decorrer do encontro anual da *Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte*, na Alemanha, alguns dos seus membros tomaram a iniciativa de constituir uma outra associação, a *Deutsche*

insistiu na elaboração de obras de referência, obras generalistas, monografias de investigação e manuais pedagógicos. Entretanto, aprendeu 14 línguas! E, como acontece habitualmente em tais casos, era autodidacta.

Sarton costumava orgulhar-se da descoberta de um teorema de História da Ciência:

Definição: A ciência é um conhecimento positivo sistematizado, ou aquilo que foi considerado como tal em diversos períodos e em diversos lugares.

Teorema: A aquisição e a sistematização do conhecimento positivo são as únicas actividades humanas verdadeiramente cumulativas e progressivas.

Conclusão: A História da Ciência é a única história capaz de evidenciar esse progresso.

A sua decisão de elaborar uma obra tão ambiciosa, com o título de *Introduction to the History of Science*, não era independente das suas concepções mais gerais a respeito da ciência. Sarton acreditava na unidade do conhecimento, na integralidade da experiência, na necessidade de uma filosofia holística que compreendesse a ciência e a técnica. Pretendia que essa obra constituisse uma introdução à história e à filosofia da ciência, “algo como um compêndio das fontes de informação, de que os estudantes irão necessitar” e ao qual poderiam recorrer. Seria constituída por três séries: a primeira daria uma visão de conjunto dos desenvolvimentos científicos nas diversas culturas em períodos sucessivos de cinquenta anos; a segunda trataria dos diversos tipos de cultura; e a terceira apresentaria as diversas ciências particulares. A obra total seria constituída por 26 volumes. Conseguiu concluir os três primeiros volumes da primeira série: *From Homer to Omar Khayyam, 1927, 840 páginas*,

Gesellschaft für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften. A alma desta iniciativa foi Karl Sudhoff, a única pessoa naquela época em todo o mundo que ocupava uma cadeira de História da Medicina que tinha sido fundada na Universidade de Leipzig. A nova associação começou a editar a revista *Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften* (40 volumes, 1902-41). Em 1909, funda o *Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und Technik*, a cargo de Karl von Buchner, Hermann Stadler e Karl Sudhoff, que é publicado de 1909 a 1930, em 13 volumes, com temas exclusivamente de História das Ciências e da Tecnologia. Algo idêntico sucedeu na Itália. No âmbito da *Società italiana per il progresso delle scienze*, foi criado um grupo que se interessava pela História das Ciências, o qual depois de 1911 dispunha da oportunidade de organizar uma sessão no decorrer dos encontros anuais da associação. Não avançou para a publicação de uma revista, uma vez que os cientistas que tinham tais interesses publicavam os seus artigos na *Rivista di scienza* (1907, mas em 1910 mudou o título para *Scienza*), que tinha sido fundada com o objectivo de abolir a especialização, ou na *Rivista di storia critica delle scienze mediche e naturali*, órgão oficial da associação consagrada à introdução da História das Ciências no ensino das Ciências e da Medicina. Em 1889, por iniciativa do notabilíssimo químico Wilhelm Ostwald, começou a ser publicada a série *Klassiker der Naturwissenschaften*. Cada volume continha textos científicos relativos a um tema concreto, escritos ou traduzidos em alemão, com uma grande quantidade de notas de rodapé (Sarton 1952).

que chegou até ao século XI; *From Rabbi Ben Ezra to Roger Bacon*, 1931, 1252 páginas, que chegou até ao século XIII; e *Science and Learning in the Fourteenth Century*, 1947, 1018 páginas, que apresentava apenas os desenvolvimentos do século XIV. É evidente que a ideia inicial de Sarton não podia ser realizada. Sarton tinha criado uma rede enorme de historiadores das ciências com os quais estava em permanente comunicação, como demonstra o seu arquivo que se encontra na Universidade de Harvard. Encorajava-os a publicar trabalhos no âmbito da sua especialidade, mas também lhes colocava questões no sentido de o ajudarem na elaboração dos seus próprios livros. É significativa a sua correspondência com o professor de História da Ciência na Universidade de Atenas, Mikhális Stephanídis. Extensa foi também a correspondência que Sarton manteve com o futuro professor de História das Ciências na Universidade de Ancara, Aydın Sayılı – que foi o primeiro estudante a concluir a sua tese de doutoramento sob a supervisão de Sarton em Harvard – que Kemal Atatürk tinha enviado para Harvard para fazer a pós-graduação.¹⁸

O segundo período: a importância da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII

A década de 1930 foi um período importante para a historiografia das ciências. Altera-se radicalmente o carácter das obras que são escritas e surgem as primeiras abordagens historiográficas puras, que constituem tentativas no sentido de ultrapassar o modelo positivista. Os séculos XVI e XVII ficam consagrados como sendo o período dos inícios da ciência moderna e muitos historiadores começam a investigar sistematicamente os seus diversos aspectos. Uma característica importante de muitas obras reside em considerarem que o período da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII forma a identidade da ciência, também através da ruptura com a Antiguidade. Apesar de o ponto de vista positivista sobre as ciências continuar a ser dominante, surgem obras que, efectivamente, põem em causa as possibilidades que uma tal concepção apresenta para a História das Ciências. E apesar de a abordagem historiográfica dominante continuar a ser a evidência da coerência interna das “grandes obras” de História das Ciências e a ênfase no papel do talento, começam,

¹⁸ Arquivo George Sarton na Universidade de Harvard, Houghton Library. [Neste arquivo encontra-se também correspondência com alguns elementos do chamado Grupo Português de História das Ciências (N.R.C.)]

ao mesmo tempo, a ganhar forma novas abordagens historiográficas em que a dimensão predominante é sociológica.

As abordagens sociológicas Merton, Zilsel, Hesse, Bernal

Em 1935, Robert Merton (1911-2003) conclui a sua tese de doutoramento intitulada *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England*, editada em 1938. As teses aí expandidas contribuíram decisivamente para o desenvolvimento da sociologia das ciências. Merton sublinhava a importância da expressão institucional da ciência e do sistema de valores que rege o funcionamento da ciência, mas, por outro lado, considerava que o seu núcleo cognitivo não é influenciado por acções externas [Hall 1963, Cohen 1990]. Estas, no entanto, influenciam o ritmo do progresso científico e podem até alterar o seu sentido. A sociologia mertoniana não considera que os factores locais exerçam influência sobre o conteúdo da ciência, pois sustenta a ideia de que as instituições impõem valores que não são locais mas universais. A ciência caracteriza-se por quatro valores fundamentais: a universalidade (os critérios de decisão a respeito de uma descoberta são objectivos e não têm a ver com as características pessoais dos cientistas); a comunidade (de apropriação (para a qual Merton utiliza o termo *communism*, querendo com isso significar que cada descoberta deve ser tornada pública e, mal o seja, torna-se pertença do conjunto da Comunidade Científica); a imparcialidade (a descoberta científica não deve estar subordinada a interesses de qualquer espécie por parte do cientista) e o cepticismo sistemático (as descobertas objectivas deverão ser apresentadas como tais, independentemente das ideias que a sociedade tenha a respeito delas). As abordagens historiográficas que começaram a ganhar forma após a década de 1980 não pôr em causa, de maneira catalítica, esses valores, ou melhor, irão criticar que o desenvolvimento da ciência seja resultado de tais valores e só deles.

A tese com a qual Merton se identificou é conhecida por “puritanismo e ciência”. Merton sustentou a estreita relação entre a interpretação puritanista do protestantismo inglês e as novas instituições científicas, particularmente a *Royal Society*, que promoviam a actividade científica. A ciência, nos séculos XVI e XVII, tinha-se afirmado como algo útil, e a sua aplicação às necessidades sempre crescentes do capitalismo na navegação, na metalurgia, na ventilação das minas, etc., conduziu à resolução de muitos problemas práticos e à formação paralela de princípios teóricos. A orientação prática do puritanismo incrementou valores – como o do trabalho – que contribuíram para o aperfeiçoamento de algumas novas práticas científicas, a da experiência.

Tese de Merton
→ valores da
ciência: a
universalidade
comunitária
imparcialidade
cepticismo
sistemático
↓
puritanismo
↓
ciência

Merton
1938

CTAR

A partir daí, a ciência deu forma a conceitos que podiam ser utilizados no sentido de confirmar a crença de que Deus intervém na natureza. Aqui, Merton aproxima-se da problemática de Max Weber a respeito da relação entre o protestantismo, o trabalho e o capitalismo. Através do estudo das características dos fundadores e dos primeiros membros da *Royal Society* de Londres, Merton foi levado à conclusão de que a ênfase que o puritanismo deu ao trabalho socialmente útil contribuiu decisivamente para a incrementação da prática experimental, que constitui a característica particular da Revolução Científica.

Zilsel
1942

Com base nos diversos estudos que se propuseram verificar essa abordagem, a obra de Charles Webster foi aquela que abriu novas dimensões. Ao estudar as novas mentalidades sobre o conhecimento da natureza, da agricultura, da veterinária, da química, da medicina e da educação no decorrer da Guerra Civil em Inglaterra, em meados do século XVII, achou bastante útil a problemática de Merton, mas só a respeito de práticas que podem ser demonstradas protocienciais e de concepções que diferem radicalmente da concepção que nós hoje temos de tais práticas.

Edgar Zilsel (1891-1944), um dos representantes da Escola de Frankfurt, formula, em 1942, uma análise ainda mais elegante. O desenvolvimento da ciência nos séculos XVI e XVII deve-se às relações geradas entre três categorias sociais preexistentes: os eruditos das universidades, os humanistas seculares e os artesãos. Os dois primeiros grupos eram detentores de formas de pensamento racionais e matemáticas, os artesãos eram detentores de uma grande variedade de técnicas e conhecimentos empíricos. As sociedades pré-capitalistas, devido à estratificação classista e às suas funções institucionais, não permitiam um contacto substancial entre os artesãos e os outros grupos. O desenvolvimento da tecnologia mecânica e os rearranjos sociais nos primeiros estádios da formação do capitalismo contribuíram para a gradual eliminação das barreiras que até então tornavam quase impossível o contacto entre os detentores do pensamento racional e os detentores da experiência. O contacto entre estes agentes nas cidades, que se tornaram o campo de acção por excelência da produção capitalista, conduziu a sínteses das quais resultaram as obras que levaram à consagração da ciência moderna. Mesmo assim, as análises sociológicas deste género continuaram a ser empreendimentos marginais que, na época em que essas obras são publicadas, não movem a maioria dos historiadores das ciências [Raven, Kirsh e Cohen 2000].

A 2 de Julho de 1931, em Londres e no âmbito do 2.º Congresso Internacional de História das Ciências e da Tecnologia, foi organizada uma sessão especial, a fim de serem ouvidos os pontos de vista da numerosa delegação soviética relativamente a questões de História e Filosofia das Ciências. Não obstante

o facto de muitos dos cientistas presentes na sessão terem considerado que as ideias sustentadas pelos diversos membros dessa delegação não eram convincentes, os debates convenceram cientistas conhecidos e já então particularmente dinâmicos no respeitante às virtualidades de uma abordagem diversificada em matéria de História das Ciências. A exposição que haveria de desmentir um papel histórico foi a de Boris Hessen (1893-1936). Hessen sustentou que muitos dos temas desenvolvidos nos *Philosophie Naturalis Principia Mathematica* de Newton ligam-se às necessidades práticas e tecnológicas da classe comercial emergente, acrescentando mesmo que Newton, como autêntico burguês, não conseguiu formular uma teoria mecanicista materialista mas antes considerou indispensável a presença de Deus no seu sistema. Sustentou a ideia de que a maior parte das teorias do século XVII foram incrementadas pelas necessidades económicas e técnicas da época e que os conteúdos dos *Principia* constituem uma solução global e sistemática de todos e de cada um dos problemas físicos. Os debates tidos com os membros da delegação da União Soviética e a abordagem marxista, embora esquemática, de Hessen constituíram o rastilho para alguns dos já então muito activos membros do importante grupo de cientistas de Inglaterra, que decidiram orientar as suas actividades no sentido de elaborar uma análise marxista da História das Ciências. À cabeça estava Bernal [Graham 1985, *Science at the Crossroads* 1931].

John Desmond Bernal (1901-1971), um dos mais conhecidos estudiosos de cristalografia, professor de Física na Universidade de Londres e membro da *Royal Society*, foi o membro mais eminente de um grupo de cientistas que, desde cerca dos meados da década de 1920, manifestaram uma intensa actividade social sobre temas de ciência e tecnologia. Entre eles contam-se J. B. Haldane (1892-1964), J. Neeham (1900-1995) [Bray 1996, Hashimoto 1995, Restivo 1996] e J. Huxley (1887-1975). Influenciados pela política soviética da investigação programada e da aplicação das conquistas científicas entregaram-se à redacção de artigos e livros relativos à História das Ciências [Sheehan 1983]. Em 1948, Bernal publicou uma série de conferências no âmbito das Conferências Charles Beard no *Ruskin College* de Oxford. Intituladas "Science and Social History" constituíram as ideias iniciais para a sua obra, em quatro volumes, *Science in History*, na qual o desenvolvimento da ciência está indissoluvelmente entrelaçado com diversos parâmetros sociais. Bernal esforçou-se por articular argumentos tendentes a sustentar a ideia de que as problemáticas mais gerais dos cientistas que orientam as suas investigações são influenciadas

J. D.
Bernal
1948

4 de Julho de 1931

Boris
Hessen
1893-1936

CTAR
1931

por factores e pressões sociais. Tais problemáticas, porém, só poderiam tornar-se compreensíveis se fosse reanalisada a relação de interacção entre ciência e sociedade. A insistência de Bernal na história social não o arrastou para abordagens simplistas, pois sempre se esforçou por detectar e entender os leves matizes e os pormenores através dos quais as interacções sociais influenciam as ciências. Do mesmo modo, Bernal, juntamente com Joseph Needham – que, de 1954 em diante, começou a publicar a sua obra grandiosa, *Science and Civilization in China*, sobre a História das Ciências na China – desempenhou um papel importante na fundação e na modelação da *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO). “Uma vez que o princípio supremo da UNESCO consiste em incrementar o entendimento internacional e a cooperação nos domínios da Educação, da Ciência e da Cultura, a fim de contribuir para a paz mundial, não deveria esquecer-se de dar atenção à História e à Filosofia das Ciências”, escreveram Needham e o português Armando Cortesão no primeiro fascículo dos *Archives Internationales d’Histoire des Sciences* de 1947.

Ninguém, todavia, exerceu tão grande influência sobre a comunidade de historiadores da ciência como Alexandre Koyré.

Alexandre Koyré – a História da Ciência como História das Ideias

O estudo de Alexandre Koyré sobre a Revolução Científica influenciou de modo dramático as orientações da comunidade dos historiadores da ciência [Finocchiaro 1977, Jardine 2000, Redondi 1987, Russo 1974, Stoffel 2000, Stump 2001, Vinti 1996, Zambelli 1998, Zambelli 1999]. Alexandre Koyré nasceu na Rússia em 1892. O seu pai era um próspero comerciante. Em 1908, concluiu o liceu de Rostov e resolveu prosseguir os seus estudos em Filosofia na Universidade de Göttingen, onde era professor Edmund Husserl, o fundador da Fenomenologia, ao qual Koyré se ligou estreitamente. Na mesma universidade era professor o famoso matemático David Hilbert a cujas conferências Koyré assistiu. Em 1911 foi para Paris, primeiro para a Sorbonne, e seguidamente para *École Pratique des Hautes Études*, onde começou a trabalhar na sua tese de doutoramento sobre as ideias de Santo Anselmo. Apesar de ainda não ser cidadão francês, ao estalar a Primeira Guerra Mundial apresenta-se como voluntário para o exército francês e, quando soube que o exército russo precisava de voluntários, ofereceu-se para lutar ao lado dos russos. Depois de Outubro de 1917, foi membro de um pequeno grupo de resistência que lutava

Influência de Koyré
 de Koyré
 de Koyré
 de Koyré

não só contra os comunistas mas também contra os “Branco”. Poucos meses depois, decide abandonar o grupo e regressar a Paris. O proprietário do hotel onde residia quando estava em Paris tinha guardado todos os seus manuscritos e notas relativas à sua dissertação que, assim, conseguiu concluir. Na sequência da publicação de estudos complementares sobre a filosofia da religião, é-lhe conferido o doutoramento pela Sorbonne.

Em 1934, publica a tradução do Livro I do *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Copérnico, juntamente com diversos comentários e uma introdução histórica. Foi a sua primeira contribuição fundamental para a História das Ciências. Para Koyré, Copérnico era um pensador apegado à Antiguidade e, ao mesmo tempo, um revolucionário. A sua insistência nas órbitas circulares de Platão não o impedia de enquadrar as formas geométricas na realidade física, independentemente do carácter das hipóteses que tinha de fazer. Nessa época, Koyré ensinava em França e no Cairo, onde começou a escrever o livro *Études Galiléennes*, a sua obra mais importante sobre a História das Ciências, publicada em Paris, em 1939, um pouco antes da ocupação alemã.

A queda de Paris encontra-o no Cairo. Regressa primeiro a Paris, depois a Montpellier e novamente ao Cairo, onde encontra De Gaulle. Decide ir para os Estados Unidos da América. De Gaulle pede a Koyré que colabore com os físicos Jean e Francis Perrin, com o matemático Jacques Hadamard e com o escritor Jacques Maritain, os quais fundam a *École Libre des Hautes Études* em Nova Iorque [Zambelli 1998]. Parte, via Índia, para os EUA, onde permanece durante todo o tempo da guerra, com excepção de uma viagem a Londres, em 1942, para se encontrar com De Gaulle. A sua actividade política intensa e a sua identificação com De Gaulle felizmente não o conduziram aos impasses a que quase sempre conduz a opção por uma ocupação profissional dedicada à política. Terminada a guerra, e até à sua morte em 1964, a sua vida profissional divide-se entre os EUA e Paris. Entre as universidades nas quais ensinou nos EUA, contam-se as de Harvard, Yale e Chicago. A partir de 1956, torna-se membro efectivo do *Institut for Advanced Studies* de Princeton. Em 1951, apoiado pelo historiador Lucien Febvre e pelo físico Francis Perrin – que, em 1926, fora galardoado com o Prémio Nobel da Física pela verificação experimental mais directa da constituição atómica da matéria –, Koyré apresenta a sua candidatura ao *Collège de France*, para ensinar história do pensamento científico. Os filósofos do *Collège de France* rejeitam a candidatura e escolhem Martial Gueroult, especializado em Filosofia da História.

1939: *Études Galiléennes*
 Galileus
 Galileus

1939: *Études Galiléennes*
 Galileus
 Galileus
 1940 e 1951/2
 entre
 1951: *Collège de France*
 apresentação
 candidatura
 1951: *Collège de France*
 apresentação
 candidatura

Para centenas de estudantes Galileianos

Os *Études Galiléennes* encontram nos EUA uma audiência formada por historiadores da ciência profissionais, que trabalham nas universidades num período em que se inicia o período áureo das ciências naquele país e desenvolveram uma análise detalhada da ciência que ultrapassa a descrição das descobertas, a reconstrução dos pormenores técnicos de teorias do passado e a santificação dos seus protagonistas. As ideias de Galileu e de Descartes não tinham como adversários a Igreja ou as superstições como até então se propalava. Koyré insistia em que "adversários" das novas ideias eram o hábito, a "lógica comum", os erros tantas vezes cometidos pelos próprios protagonistas no âmbito dos seus preconceitos teóricos. Koyré sublinhava a importância dos erros susceptíveis de nos revelarem o quadro das diversas limitações em que trabalhavam os intelectuais, bem como os processos prováveis pelos quais conseguiam ultrapassar essas limitações, a fim de produzirem conhecimento. Koyré concentrou-se na análise do *De Motu*, o primeiro tratado de Galileu sobre o movimento que nunca chegara a publicar. Ali, Galileu substituiu os métodos aristotélicos pelos de Arquimedes e formula o conceito de densidade relativa, a fim de exprimir a relação entre um corpo e o meio que o rodeia. Deste modo, desloca o estudo do movimento da física das qualidades para a física das quantidades. A geometrização das quantidades físicas no sentido arquimediano do termo era, segundo Koyré, a característica mais importante da Revolução Científica. Desde 1604, Galileu tinha chegado à formulação da lei da queda livre, segundo a qual a distância percorrida por um corpo em queda livre é proporcional ao quadrado do tempo, baseando-se, no entanto, num princípio errado – o de que a velocidade, em cada ponto, é proporcional à distância percorrida por um corpo desde o ponto em que iniciou a queda. A demonstração completa feita em 1638 na sua obra *Discorsi e dimostrazione intorno a due nuove scienze* baseia-se no princípio da aceleração constante (fixa) e é realizada segundo métodos geométricos. Apesar de Galileu descrever, juntamente com a demonstração matemática, também a verificação experimental da lei, Koyré insiste convictamente que o papel da experiência na consolidação da física era quase inexistente, e considera que essas experiências se referem a experiências mentais. A ênfase posta por Galileu na matemática era, segundo Koyré, resultado das influências das obras platónicas e, certamente, das ideias neoplatónicas que estavam tão divulgadas na Europa do século XVI.

De acordo com Koyré, a grande síntese de Newton está estampada numa nova teorização do universo: a geometrização do espaço como resultado da

teoria heliocêntrica em ligação com os axiomas da mecânica de Newton. Nenhum sector do universo infinito é mais "privilegiado" que outro, em todas as partes vigoram as mesmas leis, não existe nenhuma hierarquização. Numa das suas obras mais conhecidas, Koyré enuncia o seu ponto de vista a respeito da Revolução Científica:

Pela minha parte, esforcei-me, nas *Études Galiléennes*, por estabelecer as características estruturais da antiga e da nova concepção do universo e determinar as alterações trazidas pela revolução do século XVII. Parece-me que estas últimas podem condensar-se em dois princípios estreitamente ligados entre si, que eu caracterizei com as designações *destruição do cosmos* e *geometrização do cosmos*. Isso significa a substituição da concepção do cosmos como um todo finito e bem organizado, no qual a estrutura espacial encarna uma hierarquia de perfeição e de valor, pela de um universo indefinido ou mesmo infinito, que já não é uno, graças a uma hierarquia física, mas é simplesmente unificado pela identidade das suas supremas e fundamentais leis constitutivas. Significa, ainda, a substituição da concepção aristotélica do espaço – um conjunto de lugares diversificado no cosmos – pela concepção da geometria euclidiana – uma extensão essencialmente infinita e homogênea – que é considerada, desde logo, equivalente ao espaço real do universo.¹⁹

Para Koyré, os séculos XVI e XVII traduzem uma transição original "do universo do "pouco mais ou menos" para o universo da precisão", escreve em 1956. Com esta formulação, não se referia tanto à falta de instrumentos mas à mentalidade existente durante muitos séculos, que impedia o uso de medições exactas, precisamente porque as medições eram coisa de artesãos, de técnicos, de homens que não estavam familiarizados com a teoria.

As conferências de Koyré sobre Galileu e sobre Platão foram objecto de longas controvérsias entre os historiadores das ideias, particularmente depois da publicação do seu artigo "Galileu e Platão", no *Journal for the History of Ideas*, de 1943. Deve-se a Koyré o facto de a Revolução Científica se ter tornado, depois dos meados da década de 1940, o problema central dos historiadores da ciência. Esta visão de Koyré foi materializada sobretudo por dois historiadores, Herbert Butterfield (1900-1979), professor de História na Universidade

¹⁹ Koyré 1957, p. 8.

Teoria central do mundo Escalada de um universo infinito

Destruição do cosmos da geometrização da concepção

substituição da concepção do cosmos como um todo finito e bem organizado

substituição da concepção aristotélica do espaço

concepção da geometria euclidiana

concepção do espaço

concepção da geometria euclidiana

concepção do espaço

concepção da geometria euclidiana

concepção do espaço

Herbert Butterfield, de Cambridge [Cabral 1996], na obra *The Origins of Modern Science* (1949) e o seu jovem colaborador Rupert Hall, leitor de História das Ciências na Universidade de Cambridge, na obra *The Scientific Revolution* (1954), adoptaram o ponto de vista de Koyré sobre o papel central da astronomia e física, alargando, porém, o período cronológico da Revolução Científica e o seu conteúdo, de modo a englobar também os desenvolvimentos noutras ciências da natureza.

Parece que Sarton foi o único, de entre os mais conhecidos historiadores das ciências, que não foi influenciado pela problemática de Koyré. I. Bernard Cohen, discípulo e colaborador de Sarton na Universidade de Harvard e um dos mais respeitados estudiosos de Newton e da ciência nos Estados Unidos da América no período anterior à revolução, declarava que tinha sido muito profundamente influenciado pela "rebelião revolucionária da historiografia de Koyré".²⁰ Para Charles Gillispie, organizador da obra monumental *Dictionary of Scientific Biography* e profundo estudioso das ciências durante o *ancien régime* da França pré-revolucionária, "a descoberta de *Études Galiléennes* surgiu, para muitos de nós, e de forma independente para cada um, como uma revelação".²¹ Alistair Crombie (1915-1996) [North 1996], em Oxford, estudioso das ciências na Idade Média e autor da obra tão sensacional *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*, era categorico: "A importância e a influência de Koyré é indiscutível... Gailieu foi um teórico, não um experimenter dedicado." Finalmente, Thomas S. Kuhn acreditava que Koyré tinha avançado no sentido de uma "revolução historiográfica" que transferia a História das Ciências em História das Ideias.²² René Taton, o discípulo de Koyré e seu sucessor em Paris, autor da extraordinária série *Histoire Générale des Sciences*, escrevia, a respeito do seu mestre, que a sua obra substituiu ao mesmo tempo o nosso conhecimento e a nossa interpretação a respeito dos primeiros estádios da dinâmica, bem como da nossa ideia geral sobre os objectivos e os métodos da História das Ciências.²³ A Koyré se deve, igualmente, a insistência na ideia de que os textos científicos antigos devem ser estudados — tal como os textos da filosofia — em função dos problemas, das

Handwritten notes: *Handwritten notes: Butterfield, Koyré, Sarton, Gillispie, Crombie, Kuhn, Taton, central, da história*

²⁰ Cohen 1957, p. 298.

²¹ O texto grego contém um jogo de palavras, que não sei se já vem do original inglês, mas que, de toda a maneira, é difícil de manter em português; trata-se do jogo entre *gnōsis* ("descoberta") e *epidoksis* ("revelação"). Poderíamos tentar: "a aparição ... surgiu ... como uma revelação". (N.T.)

²² Kuhn 1970, p. 67-8.

²³ Taton 1965, p. 148.

capacidades e das vicissitudes da época em que esses mesmos textos foram escritos, e não em função da nossa época. De acordo com Rupert Hall, responsável por uma façanha editorial tal como a publicação da correspondência de Newton, "Koyré conjugou a sagacidade filosófica com o trabalho sistemático, a fim de criar modelos de novas abordagens históricas".²⁴

A primeira crítica séria à abordagem geral consagrada por Koyré veio de Henry Guerlac, da Universidade de Cornell, em 1959. Guerlac, notável estudioso das ciências na França do século XVIII e especialmente de Antoine Lavoisier, o fundador da química moderna, considerou que as influências filosóficas "extracientíficas" sobre Gailieu e seus contemporâneos tinham sido sobreestimadas. Insistia na ideia de que devia ser dada maior atenção às questões científicas centrais da época e reexaminar o papel da tecnologia e da contribuição dos artesãos do Renascimento. Mencionou as obras de Merton, Olshki, Zilsel, Bernal e outros, e acentuou o facto de essas obras "terem alargado os limites conceptuais e históricos" da História das Ciências.²⁵

Em 1961, no decorrer de um congresso em Oxford, Guerlac reformulou as suas ideias com maior ênfase. Tinha então como seu aliado Alistair Crombie, o responsável pela organização do congresso e estudioso da História das Ciências na Idade Média tardia até à época de Gailieu. Crombie reconhecia que se havia exercido uma crítica intensa ao ponto de vista internalista, uma vez que este ignorava muitos factores importantes, os móveis dos cientistas, os seus interesses e/ou da sociedade em geral no decurso de um determinado período, ou a difusão e a aplicação das descobertas científicas e das invenções técnicas fora dos círculos científicos directamente implicados. Crombie tinha-se convencido de que os factores externos eram indispensáveis para entender a História das Ciências, não obstante o facto de ele mesmo insistir na elaboração da sua própria problemática no âmbito da concepção internalista. Guerlac fez uma crítica à "História moderna das Ciências, que tinha uma forte dose de idealismo e de hiper-racionalismo e à insistência frequente e exclusivista na génese e no desenvolvimento de noções básicas... como uma espécie de meta-História das Ciências". Porque é que — interrogava-se — os mais notáveis historiadores das ciências ignoram a tecnologia e as artes práticas? Tal facto, segundo Guerlac, acontecia, porque "o debate sobre influências sociais, e em particular sobre parâmetros económicos e tecnológicos nos



²⁴ Hall 1969, p. 220.

²⁵ Guerlac 1977, p. 37.

desenvolvimento da ciência significa a adopção de uma posição política e ideológica". Esse era, porém, um recuo que devia ser combatido. E falou da sua própria experiência, da reacção de um seu amigo a um trabalho que elaborara sobre a relação entre a química e a indústria no século XVIII em França, que apelidara o seu texto de "un peu marxiste". "Se continuarmos a ter semelhantes fobias, ou se sentirmos intimamente que existem temas proibidos e [apenas] abordagens convencionais de determinadas personalidades e de determinados factos, então não podemos falar de objectividade, que deve ser algo de que nos devemos orgulhar".²⁶

A resposta de Koyré foi, essencialmente, uma reformulação das suas teses. As orientações práticas da sociedade e as capacidades particulares dos artesãos não eram susceptíveis de explicar as grandes rupturas científicas de um Galileu, de um Bohr, de um Einstein. "A ciência, a ciência do nosso tempo, tal como a dos antigos gregos, é essencialmente teoria, a procura da verdade." É algo como um fim em si, algo inato e autónomo. Esta autonomia confere à ciência e à sua história um grande valor, pois a verdadeira História das Ciências é *hinterariim mentis in veritatem* (caminho da mente para a verdade).²⁷

Koyré convenceu os historiadores das ciências de que a História das Ciências não pode ser um empreendimento de certificação, panegírica do positivismo e de que a História das Ciências é uma parte orgânica da História das Ideias. Apesar da relativamente bem-sucedida minagem da História das Ciências positivista para que avançou Koyré, os historiadores das ciências ainda não se tinham confrontado com a problemática dos historiadores. Guerlac tentou persuadir os historiadores das ciências de que deveriam dar o passo seguinte e, no final da década de 1950, recordou-lhes quanto poderiam aproveitar a problemática e a obra de colegas seus, que tinha começado a ganhar forma já antes da Segunda Guerra Mundial. A História das Ciências tornar-se-ia *História* das Ciências, na medida em que investigasse aspectos das diversas ciências, que deveriam ser consideradas como tendo ganho forma mediante multiformes interações sociais e culturais. Em 1964, pouco antes da sua morte, o próprio Koyré parece ter compreendido a necessidade de uma reorientação da problemática historiográfica dos historiadores da ciência. Tendo lido a *Estrutura das Revoluções Científicas*, confidenciou a Kuhn a inadequação da sua própria abordagem e considerou que a *Estrutura*

das *Revoluções Científicas* poderia estabelecer a ponte entre a História das Ciências como tal e a história social, as quais, "até então, estavam separadas por quilómetros".²⁸

O terceiro período: episódios no processo de formação da identidade institucional e cognitiva da História da Ciência

Em Fevereiro de 1955, trinta e três filósofos, sociólogos e historiadores das ciências reuniram-se em Filadélfia nos EUA, por convocação da *American Philosophical Society* e da *National Science Foundation*, a fim de debaterem o futuro e o papel da História, da Filosofia e da Sociologia das Ciências, e as suas relações com as ciências que naquela época, e sobretudo devido ao desfecho da Segunda Guerra Mundial, gozavam de um prestígio extraordinariamente grande na sociedade americana.²⁹ O reforço económico da Filosofia, da Sociologia e da História das Ciências visava a formação não só do público, dos alunos [do ensino secundário]³⁰ e dos estudantes [do ensino superior] mas também dos cientistas relativamente à "natureza da ciência". Os representantes de cada ramo deveriam responder a uma série de perguntas que ajudariam, sobretudo, a *National Science Foundation* a formular a sua política relativamente a essas especialidades. Algumas perguntas do tipo: Qual a orientação da disciplina no que se refere ao ensino e à investigação, que espécie de pessoal existe e que espécie de formação possuem? Que espécie de financiamentos existem? Como pode a investigação nesses ramos beneficiar as ciências? Como podem esses ramos beneficiar o processo educativo? Quais eram as necessidades de investigação e de ensino nesses domínios relativamente aos especialistas, aos cientistas e ao público em geral? Que papel poderia desempenhar a *National Science Foundation* no reforço desses ramos? Entre os 33 membros convidados, contavam-se dois detentores do Prémio Nobel da Física, Percy W. Bridgman, prémio de 1946, e Arthur H. Compton, prémio de 1927; o filósofo Rudolph Carnap e os historiadores das ciências Henry E. Guerlac e Marshall Claggett, Robert K. Merton e o sociólogo Talcott Parsons. Não estavam presentes nem Sarton nem Koyré.

²⁶ Kuhn 1970, p. 70.

²⁷ Para as actas da reunião, v. Conference 1955.

²⁸ ... alunos ... estudantes: houve que especificar, entre parênteses rectos, o alcance de dois termos que, em grego, não necessitam dessa especificação. (N. T.)

* Guerlac 1977, pp. 5-6.

²⁹ Koyré 1992, pp. 16-17.

Nos discursos, Henry Margenau, da Universidade de Yale, representava os filósofos da ciência e declarou que a sua especialidade de aconselharia a fragmentação das ciências e as tendências de investigação em moda, que não eram susceptíveis de serem justificadas por "critérios objectivos e científicos". Bernard Barber, da Universidade de Columbia, como representante dos sociólogos da ciência, foi claro: a Sociologia da ciência tenta estabelecer concretamente e com precisão as condições sociais no âmbito das quais a ciência é conduzida ao máximo progresso. I. Bernard Cohen, da Universidade de Harvard, representava os historiadores da ciência. A História das Ciências não podia, obviamente, ficar para trás perante os exageros das outras: "Se pretendemos assegurar o progresso da ciência, é necessário conhecermos as condições em que se processou o auge ou a decadência da ciência." Na sua intervenção, insistiu na ideia de que deveria ser incrementado o estudo de todos os períodos da História das Ciências, pois isso revelaria o processo pelo qual o novo substitua o velho.

É claro que ninguém esperava que manifestações públicas deste género conduzissem ao financiamento dos novos ramos. Reuniões deste tipo simplesmente homologam aquilo que já foi anteriormente decidido e formam o quadro legitimador dessas interacções. De resto, quem não desejaria financiar três especialidades que incrementariam os mecanismos que asseguravam o progresso científico, que evitariam orientações enfiadonhas de investigação com a justificação de que estas não se coadunam com critérios objectivos e científicos, mas que iriam "melhorar" o género de cientistas que nasceriam de uma educação que englobaria também essas especialidades?

Não foram, porém, apenas estas as conclusões da sessão. Os três representantes insistiram na necessidade de serem ministradas disciplinas relativas ao carácter da ciência e à importância desta para a segurança e para a prosperidade dos EUA! No meio dos rearranjos mais gerais na América da guerra fria, no decurso da década tão desesperante de 1950, este encontro introduziu de maneira "oficial" a abordagem historiográfica dominante na História das Ciências. Na sua intervenção, Herbert Dingle (1890-1978), Professor de Física na Universidade de Londres, declarou:

Uma vez que a validação das descobertas da ciência não depende da proveniência ou da origem dessas descobertas, a História das Ciências

deverá ser escrita sem referência às "causas externas que conduzem à sua concretização". Ao concluir-se a redacção desta história verdadeira, então será possível proceder-se à investigação das condições que as originaram. Pode ver-se o dano causado, quando, sem fazerem a separação entre estas duas, os Nazis procederam à avaliação do trabalho científico com base nas características raciais daqueles que faziam as descobertas, ou o caso da avaliação comunista, feita com base na concordância das descobertas com a filosofia de Marx e de Engels, ou a rejeição de argumentos puramente racionais, a pretexto de isso ser o resultado da psicologia do autor.³¹

A intervenção de Dingle assegurou o indispensável complemento metodológico a tudo quanto tinham defendido os restantes oradores. Os exemplos que ele apresentou, não deixavam, é claro, qualquer margem para mal-entendidos quanto a saber qual o sistema político capaz de assegurar o estudo mais correcto da História das Ciências. A História das Ciências deveria centrar-se na análise dos factores que existem no interior da ciência, na dinâmica das ideias, na eficiência dos métodos matemáticos, nas potencialidades dos novos instrumentos, etc. Uma coisa são as condições de origem, e outra o desenvolvimento das ciências, o qual, no entanto, não tem a ver com as condições externas. A opção pelo ponto de vista "internalista" pressupunha a rejeição do ponto de vista "externalista". O segundo estava errado e a conjugação de ambos era um risco político. Mas havia ainda um outro motivo que justificava as palavras francas: a história social ganhava aliados perigosos. Mesmo o ponto de vista de Robert Merton sobre a Revolução Científica, conquanto não contivesse qualquer traço de análise marxista, não era susceptível de gozar de apreço, com companheiros de viagem como Bernal, Crowther, Zilsel e, é claro, os "exércitos"³² dos soviéticos, prontos a despedaçarem a produção académica burguesa!

Os financiamentos da *National Science Foundation* acabaram por funcionar cataliticamente, em particular no sector educativo, onde o Presidente da Universidade de Harvard, James Conant, conseguiu incorporar plenamente no programa de ensino da Escola disciplinas com bastantes referências à História e à Filosofia da Ciência. Eram seus colaboradores I. B. Cohen e o jovem

³¹ Conference 1955, pp. 348-9.

³² As aspas são da minha responsabilidade. (N.T.)

Thomas Kuhn, juntamente com Leonard Nash. O físico Edwin Kemble juntamente com o historiador Gerald Holton tinham igualmente assumido o ensino de certas disciplinas. Já desde 1946 que Conant se preparava para introduzir a disciplina de História das Ciências no âmbito da sua ideia abrangente sobre os objectivos da "cultura geral numa sociedade livre". O grande desafio, para ele, consistia em poder ensinar os estudantes a usarem as palavras "certo e errado, no seu sentido não só ético, mas também matemático". A História e a Filosofia da Ciência constituiriam as ferramentas adequadas a tal fim. Nos princípios de 1960, sete universidades nos EUA ofereceram a possibilidade de se elaborarem teses de doutoramento em História das Ciências.³⁹ A procura foi grande, e Cohen escreveu, em 1961, que tinha tido sucesso como mediador entre os estudos humanísticos e os científicos, e que a finalidade dos historiadores da ciência consistia em trabalhar em matérias e temas de investigação que cada um tivesse escolhido. Não era necessária nenhuma justificação, não havia motivo para qualquer explicação junto de terceiros para se dedicar a esta actividade original, que tinha movimentado os melhores cérebros dos dois mil anos passados. Até mesmo Conant que, em 1940, considerava que os historiadores das ciências tinham de desempenhar um papel exclusivamente pedagógico, foi a favor da criação de Departamento de História da Ciência na Universidade de Harvard, em 1960.

**Os historiadores, os cientistas e os historiadores das ciências:
pressupostos e requisitos necessários ao tratamento profissional
da História das Ciências**

Desde os princípios da década de 1970, começaram a surgir problemas que reflectem as dificuldades existentes com a plena determinação da identidade da História das Ciências. Não me refiro às diversas escolas historiográficas, que são já ponto assente, e que quando comunicam entre si é mais para se acusarem mutuamente de estarem a conduzir a disciplina para decos sem saída. Isso, em certo sentido, é uma prova de segurança da disciplina, visto que fala publicamente desta maneira, sem recetar que os seus "inimigos" venham a explorar tais polémicas e a atacarem. Também não me refiro aos diversos pontos de vista existentes em termos da temática que deverá ocupar

os historiadores das ciências, a fim de consolidarem ainda mais a sua disciplina e adquirirem ainda maior audiência. As controvérsias à volta da temática são essencialmente controvérsias à volta do alargamento da temática. Ora, controvérsias relativas ao alargamento da temática dão-se quando diversos ramos sentem que marcham firmemente pelos próprios pés e começam a alargar os limites da sua jurisdição temática. Todavia, os problemas que continuam a existir e que acusam dificuldades e anclouses na questão da clarificação da fisionomia do ramo são outros dois que julgo serem os mais sérios: as audiências às quais se dirigem os historiadores das ciências e a infra-estrutura e conhecimentos necessários para que uma pessoa se torne historiador da ciência.

Para quem escrevem os historiadores das ciências? Que formação prévia e que público têm em vista quando escolhem a temática que pretendem tratar? Que público têm em mente quando delineiam a sua argumentação? Quais são os critérios que lhes permitem atingir o equilíbrio concreto que cada texto de História das Ciências mantêm entre elementos técnicos (matemáticos, teóricos, experimentais, observacionais, etc.) e não técnicos? Dado que poucas pessoas, com excepção do(a) autor(a), estão em posição de acompanhar um texto de História das Ciências que estivesse escrito com todos os pormenores técnicos que o autor quisesse incluir, quais são os critérios na base dos quais se dá forma ao texto final? Finalmente, existirão públicos privilegiados para as obras dos historiadores das ciências? Não me refiro, é claro, às publicações de divulgação dos historiadores da ciência. O público dos historiadores da ciência é quase exclusivamente constituído por historiadores das ciências, e em grau notavelmente menor por filósofos das ciências, historiadores e cientistas. Devem os historiadores das ciências escrever exclusivamente para a própria comunidade? Em caso de resposta negativa, quais são os seus interlocutores privilegiados? Os filósofos das ciências, os historiadores ou os cientistas? Estas perguntas traduzem uma problemática relacionada não só com as possibilidades mas também com a obrigação que os historiadores das ciências têm de publicar e de tornar inteligíveis as conclusões das suas investigações para públicos muito numerosos e para públicos específicos, cujos membros se ocupam de temas que tocam problemas que os historiadores das ciências investigam. Não creio que exista um ponto de vista concreto que mostre o consenso da comunidade dos historiadores da ciência sobre estas questões. Na sua maior parte, os historiadores das ciências consideram que, em primeiríssimo lugar, publicam os resultados das suas investigações com o propósito de serem apreciados por outros historiadores das ciências, e que é bastante difícil, sem, no

³⁹ Ver, p. ex., Kuhn 1984, p. 30, ou Guerlac 1977, p. 20.

entanto, é claro, ser impossível, que pessoas não iniciadas na História das Ciências possam acompanhar a sua problemática e a sua argumentação.

Actualmente, a única coisa que podemos afirmar com segurança é que os historiadores das ciências se dirigem a grupos concretos de historiadores da ciência e que fora da comunidade dos historiadores da ciência não existe um público culto que seja receptivo às suas obras. Estamos a falar de um público culto, e não de leitores de outras especialidades, uma vez que cada livro tem sempre um certo número de leitores. Naturalmente, este facto não é característico apenas da História das Ciências e reflecte a desejada autonomia do ramo. É um sinal de muito bom augúrio que uma comunidade seja capaz de estabelecer, conservar e multiplicar o seu próprio público. Isso é, sem qualquer dúvida, um sinal de maturidade. Existe, porém, um outro problema: um século depois da fundação da disciplina, os historiadores das ciências ainda não foram capazes de se dirigirem maciçamente nem aos cientistas nem aos historiadores. Ou melhor, não foram capazes de criar aquelas condições educacionais e culturais que fariam com que os cientistas ambicionassem aprender a história da respectiva disciplina e com que os historiadores compreendessem que o seu contacto com a bibliografia da História das Ciências asseguraria uma teorização mais completa das suas próprias problemáticas em relação a um período em concreto, a factos e a pessoas em concreto, a grupos sociais em concreto – em duas palavras, que ela contribuiria para dar uma resposta mais completa às suas próprias questões.

Se é verdade que os cientistas consideram que as obras de História das Ciências “teorizam superficialmente” e não se caracterizam pela sua precisão, também os historiadores, por seu lado, consideram que elas estão cheias de pormenores técnicos e não estão em condições nem de as seguirem nem de beneficiarem delas. Os cientistas ou os historiadores que estudam obras de História das Ciências constituem casos isolados e esta afirmação é válida a nível internacional. A questão não está em estudarem tais obras como fontes de conhecimentos adicionais mas em saber como incorporá-las na sua cultura geral na qualidade de cientistas e historiadores. Como é possível que os cientistas fiquem indiferentes à história do respectivo ramo? Como é possível que os historiadores fiquem indiferentes ao cultivo de novos métodos e de novas problemáticas que, em última análise, contribuem para o carácter multifacetado⁴ da historiografia? Existem, obviamente, explicações para esta

situação que passam pela especialização, cultura tecnocrática, enorme pressão que se exerce sobre os cientistas no sentido da elevada produtividade e, eventualmente, redução do tempo de que dispõem para o estudo de “outros temas”, etc. Continua, entretanto, a ser um facto que a História das Ciências não foi capaz de ter repercussão nem sobre os cientistas nem sobre os historiadores traduzindo, desse modo, não só fraquezas próprias, mas também, de um modo mais geral, problemas com a maneira de encarar o fenómeno científico, um assunto em que, pelo menos, se estabeleceram canais de comunicação com os filósofos. Até aproximadamente à década de 1960, os historiadores das ciências tentaram o contacto com os cientistas e um dos motivos para tal residia no facto de a maioria dos historiadores das ciências ser oriunda das ciências. É claro que a existência dessa disposição e dessa intenção de comunicar com os cientistas não significa que tal pretensão tenha tido êxito – foi mesmo o contrário que sucedeu. Quanto aos historiadores, a tendência das últimas décadas representa uma tentativa de se constituírem como um sector da audiência dos historiadores da ciência. Ora, essa tentativa também não tem dado mostras de sucesso. Acentuemos, no entanto, que o facto de, na qualidade de historiadores das ciências, discutirmos quer com os cientistas quer com os historiadores visa a consagração de critérios adicionais no sentido de valorizar a obra produzida no âmbito da História das Ciências, e isso porque não só os cientistas, mas também os historiadores, serão forçados a não serem assistentes ou leitores passivos das obras de História das Ciências mas seus juizes activos.

O segundo problema relaciona-se com os pressupostos exigidos para que uma pessoa se torne profissional da História das Ciências, o que tem a ver com a estrutura e a organização do ensino de História das Ciências. Mesmo actualmente, a forma como estão organizadas as estruturas e as interacções educacionais e investigativas em História das Ciências traduz uma tal falta de homogeneidade, que reflecte, pelo menos, a falta de consenso por parte sobretudo das universidades, no que respeita ao modo como deverá ser organizado o funcionamento institucional da História das Ciências no mundo académico. É óbvio que a familiarização com um sector científico e o conhecimento em profundidade de uma área concreta na qual se desenvolve a investigação constituem um dos pressupostos. A investigação sem um conhecimento em profundidade do objecto cuja história se pretende estudar e investigar é manifestamente uma figura não só contraditória mas também invalidante de qualquer empreendimento. A transformação das investigações de História das Ciências em investigações de Sociologia das Ciências ou em

⁴ Aquilo que verti por “carácter multifacetado”, é, na designação original (até nem vem nos dicionários), algo como “multiprismaticidade”. (N.T.)

estudos das estratégias retóricas ou das características semiológicas dos textos científicos é *absolutamente legítima*, mas tudo isso, só por si, não constitui a História das Ciências. As generalizações das conclusões, os alargamentos da temática e as correlações com outros factos históricos têm por base e pressuposto a facilidade de manipulação dos pormenores técnicos que dizem respeito aos factos concretos que foram seleccionados a fim de dar resposta às questões colocadas. Esta é uma das poucas vezes em que sou tão categórico neste livro. E sou igualmente categórico na afirmação de que o aprendizado das ciências, o conhecimento pormenorizado e a familiarização bibliográfica com uma área em concreto é algo realizável, não é preciso ter-se um diploma em alguma das ciências, e não se encontrará qualquer dificuldade especial para além das dificuldades que existem, de um modo mais geral, na aprendizagem de outras áreas. A história da filosofia da natureza, antes de Galileu ou de Newton, contém os mesmos problemas e a falta eventual de cálculos analíticos e matemáticos não a torna nem mais fácil nem menos científica, mas simplesmente diferente. As dificuldades relacionadas com o aprendizado das ciências são obviamente uma construção social e, como tal, têm-nos de certo modo atingido a todos.

Mas não deverá considerar-se que os matemáticos, os físicos, os químicos e os cientistas em geral estão automaticamente em condições de fazer História das Ciências, única e exclusivamente pelo facto de conhecerem a sua ciência. Por conseguinte, a História das Ciências não se escreve só porque alguém tem conhecimentos das ciências ou de factos aneddotológicos e um interesse geral pela sua história. Aqui, deverão ser referidas as numerosas obras escritas por cientistas, as quais, embora forneçam certas informações retiradas de acontecimentos que os autores geralmente viveram, estão muito longe de serem obras de História das Ciências, de contribuírem para a discussão e de levantarem, de todas as vezes, novos problemas para a História das Ciências. Para nos ocuparmos de História das Ciências, é necessário – para além dos conhecimentos científicos – um profundo conhecimento de história, das técnicas de investigação em história, não só dos problemas teóricos, mas também das diversas abordagens historiográficas, bem como, igualmente, das controvérsias que se desenrolam entre os historiadores das ciências a respeito dos temas que nos propomos estudar.

E que conhecimentos são necessários para que uma pessoa possa ensinar História das Ciências? Sarton, no final da década de 1940, era claro na sua resposta: deverá possuir um profundo conhecimento e uma grande experiência

(incluindo experiência laboratorial) numa área científica, deverá possuir um certo conhecimento também de outras áreas científicas, possuir conhecimento da história em geral e estar familiarizado com os seus métodos, distinguir-se pelo seu “espírito histórico”, possuir conhecimentos de filosofia e em particular de filosofia da ciência, possuir “espírito filosófico”, possuir bom conhecimento de muitas línguas europeias, incluindo Latim (e se possível Grego e Árabe) e ter demonstrado as suas capacidades de investigação e publicado as suas investigações.³⁵ Exagerado? Um pouco, sim. Mas também certo. A maior parte dos historiadores da ciência, cuja obra e cujo magistério consideramos terem consagrado o ramo e formado a comunidade dos historiadores da ciência, mas também a maior parte daqueles cujas obras consideramos importantes, satisfaz, se não a todos, seguramente a muitos destes critérios.

³⁵ Sarton 1952, p. 258.

2. Os historiadores das ciências e as suas questões

A recolha exaustiva de factos e elementos da História das Ciências e a aspiração de descobrir as leis gerais que regem o desenvolvimento das ciências, bem como a implementação de uma, e só uma, metodologia científica constituíram, durante muitas décadas, um dos móveis mais importantes da elaboração de obras de História das Ciências. Todavia, a ênfase posta nestas obras era dada quase exclusivamente à narração dos factos e não à sua interpretação. Poucas décadas após o aparecimento das primeiras obras de História das Ciências, muitos historiadores das ciências mostraram-se insatisfeitos com uma mera narração dos factos. Começaram a colocar diversas questões, por forma a conseguirem investigar e interpretar os factos em profundidade. A ênfase e a orientação de cada questão, a sua formulação concreta, a argumentação desenvolvida no sentido de lhe responderem convenientemente, as fontes primárias e as secundárias em que se apoiaram a fim de construir a sua argumentação e o modo como alguns historiadores decidiram intervir na discussão que se desenrola entre os estudiosos de um dado problema — que se investiga através das questões concretas já colocadas — passaram a ser, agora, os elementos constitutivos da prática profissional dos historiadores das ciências [Bloch 1954, Braudel 1980, Carr 2001, Hahn 1995, Koyré 1961, Kragh 1987, Olby *et al.* 1990].

O objectivo dos historiadores das ciências não consiste em descobrir um ponto arquimediano a partir do qual conseguem ter uma visão “global” do passado. O seu objectivo também não consiste em formular questões que não sejam influenciadas pela sociedade em que vivem, pela cultura que possuem, pela instrução que receberam, pelas suas orientações ideológicas, pelas suas convicções políticas e pelas suas ambições pessoais. Obviamente, tais pontos arquimedianos não existem, tal como não existem questões “objectivas” não influenciadas pelo meio cultural e social em que os historiadores funcionam. E ainda bem que não existem. Os historiadores das ciências poderão colocar questões interessantes e originais, na medida em que entendam a ciência como fenómeno social e cultural e a si próprios como parte integrante desse fenómeno. Os historiadores das ciências são indivíduos que investigam o passado depois de terem formado a sua cultura histórica através do estudo de muitas e, frequentemente, diversas abordagens do passado. Eles constituem,

portanto, parte do fenómeno que estudam, não por viverem no presente, mas porque formulam as suas questões, tendo já fruído de diversas leituras do passado e tendo formado a sua cultura mediante as diversas interpretações propostas dos factos do passado.

Estes problemas serão discutidos analiticamente noutras capitulos do livro. Seria, no entanto, útil darmos aqui, de forma sistemática, alguns exemplos de perguntas colocadas pelos historiadores. Selecionaremos um tema por cada época: Antiguidade (Astronomia), Idade Média (Universidades), Iluminismo do século XVIII (*Encyclopédie*), Física do século XIX (Termodinâmica) e do século XX (Mecânica Quântica) e, partindo da exposição dos factos que constituem o tema que nos interessa, prosseguiremos com perguntas que alargam cada vez mais a nossa problemática. Os diversos níveis das perguntas seguem os considerados seguintes: começamos com questões dirigidas à narração dos acontecimentos verídicos que são internos a um certo problema e prosseguimos com a correlação entre os diversos factos, as contravérsias entre as pessoas directamente implicadas, a correlação desses desenvolvimentos com os desenvolvimentos mais gerais no campo das ideias, a repercussão das novas ideias na sociedade, a relação dos factos com o passado e com o presente, etc. Seguidamente, colocaremos perguntas mais analíticas sobre a Revolução Científica, mas, dada a grande importância desta, apresentaremos alguns elementos a partir das respostas dadas a determinadas perguntas.

Questionando o passado: a importância de formular questões

Astrónomos na Antiguidade

- Qual foi a obra dos astrónomos na Antiguidade?
- Que pontos comuns e que correlações existem entre as obras dos diversos astrónomos da Antiguidade?
- Qual a relação das obras concretas com as grandes correntes filosóficas da Antiguidade?
- Quais são as diversas abordagens dos astrónomos antigos de um ponto de vista metodológico?
- Qual a sua repercussão na sociedade daquela época?
- Quais as relações com outras tradições precedentes em astronomia, tais como, por exemplo, a dos Babilónios?
- Quais as implicações das suas obras nos desenvolvimentos posteriores do objecto em causa?

Universidades na Idade Média

- Quais foram as primeiras universidades e qual a sua estrutura?
- Que tipo de relações mantiveram entre si?
- Qual era o seu programa de estudos e como é que este reflectia diversas correntes filosóficas?
- Que tipo de contravérsias se verificaram entre os eruditos universitários e os que o não eram?
- Que tipo de contravérsias se verificaram entre os universitários?
- Qual a repercussão das universidades na sociedade e que tipo de relações tinham sido criadas entre elas e a sociedade?
- Quais foram as instituições anteriores que posteriormente se transformaram em universidades?
- Como é que as primeiras universidades influenciaram a evolução posterior das instituições de ensino no decurso da Idade Média?

A publicação da Encyclopédie no século XVIII

- Qual o conteúdo da *Encyclopédie* e como foi escrita?
- Como é que as correntes filosóficas da época se reflectem nas diversas entradas da *Encyclopédie*?
- Houve pessoas que discordavam deste empreendimento? Como é que se manifestou a sua oposição aos editores e coordenadores da *Encyclopédie*?
- Que tipo de opiniões diversas é que se verificaram entre os autores das entradas, os editores e os coordenadores?
- Como é que foi encarado pela sociedade o empreendimento redaccional da *Encyclopédie*?
- Quais foram os géneros literários (p. ex., léxicos) que precederam a publicação da *Encyclopédie*?
- Que influências exerceu concretamente este empreendimento não só editorial, mas também ideológico, no aparecimento de idénticas iniciativas futuras?

A Termodinâmica no século XIX

- Qual foi a caminhada da problemática que culminou com a formulação da segunda lei da Termodinâmica? Que pessoas contribuíram para a sua formulação?
- Qual a problemática que se desenvolveu à volta do ponto de vista segundo o qual a entropia poderia eventualmente conduzir à redenção do determinismo?

- Teriam existido pessoas que discordavam da forma concreta (macroscópica) de encarar os fenómenos do calor? Em que consistiam as suas discordâncias e quais as suas diversas abordagens?
- Quais eram as discordâncias e polémicas entre os defensores da abordagem termodinâmica?
- Qual a relação da segunda lei não só com os novos (para a época) métodos matemáticos, mas também com as novas teorias nos campos da fisiologia, da geologia e da biologia?
- Como é que a compreensão dos fenómenos do calor influenciou a revolução industrial dos séculos XVIII e XIX?
- Como é que as problemáticas desenvolvidas no século XIX se ligam às formas de abordar os fenómenos térmicos no século precedente?
- Como é que a Termodinâmica contribuiu para a formulação de perguntas que põem em causa o mecanicismo?
- Que tipo de consequências teve a segunda lei da Termodinâmica nas controvérsias teológicas?

A Mecânica Quântica do século XX

- Quais foram as pessoas e as respectivas obras que criaram a Mecânica Quântica no decurso da segunda metade da década de 1920?
- Quais foram as polémicas entre os criadores da Mecânica Quântica?
- Quais foram as polémicas entre aqueles que defendiam a nova forma de abordar os fenómenos microscópicos e aqueles que consideravam que a nova teoria levantava tantos problemas que não lhe era permitido substituir as velhas formas de abordar os fenómenos físicos?
- Qual a relação da Mecânica Quântica com a teoria quântica de Planck, Bohr e Sommerfeld?
- Em que medida é que a nova teoria foi aceite não só pelos físicos mas também pelos químicos? Como é que foi incorporada no ensino universitário?
- Ter-se-ão verificado diferenças no que respeita ao acolhimento da Mecânica Quântica entre os físicos da Alemanha, de Inglaterra, de França, da União Soviética e dos EUA?
- Como é que se manifestam no seio da Mecânica Quântica as correntes de crítica mais gerais no que toca a ideias consagradas no decurso do primeiro quartel do século XX, e que correlações poderíamos detectar entre a génese e a consagração da Mecânica Quântica e as novas abordagens no domínio da arte, tais como, por exemplo, o cubismo na pintura?

Tentamos apontar um tema em cada um dos grandes períodos da História da Ciência. Poderia, no entanto, ter sido escolhido um só tema para ser estudado da mesma forma, mas diacronicamente — por exemplo, a geometria (euclidiana) ao longo dos séculos. As perguntas que atrás colocámos não são as únicas que podem ser formuladas a respeito desses temas concretos e os seus níveis não são unívocos. Existem muitas respostas diferentes para cada pergunta, tal como existem muitos e diferentes procedimentos de validação das respostas. As perguntas atrás, porém, são indicativas do método de divisão de um tema geral em subtemas, de modo a ficarmos de cada vez em condições de “furar” através de um tema.

A formulação de perguntas não é um procedimento “objectivo”. Não colocamos ao passado perguntas que escaparam a alguns antes de nós. A formulação de perguntas não é um exercício que tenha por finalidade colocar todas as perguntas prováveis e possíveis. Pelo contrário, são os historiadores que, com as suas teorizações a respeito da natureza, da sociedade e das pessoas, com os seus preconceitos e as suas cargas ideológicas, bem como com as suas preferências por certos aspectos da actualidade, determinam o tipo e o carácter das perguntas que colocam. Algumas vezes, e em função dos problemas que estudamos, somos obrigados a desenvolver uma argumentação baseada mais na filosofia do que na história. Pode basear-se mais na filosofia da ciência do que na história. Pode, enfim, basear-se mais na sociologia do que na história. Existem casos em que se utilizam conceitos e técnicas da psicanálise e da antropologia. A História das Ciências é um ramo interdisciplinar, e o desenvolvimento do seu próprio discurso autónomo concretizou-se através da sua relação com a filosofia da ciência, com a sociologia do conhecimento, com a antropologia e, obviamente, através da sua relação privilegiada com a história geral e as fecundas controvérsias sobre historiografia.

Deverá, finalmente, acentuar-se a grande importância que têm os argumentos e a sua coerência para determinar em que medida é aceitável uma resposta ou interpretação bem como a forma de avaliar criticamente essa resposta. A partir das perguntas que foram formuladas, verifica-se uma tendência para tornar compreensível um facto concreto ou para investigar um problema em relação a uma envolvente o mais alargada possível. Ora, quando falamos da compreensão de um facto concreto, queremos significar não tanto a determinação das causas que o produziram, mas mais a evidênciação das correlações existentes entre, por um lado, o facto concreto e, por outro, os numerosos acontecimentos e as acções mais gerais do ambiente cultural e social. A tendência para detectarmos correlações, e não para procurarmos, de

cada vez, as causas de um fenómeno, oferece-nos uma maior flexibilidade, permite-nos ser mais ousados nas nossas procuras e afasta-nos de esquemas de causalidade histórica que subentendem conclusões do tipo “tarde ou cedo, uma coisa destas tinha de acontecer”. Não se exclui, obviamente, a procura de causas. Em todo o caso, em capítulos seguintes apresentaremos muito mais argumentos contra o ponto de vista que considera que a procura das causas deve ser a ocupação exclusiva dos historiadores da ciência.

Narrando os acontecimentos e interpretando os factos

A escrita de uma obra de História das Ciências não parte de um vazio historiográfico. O tipo de problemas que nos ocupam, as perguntas que formulamos e os métodos que pretendemos desenvolver na investigação das perguntas colocadas encontram-se sempre numa relação dialéctica com o que já existe em historiografia. Isto é válido, mesmo quando nos propomos estudar temas que até ao momento não foram estudados. Como historiadores, não somos apenas transmissores de características sociais, ideológicas e culturais. Uma parte importantíssima da nossa identidade é extraída do acolhimento de certas abordagens historiográficas – mesmo quando as acolhemos com olhar crítico. Aquilo que se entende por profissionalismo é, em primitivíssimo lugar, esta teia de laços historiográficos que parecem constituir o pressuposto necessário a eventuais cortes e rupturas.

Quando os historiadores das ciências começam a estudar uma questão sentem maior afinidade com determinados estudiosos do mesmo tema ou de um tema próximo, ao passo que têm uma disposição crítica mais forte face a outros. Estão mais próximos da problemática de uns e não da de outros. Têm já formado um ponto de vista relativamente às características dos temas que começam a estudar sistematicamente, tudo isso, porém, não de forma dogmática, mas de uma maneira que lhes permita formar as suas ideias no decorrer das suas pesquisas. No tipo de questões que queremos investigar e no tipo de formulações concretas dessas questões, estão impressas as nossas preferências e os nossos compromissos teóricos ou ideológicos. Todavia, a grande diferença entre a investigação em História das Ciências e certas pesquisas que “garantem” esquemas ideológicos reside no facto de as questões que formulamos em História das Ciências traduzirem também uma ignorância original. Apesar de nessas questões estarem impressas as nossas teorizações mais gerais, o nosso objectivo não consiste em garantirmos, ou mesmo comprovarmos

essas teorizações, mas sim em darmos continuidade a um empreendimento hermenêutico, cujo ponto de partida seja, eventualmente, trabalho de outros, ou em contribuirmos para a transformação de acontecimentos verdadeiros em factos históricos, ou em justificar novas relações entre os factos. Os objectivos das nossas questões situam-se entre dois extremos, sem, no entanto, se identificarem com nenhum deles. Num extremo, o objectivo é a colocação de questões que têm como finalidade exclusiva comprovar as nossas teorizações gerais. No outro extremo, o objectivo é a colocação de questões que têm como finalidade exclusiva a elaboração de uma narração dos acontecimentos verdadeiros. Os objectivos das questões que colocamos na qualidade de historiadores das ciências não são nem o primeiro, nem o segundo, mas algo intermédio, que confere sempre ao historiador uma certa liberdade de movimentos com uma dinâmica hermenêutica [Clark 1995].

Tomemos duas das questões que anteriormente colocámos. Quais eram os factos relacionados com o processo de Galileu? Como é que se reflecte, através do processo, a relação entre ciência e teologia? À primeira pergunta pode responder-se com a citação dos acontecimentos, o que naturalmente nem sempre é assim tão simples como parece. Quase todas as pessoas que respondessem a esta pergunta narrariam os próprios factos. Existiriam, porém, discrepâncias, quer quanto à ênfase relativa que dariam aos factos quer quanto à exposição ou omissão de determinados factos, uma vez que eles não teriam todos o mesmo peso. Apesar de tudo isso, porém, estabelecer-se-ia uma concordância geral quanto a saber quais eram os factos importantes relacionados com o processo. Deste modo, diríamos que a resposta a esta pergunta depende principalmente da narração dos factos.

Todavia, a resposta à segunda pergunta depende principalmente da interpretação dos factos. Se, por exemplo, por meio da valorização dos diversos documentos, dêssemos maior ênfase ao facto de Galileu ser um piedoso praticante da religião, que fizera tudo o que fizera a fim de persuadir a Igreja a não se imiscuir nas questões científicas, preservando-a assim de ser alvo de futuras acusações, então deveríamos formular a nossa resposta, examinando as concepções teológicas de Galileu, as suas opiniões sobre religião, as suas eventuais intervenções em questões teológicas, a evolução dos pontos de vista da Igreja sobre diversos temas científicos, a posição que tomaram os Padres da Igreja na interpretação da Bíblia, o modo como o próprio Galileu considerava que a Igreja devia funcionar, se havia insígnies membros da Igreja que veriam com simpatia uma tal limitação do seu poder, etc. Por outras palavras, para respondermos à nossa pergunta inicial, deveríamos compreender os processos

que conduziram a um novo consenso entre os filósofos da natureza, como Galileu, e membros da Igreja, relativamente ao funcionamento ideológico e social da Igreja. Se, porém, por meio da valorização dos documentos, pusessemos maior ênfase no ponto de vista segundo o qual Galileu pretendia acuar o obscurantismo da Igreja, ou pretendeu mostrar que não deveríamos ter confiança nenhuma na Igreja em matéria científica, então deveríamos formular a nossa resposta, examinando o processo de contestação do domínio ideológico da Igreja, e deveríamos compreender os procedimentos de ruptura entre a instituição que é a Igreja e o porta-voz de uma instituição em vias de criação, que ambiciona adquirir competências a respeito de alguns dos temas sobre os quais a Igreja exercia tradicionalmente poder. Em ambos os casos, a nossa resposta conterá as incidências do processo na relação entre ciência e teologia, tal como nos é pedido pela pergunta que colocámos, mas existirão dois quadros de partida diversos dos quais devemos arrancar para formularmos as nossas respostas.

Como haveremos de pôr maior ou menor ênfase nas tendências óbvias de Galileu – era um piedoso praticante da religião ou pretendia acusar o obscurantismo da Igreja? Em que medida é justificada a utilização de tais hipóteses, as quais, no entanto, são decisivas para a escolha dos documentos que iremos estudar e para a construção da nossa argumentação? Na História das Ciências, não temos como ponto de partida da nossa problemática uma base-zero ideal e neutra. Muitas vezes, o ponto de partida da nossa problemática são as nossas ideias informes, as convicções que captámos das leituras fragmentárias ou sistemáticas da história, diversas opiniões cuja validade não foi suficientemente testada, “verdades” que julgamos em vigor, mas que, subsequentemente, nos apercebemos que não passam dos nossos preconceitos, bem como diversas concepções com base nas nossas problemáticas filosóficas, ideológicas, sociais e políticas mais gerais. Por outras palavras, formulamos determinadas hipóteses e esforçamo-nos por pô-las à prova. Em função das nossas conclusões, voltamos às nossas hipóteses, alteramo-las, diferenciamo-las ou tornamo-las mais elegantes. No caso de Galileu que focámos anteriormente, essas interpretações não são forçosamente contraditórias, mas funcionam em complemento. Obrigamo-nos a reformular as nossas hipóteses, as quais, subseqüentemente, são verificadas segundo critérios mais rigorosos que anteriormente. Portanto, em vez de considerarmos que Galileu seria *quer* um católico piedoso *quer* uma pessoa que pretendia acusar o obscurantismo da Igreja, poderíamos assumir que ele a respeitava, sem ser particularmente religioso. Deste modo, pretendemos “reabrir” temas que já antes foram discutidos e

problemáticas que já foram investigadas, pois, desse modo, ficam esclarecidas as nossas hipóteses de partida.

É possível que as controvérsias entre historiadores das ciências não levem à resolução de muitos dos seus diferendos. Levam, no entanto, a convencer muitos de que a verdade de tudo quanto se defende não fica revelada com a simples indicação das fontes, pelo que é um erro o ponto de vista que sustenta a ideia de que, mal são reveladas as fontes, não há motivo para que qualquer outra pessoa se ocupe delas. As polémicas, entre outras coisas, sublinham o facto de que a leitura das fontes e a sua correlação nem constituem um dado adquirido, nem obtêm, *a priori*, o consenso da comunidade dos historiadores. Tal como sucede com os historiadores, também os historiadores das ciências sabem que o acesso às fontes e a escolha das fontes adequadas, que serão utilizadas para dar resposta às perguntas colocadas, constituem a condição, necessária, sim, mas não suficiente, para formar a sua argumentação. É que nas perguntas que forem colocadas estão já contidas as orientações sobre o modo de leitura e sobre a correlação das fontes – e são estas imposições e ocorrências por vezes inconfessadas nas obras dos historiadores das ciências que, não raro, constituem o rastilho das polémicas.

Não existem temas ou perguntas “fechados” e “acabados”, cujas respostas garantam que não “se voltará a abrir” esse tema. As novas investigações trazem à superfície novos elementos, estudam em profundidade outras situações identicas e personagens que desempenharam um papel principal ou secundário na vida de certa pessoa e que esclarecem a sua ambigüidade social, etc. Em determinado momento, apercebemo-nos de que as novas investigações sobre temas diferentes daqueles que estamos a estudar formam um quadro hermenêutico no meio do qual sobressaem diversos aspectos do problema que nos interessa, aspectos que não eram susceptíveis de serem investigados no quadro em que exprimíamos a nossa problemática e formulávamos as nossas perguntas. Deste modo, voltamos atrás, ao princípio da lista das perguntas, tentamos formular respostas novas e frequentemente complementares, baseando-nos não só nas argumentações já existentes, mas também nos novos elementos, bem como nas novas investigações sobre temas semelhantes. E este processo continuará, voltando às perguntas que tínhamos colocado e respondendo-lhes satisfatoriamente com os dados do período durante o qual se efectuava a investigação particular. Será que alguma vez cessará este retornar atrás? Não creio que tal suceda, pelo menos no futuro imediato, pois seguramente os novos estudos conduzem-nos à reformulação de perguntas e à adição de novas perguntas.

Um motivo suplementar pelo qual regressamos a perguntas que já foram colocadas e às quais já foi dada resposta reside no facto de os historiadores constituírem uma parte dos processos de interpretação do passado – e não apenas pelo facto de cometerem erros, de terem preconceitos ou de pretendem utilizar a história para fins ideológicos ou outros. Os historiadores são, também eles, produtos do ambiente cultural e social no âmbito do qual cultivam a história. Deste modo, portanto, o seu olhar sobre o passado não pode deixar de ser influenciado nem pelas suas próprias problemáticas mais gerais em termos teóricos, ideológicos ou políticos, nem pelos problemas gerados pela participação activa nas controvérsias que se desenrolam entre os historiadores das ciências a respeito de obras concretas. Conforme comentaremos mais abaixo, mas também no capítulo 8, esta dependência parcial da interpretação do passado da acção do presente não tem nada a ver com nenhum dos impasses a que conduz a História das Ciências anacrónica ou hipotética.

Tudo o que atrás ficou dito não responde directamente à pergunta sobre se os historiadores das ciências devem possuir alguma teorização geral ou alguma visão do mundo como condição necessária para fazerem História das Ciências, ou seja, se deve existir alguma teoria sociológica, antropológica, psicológica, linguística ou outra, que funcione como fio condutor, na base do qual se fará a leitura do passado. Não creio que isso seja indispensável. Considero que têm sido escritas obras excepcionais por pessoas que tinham como ponto de partida compromissos teóricos concretos, mas também são igualmente excepcionais muitas obras escritas por pessoas que não estavam comprometidas com teorias gerais. Também foram escritos muitos textos problemáticos por pessoas que abordavam o passado com tais teorias, tal como existem também muitas obras com sérias deficiências, que foram escritas por pessoas que não estavam comprometidas com teorias gerais. Portanto, o compromisso com alguma teorização geral não é pressuposto necessário à elaboração de uma boa obra ou de uma representação satisfatória do passado. O objectivo, creio eu, deve consistir no cultivo de uma educação histórica que não rejeite nenhuma teorização geral, mas que se esforce por comprovar diversos pontos de vista sobre o Estado, as instituições sociais, a influência da economia, os tipos ideais weberianos, o papel da tecnologia, as lutas dos cientistas pelo poder, etc. Tão estéril é a leitura do passado sem nenhuma teorização geral, como é impraticável a sua leitura exclusivamente no âmbito de uma única teoria concreta. Que significa tudo isto? Que não devemos ter nenhuma posição teórica ou nenhuma teorização geral ao decidirmos estudar certos temas da História das Ciências? Que, qualquer que seja

a generalização teórica, ela deve necessariamente resultar do estudo empírico do passado mediante a adopção de critérios concretos de verificação? É óbvio que os argumentos acima expressos não têm por finalidade reforçar um empirismo estéril, mas sim evitar uma teorização destrutiva e um compromisso com esquemas teóricos em que é sempre fácil adaptar os dados que forem sendo recolhidos ao longo do estudo de um problema. O processo de transformação dos acontecimentos verdadeiros em factos históricos, bem como as interpretações que os tornam históricos são interações complexas, que requerem muito trabalho e persistência por parte dos historiadores da ciência, e não constituem procedimentos de validação ou de refutação de esquemas teóricos gerais.

O impasse da abordagem anacrónica

Não se exige dos historiadores das ciências que ignorem a situação actual das ciências, nem que ignorem tudo o que sabem sobre o desenvolvimento de uma ciência, quando se propõem estudar um problema histórico. A questão, por exemplo, não é saber se devemos “esquecer” aquilo que sabemos hoje, mas sim termos em mente só aquilo que as pessoas sabiam, quando surgiu pela primeira vez a teoria heliocêntrica, a fim de compreendermos mais plenamente a época que estamos a estudar. O que se pretende não é que os historiadores das ciências, ao estudarem a história da cosmologia no século XVI, desconheçam os factos a respeito do heliocentrismo e das órbitas elípticas. Pelo contrário, conhecendo o presente e as suas verdades, compreender-se-á *o passado como verdadeiro presente do passado*. Ou seja, compreender-se-ão todas as controvérsias, os ajustamentos institucionais, as interdições, as compensações, a prevalência de uma determinada teoria, o silenciamento de outras – compreender-se-á tudo isso como constituindo interações entre indivíduos que tinham diferentes critérios de verdade e pretendiam fazer prevalecer uma determinada teoria que acreditavam ser verdadeira.

O anacronismo é funesto na medida em que conduz os historiadores das ciências para a crítica e a avaliação do passado com base em valores e verdades posteriores a respeito da natureza, ensombRANDO, desse modo, a polimorfia, a policromia, a multiplicidade e as particularidades da actividade científica tal como ela se desenvolveu no passado. Muitas obras de História das Ciências que foram escritas por cientistas – e não só – tentam fazer a reconstrução lógica do passado baseadas na questão de entender como é que um

determinado problema se apresenta na época em que se encontram. Consi-
trói-se, portanto, um passado cujos factos “conduzem”, de modo racionalista,
à situação em que o cientista vive. Por isso, quando nos referimos à História
das Ciências, deve ser sempre sublinhado o facto de que o processo de com-
preensão do passado é simultaneamente um processo de compreensão dos
critérios de validação que eram os dos cientistas do passado, critérios que não
é de todo claro possuírem valor diacrónico. Os factos e os documentos do
passado têm grande importância para guiarem o nosso pensamento, e não
para completarmos a imagem de acordo com aquilo que nos parece “lógico”,
alinhando argumentos no sentido de saber como é que as coisas poderiam
(ou deveriam) ter sido. O passado é aquilo que foi, e não aquilo que poderia
ou deveria ter sido. Por outras palavras, a História das Ciências não deverá
nunca ser escrita no futuro perfeito.

Em geral, há tantas falhas no que respeita a material de arquivo que existe
sempre o risco de os historiadores das ciências se refugiarem em generaliza-
ções e em princípios teóricos, a fim de “completarem” as fontes. As generali-
zações escondem, frequentemente, lacunas que não podem ser preenchidas
pelo material de arquivo e que podem conduzir a esquemas cómodos, cuja
aceitação, pelo menos do ponto de vista metodológico, não é assim tão indus-
trial. Mas mesmo no caso de estarmos atentos e evitarmos um tal género de
riscos, a dificuldade resultante das faltas de material de arquivo e dos elemen-
tos complementares que somos levados a elaborar continua a ser um pro-
blema sério com incidências directas nas nossas tentativas hermenêuticas.
Deveremos observar que os historiadores das ciências são permanentemente
confrontados com a necessidade de preencher as lacunas que o material de
arquivo apresenta, de preencher as suas faltas inevitáveis, a fim de podermos, a
seguir, formular respostas às suas perguntas. Não é possível pretendermos dar
respostas, ainda que as mais elementares, às perguntas que colocamos, e que-
remos fazê-lo sem nos envolvermos em tal tipo de tentativas de complemen-
tação do material de arquivo. Isto não significa que o empreendimento her-
menêutico se apoie exclusivamente na nossa imaginação, a qual completaria o
material de arquivo, mas que se apoia também nas nossas capacidades de
compreendermos o quadro mais geral em que foi criado o material de
arquivo que temos à nossa disposição.

Particularmente no caso da História das Ciências, os riscos provenientes
do preenchimento de lacunas são ainda mais sérios, sobretudo por dois moti-
vos. A tradição positivista e a participação de muitos cientistas na escrita das
primeiras obras de História das Ciências geraram uma determinada consciência

historiográfica, a da continuidade, do racionalismo e da leitura anacrónica
dos desenvolvimentos. A cobertura das lacunas e o preenchimento das faltas
feitos exclusivamente com estes critérios revelaram-se absolutamente cata-
stróficos. Exige-se uma grande atenção também a um motivo adicional, rela-
cionado com as características da História das Ciências: a quase totalidade da
História das Ciências é a história de falhanços e de conclusões “erradas”. Uma
parte da verdade do passado que queremos apreender é constituído por
ideias, teorias e suposições que sabemos serem falsas (hoje e não só). Os histo-
riadores das ciências, porém, são obrigados a encarar como verdadeiras diver-
sas asserções do passado e a situarem no seu próprio quadro espaciotemporal
dados e conclusões a respeito dos quais estão hoje convencidos de que estão
errados. Se queremos fazer História das Ciências, todas essas coisas consti-
tuem uma parte importantíssima do nosso trabalho. Um elemento muito
interessante é que os falhanços, *para lá do facto de serem o resultado de interac-
ções racionais*, não são previsíveis, nem se pode, através de princípios gerais
(que, é claro, não sejam anacrónicos), perceber porque é que os cientistas, no
passado, foram conduzidos a falhanços. O preenchimento das lacunas e a eli-
minação das faltas são, obviamente, resultado não só da imaginação e da
intuição do historiador, mas também resultado das teorias e das opiniões que
ele compartilha relativamente ao comportamento humano ou à estrutura das
sociedades. Não nos interessa saber quão especializadas ou quão gerais são
essas teorias, mas elas constituem seguramente parte inseparável da cultura
dos historiadores e ajudam-nos a preencher as lacunas, propondo elementos
interpretativos, e a formar esquemas interpretativos que são contrários aos
esquemas consagrados. Essas teorias são frequentemente teorias contemporâ-
neas dos historiadores e muitas vezes reflectem a sua agenda mais geral.

Certas abordagens que são utilizadas na história anacrónica e ao mesmo
tempo a reforçam, e que correspondem sobretudo às obras de História das
Ciências escritas por cientistas, são as seguintes:

1. As diversas ideias que actualmente consideramos de vanguarda, pelo
facto de nos terem ajudado a chegarmos onde chegamos, foram igual-
mente consideradas de vanguarda pelos cientistas na época em que
foram formuladas pela primeira vez. A verdade é que nem o heliocen-
trismo de Aristarco nem o heliocentrismo de Copérnico foram consi-
derados pelos seus contemporâneos como conceitos de vanguarda. O
mesmo é válido no que respeita à afirmação de Newton sobre o carácter
corpúscular da luz. Esta constatação não tem a ver com a tese bizarra-
mente moral de que muitos cientistas foram injustiçados no seu tempo
ou que as suas ideias eram mais “avangçadas” que o seu tempo. Essas

teses traduzem também elementos de uma ideologia que engloba o ponto de vista positivista sobre a ciência, segundo o qual a verdade tarde ou cedo brilhará, independentemente de saber que tipo de acolhimento é que a sociedade reservou a tais ideias, quando elas foram pela primeira vez formuladas. Mais duas observações. A primeira é que houve muitas ideias de vanguarda que foram reconhecidas como tais pela comunidade científica, quando foram pela primeira vez formuladas. A Mecânica de Newton, tal como é formulada nos *Principia*, e a Relatividade constituem dois de entre os muitos exemplos de tal acolhimento. A segunda observação é que, mesmo que determinado cientista de indiscutível prestígio na sua época tenha formulado uma ideia que muito mais tarde voltou a ser formulada em condições completamente diversas, tal não significa que a sua ideia deva ser considerada de vanguarda. A *Óptica* de Newton foi considerada, mesmo na sua época, algo muito importante, não obstante o facto de a natureza corpuscular da luz não ter convencido os outros cientistas. O acolhimento da teoria segundo a qual a luz pode ter características que somente se explicam se ela se comportar também como corpúsculo surge muito mais tarde e em condições completamente diversas. O mesmo vale também para o atomismo: as condições em que Dalton foi levado à formulação do atomismo nada têm a ver com o quadro em que Demócrito formulou a sua própria hipótese atómica.

2. A (re)formulação de teorias do passado (e principalmente da Antiguidade e da Idade Média) em linguagem matemática e a (re)formulação automática de diversos termos como se permanecessem literalmente os mesmos ao longo de diferentes períodos históricos. A teoria de Aristóteles sobre o movimento é formulada com muita frequência por meio de símbolos, e algumas vezes compara-se à de outros filósofos e à de Newton. Deste modo, porém, mina-se a concepção mais geral de Aristóteles, segundo a qual a sua teoria sobre o movimento constituía uma parte orgânica do seu tratamento filosófico da ideia de mudança. Muitas das técnicas de Arquimedes sobre a determinação das áreas à volta de curvas de tipo diverso podem ser reformuladas com as técnicas do cálculo diferencial e do cálculo integral — mas deste modo altera-se completamente a historicidade de tais técnicas. O mesmo é válido para determinadas demonstrações de Galileu, que não perdem nada do seu rigor se forem formuladas por métodos algébricos, o que, no entanto, subestima o facto de Galileu ter formulado as suas demonstrações recorrendo a métodos geométricos, pois o seu modo de pensamento

estaria, porventura, mais identificado com as possibilidades que a geometria lhe oferecia. Todas estas coisas constituem exercícios interessantes que, no entanto, têm pouca relação com a História das Ciências.

3. Enquanto a demonstração da coerência do material de arquivo constitui um dos princípios metodológicos regulamentares da História das Ciências, os critérios de demonstração dessa coerência não são, todavia, dados adquiridos, sendo aqui possível introduzir diversos anacronismos. Os historiadores das ciências deverão levar permanentemente em consideração o facto de que coerência não significa que não existam contradições no material, que não se verifiquem recuos, que não haja raciocínios ingéniosos, simplistas e (segundo os critérios correntes) errados. A demonstração a todo o custo da coerência do material de arquivo contém, para a História das Ciências, o risco de impor um determinado ponto de vista sobre como era (ou devia ser) a prática quotidiana dos cientistas que estamos a estudar. Exemplo evidente é o facto de, passados mais de duzentos anos sobre a morte de Newton, a única maneira de demonstrar a coerência do seu arquivo consistia em ignorar completamente os seus manuscritos alquímicos e teológicos, como elementos que não tinham “relação” com a sua ciência, ao passo que mais tarde se tentou fazer uma avaliação completamente diferente da coerência do seu material de arquivo com uma nova leitura da sua contribuição para a ciência.

4. A expectativa de serem descobertas ideias incipientes em textos mais antigos que sejam consideradas como ponto de partida de novas teorias constitui uma representação do passado como expectativa do nosso próprio presente. Conduz à detecção de teorias mais antigas, que “escondiam” no seu seio as actuais — com o pressuposto mais profundo, é claro, de que as actuais são as (absolutamente) verdadeiras. Não seria exagero afirmar que, por meio de adequadas leituras de frases e passagens desgarradas da restante obra e da época de determinado criador, é possível “descobrir” elementos, pedacinhos, princípios, etc., de diversas teorias modernas. Defendeu-se, por exemplo, a ideia de que o atomismo de Epicuro e o princípio do “movimento por desvio”¹ fora a primeira aparição do princípio da incerteza.

¹ Trata-se do chamado (em latim) *dynamis*: como os átomos caíam verticalmente, nunca se encontravam para formar a matéria macroscópica, mas Epicuro introduziu a ideia de que alguns átomos (não diz como nem porque... por acaso, certamente) se desviavam da vertical, chocaram uns com os outros, e desse modo, por choques e movimentos aleatórios, foram constituindo o mundo actual. (N.T.)

5. A argumentação que põe em dúvida o tempo e o lugar da descoberta de determinados fenômenos ou entidades, uma vez que temos indicações de que os mesmos foram anteriormente detectados por pessoas que não tinham compreendido a importância daquilo que tinham encontrado – este caso tem pontos comuns com a problemática da prioridade. Existem, é claro, diferenças relacionadas com o facto de que as pessoas em cujas obras nós hoje encontramos essas indicações, quando faziam as suas experiências ou as suas observações, não tinham absolutamente nenhuma consciência do que poderia ser aquilo que tinham encontrado ou observado. Nem a comunidade científica, na época em que foram publicados os resultados dessas investigações, tinha expresso as diversas possibilidades que existiam na interpretação de certos fenômenos ou entidades em concreto, que mais tarde “foram descobertos de novo”. As novas datas de descoberta constituem as datas de nascimento desses fenômenos ou entidades. Henry Cavendish (1731-1810), no decorrer das suas experiências com ar atmosférico, com a finalidade de gerar água a partir da união de oxigénio e hidrogénio com a ajuda de faíscas eléctricas, observou que, mesmo depois da retirada do azoto, ficava sempre um pequeníssimo resíduo de gás. Esta sua observação é referida pela primeira vez por Lord Rayleigh, o qual, juntamente com William Ramsay, descobriu, em 1896, o argon, um dos gases inertes que constituem o ar atmosférico e que, pelo menos com os meios existentes naquela época, não provocavam qualquer reacção química com outros elementos. Uma parte do resíduo que Cavendish tinha encontrado era, obviamente, o argon. No entanto, nenhum dos cientistas que tinham lido o seu trabalho na época em que ele publicou os resultados das suas experiências, nem tão-pouco ele próprio, tinham insinuado ou declarado que aquele resíduo poderia ser um novo gás do ar atmosférico. Não é, por conseguinte, exacto considerarmos que quem “realmente” descobriu o argon foi Cavendish.

Os cenários hipotéticos na História das Ciências são algo que encontramos no âmbito da mentalidade do anacronismo. Saber se o processo de Galileu se teria ou não realizado no caso de ele não ter escrito o *Diálogo*, ou se a *Optica* de Newton seria publicada mais cedo no caso de Robert Hooke ter morrido mais cedo, são problemáticas absolutamente inúteis para a História das Ciências.

A História das Ciências não é aquilo que desejaríamos que tivesse sido, nem aquilo que hoje nos parece “mais natural” que tivesse acontecido no passado. Também não é aquilo que, de acordo com os nossos próprios critérios, “devia” ter acontecido, nem aquilo que, em termos gerais, poderia ter

acontecido. A história (e isto vale também para a História das Ciências) – apesar de a ênfase parecer trivial – é constituída exactamente por aqueles factos que aconteceram no passado. Naturalmente, possuem um valor particular reflexões deste tipo sobre o passado, em que se imagina como é que os factos poderiam ter ocorrido de outro modo. O seu valor está em revelar a incrível complexidade e a correlação dos factos. Se tentarmos calcular os desenvolvimentos prováveis na física, caso, por exemplo, não tivessem nascido Lorentz, ou Sommerfeld, ou Einstein, é indubitavelmente certo que não haverá acordo nenhum quer entre os historiadores quer entre os cientistas sobre a conexão dos “factos” que assinalariam estes desenvolvimentos alternativos.

Algumas vezes, a História das Ciências hipotética constitui uma ocupação particularmente cara a muitos cientistas que se ocupam de História das Ciências. É grande a tentação, pois para muitos cientistas são “evidentes” os erros que poderiam ter sido evitados, as hipóteses que poderiam “ter sido formuladas” no sentido de eliminar os impasses, os métodos de cálculo que deveriam ter sido escolhidos, de modo que daí saíssem conclusões que constituiriam indicações de que as coisas estavam “no caminho certo”, etc. Esta irresistível atracção para retocarem a História das Ciências constitui uma das mais sérias dificuldades de comunicação entre os historiadores das ciências e os cientistas. Estes últimos recusam-se a admitir que os historiadores das ciências são obrigados a perceber porque é que os diversos cientistas do passado cometeram erros e porque é que esses cientistas acreditavam que era verdade aquilo que nós hoje consideramos estar errado.

No entanto, na História das Ciências existe ainda uma categoria adicional de problemas, onde está sempre à espreita o perigo do anacronismo. Trata-se de problemas que resultam dos nossos esforços no sentido de interpretarmos os factos históricos e de descrevermos o quadro em que eles tiveram lugar. Tomemos o exemplo do processo de Galileu, que é considerado um caso paradigmático da polémica entre a ciência e a religião. Em que medida, porém, será útil uma tal classificação, para que se torne inteligível este episódio? Não se dará o caso de uma tal classificação nos predispor automaticamente para nos movermos em sentidos que têm uma função mais ideológica e que foram codificados após o processo de Galileu? Seguramente que, na qualidade de historiadores, não nos interessa nem condenar a Igreja, nem fazermos de Galileu um herói, transmissor da palavra verdadeira da ciência. Temos muitos elementos para podermos condenar a Igreja e para formos em evidência as características heroicas dos cientistas que foram injustiçados em vida. Não creio que devamos, como historiadores, tornar-nos juizes morais

do passado. Vejamos, pois, quais são alguns dos factores que deveremos ter em consideração no estudo deste episódio.

O papa que condenou Galileu foi Urbano VIII. Urbano fora o cardeal Maffeo Barberini. Era amigo de Galileu e, no decurso do processo de 1616 (ver capítulo 3), tinha garantido a Galileu que não haveria problema se ele discutisse esse tema como matemático e evitasse as implicações teológicas. Existem mesmo sérias indicações de que Barberini contribuiu decisivamente no sentido de a condenação oficial do heliocentrismo não conter a palavra *herética* na conclusão da comissão constituída por Bellarmino para esse fim. Galileu e os seus amigos ficaram entusiasmados quando, em 1623, Barberini se tornou papa, tendo Galileu dedicado ao novo papa o seu livro *Il Saggiatore*, publicado poucos meses mais tarde. Na Primavera de 1624, Galileu visita Roma, onde se encontra com altos dignitários da Igreja. Tem seis audiências com o papa. Numa carta que envia de Roma ao príncipe Cesi, Galileu escreve que o cardeal alemão Hohenzollern o informou de que à observação deste último, segundo a qual todos os heréticos eram seguidores do sistema copernicano, o papa respondera que a Igreja não tinha condenado o sistema copernicano. O *De Revolutionibus* estava entre os livros proibidos de 1616, mas só para “serem eliminadas determinadas passagens”. E, de facto, é autorizada a sua circulação em 1620.

Uma questão que deverá ser investigada consiste em saber o que é que aconteceu para que a relação de confiança mútua e de respeito que existia entre Galileu e Barberini fosse alterada. A segunda questão é a de saber como se formou a frente contra Galileu. Se tentarmos analisar esta questão exclusivamente no âmbito da problemática que pretende opor a ciência à religião, seremos conduzidos a conclusões completamente erróneas. Aqueles que desde o princípio foram absolutamente antagonistas de Galileu eram os seus colegas. A nova ciência ameaçava todos os sequazes do aristotelismo e estes constituíam a maioria esmagadora dos universitários. Os seus diferentes relacionamentos com Galileu centravam-se apenas nas questões de cosmologia. Poderíamos afirmar que essas questões nem sequer eram básicas, comparadas com tantas outras que minavam o conjunto não só da física aristotélica, mas também da metafísica. Os aristotélicos pediam a intervenção da Igreja, e a Igreja tinha interesse em não sacudir a autoridade do aristotelismo. Portanto, a contradição não era tanto entre a ciência e a religião, mas mais entre a nova ciência e a ciência que tinha sido consagrada e santificada através dos séculos.

Aqui, porém, surge mais uma questão: uma vez que todos quantos defendiam a justeza do aristotelismo se oporão a Galileu, não só muitos sacerdotes

mas também altas individualidades da Igreja que se interessavam por filosofia natural se interrogaram sobre os limites a que a Igreja estava disposta a chegar para defender os princípios aristotélicos. Existem até muitos elementos que demonstram que vários sacerdotes, como por exemplo o cardeal Carlo Conto e outros, consideravam que a interpretação das Escrituras não conduzia formalmente às teses aristotélicas. Já desde 1610 que os Jesuítas tinham posto em dúvida as teses aristotélicas e tinham declarado a sua simpatia pelo sistema do protestante Tycho Brahe, segundo o qual todos os planetas giram à volta do Sol, e o Sol (juntamente com os planetas que giram à sua volta) roda à volta da Terra, a qual está imóvel no centro do universo. Era difícil provar que uma tal solução estava errada, mesmo com as observações e os argumentos de Galileu. Aqui havia, pois, um desacordo acrescido, relacionado com dois modelos científicos diferentes com consequências teológicas diferentes, pelo que o problema, mais uma vez, não pode ser estudado única e simplesmente no âmbito da bipolarização entre ciência e religião.

Um outro parâmetro que deverá ser evidenciado num tal quadro é o das diferenças no seio da Igreja. Os diferendos entre os dominicanos e os jesuítas, não em temas de cosmologia, mas em temas não só de interpretação da Bíblia e em questões como a da graça divina, do livre-arbítrio, mas também da divina eucaristia, geraram agitação na Igreja Católica. Não era possível subestimar a hegemonia cultural no seio da Igreja, e a Física de Galileu tinha semeado novos demónios principalmente na questão da divina eucaristia, pois o seu atomismo tornava extraordinariamente incómoda a transubstanciação do pão e do vinho em corpo e sangue de Cristo. Mas também existiam diversas problemáticas relativamente às questões cosmológicas. O amigo de Galileu, Benedetto Castelli, pô-lo a par da sua discussão com Vincenzo Maculano, curador da Santa Sé, que tinha sustentado a ideia de que a questão do movimento da Terra não era susceptível de ser decidida apenas recorrendo à autoridade da Bíblia, querendo ele próprio tratar deste problema. Maculano, pouco tempo depois da discussão que tivera com Castelli, aparece como juiz instrutor no processo de Galileu! As questões relacionadas com o valor, a autoridade e a credibilidade da Bíblia, sobretudo quando se faziam referências a fenómenos físicos, constituíram, pois, mais um problema. Não parece ter existido uma posição unitária.

O adversário de Galileu, Ludovico delle Colombe, proclamava que “quando se entende a Bíblia literalmente, ela não deve ser interpretada de outra maneira”. Bellarmino, na sua resposta a Paolo Foscarini, que tinha publicado um folheto em que expendia argumentação sobre a ideia de que o

movimento da Terra não está em contradição com a Bíblia, escrevia que, se pudesse demonstrar-se que o Sol estava no centro do mundo e a Terra se movia, então deveriam ser explicados todos aqueles passos da Bíblia que parecem estar em contradição com esta tese, e deveríamos afirmar que “não os entendemos, em vez de dizermos que aquilo que foi demonstrado é um erro”. Ao mesmo tempo, porém, Bellarmino sustentou a ideia de que todas essas coisas eram questões de fé, mostrando, desse modo, a inconsistência que existia no seio da Igreja em relação à autoridade da Bíblia. Mas também Galileu, por seu lado, não parecia estar suficientemente convencido, pelo menos a julgar pelo que deixa antever o seu estudo do problema no âmbito da contradição ciência-religião. Galileu tinha fortes argumentos contra o sistema aristotélico. Isso não significa que tais argumentos conduzissem automaticamente à justeza do sistema copernicano. O sistema de Tycho Brahe, por exemplo, podia “sugar” as objecções de Galileu contra o geocentrismo aristotélico. O argumento de Galileu, segundo o qual as marés são exclusivamente o resultado do movimento da Terra, não era particularmente credível – não porque à luz dos nossos conhecimentos posteriores está errado, mas porque Galileu não o conseguiu elaborar de forma mais convincente tendo em conta os critérios da sua época. Tem importância acentuar que *referimo-nos a uma época que tinha procedimentos de validação da verdade das propostas científicas diferentes dos procedimentos actualmente em vigor e que, frequentemente, aquilo que alguém defendia baseava-se numa argumentação que era mais convincente que a contrária, sem que, porém, esta última fosse inutilizada.*

Estes são alguns dos aspectos que deverão ser estudados, a fim de compreendermos o quadro em que se situa o processo de 1633. Precisamente pelo facto de à maior parte das questões acima expostas poder responder-se em termos modernos, tem importância compreendermos os riscos que tal análise cronismo encerra. As questões relativas à autoridade da Bíblia, as diferenças no seio da Igreja sobre a maneira de interpretar a Bíblia, os critérios de validação do novo conhecimento e os procedimentos de validação da verdade das propostas científicas são, ainda hoje, objecto de certas referências. Tais referências, porém, eram diferentes no período da Contra-Reforma em Itália, e sobretudo no decorrer de um período crucial, mas também difícil para Urbano, quando se pôe em causa, no seio da Igreja, a sua capacidade de defender o Catolicismo naquela fase da Guerra dos Trinta Anos. O anacronismo não é perigoso apenas porque nos coloca na lógica de aprendermos o passado tendo por bitola os nossos conhecimentos actuais a respeito da natureza, mas também porque podemos ser levados a procurar um quadro social e

cultural tendo por bitola os modos de funcionamento actuais das estruturas correspondentes. À medida que vão mudando os nossos conhecimentos sobre a natureza, assim vão mudando também as premissas sociais e culturais dos factos que estamos a estudar.

Tentemos agora proceder a uma investigação mais sistemática de diversos aspectos da Revolução Científica.

Traçando o quadro da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII

Alexandre Koyré declarou em 1943 que a Revolução Científica foi a “mais profunda revolução – simultaneamente sucesso e provação – do espírito humano”. Poucos anos mais tarde, em 1948, Herbert Butterfield escrevia que a Revolução Científica relegou para a sombra “todo e qualquer fenómeno que se seguiu à ascensão do Cristianismo, rebaixando o Renascimento e a Reforma para a classe de simples episódios, de simples reajustamentos internos no sistema da cristandade medieval”². Por outro lado, Richard Westfall (1924-1996) [Grant 1997, Osler 1997], muitos anos mais tarde, em 1996, no último artigo que escreveu antes da sua morte, acentuava, retivamente à Revolução Científica: “Estou convicto de que não existiu uma mudança mais fundamental na história da cultura europeia.”³ Nem todos os historiadores das ciências, porém, compartilham do mesmo ponto de vista. Steven Shapin, um dos pioneiros da construção social, declarou que “a Revolução Científica nunca existiu, e este é um livro que explica porque”⁴.

Exageros? Evidentemente. Estas opiniões, porém, indicam que a investigação dos problemas relativos ao período dos séculos XVI e XVII gerou temas históricos e historiográficos que funcionaram como elementos reguladores na formação da comunidade dos historiadores da ciência. A investigação da temática, a activação de novo material de arquivo, a legitimação de novas questões, a formulação de novas abordagens e, de tempos a tempos, as avaliações inovadoras de certos aspectos da Revolução Científica sublinham não só o interesse permanente dos historiadores das ciências por este período, mas também o facto, incontestável para muitos, de que o período da Revolução Científica continua a ser, como acentua Richard Westfall [Westfall 2000], a ideia básica que conduziu à formação da História das Ciências. Trata-se de

² Butterfield 1983, p. 9.

³ Westfall 2000, p. 43.

⁴ Shapin 1996, p. 1.

um ponto de vista com o qual muitos concordam, independentemente de saber se todos estudam da mesma maneira os problemas desse período, e independentemente de saber se todos estão de acordo quanto à localização dos princípios da ciência moderna apenas durante esses anos.

As questões

Formulemos agora algumas questões que abrangem uma parte importante do leque dos problemas investigados relativamente ao período da Revolução Científica.

- Terá realmente existido um período que possa ser delimitado e considerado como o período da Revolução Científica? Essa delimitação é feita habitualmente por razões práticas. Quais são, porém, alguns dos critérios que nos levam a proceder a uma tal periodização?
- O estudo da natureza, antes dos meados do século XVI, não tinha quase nada de comum com o estudo da natureza consagrado depois de meados do século XVIII. Tão errado seria afirmarmos que a Idade Média tardia não contribuiu para a preparação desta mudança, como errado é afirmarmos que a Revolução Científica constituiu o desenvolvimento “natural” das tendências que detectamos na Idade Média tardia. As continuidades na História das Ciências só se tornam compreensíveis através da compreensão das rupturas e das descontinuidades, e não é possível compreender historicamente (mas apenas anecdoticamente) as descontinuidades, se estas não forem estudadas juntamente com as continuidades. Portanto, se em cada período os elementos de continuidade coexistem com elementos de descontinuidade, como é então possível justificar a autonomização de períodos, autonomização essa que se deve, em grande parte, a um certo primado que atribuímos aos elementos de descontinuidade? Quais são os elementos de continuidade e de descontinuidade no caso da Revolução Científica?
- Em que medida é que as características que atribuímos à Revolução Científica são características que os protagonistas desse período tentaram consagrar conscientemente ou são, antes, características que, entretanto, a ciência moderna adquiriu e cujos princípios transferimos para os séculos XVI e XVII? Em que medida é que os títulos das obras que foram escritas nesse período nos ajudam a compreender este problema?

Quais são as relações da história da Revolução Científica com a História da Filosofia? Em que consiste o empreendimento de Descartes e até que ponto influenciou a criação de descontinuidades no século XVIII? Em que consiste o programa baconiano e como foi possível a sua materialização?

Quais eram as opiniões dos diversos protagonistas desse período a respeito da história e, em particular, quais eram as suas opiniões não só a respeito da Antiguidade, mas também a respeito da Idade Média? Qual era a posição da filosofia aristotélica no quadro do empreendimento que esses protagonistas pretendiam levar a cabo? Foi considerada como algo que devia ser completamente eliminado e substituído por um novo sistema? Foi considerada como algo do qual deveriam ser selecionados certos elementos, que ajudariam na edificação do novo sistema, o qual, no entanto, seria radicalmente diferente do sistema aristotélico? Foi considerada como algo que poderia ser reformado e modernizado? Em que medida é que os filósofos da natureza acreditavam que deveriam ultrapassar a tradição escolástica que tinha modelado uma determinada cultura sobre o modo de estudar os fenômenos físicos?

Quais eram as estratégias dos diversos protagonistas a respeito da construção da nova filosofia da natureza? Qual era o papel das referências a Aristóteles ou aos textos herméticos? Em que medida é que, no processo de consagração da nova ciência, os seus protagonistas fizeram a opção de se aliarem a outros adversários do aristotelismo, cujos pontos de vista, porém, continham elementos não racionalistas e metafísicos? Em que medida é que o objetivo de consagrar uma nova filosofia da natureza era independente da luta, por todos os meios, contra o aristotelismo? Em que medida é que a crítica ao aristotelismo no século XVI, era o resultado, *também*, da forte presença do neoplatonismo, das correntes neopitagóricas e do hermetismo? Como é que o empreendimento científico, enquanto empreendimento em amadurecimento – à medida que se vai libertando da metafísica –, se concilia com a adopção de novos princípios metafísicos provenientes da ciência no decorrer dos séculos XVI e XVII?

Como é que o particular se transforma em geral? Por outras palavras, como é que a necessidade de legitimação dos novos cânones para o estudo da natureza eliminou gradualmente o estudo da natureza como empreendimento particular e pessoal? Como é que, pouco a pouco, os

- intelectuais desse período começaram a autonomizar-se em relação à cultura da escolástica? Como é que se alterou gradualmente o perfil do filósofo da natureza, o qual já não pertencia à categoria muito concreta de homens que tinham uma relação privilegiada com o conhecimento – algo que frequentemente significava uma leitura específica dos textos antigos e das Escrituras?
- Como é possível considerarmos a alquimia como uma parte orgânica das interações que ocorreram no decorrer da Revolução Científica, e não como um eco de uma prática do passado? Podemos distinguir elementos de alquimia no desenvolvimento das ideias de Newton a respeito da gravitação universal, cujas primeiras formulações surgem a partir de 1666?
- Quais as relações das práticas desenvolvidas pelos magos com aquelas que foram designadas por física experimental?
- Dada a prevalência das novas ideias, que conformam um novo enquadramento para o estudo da natureza nos séculos XVI e XVII, que correlações concretizam com o social? Como é que essas correlações sintetizam as novas práticas dos filósofos da natureza?
- Que significa exactamente o facto de a nova ciência ter constituído um campo privilegiado para as novas camadas sociais? Quais eram as suas actividades sociais? De onde começaram a retirar o seu poder económico e as suas referências ideológicas?
- Qual é o historial da fundação das novas instituições, nas quais os filósofos da natureza se relacionaram? Quais são as novas formas de comunicação consagradas pela comunidade em formação? Quais são as características concretas das diversas academias e associações?
- Qual era a estrutura das instituições de ensino na Idade Média tardia e como é que foram influenciadas pelos grandes rearranjos religiosos e sociais do século XVI? Qual foi a sua estrutura e os seus conteúdos no decorrer da Revolução Científica? Quais foram os motivos por que as instituições universitárias não lograram desempenhar um papel de primeiro plano no decorrer do século XVII? Através de que interações é que a nova filosofia da natureza se inseriu nas universidades? Como é que ganhou forma a relação entre, por um lado, as universidades, e, por outro lado, as academias e as associações científicas?
- Quais as características das novas relações de poder? De que modos é que o poder sobre a natureza, que constituiu uma das novas caracterís-

- ticas da actividade dos filósofos da natureza se transformou gradualmente em poder sobre as pessoas?
- Em que termos deverá ser estudada a relação da teologia com a nova filosofia da natureza, da ciência com a religião, dos filósofos da natureza com a Igreja? Em que termos se processam as conversações entre os “dois pólos” sobre um conjunto de questões teóricas, institucionais e sociais? Como é que se constituem e quais são as novas formas de poder geridas pelos filósofos da natureza? De que modos se concretiza localmente a coexistência conflituosa dos “dois pólos”?
- De que modos é que a Igreja contribuiu para a gradual legitimação das novas ideias? Como é que se formaram as alianças entre elementos da Igreja e grupos de filósofos da natureza, e como é que essas alianças encararam a reacção de uma aliança diferente entre elementos eclesásticos e outros grupos de filósofos da natureza? Como é que essas alianças foram mudando através do tempo? Quais foram, por exemplo, os motivos de um acolhimento tão entusiástico por parte dos jesuítas, em 1611, das descobertas feitas por Galileu com o telescópio? Quais foram os motivos da tão dura oposição ao mesmo Galileu, agora por parte dos professores do Collegio Romano, durante o processo de 1633?
- De que modos é que a Igreja contribuiu activamente para a formação das novas práticas da filosofia da natureza? Em que medida é que pelo menos certas igrejas se tornaram lugares de culto das novas ideias e práticas? Como é que se interpreta o facto de muitas igrejas cristãs revelarem inscrições e intervenções arquitectónicas que confirmam também a sua utilização como lugares de observações astronómicas?
- Quais são aquelas características da Reforma de 1516 e das posteriores reacções da Igreja Católica que definiram um novo quadro ideológico, social, mas também teológico, para o estudo dos fenómenos físicos? Quais foram as diferenças entre as figuras de proa do movimento da Reforma? Como é que esse movimento se manifestou nas universidades? Como é que se manifestou nas diversas partes da Europa? Como é que se manifestou nas obras filosóficas? Como é que se manifestou nas obras de filosofia da natureza? Que posições é que a Igreja Católica adoptou a fim de responder às acusações dos reformistas? A que questões teológicas foi dada resposta? Que outros temas foram elucidados?
- Que foi o movimento da Contra-Reforma e como é que ele influenciou não só o desenvolvimento mas também a circulação das novas ideias científicas entre os católicos?

Qual foi o ponto de vista dos diversos filósofos da natureza relativamente aos modos pelos quais se adquire o novo conhecimento e quais os critérios de validação desse conhecimento? Através de que interações é que a experimentação foi legitimada como sendo aquela prática que cria as áreas de produção de conhecimento da natureza e de controlo da validade desses conhecimentos? Qual o carácter das divergências que surgiram e como é que foram resolvidas? Qual o papel gnosiológico das instituições na produção do novo conhecimento e qual o seu papel na formação de uma nova prática? Como é que se consagram as práticas de testemunho colectivo dos resultados experimentais e das demonstrações experimentais nos lugares públicos?

As interações do período da Revolução Científica concretizam-se fundamentalmente na Europa Ocidental e numa zona essencialmente compreendida entre Florença, Paris, Londres, Edimburgo, Leiden, Bélgica e Pádua. Que é que, porém, aconteceu nas outras regiões da Europa? De que modos se deu a introdução das novas ideias na Península Ibérica, na Rússia ou no Império Otomano? De que modos é que os intelectuais que actuavam nessas sociedades se apropriaram das novas ideias e desenvolveram uma linguagem própria no quadro não só das tradições filosóficas e teológicas locais mas também das limitações sociais locais?

Será a Revolução Científica um conjunto de características que surge somente na Europa? Qual era a situação das “ciências” na China, na Índia, mas também no mundo árabe naquela época? Existirão “características europeias” que contribuam para a concretização da Revolução Científica?

A retórica dos textos não constituía, habitualmente, objecto de estudo na História das Ciências. Muitos historiadores consideravam que a credibilidade das diversas teorias decorria da sua rigorosa estrutura lógica em conjunto com a confirmação experimental das previsões dessas teorias. E, no entanto, ao relemos muitos dos textos clássicos da Revolução Científica, apercebemo-nos de processos de persuasão muito mais complexos do que a simples apresentação das novas teorias e dos dados experimentais de um modo logicamente consequente. O acolhimento das novas hipóteses, dos novos modos de investigação e de medição e das novas questões que deveriam interessar aos filósofos da natureza requeria a construção de um procedimento

extraordinariamente complexo, em que a retórica desempenhava um papel importante. Poderemos nos falar de estratégias retóricas desenvolvidas por alguns dos protagonistas da Revolução Científica?

Habitualmente, identificamos a instituição do mecenato com os artistas do Renascimento. Considera-se que foi uma instituição que assegurava os meios de vida aos artistas, que se dedicavam a tempo inteiro à sua obra criativa. Uma tal interpretação tem alguns elementos verdadeiros, mas não é a única. O mecenato constituía uma instituição de protecção dos artistas contra os seus adversários, quer estes fossem adversários por motivo de querelas pessoais quer por motivo de divergências relativamente às ideias que um artista manifestava através da sua obra. O mecenato conferia igualmente prestígio social ao patrono, quando este tinha sob a sua protecção e ao seu serviço figuras importantes da época. Não só na arte mas também na ciência o mecenato desempenhou um papel acrescido. Contribuiu para o processo de legitimação das novas ideias e dos novos estilos. Qual foi o papel da instituição do mecenato na incrementação e na consagração das novas ideias e das novas práticas no decorrer da Revolução Científica? Tinha o mecenato a mesma forma em todas as sociedades da Europa?

Qual a relação das novas ideias científicas com as tecnologias e técnicas desse período?

A designação *Revolução Científica* aplica-se convencionalmente ao período de cerca de 150 anos que vai desde a publicação da obra de Copérnico *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (*Sobre a Revolução das Esferas Celestes*), em 1543, até à publicação da obra de Newton *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (*Princípios Matemáticos da Filosofia da Natureza*), em 1687. É óbvio, naturalmente, que não podemos “apertar” em quadros cronológicos rigorosos factos e interações tão importantes para a caminhada da Europa; nem o estudo desse fenómeno pode esgotar-se no estudo da obra e da vida dos intelectuais que viveram e actuaram única e exclusivamente no decorrer desse período. Nesse período viveram não só Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Francis Bacon, William Harvey, William Gilbert, Johannes Kepler, Galileu, Descartes, Robert Boyle, Isaac Newton, mas também Pierre Gassendi, Robert Fludd, Robert Hooke, Christian Huygens, Giovanni Borelli e Edmund Halley. As obras teóricas e as acções destes homens contribuíram decisivamente para a mudança radical do modo como se processariam, daí em diante, não só o estudo dos fenómenos físicos, a validação dos novos conhecimentos

adquiridos a partir do seu estudo, a transmissão desse novo conhecimento, a resolução dos diferendos, mas também a formação das instituições sociais no quadro das quais se realizou e se legitimou o conjunto dessas novas práticas. Neste período, têm o seu ponto de partida todos aqueles elementos que constituem aquilo a que chamamos ciência moderna e que se diferencia da filosofia escolástica.

A designação *Revolução Científica* foi pela primeira vez aplicada provavelmente em 1939 por Koyré. O livro de Rupert Hall *The Scientific Revolution 1500-1800: The Formation of the Modern Scientific Attitude*, de 1954, é o primeiro que apresenta a designação *Revolução Científica* no título. Todavia, a compreensão de muitos aspectos da *Revolução Científica* é impossível sem o estudo sistemático das consequências de várias ordens da Reforma, que, no entanto, começa mais cedo do que 1543. Por outro lado, fica incompleta a nossa imagem da *Revolução Científica*, se não se englobarem diversos factos do primeiro quartel do século XVIII, como a polémica entre Newton e Leibniz sobre a natureza do espaço ou a polémica sobre a *vis viva*, ou a aplicação sistemática do cálculo diferencial e dos integrais na matemática.

As designações com que nos referimos a este período dificultam, por vezes, o estudo dos problemas da época. Os sentidos dos termos *ciência*, *científica*, *revolução* são hoje radicalmente diferentes do sentido que estas palavras tinham nos séculos XVI e XVII. Aquilo que foi cultivado naquela época era a filosofia da natureza e não a ciência. Utilizarei as designações *ciência* e *filosofia da natureza* como sinónimas. No entanto, apesar das distorções que os anacronismos deste tipo acarretam, distinguimos, no período da *Revolução Científica*, muitos dos elementos não só metodológicos e conceptuais, mas também institucionais, da ciência moderna tal como ela foi então formada. Esta constatação deve ser complementada com a sua "simétrica". Muitos e extraordinariamente interessantes estudos têm lançado por terra a concepção de que a Idade Média foi um tempo de obscurantismo, em que nada digno de nota aconteceu nas ciências. A Idade Média, através de interacções excepcionalmente complexas, "preparou" a *Revolução Científica*.

Naturalmente, as afirmações de que no século XIV se faz uso da matemática por formas que nos fazem lembrar idêntico uso no século XVII, bem como a detecção, ainda no século XIII, de experiências que se realizaram por processos idênticos às experimentações do século XVII, não significam, de modo nenhum, que se retire a *devida autonomia* do período da *Revolução Científica* e que prevaleçam apenas os elementos de continuidade no estudo desse período, e isto porque, no decorrer da *Revolução Científica*, houve uma

diferenciação global das nossas concepções a respeito da análise matemática da natureza, a respeito do modo de lhe arranjar as suas particularidades e leis e a respeito das formas de validação dos novos conhecimentos. A razão pela qual estudamos o período da *Revolução Científica* não reside apenas no facto de distinguirmos ainda hoje nas ciências as mesmas características com que elas se constituíram no século XVII, nem de nos interessarem os pressupostos e as continuidades vindas dos períodos precedentes. O período da *Revolução Científica* é um período durante o qual os seus protagonistas, juntamente com os restantes filósofos da natureza, participaram conscientemente nos processos de compreensão dos mecanismos da natureza, no empreendimento de consagração de novas concepções a respeito da natureza, na reformulação, enfim, das relações dos homens com a natureza, bem como da relação entre a teologia e a filosofia. É por isso que nos interessa compreender as características deste período, que é que exactamente aconteceu, porque é que aconteceu e qual a razão por que aconteceu em determinado lugar e período.

Nenhuma abordagem, por muito irreprensível que seja a argumentação e por muito completos que sejam os documentos em que se apoia, está em posição de afirmar que é capaz de tratar os diversos temas do período da *Revolução Científica* de modo a não deixar margem para o seu estudo através de outras abordagens diferentes. Pelo contrário, precisamente porque temos de nos confrontar com um período tão complexo, com um período denso em factos sociais e políticos, mas também cheio de propostas e práticas que dão forma a uma nova maneira de ver, de entender e de tratar os fenómenos físicos, todas essas abordagens se completam mutuamente e projectam uma imagem que não se distingue por uma única característica predominante. É um período durante o qual os elementos de continuidade coexistem com os elementos de descontinuidade, e em que a ruptura com o aristotelismo não é capaz de eliminar as tentativas de formação de uma nova corrente neo-aristotélica. A consagração do racionalismo processa-se através de um quadro de coexistência das tradições não só neopitagóricas mas também herméticas. Através de diversos desenvolvimentos, surge a necessidade de uma interpretação menos rígida das Escrituras e regressa a tradição patristica da sua interpretação. Factos políticos e sociais redefinem e restringem a influência política da Igreja Católica. O empreendimento no sentido da renovação do discurso filosófico é acompanhado pela consagração de novas práticas de observação da natureza. A tradição escolástica de investigação do novo conhecimento é substituída pelo estabelecimento gradual da prática experimental. A ocupação com a natureza e a compreensão dos fenómenos naturais já não são

uma ocupação e um cuidado privados, mas sim uma prática que se torna legítima na medida em que possa exprimir-se publicamente. O significado das leis da natureza afasta a ênfase posta nos princípios poéticos. É gradualmente consagrada a tradução matemática dessas leis. É redefinido de forma radical aquilo que deverá ser considerado "natural" no estudo dos fenômenos físicos. A consagração gradual do sistema heliocêntrico desaloja o antropocentrismo e o lugar privilegiado dos homens no Universo, uma concepção que o sistema geocêntrico reforçava. No novo Universo infinito não existe qualquer diferença entre as leis que regem os fenômenos na Terra e aqueles que se dão no recanto mais remoto do Universo. A invenção de dois instrumentos, o telescópio e o microscópio, abriu horizontes completamente novos à prática observacional. Pela primeira vez depois de muitos séculos, as universidades deixam de ser as exclusivas instituições de gestão do conhecimento e são criadas, para os mesmos fins, novas instituições, como as associações científicas e as academias, juntamente com as revistas que elas editam, e cuja estrutura e modo de funcionamento reflecte as novas exigências de gestão do novo conhecimento. Em resumo, no decorrer da Revolução Científica transformaram-se globalmente a visão da natureza, enquanto forma de cultura, e os modos de aquisição do novo conhecimento da natureza bem como as instituições de gestão ideológica e social deste novo conhecimento.

Muitos historiadores das ciências têm investigado pelo menos alguns problemas deste período, o qual constituiu o campo privilegiado do relacionamento de historiadores das ciências com a comunidade científica, sobretudo com os físicos, os astrónomos, os matemáticos, os químicos, os biólogos, os médicos, mas também com os filósofos. Este relacionamento funcionou ideologicamente, ao definir de modo legítimo um ponto de partida cómodo para o estudo da ciência moderna. O elemento mais importante, porém, está em que as investigações e indagações dos problemas deste período conduziram a novas propostas historiográficas – poderíamos até afirmar que as propostas historiográficas que surgiram de tempos a tempos se desenvolveram e foram controladas mediante tentativas que surgiram no sentido de se investigarem e de serem dadas respostas a novas categorias de questões respeitantes à Revolução Científica. [Ver sobretudo Cohen F. 1994, onde são apresentadas as diversas abordagens historiográficas sobre a Revolução Científica, e Henry 1997, onde se dá uma visão retrospectiva dos temas relativos à Revolução Científica. Em ambos há uma extensa bibliografia, que em Henry é comentada. Além dos trabalhos clássicos, Duhem 1913-1959, Hessen 1931, Koyré 1939-1940, Koyré 1968, Merton 1970, Zilsel 1941-1942, sobre análises interessantes,

ver Ben David 1965, Blumemberg 1987, Burt 1967, Butterfield 1965, Cohen I.B. 1985b, Dear 1995, Dijksterhuis 1961, Hall A. 1981, Hall A. 1983, Hall M. 1965, Hooykass 1987, Huff 1993, Lindberg e Westman 1990, Neusis 1994, Osler Shapin 1996, Westfall 1971.]

A nova filosofia da natureza

A formação da ciência moderna no período da Revolução Científica realiza-se num quadro ideológico, social e político de uma fluidez mais geral. No decorrer dos séculos XVI e XVII, os acontecimentos são tão densos e complexos e as suas incidências nos desenvolvimentos posteriores na Europa tão determinantes, que é óbvio que os historiadores que se ocuparam sistematicamente da Revolução Científica – como um dos aspectos da história europeia – desenvolveram abordagens e interpretações diversas a respeito de muitos dos problemas de que se ocupam os historiadores das ciências.

A Reforma de 1517 constituiu um dos factos que deixaram marcas indeléveis na caminhada futura da Europa. Foram muitos aqueles que, já desde a época do movimento humanístico da Idade Média tardia, apontavam diversas fragilidades no funcionamento da Igreja. Lutero deu um passo mais à frente: não só estigmatizou a corrupção da Igreja, como considerou que os problemas tinham também raízes teológicas. A Igreja, segundo Lutero, tinha um ponto de vista absolutamente errado relativamente às questões da redenção e da graça. Lutero acusava a hierarquia da Igreja Católica de ter inserido a questão da divina graça num sistema de benefícios e favores. O papa, segundo Lutero, não tinha nenhum poder sobre a questão do Purgatório, nem o sistema de indulgências se fundamentava no Novo Testamento. Perante uma instituição como a Igreja Católica, cujo domínio ideológico, social e político foi durante tantos séculos quase absoluto no espaço a que chamamos Ocidente Latino, a Reforma acarretou, dos pontos de vista teológico e ideológico, consequências destrutivas para a Europa. E como, por outro lado, o movimento da Reforma teve repercussão em quase todas as camadas sociais, e mesmo em personalidades colocadas em altos graus da hierarquia da Igreja, a Igreja viu-se obrigada a opor-se à gravíssima ameaça ideológica, social e política proveniente da instituição da Reforma.

O conjunto das reacções da Igreja Católica ao movimento da Reforma é conhecido por Contra-Reforma. A fundação da Santa Inquisição, em 1545, com o objectivo de combater as heresias, as resoluções do Concílio de Trento,

de 1545 a 1563, e o envio de missionários às diversas partes do mundo a fim de converter as populações locais constituem os elementos mais importantes da Contra-Reforma. A Contra-Reforma impôs-se a todos os sectores, teológicos, políticos, sociais – não, em todo o caso, com admoestações e conversi-nhas amigáveis a cobrirem subitil matizes semânticos! Note-se que o papa Paulo III, que foi o papa a quem Copérnico dedicou o *De Revolutionibus*, foi quem insistiu em que a única forma de enfrentar a crise seria convocar um sínodo eclesástico que examinasse todas as questões que se tinham levantado – e em primeiro lugar as questões teológicas colocadas pelos protestantes. Apesar de as elucidações teológicas terem funcionado positiva e pacificamente no seio da Igreja Católica, e apesar de agora os ministros da Igreja disporem de meios teóricos para enfrentar os protestantes, a concretização das resoluções não foi um processo pacífico. Onde o catolicismo considerou que estava a ser posto em causa, impôs-se de maneira violenta. Nada disso, porém, evitou a criação e o reforço de novas entidades sociais e políticas, especialmente no espaço a que hoje chamamos Alemanha. Em todo o caso, com o fim do Concílio de Trento em 1563, começou a ficar claro que a Igreja Católica seria ameaçada ideologicamente e também do ponto de vista político-militar por um conjunto de estados e pequenos países, que já tinham começado a alinhar fortes contradições entre si.

Esta situação extraordinariamente complexa que varreu a Europa Central conduziu à Guerra dos Trinta Anos, de 1618 a 1648. Os historiadores não são capazes de se porem de acordo sobre se a guerra solucionou algum dos importantes problemas que constituíram a suas causas. Todos, no entanto, estão de acordo em que o fim da guerra com o Tratado de Westfália em 1648, significou, essencialmente, a aceitação por parte da Igreja Católica de um pluralismo religioso na Europa Ocidental. Onde anteriormente havia apenas a Europa católica, agora tinha-se imposto também o protestantismo nas suas diversas expressões.

O outro grande facto que marca a Europa é a guerra civil na Inglaterra, entre 1642 e 1651. Simplificando novamente as nossas constatações, podemos dizer que esta guerra se desenrolou entre os defensores da monarquia e os defensores do parlamentarismo – não, é claro, tal como o conhecemos na sua forma mais moderna após a Revolução Francesa. Os reajustamentos, porém, prosseguem durante muitas décadas após o termo formal da guerra civil, ou seja, num período que coincide com a intensa actividade dos filósofos da natureza, como é o caso de Newton, na Inglaterra.

Não são, no entanto, somente estes factos que contribuem para as mudanças na Europa. As colónias tornaram-se, para muitos europeus, uma fonte de riqueza – algo que se traduz também por um impressionante desenvolvimento do comércio na Europa. O afrouxamento do controlo asfixiante de diversas interações sociais por parte da Igreja Católica cria espaços que são reivindicados por novas camadas sociais, e as guerras que não podem desenrolar-se sem alianças internas reforçam o papel dessas novas camadas. A nova cultura científica encontra terreno favorável nas suas reivindicações, e as novas camadas sociais encontram no proclamado utilitarismo da nova ciência um aliado dos seus próprios objectivos e propósitos sociais e políticos.

Os historiadores das ciências que estudam este período, embora concordem quanto à importância dos factos para a formação do novo discurso científico, têm sérias discordâncias entre si no que toca às formas concretas como esses factos influenciaram a formação do novo discurso científico, tal como no que toca ao peso relativo que cada facto teve no desenvolvimento das ideias científicas. Mas quando nos referimos aos estudos e às diversas abordagens da Revolução Científica, isso não significa que todos os historiadores das ciências investiguem as mesmas questões, as mesmas personalidades e os mesmos problemas. Conforme já foi acentuado, as diversas abordagens funcionam complementarmente, e as características e generalizações que acima referi em relação a esse período constituem características que, em boa parte, têm a aprovação da comunidade de historiadores da ciência.

As diversas abordagens historiográficas que começaram a ser testadas depois dos meados da década de 1980 conduziram ao estudo combinado de diversos aspectos da Revolução Científica – cada um dos quais foi investigado separadamente, no que se refere à evidência das dimensões sociais da Revolução Científica, ao conhecimento profundo que adquirimos sobre esse período com a utilização de métodos provenientes da história económica ou da antropologia social, bem como no que se refere à redefinição desse empreendimento tão complexo: o empreendimento que visa consagrar a nova filosofia da natureza dos séculos XVI e XVII não se identifica plenamente com aquilo a que, subsequentemente, chamamos ciência, e a História das Ciências não deverá esgotar-se exclusivamente no estudo das novas ideias dinâmicas que detectamos naquele período e que apresentam uma certa correspondência com a *actual concepção que temos sobre o que é a ciência*. As ideias, as diversas práticas culturais que têm por objectivo a compreensão, a interpretação e o controlo da natureza, bem como as diversas concepções sobre a natureza enquanto objecto de estudo formam uma teia extraordinariamente

complexa com miríades de interacções com os factos sociais e políticos de impressionante intensidade na Europa. Independentemente dos modos como foi historiograficamente formada a Revolução Científica, as práticas culturais que lhe deram forma não parecem ter tido os mesmos objectivos e, naturalmente, as mesmas características que aquilo que hoje consideramos ser a ciência.

A obra-mestra desta problemática foi o livro de Steven Shapin e Simon Schaffer *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*, publicada em 1985. Os seus autores, através do estudo das experiências de Robert Boyle (1627-1691) com a bomba de vácuo, centraram-se na polémica de Boyle com Thomas Hobbes (1588-1679). Investigaram a relação entre dois procedimentos aparentemente desligados: as formas como se desenrolam (ou devem desenrolar) e como terminam (ou devem terminar) as polémicas científicas, e as formas como a sociedade inglesa, depois da guerra civil, encarava a imposição da ordem e a criação de um clima consensual em relação ao acolhimento da nova ordem de coisas. Em meados do século XVII, as normas do método experimental não estavam nem autoprovadas nem autocompreendidas. Boyle, segundo os autores, foi a pessoa que conseguiu codificá-las e as interacções que contribuíram para a sua codificação implicam o debate e o acordo entre os filósofos da natureza sobre o que é que constitui um acontecimento ou um facto científico. A análise de Shapin e Schaffer conduz à conclusão de que a constatação de um facto científico, excepção feita, obviamente, da observação da natureza de um modo concreto, está também relacionada com o resultado dos procedimentos de discussão entre os cientistas.

Boyle, no intuito de convencer Hobbes relativamente aos resultados experimentais e às medições que tinha efectuado com a bomba de vácuo, sustentou que as suas experiências eram públicas, que tinham acesso a elas todos quantos quisessem, que eram passíveis de ser repetidas por qualquer pessoa e que estavam isentas da procura de causas finais. O cerne do seu pensamento era a possibilidade de se chegar a um consenso. Hobbes sustentava vigorosamente que os cientistas deveriam *em primeiro lugar* “depurar” os princípios com base nos quais deveriam ser julgados os resultados experimentais, e *depois* julgarem se, em cada momento, os resultados são coerentes com os princípios formulados. A argumentação de Boyle segundo os autores era equivalente às aspirações dos chefes da Restauração – entre os quais estavam eminentes membros da *Royal Society of London* – a favor da imposição da nova ordem de coisas. Boyle sustentava que os próprios resultados das experiências, quando estas fossem públicas e pudessem ser reproduzidas por quem

quisesse, não podiam ser objecto de polémica. Segundo os autores, esta polémica não dizia exclusivamente respeito às áreas relativamente restritas da Física experimental ou da ciência experimental, mas tratava-se essencialmente de uma polémica relativa às vantagens de duas diferentes “formas de vida”, de dois diferentes pontos de vista sobre como deveria funcionar a nova sociedade após a Revolução: com obediência (ou submissão) a determinadas regras, ou através de processos consensuais.

A crítica – principalmente aos elementos ontológicos do aristotelismo, aos elementos metodológicos do escolasticismo, à interpretação dos fenómenos físicos tomando como critério exclusivo as Escrituras – juntamente com a oposição à existência de uma “ciência” de interpretação dos fenómenos físicos cujo transmissor era a Igreja formam os elementos constituintes da estratégia consciente que conduziu à formação da comunidade científica moderna na Europa e à concretização da sua linguagem estatutária. Tentemos desenvolver algumas das características deste período.

No decorrer da Revolução Científica e através de procedimentos multilaterais, foram formuladas e, seguidamente, legitimadas as *novas regras* do exercício da Física. Onde anteriormente procurávamos as causas geradoras dos fenómenos, agora deveríamos procurar as leis da natureza que regem os fenómenos. Onde anteriormente a descrição qualificativa das características de um fenómeno era suficiente e os esquemas teóricos propunham interpretações dessas características qualitativas, agora cada descrição deveria utilizar a linguagem exacta da matemática e prever a quantidade de grandezas que ainda não tinham sido medidas ou as características de novos fenómenos que ainda não tinham sido observados. Onde anteriormente havia a exibição dos fenómenos para se apontarem as suas características qualitativas, agora deveriam planear-se experiências que pudessem ser repetidas e nas quais pudessem ser efectuadas medições exactas.

Não se fazem experiências somente para “se confirmarem” ou “se desmentirem” teorias, mas também para se efectuarem medições exactas, que ponham em evidência novos fenómenos e novas características de fenómenos conhecidos. Na formação da nova linguagem científica, o que foi decisivo não foi apenas o lugar dominante da experimentação, mas também a importância dos números no processo experimental e, daí, a definição de um campo objectivo – o das medições quantitativas e da possibilidade da sua repetição por outrem –, sendo possível voltar a medir-se tudo. A *prática experimental* adquire carácter público, dirige-se a muitas pessoas e convida-as a participar em procedimentos análogos, contribuindo decisivamente para a mudança de

uma mentalidade que queria apenas que uns poucos iniciados conhecessem (devessem conhecer) os segredos da natureza. A publicitação das experiências inclui a descrição minuciosa das instruções experimentais e das dificuldades de toda a espécie que podem surgir durante a realização de uma experiência, de forma que seja possível a sua reprodução. Este carácter público das experiências dá forma aos termos e às normas de discordância e da sua resolução, e contribui para a formação do quadro de consenso da comunidade científica no que respeita a esses termos. Deste modo, a prática experimental, para além das novas características gnosioteóricas que introduz, adquire também um papel social decisivo, já que, e agora de modo consensual, edifica o quadro que traça a coesão da comunidade científica. Deverá sublinhar-se que a ênfase é posta no entendimento da *prática* experimental multilateral, e não naquilo que muitos, e durante muito tempo, apregoavam como o método experimental. Mas a formação da prática experimental e a ampla divulgação dos instrumentos científicos utilizados pelos filósofos da natureza nas suas experiências, bem como os protocolos experimentais, o tipo de materiais de que eram feitos os instrumentos e as limitações que eles colocavam, juntamente com os limites de precisão das medições, foram profundamente influenciados pela nova concepção de matematização [Anderson 1962, Bennett 1975, Bennett 1986, Drake 1957, Drake 1978, Hall A. 1959, Heilbron 1979, Middleton 1972, Vickers 1987, Shapin e Schaffer 1985, Zilsel 1945].

O entendimento global da *matematização* tinha objectivos completamente diferentes dos da utilização da matemática no tratamento dos fenómenos físicos que foi tão habitual durante muitos séculos. Não nos esqueçamos de que a Astronomia era uma ciência puramente matemática. O que possui enorme importância na Revolução Científica é o facto de se abolir gradualmente a utilização instrumental da matemática e de se estabelecer o ponto de vista segundo o qual verdadeiro e, por isso, real, é tudo aquilo que é passível de ser expresso de modo matemático. É indiscutível que o aparecimento das correntes neopitagóricas e neoplatónicas contribuiu para a insistência na matemática e para o afastamento da concepção mais geral do aristotelismo em relação à matemática. A utilização da matemática já não se faz para descrever a natureza, mas para se explicarem os fenómenos físicos. “A filosofia está escrita na linguagem da matemática, e os caracteres com os quais esta linguagem é escrita são os triângulos, os círculos e outras figuras geométricas, sem as quais é humanamente impossível tornar inteligível uma palavra

sequer”, escreveu Galileu, ao querer sublinhar a nova maneira de tratar os fenómenos físicos. Por isso, é um erro considerar a matematização e a prática experimental como duas actividades independentes. Pelo contrário, uma alimenta a outra, e as duas juntas acarretaram, essencialmente, aquilo a que chamamos ruptura em relação à Antiguidade. O “salvar os fenómenos” deixará de valer. A concordância da descrição matemática com as observações certificará a ontologia que decorre de um conjunto de princípios metafísicos. A matemática, agora, conduzirá à evidenciação da realidade. Aquilo que é expresso matematicamente é também aquilo que existe [Biagioli 1989, Cohen 1985a, Cook 1992, Dear 1995, Dijksterhuis 1961, Hadden 1994, Keller 1975, Koyré 1939-1940, Ross 1975, Westman 1980, Yoder 1988].

A nova filosofia da natureza – como começa a ser chamado o sector da filosofia que trata dos fenómenos naturais – dá forma a novas regras para o seu exercício e, daí, surgem *novos critérios de controlo e de validação* das suas propostas. A filosofia da natureza diferencia-se da filosofia e autonomiza-se da teologia. Verdadeiro já não é tudo aquilo que parece “lógico e natural”, nem adquire qualquer importância particular *o que quer que seja* que corresponda aos requisitos de certos princípios metafísicos – como, por exemplo, o caso das órbitas circulares, que anteriormente obedeciam à concepção de perfeição e, portanto, devendo ser essas as órbitas verdadeiras dos corpos celestes (perfeitos).

A filosofia da natureza tinha por objectivo descrever e explicar o Universo no seu todo. Existiam, porém, muitas outras actividades parciais que, também elas – embora mais “técnicas” que a filosofia da natureza –, tinham por objectivo explicar o Universo. Algumas eram exclusivamente matemáticas: a astronomia, a óptica, a mecânica, a cinemática e a música. Havia, igualmente, a anatomia, a fisiologia, a cirurgia e a farmacologia. Outras actividades eram exclusivamente dedicadas à construção naval, à cartografia, às fortificações e à metalurgia. Muitas das nossas conclusões a respeito do período da Revolução Científica não são susceptíveis de serem compreendidas, se não se estudar a relação especial que essas actividades particulares mantinham com a filosofia da natureza e como essa relação influenciou cada uma delas de forma concreta.

No período da Revolução Científica, consumou-se a *ruptura com a Antiguidade*. Se quisermos exprimir-nos mais exactamente, a ruptura deu-se relativamente à tradição filosófica aristotélica tal como esta foi formulada no decorrer da Idade Média. Após o final do século XVI, os novos pontos de vista sobre o movimento, a nova imagem do Universo, mas sobretudo a nova

uma mentalidade que queria apenas que uns poucos iniciados conhecessem (devessem conhecer?) os segredos da natureza. A publicitação das experiências inclui a descrição minuciosa das instruções experimentais e das dificuldades de toda a espécie que podem surgir durante a realização de uma experiência, de forma que seja possível a sua reprodução. Este carácter público das experiências dá forma aos termos e às normas de discórdância e da sua resolução, e contribui para a formação do quadro de consenso da comunidade científica no que respeita a esses termos. Deste modo, a prática experimental, para além das novas características gnosioteóricas que introduz, adquire também um papel social decisivo, já que, e agora de modo consensual, edifica o quadro que traça a coesão da comunidade científica. Deverá sublinhar-se que a ênfase é posta no entendimento da *prática* experimental multilateral, e não naquilo que muitos, e durante muito tempo, apregovavam como o método experimental. Mas a formação da prática experimental e a ampla divulgação dos instrumentos científicos utilizados pelos filósofos da natureza nas suas experiências, bem como os protocolos experimentais, o tipo de materiais de que eram feitos os instrumentos e as limitações que eles colocavam, juntamente com os limites de precisão das medições, foram profundamente influenciados pela nova concepção de matematização [Anderson 1962, Bennett 1975, Bennett 1986, Bennett 1991, Drake 1957, Drake 1978, Hall A. 1959, Heilbron 1979, Middleton 1972, Vickers 1987, Shapin e Schaffer 1985, Zilsel 1945].

O empreendimento global da *matematização* tinha objectivos completamente diferentes dos da utilização da matemática no tratamento dos fenómenos físicos que foi tão habitual durante muitos séculos. Não nos esqueçamos de que a Astronomia era uma ciência puramente matemática. O que possui enorme importância na Revolução Científica é o facto de se abolir gradualmente a utilização instrumental da matemática e de se estabelecer o ponto de vista segundo o qual verdadeiro e, por isso, real, é tudo aquilo que é passível de ser expresso de modo matemático. É indiscutível que o aparecimento das correntes neopitagóricas e neoplatónicas contribuiu para a insistência na matemática e para o afastamento da concepção mais geral do aristotelismo em relação à matemática. A utilização da matemática já não se faz para descrever a natureza, mas para se explicarem os fenómenos físicos. “A filosofia está escrita na linguagem da matemática, e os caracteres com os quais esta linguagem é escrita são os triângulos, os círculos e outras figuras geométricas, sem as quais é humanamente impossível tornar inteligível uma palavra

sequer”, escreveu Galileu, ao querer sublinhar a nova maneira de tratar os fenómenos físicos. Por isso, é um erro considerar a matematização e a prática experimental como duas actividades independentes. Pelo contrário, uma alimenta a outra, e as duas juntas acarretaram, essencialmente, aquilo a que chamamos ruptura em relação à Antiguidade. O “salvar os fenómenos” deixará de valer. A concordância da descrição matemática com as observações certificará a ontologia que decorre de um conjunto de princípios metafísicos. A matemática, agora, conduzirá à evidenciarção da realidade. Aquilo que é expresso matematicamente é também aquilo que existe [Biagioli 1989, Cohen 1985a, Cook 1992, Dear 1995, Dijksterhuis 1961, Hadden 1994, Keller 1975, Koyré 1939-1940, Ross 1975, Westman 1980, Yoder 1988].

A nova filosofia da natureza – como começa a ser chamado o sector da filosofia que trata dos fenómenos naturais – dá forma a novas regras para o seu exercício e, daí, surgem novos critérios de controlo e de validação das suas propostas. A filosofia da natureza diferencia-se da filosofia e autonomiza-se da teologia. Verdadeiro já não é tudo aquilo que parece “lógico e natural”, nem adquire qualquer importância particular o que quer que seja que corresponda aos requisitos de certos princípios metafísicos – como, por exemplo, o caso das órbitas circulares, que anteriormente obedeciam à concepção de perfeição e, portanto, devendo ser essas as órbitas verdadeiras dos corpos celestes (perfeitos).

A filosofia da natureza tinha por objectivo descrever e explicar o Universo no seu todo. Existiam, porém, muitas outras actividades parciais que, também elas – embora mais “técnicas” que a filosofia da natureza –, tinham por objectivo explicar o Universo. Algumas eram exclusivamente matemáticas: a astro-nomia, a óptica, a mecânica, a cinemática e a música. Havia, igualmente, a anatomia, a fisiologia, a cirurgia e a farmacologia. Outras actividades eram exclusivamente dedicadas à construção naval, à cartografia, às fortificações e à metalurgia. Muitas das nossas conclusões a respeito do período da Revolução Científica não são susceptíveis de serem compreendidas, se não se estudar a relação especial que essas actividades particulares mantinham com a filosofia da natureza e como essa relação influenciou cada uma delas de forma concreta.

No período da Revolução Científica, consumou-se a *ruptura com a Antiguidade*. Se quisermos exprimir-nos mais exactamente, a ruptura deu-se relativamente à tradição filosófica aristotélica tal como esta foi formulada no decorrer da Idade Média. Após o final do século XVI, os novos pontos de vista sobre o movimento, a nova imagem do Universo, mas sobretudo a nova

maneira de contemplar a natureza, que agora punha ênfase nas leis que regem os fenómenos e que podiam ser expressas com a linguagem da matemática, entram em pleno antagonismo com muitos dos elementos constitutivos do aristotelismo. Todavia, desde o século XV, o neoplatonismo, as ideias pitagóricas e a tradição hermética já se manifestavam no campo das ideias, e daí que influenciassem a cultura dominante. O misticismo estava sensivelmente presente nestes sistemas de ideias. O aristotelismo começara a receber críticas e, quando começaram a formular-se as novas ideias sobre a natureza, o clima mais geral favoreceu a tolerância a outros pontos de vista que não pertenciam estritamente ao sistema aristotélico. Não foi tanto a crítica directa ao aristotelismo que contribuiu para a minagem do seu pleno domínio, mas sim o facto de que, no campo das ideias, existiam também outras correntes. Esse clima foi também reforçado pela corrente do Humanismo, que punha uma enorme ênfase na educação, no cultivo da crítica e no reforço da autonomia e da independência individual em termos de pensamento, contribuindo assim para o gradual derrube do escolasticismo [Jones 1961].

À pergunta “Que é que constitui o oposto da ciência?”, muitos responderiam sem hesitação: a magia, a astrologia, a alquimia e a religião. Ora, durante muitas décadas, o papel destas crenças e actividades no desenvolvimento das ciências era considerado inexistente ou, na melhor das hipóteses, absolutamente marginal e, daí, indigno de estudo. Estes pontos de vista começaram a ser postos de lado já desde o final da década de 1930. Actualmente, ninguém duvida do papel importante destas actividades na formação da nova filosofia da natureza nos séculos XVI e XVII. A magia, muito especialmente, baseou-se no princípio de que existem determinadas propriedades nos corpos, atributos ocultos, que influenciavam outros corpos, e que é desse modo que ocorrem fenómenos “inexplicáveis”. O carácter oculto não era nada de demoníaco, mas algo que não era imediatamente inteligível e apreensível pelos sentidos. Baseava-se, no entanto, nas características físicas dos corpos. O conhecimento das propriedades dos corpos, mas também o conhecimento do modo concreto e verificável da forma como os corpos são influenciados, constituía uma parte importante das ocupações dos magos. Por exemplo, o conhecimento que os magos tinham sobre os magnetes e as suas propriedades era impressionante. A observação e o registo sistemático constituíam, portanto, uma característica da prática dos magos. A magia pressupunha, pois, o conhecimento da natureza no intuito de a controlar. Este princípio impôs o estudo das propriedades dos corpos, visto que quanto maior e melhor conhecimento dessas

propriedades os magos adquirissem, melhores magos se tornariam. O empirismo constituía uma parte integrante da magia. Como é que, de outra maneira, poderia o mago aprender coisas sobre a natureza e as características de diversas matérias?

O motivo por que a “magia natural” desapareceu depois do final do século XVII deve-se ao facto de muitos dos seus elementos terem sido incorporados na nova (e científica) visão do mundo que começou a consolidar-se. Por outras palavras, na formação da filosofia da natureza desempenharam também um papel importantíssimo tradições da magia, as quais se apoiavam na observação, no registo e no controlo por métodos que continham elementos de empirismo. Seria, pois, muito difícil excluir a contribuição do empirismo da magia naquilo que, no final do século XVII, chamaremos prática experimental: a magia desempenhou um papel importantíssimo na transição da tradição escolástica para a tradição experimental da ciência moderna. É óbvio que nem todos os magos tinham acolhido uma tal prática. Muitos houve, por exemplo, que procuravam “os sinais”; a noz parecia-se com o cérebro, logo, poderia ser utilizada nas doenças do cérebro. Tais diferenças, porém, não caracterizavam os pontos de vista ou as actividades dos magos sérios e estudiosos! Tem igualmente interesse a relação entre a magia e a tecnologia. Os magos estavam encarregues da tarefa de perceber o funcionamento de máquinas e mecanismos, que possivelmente se baseavam em propriedades não só ocultas, mas também físicas, e precisamente através da compreensão das causas físicas podiam criar “situações” mágicas. Notemos que a magia se desenvolveu nas cortes e nas camadas sociais prósperas. Os magos não só eram visitantes assíduos das cortes e dos solares dos ricos, mas também vendiam instrumentos “curiosos” e pedras com propriedades insólitas, que encontramos nas colecções de muitos deles. Todas as profissões têm, naturalmente, pessoas que lhes dão má fama. É sabido que muitos magos vendiam gato por lebre. Como é óbvio, não eram particularmente simpáticos para a Igreja, pois apregoavam que eram capazes de controlar a natureza, e não seria mesmo nada difícil ou duvidosa a sua comunicação com ou a invocação de Satanás. A Igreja, porém, não acusou de magia qualquer indivíduo que declarasse ser mago, ou que outros identificassem como tal, e isto não porque a Igreja fosse misericordiosa mas, precisamente, porque a função social dos magos era, sob certas condições, uma função social aceitável [Eamon 1983, Dear 1990, Tester 1987, Thornndike 1923-1958, Vickers 1984, Westman e McGuire 1977, Yates 1979].

A ocupação dos historiadores da ciência com a história da alquimia e do seu papel no decorrer da Revolução Científica conduziu a conclusões interessantes. A alquimia não constituiu um sector inseparável do sistema aristotélico que foi derrubado com a Revolução Científica. Existia, é claro, alquimia durante a Idade Média, e exprimi-se em termos aristotélicos, mas ela não era uma parte da filosofia escolástica. O período “heróico” da alquimia foi o final do século XVI e o século XVII. A maioria dos textos clássicos foi escrita neste período, por exemplo, a obra de Irenaeus Philalethes (pseudónimo de George Starkey, contemporâneo de Newton), e a linguagem em que foi escrita contém fortes elementos de neoplatonismo. A alquimia, juntamente com a magia e em oposição às asserções do aristotelismo, pôs ênfase em fenómenos cujas causas não eram susceptíveis de serem directamente detectadas pelos sentidos. O aristotelismo, enquanto filosofia que admitta explicações que se baseavam em causas directas e claras, não podia incorporar causas ocultas. A situação agravou-se com o desenvolvimento da farmacologia: afinal, porque é que certos fármacos eram eficazes? As respostas dos filósofos da natureza moviam-se em dois sentidos. Foi sustentado por muitos na Europa continental que, de facto, certas causas não eram susceptíveis de serem detectadas pelos sentidos, mas era possível torná-las inteligíveis. Ou seja, era possível compreender as causas de certos mecanismos, que poderiam ser analisados racionalmente, sem que fosse indispensável que esses mecanismos fossem reais. Na Inglaterra, foi adoptada uma outra abordagem. Considerou-se que as causas deviam ser reais, uma vez que os seus resultados eram reais e isso tinha uma grande conexão com uma outra tradição inglesa, a do empirismo. Gilbert, ao estudar o comportamento das bússolas, voltou-se para o estudo sistemático dos magnetes. Com as suas experiências sobre os movimentos espontâneos dos magnetes, afirmou que os magnetes possuem almas que eram mesmo superiores às almas das pessoas, visto que não se deixavam enganar pelos sentidos! Acreditava que a Terra era um corpo vivo e que podia mover-se exactamente como os magnetes. Portanto, diversos estudos evidenciaram as relações que muitos dos protagonistas da Revolução Científica mantinham com a cultura da alquimia e da magia. Uma das características da nova prática experimental era a referência a fenómenos físicos inexplicáveis, bastando que se revelassem as suas consequências através de interações experimentais. Mas quando Bacon renunciou ao método dedutivo em favor do método indutivo, era seu objectivo encontrar desse modo a lógica que os próprios corpos e a própria natureza exprimem sem preconceitos teóricos.

Assim, a pouco e pouco, começou a dar-se ênfase à questão de saber como é que as coisas funcionam, por oposição ao motivo por que funcionam como funcionam. Para Newton, a causa da atracção podia eventualmente ser obscura, mas não o seu modo de funcionamento [Debus 1965, Debus 1978, Dobbs 1975, Dobbs 1991, Trevor-Roper 1985, Webster 1974].

O universo resultante da obra aristotélica e dos seus tratamentos posteriores é um cosmos fechado com a Terra no centro e rigorosamente hierarquizado. Cada corpo e cada elemento “tem” a sua posição natural no cosmos, e essa posição define o movimento, natural ou não, do corpo e, em função da sua posição, os corpos obedecem a diversas regras de comportamento. Os fenómenos na região sublunar são encarados de modo radicalmente diverso dos fenómenos celestes. No decorrer da Revolução Científica é completamente banida esta imagem do universo. O Universo torna-se muito maior do que julgávamos – quase infinito. A Terra já não está no centro e, daí, perde a posição privilegiada e singular que tinha num cosmos geocêntrico (uma vez que um universo fechado e esférico singulariza, de entre uma infinidade de pontos, um, que é o seu centro). Com a perda dessa posição privilegiada da Terra, passam a ficar privados de tal propriedade também todos quantos a habitam, bem como todos quantos a possuem! O espaço deixa de ser hierarquizado, as leis que se aplicam na superfície da Terra aplicam-se também ao pedacinho mais remoto do universo, tal como se aplicam a todas as espécies de corpos. No decorrer dos séculos XVI e XVII, a verdadeira situação do universo e as soluções exactas dos problemas entram em contradição com muitas das ideias que os homens intuitivamente se tinham habituado a considerar correctas. Um universo em que a Terra se move com velocidade vertiginosa e em que o Sol não se move não é um universo que possamos facilmente conciliar com a nossa experiência directa.

Para o cosmos geocêntrico e geostático de Aristóteles, a teoria sobre o movimento era o seu elemento constitutivo, e assim, também o estranho universo heliocêntrico tinha como elemento constitutivo uma nova teoria do movimento, oposta à teoria de Aristóteles, intuitivamente tão cómoda. Não admira pois que a hesitação de Copérnico em publicar a sua teoria sobre o sistema heliocêntrico estivesse também relacionada com o facto de não ter encontrado uma teoria satisfatória do movimento físico. A desarmantemente simples observação de que o movimento de um corpo necessita de um motor em contacto com o corpo para que este continue em movimento, juntamente com os conceitos conexos de lugar natural dos corpos e de movimentos naturais

e contranatura, era suficiente para que se formasse uma “teoria” sobre os diversos fenómenos associados ao movimento, a qual, juntamente com certas ideias acessórias, se manteve durante tantos séculos. Com a breve formulação da primeira lei de Newton – segundo a qual todos os corpos continuam a estar em situação quer de repouso quer de movimento retilíneo uniforme, a não ser que sobre eles actue uma força responsável pela mudança do sentido do movimento – eliminou-se a autodemonsração. Os corpos encontraram-se em movimento permanente, e já não nos interessa saber por que motivo adquiriram esse movimento mas sim como é que o seu movimento se altera. Agora deixaram de existir movimentos naturais e contra a natureza dos corpos, deixaram de existir lugares naturais, deixou de existir a diferenciação entre região supralunar e sublunar. Surgiu, é claro, o conceito problemático de força, mas Newton estava satisfeito por a poder formular de modo matemático, sem, no entanto, estar em condições de responder convincentemente à pergunta de muitos sobre o que era essa força e qual o seu carácter [Blumemberg 1987, Koyré 1968].

A oposição entre a nova filosofia da natureza e a teologia, ou o antagonismo entre Ciência e Igreja, constituem um dos temas sobre os quais se tem escrito muito. Verificaram-se, é claro, confrontos entre filósofos da natureza e a Igreja. Verificaram-se diferendos entre a teologia oficial e as convicções dos filósofos da natureza. Mas também se edificou uma extensa actividade de pesquisas teológicas por parte de filósofos da natureza, cujo propósito residia em conciliar a teologia (oficial) com a nova filosofia da natureza. Deve acentuar-se o facto de quase todos os protagonistas da Revolução Científica se terem esforçado por arranjar uma visão teológica mais pessoal, que englobasse elementos comuns à sua obra. Todavia, no decorrer da Revolução Científica, tais pesquisas efectuaram-se fora do rigoroso quadro de funcionamento das instituições eclesiásticas e monásticas, mas algumas delas – seguramente que não todas – adquiriram uma certa legitimidade. Na *Carta a Cristina de Gallieu* e nas referências de Descartes e de Newton à teologia, constatamos as suas tentativas no sentido de harmonizar elementos da nova filosofia mecanicista com elementos da teologia cristã, de modo que uma contribuisse para a resolução de problemas teóricos da outra. O que tem interesse para nós é estudar concretamente as reacções da Igreja oficial. As diversas polémicas e tensões entre a Igreja e os filósofos da natureza ocorreram num quadro em que existiam não só filósofos da natureza mas também representantes da Igreja em ambos os campos. Não existiram polémicas onde, de um lado, se encontravam os

cientistas “progressistas” e do outro a Igreja “conservadora”: este é um esquema explicativo sem saída, que se constituiu sobretudo no decorrer do século XVIII e basicamente depois da polémica sobre o darwinismo por parte dos cientistas dos séculos XIX e XX, que tem concretamente muito pouco a ver com as dissensões dos séculos XVI e XVII. Finalmente, a teorização da relação entre a filosofia da natureza e a teologia no decorrer da Revolução Científica deverá levar em linha de conta as diversas condições em que funcionavam as instituições religiosas nos diversos países. A Itália vivia a Contra-Reforma, a França procurava novos equilíbrios após os acontecimentos que culminaram com o massacre da Noite de São Bartolomeu, a Inglaterra construiu o edifício político-religioso original chamado Igreja Anglicana, os reinos germânicos defendiam vigorosamente as reformas de Lutero, e todos juntos viveram no turbilhão da Guerra dos Trinta Anos. O que, porém, tem importância em todas as análises da relação entre ciência e religião é a inversão dos papéis que a ciência e a religião desempenhavam na sociedade. Depois da Revolução Científica, cada vez mais pessoas começaram a apoiar a autoridade e o prestígio da ciência face à religião em questões relativas aos fenómenos físicos. Antes da Revolução Científica, ninguém duvidava nem do prestígio nem da supremacia da religião fosse em que questão fosse [Austin 1970, Cohen I. B. 1969, Manuel 1974, Mulligan 1973, Shapiro B. 1968, Helbron 1999, Guerlac e Jacob 1969, Hill 1965, Hooykaas 1972, Jacob 1976a, Jacob 1976b, Kearney 1964, Kearney 1965, Kensley 1968, Merton 1938, Westfall 1958].

No decorrer da Revolução Científica muda gradualmente o papel do *sujeito* que estuda a natureza. Será realmente um dado adquirido o direito de indagarmos tão “fundo” quanto quisermos, quando estudamos a natureza? Não foram poucas as vezes em que as investigações no sentido de compreender a natureza entraram em contradição com o que diziam as Escrituras. Durante a Idade Média, o processo de “salvar os fenómenos” e o princípio da “dupla verdade” foram capazes de trazer um certo equilíbrio entre os resultados do estudo da natureza e a fé dos intelectuais nas Escrituras. Mas havia um problema diferente e muito mais sério: teria o homem o direito moral de prosseguir o estudo de matérias que poderiam conduzi-lo a posições opostas à “lógica de Deus” e ao modo como Deus pensava quando criou o mundo? Elaborou-se, eventualmente, também o raciocínio oposto: se Deus não quisesse que a sua lógica fosse descoberta, então, seguramente, encontraria maneiras de impedir o Homem de o fazer. Se, porém, a virtude humana é controlada não só através das acções virtuosas e da oração, mas também pela

resistência à tentação do pecado, não constituirá a investigação da natureza uma tal tentação? Não constituirá o cúmulo da presunção humana pretender agora ler o pensamento de Deus? Kepler, por exemplo, estava convencido de que a única forma de não nos confrontarmos constantemente com tais dilemas era aceitar que "Deus queria que nós descobríssemos essas leis, quando nos modelou à Sua imagem e semelhança. Ora, o facto de termos consciência da geometria – singular e eterna – significa que o Homem foi criado à Sua imagem e semelhança". Através dos novos equilíbrios conseguidos entre os intelectuais e a Igreja, quando a nova linguagem da filosofia da natureza já não constituía uma particular ameaça para a teologia, quando a Igreja Católica, depois da segunda metade do século XVII, começou a aceitar o seu novo papel no exercício do poder no quadro não só da nova ordem religiosa mas também da nova realidade política em quase todos os países da Europa Ocidental, estes dilemas morais começaram a esbater-se gradualmente [Debus 1978].

No decorrer não só do século XVI, mas sobretudo do século XVII, é criada uma nova comunidade, a comunidade dos filósofos da natureza, da qual se desenvolverão posteriormente as diversas comunidades científicas. Essa comunidade adquire as suas próprias instituições, como as academias e as revistas editadas por elas. As universidades dos séculos XVI e XVII não conseguiram tornar-se as transmissoras das novas ideias a respeito da natureza. Não foi possível incorporar nas estruturas universitárias todos aqueles que, no decorrer da Revolução Científica, começaram a estudar a natureza por formas que entravam em conflito com as consagradas pela tradição aristotélica. Além disso, não só a utilização das novas ideias na resolução de problemas quotidianos, mas também a contribuição das pessoas que possuíam conhecimentos técnicos ou experiência prática para o processo de integração das novas abordagens sobre a natureza (o papel dos artesãos que fabricavam lentes é um dos exemplos) conduziram esta nova categoria de pessoas a organizarem-se à volta de novas instituições: A *Accademia de Lincei* na Itália (fundada em Roma, em 1603, mas encerrada com a morte do seu fundador, Federico Cesi, em 1630), a *Royal Society of London* na Inglaterra (que foi fundada em Londres, em 1662), a *Académie Royale des Sciences de Paris* em França (que foi fundada em Paris, em 1666). A *Royal Society of London* tinha um modo de funcionamento muito mais "democrático" do que as universidades de Cambridge e Oxford, e a *Académie des Sciences* tornou-se a conselheira oficial do rei em assuntos técnicos. Os membros da *Académie des Sciences de Paris* recebiam salário do Estado, ao passo que os membros da *Royal Society of*

London pagavam quotas destinadas a custear as actividades da sua Sociedade. Ambas, no entanto, tinham por objectivo publicar os resultados das investigações realizadas pelos seus membros, através de publicações periódicas, tais como as revistas e as conferências regulares dirigidas a audiências que não eram apenas constituídas por especialistas ou pelos seus próprios membros [Académie des Sciences 1939, Crane 1972, Faure-Fremiet 1966, Gauja 1949, Hahn 1971, Hall M. 1966, Hunter 1982, Johnson 1940, Lyons 1968, McClellan 1985, Skinner 1969, Sprat 1667, Turnbull 1953, Webster 1967, Neusis 1994].

3. História: o encontro dos historiadores com os documentos

E. P. Thomson escreveu: "O historiador deve estar constantemente à escuta... Se escutar com atenção, então o próprio material começará por si mesmo a falar dentro do historiador."¹

As fontes primárias e as diferentes espécies de documentos

De onde extraem os historiadores das ciências o material que irão estudar? Em que é que se fundamentam para responderem às questões que colocam? Quais são os elementos em que baseiam o relato e a interpretação dos factos, a argumentação das respostas, as correlações que se evidenciam através dos relatos e das interpretações, bem como os processos de formatação das relações entre uma determinada questão e as outras?

Quando E. P. Thomson convida os historiadores a estar à escuta, está a convidá-los a escutar as vozes que emergem, a princípio sussurrantes, dos documentos do passado. Essas vozes, umas vezes enganadoras, agradáveis ou estranhas, e outras vezes muito nítidas, sedutoras ou até falsas, e outras vezes ainda, mais raramente, francas e unívocas, estão lá sempre e constituem companheiros permanentes dos historiadores. Algumas vozes incomodam-nos, outras fascinam-nos, outras perturbam-nos, e algumas convencem-nos. Essas vozes falam aos historiadores sempre em simultâneo. O problema não é saber se os historiadores as ouvem ou não. O problema é se os historiadores irão às vozes que digam aquilo que eles próprios querem ouvir ou se conseguirão dominar o choque fatal que se dá entre aquilo que as vozes dizem e aquilo que os historiadores querem ouvir. E isto porque as vozes da história possuem uma particularidade singular: fazem-se ouvir apenas porque os historiadores, com os seus preconceitos e os seus propósitos, formaram um quadro *básico de expectativas concretas a respeito do tipo de respostas que pretendam*. Este quadro pode ser eliminado no decorrer das investigações, mas não é

¹ Evans 1999, p. 116.

possível que não exista de início, pois de outro modo eles não conseguiriam ouvir essas vozes. Pode mesmo afirmar-se que as vozes estão lá, sim, mas são somente activadas e, sobretudo, só se tornam inteligíveis por parte dos historiadores se eles as convidarem a fazerem-se ouvir através do enquadramento concreto que formaram.

Não existem historiadores objectivos e abertos a tudo. A grande arte dos historiadores consiste em admitirem que, quase por definição, existe esse choque, e em desenvolverem os métodos e as teorias que, em cada caso, os irão dominar. Este domínio visa, não a imposição do silêncio a vozes que são perturbadoras e incómodas, mas sim a alteração do quadro inicial do historiador, de modo que o seu carácter perturbador, incómodo e enganador não seja considerado como expressão de significado secundário das fontes mas possa incorporar-se no novo quadro em formação. Nós, historiadores das ciências, somos obrigados a reconhecer a obstinação com que as fontes insistem em nos falar da maneira como nos falam, ao mesmo tempo que devemos tomar consciência de que a nossa própria obstinação em persistirmos no nosso quadro inicial é aquilo que mais mina as nossas investigações. É evidente que algumas vezes podemos concluir as nossas investigações com insignificantes alterações do nosso quadro inicial. Isso não significa que se legitimem dilemas do tipo: se são as fontes ou os historiadores que impõem as interpretações. Sem esta relação dialéctica entre as fontes e os historiadores, sem esta capacidade de manusearmos o encontro conjuntural de fontes e historiadores é quase impossível fazer história. A tarefa dos historiadores consiste, em última análise, em controlar essas vozes, controlando-se simultaneamente a si próprios em face delas.

Começemos por assinalar uma realidade evidente por si mesma: qualquer que seja o assunto que decidamos investigar, temos sempre de nos ocupar do estudo de uma obra, da sua caminhada no tempo, dos comportamentos e das relações de pessoas concretas que viveram em períodos concretos e em lugares concretos. Frequentemente, estudamos colectividades como instituições, laboratórios, escolas de investigação e grupos de experimentalistas, mas o ponto de partida das nossas investigações é a topografia que ganha forma com as obras dos homens concretos que constituem as colectividades, com os seus comportamentos e com as relações que estabelecem entre si. A História das Ciências, enquanto investigação de fenómenos culturais e sociais, não parte do estudo de categorias gerais e indefinidas (como a cultura e a sociedade, ou ainda as ideias científicas), mas sim dos cientistas em concreto e da sua obra, a qual se relaciona com as questões que queremos investigar. Ela estende-se às

interacções culturais e sociais que se reflectem nas suas obras bem como às suas consequências culturais e sociais.

A distinção entre fontes primárias e secundárias é absolutamente decisiva para a formação da argumentação a desenvolver durante o estudo de uma determinada questão histórica. Voltaremos a este assunto no capítulo 8. Aqui, utilizaremos uma definição simples: fontes primárias são aquelas que foram geradas durante o período em que os historiadores estão interessados, ao passo que são secundárias as fontes que foram geradas mais tarde e que se fundamentam na análise das primeiras. Esta distinção funcional *não* significa que todas as fontes primárias (nem obviamente, também, as secundárias) que os historiadores seleccionam para a investigação de um determinado problema tenham o mesmo peso na formação dos argumentos e na estrutura das respostas às questões que foram colocadas. A apreciação das fontes constitui uma característica integrante do acto de historiar.

Entre as fontes primárias estão compreendidas as obras publicadas da autoria de pessoas implicadas na questão concreta que estamos a estudar, as obras inéditas, que podem estar em forma de manuscritos ou anotações, as cartas que essas pessoas receberam ou enviaram, os cadernos de apontamentos em que registaram as medições das suas experiências ou das suas observações e os seus cálculos aproximados, os instrumentos com que realizaram as suas experiências ou fizeram as suas observações e, no que respeita a casos mais recentes, as suas entrevistas e, eventualmente, material audiovisual acompanhante ou independente. Consideramos como inéditas quer aquelas obras finalizadas em forma de manuscrito, mas que o autor não quis ou não conseguiu publicar enquanto vivo – e que ficaram inéditas ou foram publicadas após a sua morte por discípulos seus ou por outros cientistas –, quer obras a que o autor começou a dar uma redacção final mas que não pôde completar. Em manuscritos de obras que posteriormente foram publicadas encontramos frequentemente partes apagadas e anotações à margem ou parágrafos e mesmo capítulos inteiros que não vemos na versão publicada. Deste modo, ao estudar os manuscritos, os historiadores das ciências estão, bastantes vezes, em condições de apreender o sentido das dificuldades que o autor teve, de ler as expressões iniciais e menos elaboradas de uma ideia ou de uma teoria, de presentir o que é que o autor planeava incluir na versão a publicar da teoria e que acabou por decidir não incluir, de verificar, em conjugação com o estudo da sua correspondência, quais dessas omissões se ficaram a dever a alguma advertência das pessoas com quem o autor se correspondia. Constituem fontes secundárias as obras publicadas ou inéditas e em forma de

manuscrito, escritas por outros seus contemporâneos ou posteriores, nas quais se encontra uma referência directa à obra da pessoa que estamos a estudar, tal como a correspondência entre terceiras pessoas que comentam a obra da pessoa que estamos a estudar, bem como o respectivo material audiovisual. As fontes primárias e secundárias haverá que acrescentar também as actas de sessões de órgãos de universidades ou academias, actas de congressos, actas de júris e de outras instituições administrativas, actas de comissões para a instituição e posterior atribuição de prémios, pedidos de financiamento de programas de investigação juntamente com os relatórios dos membros do júri, reacções de editores ou de responsáveis de revistas e livros e artigos destinados a publicação mas ainda na fase de manuscritos, e ainda diversos relatórios, oficiais ou officiosos, sobre a fundação de instituições, como sejam as cátedras universitárias, os departamentos universitários, novos laboratórios, novas academias, novas cátedras em academias já existentes, secções de história de uma disciplina no âmbito da correspondente unidade profissional, mas também relatórios que, quer por iniciativa pessoal, quer por encargo, as pessoas pelas quais nos interessamos elaboraram a respeito de matérias da sua especialidade.

As obras publicadas pelos intelectuais continuam a ser os documentos mais importantes para a História das Ciências. Elas constituem o depoimento público do cientista, exprimem a crítica pública a outros pontos de vista e nelas está contida a dinâmica das novas ideias. Todavia, as obras publicadas não constituem os únicos documentos. Sobretudo quando se conjugam com informações que nos são fornecidas pela existência de outros documentos, então formamos seguramente uma imagem muito mais completa do passado. É possível que os manuscritos que encontramos no arquivo de um investigador sejam manuscritos de uma sua obra publicada ou inédita. No primeiro caso, podemos estar na posse do manuscrito que foi enviado ao editor e lhe foi devolvido depois da publicação do livro ou do artigo. Mas também pode dar-se o caso de estarmos perante manuscritos que constituem as primeiras formas da obra publicada e então, comparando a obra publicada com esses manuscritos, podemos ver quais foram os pontos que o autor alterou, quais não incluiu, etc. Deste modo, podemos fazer observações que visam entender não só a maneira de pensar do cientista que estamos a estudar, mas também as suas hesitações quanto à publicação de determinadas questões. Também apresenta interesse, habitualmente, o seu exemplar pessoal de uma obra publicada pois pode dar-se o caso de se encontrar nas margens uma quantidade de observações, das quais podemos tirar conclusões sobre que reflexões suscitou no autor a leitura dessa obra. Os livros da biblioteca de um cientista

e os livros emprestados, as observações neles contidas, as dobras feitas nas páginas e os marcadores de página fazem igualmente parte das fontes primárias. Tem grande importância assinalar as diversas edições de uma obra feitas ainda em vida do autor, não só a fim de se estudarem eventuais diferenças mas também para apreciar eventuais alterações nas observações introdutórias do autor. Estas modificações remetem-nos geralmente para as controvérsias e para as críticas que ocorreram após a publicação da obra, não só para as omissões, mas também para os erros que foram eventualmente apontados e para o modo como o autor lidou com esses problemas. Um dos problemas que nós, historiadores das ciências, enfrentamos hoje em dia reside no facto de, muitas vezes, durante a redacção, por exemplo, de uma obra em computadores electrónicos, se perderem as emendas feitas antes da sua forma final.

Uma fonte de informações extraordinariamente útil é sempre a edição das obras completas ou de obras seleccionadas de um cientista. Freqüentemente, a edição das obras completas inclui, juntamente com as obras publicadas, também obras inéditas, mas também pode haver edições só de obras publicadas ou só de obras ainda inéditas. São pouquíssimos os casos em que o responsável pela edição não interveém nos textos, enriquecendo-os com remissões para trabalhos de outros que o autor não tinha referido, ou acrescentando notas de rodapé nas quais reproduz, por meio de técnicas modernas, cálculos que o leitor moderno teria grande dificuldade em compreender, ou completando determinadas fases dos cálculos iniciais, que o autor considerara "auto-inteligíveis" – de forma a tornar mais fácil o acesso ao texto original – ou acrescentando informações sobre portmenores relativos à construção ou ao modo de funcionamento de instrumentos que foram utilizados em determinadas experiências e que, embora não tenham sido referidos pelo autor, o editor teve a possibilidade de localizar noutras fontes. As edições das obras completas são freqüentemente acompanhadas de uma extensa introdução, em que são apresentadas não só as controvérsias entre os historiadores das ciências a respeito de diversos aspectos da obra em causa mas também informações e apreciações particularmente úteis do editor a respeito do cientista e da sua obra. Existem muitas obras deste género, entre as quais se conta a tradução relativamente mais recente dos *Principia* de Newton, com uma introdução extensíssima e particularmente minuciosa de I. Bernard Cohen [Cohen I. B. 1999].

Duas observações acerca deste ponto. Em muitas obras científicas publicadas até aos começos do século XX, constata-se a falta de referências a obras de outros autores. Isso não deve ser necessariamente considerado como decorrente de má-fé, apesar do facto de algumas vezes a falta de referências se dever

a motivos indubitavelmente pessoais. Isso não tem importância, na medida em que a prática das referências e de comentários não foi a mesma em todas as épocas. Por exemplo, em épocas em que a comunidade científica tinha poucos membros, os diversos “empréstimos” eram claros para todos. A segunda observação tem a ver com o papel do coordenador de tais edições. O objetivo, naturalmente, é facilitar aos leitores uma mais completa compreensão das obras. No entanto, não deverão verificar-se intromissões tão fortes que desfigurem a sua historicidade. A forma de o conseguir depende do método que cada coordenador decide seguir, não havendo um método único para esse tipo de edições. Desejariamos, porém, sublinhar que, em si mesma, a edição de obras completas com coordenação tem a sua própria história e tem conhecido muitas alterações ao longo dos tempos. Em determinadas edições, por exemplo, reproduz-se cronologicamente o conjunto da obra publicada do autor, sem lhe acrescentar absolutamente mais nada; noutras, agrupam-se os diversos trabalhos pertencentes a determinadas áreas de investigação, com uma breve introdução a cada unidade; noutras, há uma extensa introdução, após a qual os trabalhos são apresentados cronologicamente ou por grupos; noutras há um comentário analítico ou breve, em que são referidos trabalhos com resultados idênticos, erros ou omissões nos cálculos, descrições analíticas de dispositivos experimentais, indicação de erros em medições experimentais, uma lista de trabalhos de outros cientistas que foram influenciados pelos resultados teóricos ou experimentais de determinado trabalho.

Tem igualmente importância acrescentar que algumas vezes a supervisão da edição das obras completas de uma pessoa é feita pela própria pessoa. Também existem casos em que cientistas conhecidos coordenaram as edições quer da obra de outros cientistas que eles consideraram importantes quer de obras que consideraram importantes, mas que, até então, não eram vistas como tais. A tarefa de organização é quase sempre julgada na base de saber em que medida é que a obra se torna inteligível por parte dos leitores. Esses problemas multiplicam-se nos casos de edição de obras científicas inéditas. Tais obras, frequentemente, não estão acabadas, existem nelas não só supressões e acrescentos, mas também supressões dentro dos acrescentos e acrescentos adicionais, etc. Apesar do facto de as edições electrónicas oferecerem grandes possibilidades às técnicas de coordenação, tem havido obras memoráveis que tentaram resolver este tipo de problemas por processos tradicionais. A edição dos manuscritos matemáticos e das anotações não datadas de Newton, feita por Whiteside, o qual, por meio da sua análise já clássica, conseguiu datá-los,

constitui um dos feitos editoriais mais impressionantes na História das Ciências. Levantar-se-á eventualmente a objecção de que os historiadores das ciências devem ler e estudar os originais na sua forma inicial publicada ou manuscrita. Não creio que isso seja válido como regra geral. Alguns estudos seguirão esta abordagem; outros preferirão a leitura das obras nas edições revistas; outros precisam de ter acesso aos textos, sem que, no entanto, seja objecto da sua investigação directa exigir o estudo assíduo das obras em questão.

De toda a maneira, estas dispendiosas edições não se destinavam apenas à comunidade académica. Casos houve em que tais edições se ligaram a exaltações nacionais ou ao propósito, por exemplo, de ficarem para a história os grandes matemáticos quer como franceses, quer como suíços, ou de que os grandes físicos fossem reconhecidos como italianos, etc. Tem interesse ler o apelo de Antonio Favaro (1847-1922) aos sentimentos patrióticos dos habitantes de uma Itália acabada de se unificar, relativa à edição das *Obras completas* de Galileu. Detenhamo-nos, então, no prólogo:

Quando fiz os primeiros contactos no sentido de obter um subsídio estatal com vista à edição das obras completas de Lagrange, nascido em Turim, descobri que já tinham sido publicadas por diligência da França. Recordo quão doloroso foi para mim ver essa oportunidade escapar do nosso país, sem que [ninguém] se preocupasse em fazer reconhecer perante o mundo científico a origem italiana deste grande turinês. Há não muito tempo, novamente em França, foram publicadas numa maravilhosa edição as obras de Leonardo da Vinci. Ah! Quanto não faríamos de melhor se cuidássemos da nossa própria glória, utilizando o dinheiro que gastamos em monumentos na recolha e na edição das obras desses grandes homens. Lançemos mãos à obra, pois caso contrário – lembrai-vos das minhas palavras – não nos livraremos da suprema vergonha de vermos a edição das obras completas de Galileu feita por algum estrangeiro.

Entre os organizadores de obras completas não é possível deixar de referir J. L. Heiberg. A capacidade filológica e a perseverança deste dinamarquês devemos a edição definitiva dos *Elementos* de Euclides (5 tomos, 1882-88), da qual se serviu Thomas Little Heath para a tradução inglesa (3 tomos, 1908, 1925) com muitas notas explicativas e históricas. Mas a Heiberg devemos também a edição das obras completas de Arquimedes e Apolónio. Assim, no princípio do século XX, quem pretendesse ocupar-se sistematicamente da

História das Ciências já tinha à sua disposição edições cuidadas das obras dos mais importantes matemáticos e físicos.

Um outro género que desempenhou um papel importantíssimo na consagração da História das Ciências foi a edição de obras com seleções de "clássicos" ou de trabalhos de importância decisiva para o desenvolvimento de determinadas disciplinas. Wilhelm Ostwald foi quem tomou a iniciativa de editar os *Klassiker der exakten Naturwissenschaften* em 1889. Já antes tinha escrito a *História da Electroquímica*, que ainda hoje continua a ser o livro básico de referência para a história deste ramo da Química. O conteúdo dos *Klassiker* constava da reimpressão de artigos que tinham sido escritos em ou traduzidos para alemão. Cada tomo tinha o seu próprio coordenador, que acrescentava comentários, sublinhando a importância científica de diversas conquistas e a influência que exerceram. Até 1915, ano em que cessou a série dos *Klassiker*, tinham sido publicados 195 desses tomos. Idênticas tentativas foram realizadas em Inglaterra pelo *Alembic Club* (21 tomos, 1898-1933) e em França pela *Société Française de Physique* (9 tomos, 1884-1914).²

Uma das mais interessantes fontes para a História das Ciências é a correspondência. Existem diversas categorias de correspondência: aqui, porém, comentaremos três que nos interessam particularmente. Existe uma categoria de cartas que o remetente queria que diversas pessoas lessem ou que fossem copiadas pelo destinatário e circulassem por diversos interlocutores. Esta é uma maneira de fazer com que algumas pessoas conheçam as novas ideias através de uma pessoa da confiança do remetente, uma maneira de avaliar as reacções dos destinatários e de fazer com que o remetente não fique directamente exposto, uma vez que dá a impressão de que foi o destinatário que tomou a iniciativa de fazer circular a carta. Outra categoria diz respeito às cartas enviadas a pessoas consideradas defensoras da nova proposta formulada pelo remetente, pessoas instruídas com argumentos adicionais que funcionam como propagandistas da nova ideia. A esta categoria pertencem também as cartas enviadas a pessoas que fizeram uma crítica a uma obra do remetente e a cuja crítica este por sua vez responde. Em ambos os casos, temos em mãos um material de que podemos retirar muitos elementos que nos ajudarão a compreender ainda melhor o pensamento de um investigador e as reacções das outras pessoas às ideias que ele defendia. Problema actualmente mais sério é o

que constitui a dramática mudança nos meios de comunicação entre cientistas, trazida pela utilização extensiva da conferência telefónica e sobretudo do correio electrónico, que subverteu substancialmente as formas tradicionais de correspondência. A terceira categoria é a da correspondência entre duas pessoas que comentam o trabalho de uma terceira. Tais cartas podem ser trocadas entre apoiantes da obra, entre pessoas que exercem crítica, ou entre pessoas que estão simplesmente interessadas em comentar a obra. Estas categorias não esgotam, é claro, os diversos tipos de correspondência; no entanto, poderíamos dizer que são as que mais frequentemente têm a ver com a História das Ciências.

Os métodos de organização da correspondência de cientistas variam, e isto não só porque cada coordenador tem uma forma diferente de abordar a questão, mas também porque as exigências por parte dos organizadores são muito diferentes no que respeita à supervisão quer de diversos tipos de correspondência, quer entre a correspondência e outras formas de texto escrito. Por exemplo, existem cartas em que são referidas terceiras pessoas só pelo seu nome próprio, pelo que deverão ser identificadas, acrescentando-se, eventualmente, uma breve biografia; existem cartas em que se dá continuidade por escrito a uma discussão ou discórdância que começou por ser oral, pelo que a questão em causa deve ser reconstituída por meio de outras fontes; existem cartas em que se desenvolve um código de comunicação entre duas pessoas que desejariam que a matéria a que se referiam ficasse só entre si, pelo que deverá ser descodificada essa forma de comunicação; existem cartas com mensagens completamente secretas que alguém envia a uma ou mais pessoas com o fim de proteger uma descoberta, a qual, no entanto, posteriormente "não sai", e deste modo o coordenador é chamado a descobrir a que é que se refere o autor da carta; existem cartas em que alguém responde pormenorizadamente a uma crítica que lhe foi feita, etc.

Uma outra categoria de documentos são os cadernos de notas em que se registam medições de experiências. Porque é que esses cadernos são tão importantes para os historiadores das ciências? Aparentamos três razões. Em primeiro lugar, nas formas publicadas dos resultados experimentais falta habitualmente um conjunto de resultados que o autor não quis incluir por variados motivos. Algumas vezes, porém, verificam-se medições contraditórias que "não dão jeito" ao experimentalista [Franklin 1981, Holton 1978]. Em segundo lugar, nas publicações não se incluem reflexões e ideias variadas que o experimentalista teve durante as experiências e que regista à pressa e

² Sarton 1952, *Guide*, pp. 197, 223.

sem grande cuidado no caderno de notas.³ Em terceiro lugar, pode acontecer que nos cadernos de notas se encontrem as formas pelas quais o experimenterista avançou na resolução de diversos problemas técnicos que o impediam de concluir as suas experiências — dificuldades e soluções que frequentemente não são mencionadas na forma publicada das experiências.⁴ Mais uma vez, como no caso da correspondência, e sobretudo, em mais alto grau no caso dos cadernos de notas, estamos em posição de investigar as reflexões mais pessoais dos investigadores; as reflexões mais espontâneas e aquelas que eles consideram poder simplesmente registar, a fim de não as esquecerem mais tarde, sem se aperceberem de que devem ser mais cuidadosos, pois haverá quem as leia. Não é que não haja casos de investigadores que destruam os cadernos de notas primitivos e os substituam por cadernos passados a limpo, a fim de facultarem um tratamento favorável por parte dos historiadores! É claro que alguns terão conseguido enganar os historiadores, porquanto se em alguns casos estamos em condições de perceber a substituição, noutras casos seguramente que não. Finalmente, existem cadernos de notas que contêm referências extraordinariamente minuciosas a experiências ou observações, a todas as medições possíveis e a muitíssimo material — como diversos esboços — que não estão incluídos na obra publicada dos investigadores. Tais são, por exemplo, os cadernos de notas de Galileu sobre o movimento e sobre medições que efectuou em experiências relativas ao movimento, bem como descrições exemplares das experiências de Faraday executadas pelo próprio [Faraday 1932-1936].

Existe uma outra categoria de manuscritos de carácter idêntico ao dos cadernos de notas das medições experimentais mas cujo conteúdo é incomparavelmente mais desordenado. Trata-se de cadernos de notas utilizados no registo dos cálculos e das análises teóricas, que constituem igualmente uma fonte de informação rica não só sobre o desenvolvimento de certas teorias mas também sobre o percurso de muitos cientistas. Uma enorme quantidade de cadernos contém erros e impasses que fazem parte da prática diária dos cientistas. Mas os erros e os impasses revelam-nos, muitas vezes, elementos extraordinariamente interessantes sobre a maneira de pensar dos cientistas.

O completo falhanço de Einstein em formular uma teoria que unificasse o electromagnetismo e a gravidade e o registo das tentativas nesse sentido nos seus cadernos de notas durante cerca de quarenta anos forneceram preciosas informações sobre a maneira de pensar de Einstein. É claro que amíúde não somos afortunados a ponto de termos cadernos de notas onde estão registradas as medições, as observações ou os cálculos, de modo a tornar absolutamente clara a sua ordem cronológica. Muitas vezes, temos páginas avulsas (mas também pedaços de papel) com observações, reflexões ou cálculos, sem que exista qualquer indicação quanto à sua ordem cronológica. Tal é o caso de muitas das páginas não datadas de Galileu, que contém cálculos e certas medições sobre a queda livre, bem como muitos dos manuscritos matemáticos e alquímicos de Newton.⁵

Especialmente a partir do século XVII, possuímos algumas novas categorias de documentos, quase todas identificadas com o desenvolvimento da investigação das academias. Juntamente com a fundação das academias, começou a difundir-se a publicação regular de revistas, algumas das quais eram os seus órgãos oficiais. As fontes a que aqui nos referimos são constituídas por artigos publicados nessas revistas: discursos em sessões da academia, relatórios dos “referentes” dos artigos, actas dos debates de diversos órgãos da academia (têm particular interesse as actas de debates de comissões para a atribuição de prémios ou para a eleição de novos membros), bem como a correspondência da academia quer com outras academias, quer com pessoas que enviavam cartas com informações de diversas partes do mundo. Constituem uma fonte igualmente importante de informações as participações em concursos muitas vezes anunciados pelas academias; as alocações pronunciadas nas cerimónias de atribuição de prémios; as alocações sobre a eleição de um novo presidente; os discursos dos novos presidentes e secretários; a prestação de contas de exercício e os obituários proferidos no decorrer de uma sessão especial de homenagem a um falecido que fora membro da academia.⁶

Constituem um outro género de fontes as imagens tridimensionais do sistema solar, os globos terrestres, os atlas esféricos, mas também as imagens que

³ Ver os trabalhos exemplares sobre os cadernos de notas de Galileu, do *Istituto e Museo di Storia della Scienza* em Florença: <http://galileo.imsisfirenze.it/ms72/index.html>.

⁴ Ver igualmente a excelente edição dos manuscritos alquímicos e teológicos de Newton: *Newton project*, <http://www.newtonproject.ca.uk/intro.html>.

⁵ Estas, geralmente, podem encontrar-se nas revistas oficiais editadas pelas academias ou pelas associações, como por exemplo as *Philosophical Transactions of the Royal Society* e *Les Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.

⁶ Tais são, por exemplo, os cadernos de notas de James Dewar (1842-1923) sobre a liquefação do hidrogénio, no decorrer das suas longas investigações na *Royal Institution* de Londres, de 1890 a 1898. Os seus cadernos de notas encontram-se no Arquivo Dewar na *Royal Institution*. Ver Garroglu 1995.

⁷ Tais são, por exemplo, os cadernos de notas de Lord Rayleigh (1842-1919) (na posse da sua família em Tecling Place, Inglaterra) e de William Ramsay (1852-1916) (guardados na Universidade de Londres), principalmente no decorrer das suas investigações sobre o isolamento do argon do ar atmosférico, entre 1894 e 1896. Ver Garroglu 2000.

representam a estratificação das rochas da Terra ou as réplicas em vidro de plantas e de flores, cujo uso era quer pedagógico quer ornamental. Muitos quadros representam instrumentos científicos que podem igualmente fornecer-nos várias informações sobre o passado; poderíamos referir como exemplo a obra *Os embaixadores franceses na corte de Inglaterra* (1533) de Hans Holbein, o Jovem, onde estão representados diversos instrumentos astronómicos. Particularmente úteis são as ilustrações de velhos livros, bem como os projectos arquitectónicos de países onde trabalhavam filósofos da natureza, astrónomos e em geral todos aqueles cujas ocupações constituem objecto de investigação da História das Ciências. Já atrás falámos dos instrumentos científicos; agora teremos de nos referir às colecções extraordinariamente importantes guardadas em certos museus, como o *Museum of the History of Science de Oxford*, o *Whipple Museum de Cambridge*, o *Science Museum de Londres*, o *Musée des Arts et Métiers de Paris*, o *Deutsches Museum de Munique*, o *Istituto e Museo di Storia della Scienza de Florença*, bem como em muitos museus universitários. O estudo dos próprios instrumentos dá-nos o sentido não só das possibilidades, mas também, e ao mesmo tempo, das limitações que tinham os cientistas que foram os primeiros a utilizá-los. Em muitos deles está inscrito um tipo de conhecimento não explícito, de que os fabricantes dispunham para o seu funcionamento – um conhecimento que tinha mais a ver com a experiência dos construtores e dos técnicos dos laboratórios, do que com o conhecimento que os cientistas adquiriam a respeito da natureza com base na utilização dos instrumentos.

O conteúdo dos sítios da Internet e das bases de dados que existem na Internet oferece muitíssimas informações relativas à História das Ciências e, em certos casos, disponibiliza ainda obras clássicas digitalizadas de História das Ciências ou séries digitalizadas de revistas científicas ou imagens de instrumentos, bem como material de arquivo digitalizado. Os endereços electrónicos abaixo mencionados constituem uma amostra dos mais ricos sítios da Internet que contêm também um grande número de ligações:

Exploring and collecting history on-line:
<http://lecho.gmu.edu/center/>

Dibner Institute for the History of Science and Technology, Cambridge, Massachusetts:

www.dibinst.mit.edu

Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin:

<http://www.mpiwg-berlin.mpg.de>

Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florença:

<http://galileo.imss.fiienze.it/museo/>

Na página da Internet do *Museum of the History of Science de Oxford*, encontram-se muitas fotografias de instrumentos com as devidas explicações: www.mhs.ox.ac.uk

Muitos livros científicos clássicos e artigos encontram-se digitalizados no endereço electrónico:

<http://www.zlib.udel.edu/subj/hsci/internet.htm>

Há também o nosso “*Heliomnimom*”: Biblioteca digital de livros e manuscritos científicos e filosóficos gregos, 1600-1821:

www.ionio.noa.gr/heliomnimom/index.html

O silêncio e a verbosidade dos documentos

Os historiadores das ciências “encontram-se” com as fontes através das questões que colocam. O seu encontro com elas é uma relação extraordinariamente complexa, que não é possível descrever com precisão nem permite delinear um perfil “ideal” do historiador. Voltaremos a este assunto. Existem, é claro, certas regras que constituem as condições necessárias, mas seguramente não suficientes, para se efectuar um estudo sério da História das Ciências. Os historiadores deverão, antes de mais, estar convencidos da autenticidade de um documento. Será que é realmente o que “deve” ser? Terá sido o texto realmente escrito na época em que se supõe ter sido escrito? Terá sido redigido pela pessoa que se considera ser o seu (a sua) autor(a)? Não se tratará de uma cópia ou de um documento falso? Ou então, terá sido utilizado um determinado instrumento da época que estamos a estudar ou será um instrumento de uma época posterior? Os historiadores procuram o(a) autor(a) do documento, o utilizador de um instrumento, ou procuram saber a quem e por que motivo se dirige uma carta, tentando formar a coerência interna das fontes e a sua relação com outras fontes referentes ao mesmo tema. Pertencerá o documento à pessoa ou à instituição que se supõe tê-la produzida, ou terá sido colocado num arquivo por dolo ou com boa intenção? Com base nos conhecimentos que temos desse período, será crível o conteúdo do documento? Frequentemente, recorremos ao auxílio da paleografia no intuito de averiguar se realmente um documento foi escrito na época em que se considera ter sido redigido ou se foi escrito mais tarde. Do mesmo modo, investigamos o grau de credibilidade das nossas fontes. Estaria o autor em condições de fornecer um relato fiel dos factos? Ou seja, teria ele o indispensável sangue-frio durante a fase de redacção, ou encontrava-se numa situação emocional tal que esta provavelmente se terá reflectido no texto? Teria ele presenciado os

factos? Teria prestado a necessária atenção aos pormenores? Ou não teria a redacção tido lugar muito depois dos acontecimentos? Quando, por exemplo, estudamos actas de sessões, deveremos examinar até que ponto é que o texto foi redigido no decorrer da sessão, ou se cada pessoa que nela participou entregou, após a sessão e por escrito, o texto de tudo quanto disse ou de tudo quanto considerou que devia ficar registado, já que, depois da sessão, uma pessoa fica a conhecer a opinião de todas as restantes. Deste modo, começamos a apreciar o valor dos documentos e a classificá-los. Temos plena consciência de que todas as declarações e todos os documentos são imprecisos, incompletos, omisso e com uma forte dose de preconceitos e egoísmos por parte daqueles que os redigiram. A solução não está em rejeitarmos todos os que consideramos duvidosos e em utilizarmos somente os "objectivos". Se nos atrevermos a fazer tal coisa, acabaremos por ter pouquíssimos documentos e inutilizaremos uma enorme riqueza de informações. Pelo contrário, se utilizarmos a maior quantidade possível de documentos, se ao utilizá-los, começarmos a conhecer as virtudes e as fraquezas que por definição caracterizam quase todos eles, então podemos ter muito melhor controlo sobre o conjunto, uma vez que imprecisões e distorções prováveis vêm habitualmente à luz através do cruzamento de elementos e de factos.

Os historiadores das ciências devem decidir como avaliar as fontes que vão utilizar. Coloca-se, pois, o problema dos critérios de escolha. Tem grande importância acentuar que, embora as fontes possam fornecer-nos um volume grande e credível de informações sobre muitos dos parâmetros que conduziriam a certos factos ou sobre as consequências de um determinado facto, ou sobre a sua relação com outros factos, nem sempre é um dado adquirido que nos previnam sobre a importância relativa de todos esses parâmetros ou sobre a sua correlação. A sua importância *relativa* tem uma conexão directa com a interpretação dos factos, e os critérios de avaliação são esclarecidos através do encontro dos historiadores com as fontes que eles utilizam. Pode suceder que, através das questões que os historiadores tenham colocado, surjam determinados critérios de avaliação das fontes, mas o seu esclarecimento final faz-se depois do seu encontro concreto com elas. Por exemplo, a contribuição das mulheres para a ciência foi ignorada durante muitíssimos anos. A opinião dominante era a de que as mulheres não tinham desempenhado nenhum papel na concretização do fenómeno científico. E, no entanto, este preconceito foi desfeito na sequência de novos estudos realizados com base em elementos que desde sempre existiram e nos eram acessíveis, mas a que não tínhamos dado o devido valor!

Portanto, os historiadores não revelam e não constroem o passado exclusivamente mediante a detecção e a leitura dos documentos. A dimensão fundamental da investigação histórica tem a ver com as *escolhas* das respectivas fontes, dos factos históricos, das interpretações adequadas e significativas — escolhas essas que frequentemente estão contidas nas perguntas que formulamos. Ora, na definição das escolhas insinuam-se factores que têm a ver não só com as fontes mas também com os historiadores, conforme desenvolveremos no capítulo 4. No entanto, a selectividade no uso dos documentos só é possível desde que tenhamos analisado cuidadosamente todos eles. Do seu conjunto, escolhemos concentrar o nosso estudo sistemático em alguns, que funcionam, por intuição, como modelo no sentido de saber que documentos consideramos que sustentam a nossa argumentação inicial. No entanto, esforçamo-nos sempre por ver em que medida é que os documentos que não seleccionámos poderiam refutar a nossa argumentação, em que medida é que aqueles que não incluímos minam a nossa interpretação ou, simplesmente, não acrescentam nada. Seria até útil pensarmos na espécie de documentos de que não dispomos e que poderiam enriquecer a nossa interpretação e investigarmos a sua existência.

E como é que constituímos a nossa argumentação? A sua formação constitui uma das actividades mais originais e mais interessantes dos historiadores das ciências. A argumentação está em parte escondida nas perguntas que formulamos, traduz-se em parte através dos critérios de escolha dos documentos, está em parte encerrada nos documentos que seleccionamos, é um elemento constituinte da nossa interpretação e está oculta nas nossas percepções teóricas. Deste modo, portanto, perguntas, critérios de escolha, testemunhos, teoria, interpretação e argumentos constituem um complexo de influências mútuas e de factores mutuamente formados, em que cada ramo conserva a sua autonomia relativa e cuja existência durante o processo de escrita não faz sentido sem os restantes factores. É claro que existe uma certa hierarquização destes elementos, e os historiadores das ciências começam sempre com a pergunta que está sob investigação. O onde e o quando é que os historiadores das ciências devem parar é algo que não decorre de qualquer receita genérica. Consideramos satisfatória a resposta às perguntas que colocamos, quando, apesar da análise de documentos adicionais, a nossa argumentação não fica substancialmente mais rica nem parece ser refutada.

Constituí, obviamente, uma ingenuidade pretendermos abordar as nossas fontes de forma objectiva e sem qualquer preconceito. Pelo contrário, quanto mais comprometida é a nossa abordagem, tanto mais produtivo e eficaz será o

nosso contacto com as fontes. À primeira vista, isto pode parecer um paradoxo, mas não é. Recordemos que o nosso objectivo como historiadores consiste em transformar os acontecimentos verdadeiros em factos históricos – ou, como certamente observa Carr, em transformar os factos do passado em factos da história – ou seja, em interpretá-los e correlacioná-los entre si. Abordamos o nosso material de arquivo a fim de investigarmos se ele está em condições de fornecer respostas às perguntas que já colocámos. Essas perguntas reflectem em parte as nossas indagações mais gerais em determinado campo científico, o nosso programa de investigação mais geral ou as nossas concepções mais gerais a respeito da ciência e da sociedade. Frequentemente, reflectem as nossas orientações historiográficas, ou seja, reflectem quase tudo. Mas como é que não seria assim, uma vez que as perguntas constituem a concretização dessa nossa problemática? Por isso, através da formulação das nossas perguntas a interpretação do passado dependerá em parte também do presente, não de forma anacrónica, mas porque os historiadores são produto do presente, ou seja, as nossas perguntas e as suas formulações concretas constituem a “instrumentalização” da nossa problemática, ou seja, transformam a nossa problemática em instrumento de estudo das fontes.

Quando abordamos as nossas fontes, já conhecemos os pormenores de muitos trabalhos de investigação relacionados com o tema que nos interessa ou com temas similares – trabalhos cuja elaboração se apoiou na utilização das mesmas fontes às quais também recorreremos. Ora, nós não somos conhecedores passivos dessa bibliografia. Pelo contrário, tomamos posição sobre cada obra que lemos. Algumas dessas obras já responderam a perguntas que são idênticas às perguntas que também nós colocamos ou a perguntas que nos interessam. Nem sempre, porém, as respostas que são dadas nos convencem, enquanto que pode suceder no que respeita a certas respostas que tenhamos determinadas objecções a pôr. Logo, quando formulamos perguntas para investigação, as formulações, por um lado, revelam as nossas teorizações mais gerais (sem que forçosamente tais teorizações possam ser formuladas com clareza) e, por outro lado, determinam à partida o género de fontes que deveríamos analisar, daí as expectativas que temos a seu respeito. Isto não significa que sejam antecipadamente conhecidas as respostas que iremos dar, mas sim que foram seleccionadas determinadas fontes, consideradas as mais adequadas a ajudarem-nos na formulação das nossas respostas. Mais uma vez, isto não assegura que essas fontes nos irão ajudar. Algumas vezes, o facto de demonstrarmos que as fontes a respeito das quais tínhamos certas expectativas não estão, afinal, em condições de nos ajudarem absolutamente nada constitui uma contribuição importante (ainda que negativa).

A grande arte dos historiadores das ciências reside na sua capacidade de verificar o que é que podem retirar das fontes, determinar em que medida determinadas fontes contribuem para a formação de respostas às perguntas formuladas, distinguir de que modos é que as fontes resistem à formação das respostas e investigar em que medida o material pode ajudar na formação de perguntas adicionais, cuja resposta os historiadores podem extrair do próprio material. O estudo exaustivo das fontes num determinado período não significa que se tenham esgotado as possibilidades de interpretação dessas fontes. *As fontes, frequentemente, “são mudas” ou “falam” em função das perguntas que lhes dirigem os historiadores*, e isso nem sempre tem a ver com a questão de saber se certos historiadores descobririam perguntas que não foram formuladas por outros. Quase sempre, isso tem a ver com as contravérsias que se desenrolam não só entre os historiadores das ciências, mas também entre os membros de outras comunidades científicas relativamente à investigação dos limites de uma temática, à análise de novos problemas teóricos, às novas possibilidades historiográficas, etc. Tem, no entanto, importância que tomemos consciência de que as fontes não se esgotam, e que compreendamos, na qualidade de historiadores das ciências, que aquilo que as fontes nos podem oferecer depende das perguntas que nós colocamos; as fontes permanecem sempre activas, mesmo que tenham sido ignoradas pelos historiadores durante muitos anos. Exemplo clássico são os manuscritos alquímicos de Newton. Estas fontes não ofereciam absolutamente nada aos estudos que se efectuaram antes dos começos da década de 1960 relativamente à obra de Newton, até que os historiadores das ciências começaram a pôr de lado os seus preconceitos sobre o papel das concepções “não racionais” na formação das ciências do século XVII.

Deverá igualmente assinalar-se que os documentos do passado não representam um sentido diacrónico a ponto de a sua leitura, nos termos da ciência actual, nos conduzir à realidade do passado. Temos de lidar, aqui, com um jogo de interpretações e reinterpretações dos sinais do passado, o qual, obviamente, não se fundamenta nas possibilidades que nos pode oferecer a análise exclusivamente linguística dos textos. As limitações determinadas pelas perguntas que colocamos e, quase sempre, as formulações concretas colocam limitações adicionais. Através dessas perguntas, ganha forma o quadro básico no qual se move o nosso estudo. Os documentos não são “transparentes”, não só porque os sentidos das palavras e das expressões entretanto se alteraram, mas também porque cada documento do conjunto daqueles que estamos a utilizar a fim de formarmos as nossas interpretações se dirige a uma determinada

audiência, a um determinado destinatário, mesmo que esse destinatário seja o próprio cientista que guarda as suas notas pessoais a fim de as utilizar mais tarde. A leitura de cada documento impõe também a reconstituição do quadro em que foi redigido e, é claro, essa reconstituição é o resultado de uma investigação histórica e, portanto, da leitura de outros documentos, etc. Isto parece ser um círculo vicioso que não se sabe onde começou. Felizmente, a situação não é tão desesperada como parece, uma vez que nenhum historiador das ciências realiza os seus estudos no vazio, sem que nada tenha a preceder-lo, sem que nada tenha sido debatido anteriormente. Existe sempre uma “primeira abordagem” em que se envolve o historiador das ciências que estuda um problema e é essa abordagem que ele tenta valorizar ou corrigir, formando simultaneamente a sua argumentação em relação à resposta à pergunta que formulou.

Três casos singulares

É sempre útil enunciar-se de forma concreta o número, o tipo e o alcance dos documentos que utilizamos no estudo de um determinado episódio. Falamos no caso da descrição analítica dos documentos relativos a um dos acontecimentos mais conhecidos e mais debatidos da História das Ciências: o processo de Galileu. Comentaremos, igualmente, as singularidades apresentadas pelos documentos relativos às ciências na Antiguidade, bem como os documentos respeitantes às actividades “não racionais” de Newton — designação usada por muitos durante anos para caracterizar a sua ocupação com a alquimia.

Os documentos das ciências da Antiguidade

Haverá que esclarecer que o carácter dos documentos, sobretudo no que respeita à sua autenticidade e à sua credibilidade, não é o mesmo para todos os períodos históricos. No caso, por exemplo, de Galileu, somos felizes como historiadores: existem muitos documentos, estão todos acessíveis e não se põe para nenhum deles, com excepção de um, a questão da autenticidade ou da credibilidade. Não é esta, porém, a situação dominante com todos os tipos de documentos. Particularmente problemático é o caso dos documentos da ciência antiga. De onde é que, por exemplo, retiramos os nossos conhecimentos sobre a matemática grega? [Christianidis 2003] Se bem que as fontes que temos à nossa disposição sejam muito mais ricas em material informativo comparadas com as fontes correspondentes da matemática pré-helénica, subsiste o problema de, no caso da matemática grega, não termos à nossa

disposição o texto autêntico. Deste modo, enquanto o *papiro Rhind* egípcio e a placa babilónica *P115* [Christianidis 2003] são objectos naturalmente autênticos que nos chegaram das mãos dos próprios escribas, não existe nada semelhante no que respeita aos textos gregos antigos. Os textos gregos antigos que temos à nossa disposição são, na sua totalidade, cópias manuscritas dos textos autênticos, e é mesmo extraordinariamente normal que o mais antigo manuscrito subsistente de um texto esteja cronologicamente muito menos afastado da nossa época do que da época em que viveu o seu autor.

Vejamos um exemplo. Os *Elementos* de Euclides foram escritos por volta de 300 a. C., mas o texto manuscrito autêntico de Euclides não subsistiu. Pelo contrário, subsistem dezenas de cópias que, em última análise, derivam dele. A mais antiga cópia completa está num códice manuscrito em pergaminho, actualmente guardado na Bodleian Library de Oxford, e data do ano de 888, ao passo que pequenos fragmentos da obra subsistem em papíros de época anterior, bem como num manuscrito palimpsesto do século VII ou VIII d. C., guardado no British Museum. Vemos, pois, que o mais antigo manuscrito que contém o texto completo dos *Elementos* de Euclides data dos fins do século IX d. C. e, por conseguinte, dista da nossa época quase tanto como da época do seu próprio autor.

Este facto, que vale para todos os textos da ciência grega antiga, é representativo do tipo de problemas que enfrentamos, quando se trata de estudar a história da ciência grega a partir das suas próprias fontes. Tais problemas são completamente diferentes dos problemas que enfrentamos ao estudar, por exemplo, a ciência babilónica. Neste caso, pode ser que os nossos textos (placas de barro com escrita cuneiforme) estejam quebrados e estragados, poder ser que a sua terminologia seja obscura e só se entenda com base no contexto, mas uma coisa está fora de toda a dúvida: os textos são autênticos, são as placas escritas pelos próprios escribas babilónicos dos princípios do segundo milénio a. C. No caso da ciência grega antiga, porém, mesmo os textos mais antigos que subsistem são cópias de cópias de outras cópias, com todas as desagradáveis consequências que advêm de um processo de cópias sucessivas, tanto mais que são feitas por pessoas que, muitas vezes, têm pouca relação com a matéria que estão a copiar (monges bizantinos, copistas profissionais, etc.). Portanto, um primeiro dever dos historiadores da ciência grega antiga consiste em reconstituir, na medida do possível, a partir não só do conjunto das cópias subsistentes de uma obra, mas também a partir das traduções antigas da obra para latim, persa, árabe ou outras línguas, o texto autêntico, tal como foi escrito pelo próprio autor.

O problema da reconstrução credível de um texto antigo a partir da grande quantidade de manuscritos não é um problema fácil e os filólogos clássicos desenvolveram técnicas muito subtis na colação dos manuscritos, a fim de resolverem esse problema. O método seguido é, em linhas gerais, o seguinte: suponhamos que compararmos os manuscritos A e B de um mesmo texto. Se o manuscrito B contém todos os erros e as particularidades do manuscrito A, e se, além disso, contém certas particularidades que pertencem somente a B, então temos uma indicação muito forte de que o manuscrito B é cópia de A ou cópia de uma cópia que provém de A. Agora, se A e B apresentam um certo número de erros comuns, mas se, além disso, cada um deles contém alguns erros não comuns a ambos, então concluímos que ambos os manuscritos provém provavelmente de um arquétipo comum X, que se admite não ter subsistido, mas que pode ser reconstruído. Deste modo, traça-se a árvore genealógica (os filólogos usam o termo *stemma*) dos manuscritos, ou seja, os filólogos classificam os manuscritos por famílias, cada uma das quais está representada por um arquétipo. A partir do arquétipo, reconstitui-se, finalmente, o texto primitivo.

A adulteração dos textos autênticos não é a única consequência do processo de cópias sucessivas. Uma segunda consequência, muito mais importante, consiste em que através desse processo se “salvaram” e foram salvas somente aquelas obras que as gerações seguintes consideraram, por uma ou outra razão, que deviam ser copiadas e, enfim, salvas e transmitidas até aos nossos dias. Ao invés, há muitas obras da Antiguidade, das quais só conhecemos os títulos e que hoje estudariamos com muito interesse, mas que, infelizmente, não subsistiram. Por exemplo, as *Cônicas* de Apolônio são uma obra escrita no século II a. C., que parece ter contribuído para catrem em desuso pelo menos duas obras sobre o mesmo assunto – ou seja, as secções cônicas – escritas 150 anos antes por Aristeu, o *Velho* (*Lugares Sólidos*) e por Euclides (*Elementos Cônicos*). É claro que, depois do aparecimento da obra de Apolônio, estas obras foram consideradas ultrapassadas, não se julgou necessário copiá-las e, deste modo, não subsistiram. Escusado será dizer que estas obras constituiriam hoje para os historiadores da Matemática um material de valor incalculável para a reconstrução da história primitiva das secções cônicas. Em termos mais gerais, porém, este processo de selecção acarreta como resultado que a imagem que hoje temos da matemática grega antiga se baseia, afinal, numa pequena parte do conjunto das obras que foram escritas na Antiguidade, não sabendo nós quão representativa da sua extensão e do seu teor é essa selecção.

Galileu e os acontecimentos de 1616

Vamos agora referir-nos a um exemplo que nos ajudará a compreender o tipo de documentos que os historiadores das ciências utilizam para elaborar a narrativa de determinados factos. O processo de Galileu em 1633 foi um caso realmente complexo, um caso que não pode ser analisado se não for inserido num quadro caracterizado, entre outras coisas, pelas relações entre a teologia e a filosofia, pelas características e pelos limites daquilo que a Igreja considerava lícito, pelas diversas tendências no seio da direcção da Igreja no que concerne à questão da luta contra os protestantes, pelas causas e pela marcha da Guerra dos Trinta Anos, pela articulação social da Toscana e pelo papel da família dos Médici, pelas ambições do próprio Galileu, pela situação da astronomia noutros países da Europa, etc.

No que respeita ao processo de Galileu, escreveu-se uma enorme quantidade de artigos e livros, mas a questão que aqui nos interessa não é tanto a das diversas interpretações desse acontecimento, como a do material de arquivo que os estudiosos utilizam para chegar às diversas interpretações. O processo de Galileu não deverá ser considerado somente como o procedimento na fase de inquérito ou o processo oficial de 1633, mas deve incluir também as interações de 1616 que resultaram na censura e na proibição do sistema copernicano como teoria errada e contrária às Escrituras. Nesta primeira fase, Galileu não está directamente implicado, mas tem apenas um encontro com o cardeal Bellarmino durante o qual declarou que *não acreditava* no sistema copernicano. Em 1633, inicia-se o processo, com a acusação de que Galileu violara a proibição e passara a ensinar as ideias copernicanas, actividade que – segundo os dirigentes do Vaticano – se inseria no conjunto mais geral das proibições com as quais se supõe que Galileu concordara em 1616.

No que se segue, vamos focar a nossa atenção nos acontecimentos de 1616 e, depois, vamos comparar analiticamente o material de arquivo que foi utilizado na narração dos acontecimentos [Drake 1980, Blackwell 1991, Fantoli 1994, Felhay 1995, Finocchiaro 1989, Santilana 1959].

Após as observações efectuadas por Galileu com o telescópio e a sua nomeação como Filósofo e Primeiro Matemático na corte dos Médici em 1611, ocorreram certas denúncias contra ele, uma das quais – do monge dominicano Niccolò Lorini, que tinha sido professor de História Eclesiástica na Universidade de Florença – chegou à Santa Inquisição em 1615. Galileu, em Dezembro desse ano, resolve transferir-se para Roma. Manifestamente, pretende estar no sítio onde

irá dar-se o choque, a fim de poder mais directamente influenciar os acontecimentos. A Santa Inquisição decide constituir uma comissão de onze membros, formada por conselheiros especialistas, a fim de formarem uma opinião sobre as passagens directamente relacionadas com o sistema copernicano. A 24 de Fevereiro de 1616⁷, são anunciadas, por unanimidade, as conclusões da comissão:

1. Que o Sol se encontra no centro do Universo e não tem qualquer movimento local.

A APRECIÇÃO DOS CONSELHEIROS: A passagem em causa é insensata, absurda em Filosofia, e formalmente herética, na medida em que entra em expressa contradição, em muitos pontos, com o espírito da Sagrada Escritura, de acordo com o sentido literal das palavras e de acordo com a interpretação habitual e o entendimento dos Santos Padres e doutores de Teologia.

2. Que a Terra não é o centro do Universo, nem está imóvel, mas move-se como um todo durante um dia.

A APRECIÇÃO DOS CONSELHEIROS: A passagem em causa é julgada do mesmo modo em Filosofia, ao passo que no que respeita à verdade teológica é, pelo menos, errada pelo lado da fé.

Estas apreciações tinham surpreendido Galileu pois esperava que a Igreja não se envolvesse numa coisa que pudesse comprometê-la no futuro. Certamente que tem interesse analisar as formulações das resoluções acima. Os teólogos atribuem à Filosofia o absurdo das passagens, não querendo assumir eles próprios toda a responsabilidade.

A 25 de Fevereiro, depois da condenação das passagens, numa sessão da Santa Inquisição, o Papa dá ordem ao cardeal Bellarmino para:

que chame Galileu e o previna de que deve abandonar essas convicções. No caso de recusar, então o secretário da Santa Inquisição, na presença de um notário e de uma testemunha, intimá-lo-á (judicialmente) a abandonar definitivamente o ensino, a defesa e a discussão dessa matéria. E se continuar a recusar-se, então será encarcerado.⁸

Bellarmino pediu a Galileu que o visitasse em sua casa. Quando Galileu foi a casa de Bellarmino, já lá se encontrava o secretário da Santa Inquisição. Mas que é que sabemos do encontro entre Bellarmino e Galileu, que teve lugar a 26 de Fevereiro? Tudo o que conhecemos provém de três documentos, dos quais não se depreende com precisão absoluta o que é que realmente foi dito nesse encontro – pois as descrições apresentam certas contradições – e de declarações de Galileu – feitas dezassete anos mais tarde, quando Galileu já tinha 69 anos – no decorrer do processo, em 1633.

O primeiro documento provém da acta da sessão seguinte da Santa Inquisição, realizada em 3 de Março de 1616, quando Bellarmino informou a assembleia:

... o cardeal Bellarmino informou a Santa Inquisição que Galileu concordou com a ordem da Santa Inquisição no sentido de abandonar as ideias que tinha até então relativamente ao movimento da Terra e que lhe foi apresentada a ordem sobre os livros proibidos [*De Revolutionibus* de Copérnico, *Sobre Job*, de Diego de Zuniga, e *Epístola Sobre a Ideia Pitagórica e Copernicana Relativa ao Movimento da Terra e à Imobilidade do Sol* e *Sobre o Novo Sistema Pitagórico a Respeito do Universo*, do monge carmelita Paolo Antonio Foscarini]... Na sequência disso, o Santo Padre decretou a publicação da proibição.

A 5 de Março, a assembleia do *Index* publicitou a proibição da edição e da leitura de diversos livros, entre os quais a do *De Revolutionibus* de Copérnico, bem como de todos os livros que difundiam a teoria condenada. Na proibição não há nenhuma referência pessoal a Galileu nem aos seus textos. A proibição do livro de Copérnico era temporária, pois continha a cláusula “até que seja corrigido”. Isto deve-se principalmente a Maffeo Barberini, o futuro papa Urbano VIII. Em 1620, foi novamente permitida a leitura do *De Revolutionibus*, com a retirada de nove proposições que apresentavam a hipótese do heliocentrismo como verdade provada.

O segundo documento é uma carta-nota que Galileu convence Bellarmino a enviar-lhe, a 26 de Maio de 1616, antes de se retirar de Roma para Florença. Essa nota tem a assinatura de Bellarmino.

... ouvi dizer que Galileu é acusado de ter sido obrigado a abjurar sob juramento e de lhe ter sido imposta uma penitência a cumprir como prova de arrependimento. A verdade é que Galileu não foi forçado a abjurar nenhuma das suas convicções ou doutrinas, nem lhe foi imposta qualquer pena. Pelo contrário, foi-lhe comunicada a declaração do Santo

⁷ Todas as datas e cronologias estão de acordo com o calendário gregoriano, que foi adoptado pelos países católicos em 1582. Ver Coyne, Hoskin, Pedersen (1983).

⁸ Ver Finnochiaro 1989, p. 147.

Padre, de que a doutrina que é atribuída a Copérnico... é contrária aos Textos Sagrados, pelo que não pode ser sustentada.

O terceiro documento é um extracto da acta da Santa Inquisição, com a data de 26 de Fevereiro de 1616, que foi aduzido como elemento acusatório no processo de 1633. Este documento *não tem qualquer assinatura*. O seu redactor, pelo menos teoricamente, pode ter sido o secretário da Santa Inquisição, e refere-se ao encontro que Galileu teve com Bellarmino em casa deste último, para que ele lhe comunicasse a sentença da Santa Inquisição.

... o cardeal advertiu Galileu de que a sua opinião estava errada, pelo que devia abandoná-la. Imediatamente depois, ou melhor, ao mesmo tempo, diante de mim e de uma testemunha, e na presença do Cardeal, o secretário, em nome do Papa e da Santa Inquisição, intimou Galileu, que ainda estava presente, a que abandonasse a sua convicção de que o Sol está imóvel e a Terra é que se move, e a que, daqui em diante, não acreditasse nela, não a ensinasse e não a sustentasse de forma nenhuma, quer oral quer escrita. Caso contrário, a Santa Inquisição avançará com os devidos procedimentos. Galileu concordou em obedecer.

Se o terceiro documento é válido, não se deixa a Galileu margem de utilização da teoria copernicana, nem sequer como hipótese. Se ele é autêntico, deveria ser atribuído ao excesso de zelo do secretário, o qual "alargou" autoritariamente a ordem do Papa. Galileu aceitou abandonar as suas opiniões, especialmente na sequência de uma sugestão secreta de Bellarmino, que queria protegê-lo. Foi por isso, de resto, que este lhe enviara a nota autógrafa com a sua assinatura, que servia sobretudo como prova junto do patrono de Galileu, o duque florentino Cosimo II.

Vejamos um pouco mais atentamente os problemas criados com estes três documentos. Na manhã de 26 de Fevereiro de 1616 — dia seguinte ao da sessão da Santa Inquisição — o cardeal Bellarmino mandou duas pessoas trazer Galileu a sua casa. Entretanto, porém, e antes que Galileu chegasse, já tinham vindo a casa de Bellarmino o secretário da Santa Inquisição, juntamente com um escrivão e alguns monges dominicanos. É quase certo que o secretário apareceu em casa de Bellarmino sem ter sido convocado, pois parece que não tinha grande confiança no jesuíta liberal Bellarmino. Poderia, certamente, admitir-se a interpretação de que Bellarmino teria convocado o secretário, para que tudo ficasse formalmente em ordem, não obstante o facto de a sentença da Santa Inquisição não obrigar Bellarmino a convocá-lo, pelo menos no que respeita à comunicação a Galileu da sentença da Santa Inquisição. Não existem documentos no sentido de saber

se houve ou não convocação e os historiadores são levados, no seu julgamento, pela conjugação de indicações indirectas. Bellarmino, como costumava fazer, foi pessoalmente abrir a porta ao convocado. Disse-lhe qualquer coisa antes de se dirigirem para onde estavam os outros. Com toda a probabilidade, disse-lhe que não opusesse nenhuma resistência àquilo que lhe ia comunicar. Galileu, obviamente, não precisava de muita conversa para perceber. Sabemos que Galileu concordou imediatamente a seguir à leitura da sentença feita por Bellarmino. Existe também, é claro, a possibilidade de o secretário ter visto Bellarmino dizer alguma coisa a Galileu e suspeitar que estava a preveni-lo, e por isso o próprio secretário, imediatamente a seguir à leitura da sentença feita por Bellarmino, comunicou-lhe uma interpretação mais "dura" da sentença. Naturalmente, é certo que, em tais condições — ou seja, Galileu ter concordado sem discussão e de o secretário ter ido a casa de Bellarmino sem ter sido convocado —, Bellarmino pode não ter dado o seu assentimento ao teor do documento. Logo, é provável que o documento tivesse sido redigido pelo secretário e tivesse sido incluído no 'dossier'. Poderíamos concluir ainda que Galileu pôs objecções às palavras de Bellarmino e que o documento não assinado fora "fabricado" para as necessidades do processo de 1633. Provavelmente.

Mas porque é que este documento tem tão grande importância? Vejamos o problema em pormenor: todo o documento que se encontra nos arquivos da Santa Inquisição deve estar assinado pela pessoa competente, a fim de ser considerado autêntico por qualquer pessoa que no futuro faça uso dele. Habitualmente, o teor dos documentos é lido durante uma sessão e, então, depois de as pessoas directamente envolvidas e mencionadas nesse documento concordarem que as coisas se passaram dessa maneira, o documento é assinado, geralmente selado e, a seguir, arquivado. Que significa, pois, o facto de se encontrar nos arquivos um documento não assinado? A primeira hipótese é que se trata de um documento falso, que foi inserido no 'dossier' de Galileu muito mais tarde (provavelmente antes de terem começado os procedimentos que levaram ao processo de 1633). Uma outra hipótese é a de que o secretário da Santa Inquisição redigiu este texto imediatamente depois do que se passou em casa de Bellarmino mas este se recusou a aceitar a sua inclusão entre os documentos oficiais, uma vez que, de acordo com a sentença da Santa Inquisição, de 25 de Fevereiro de 1616, Bellarmino deveria pedir a Galileu que abandonasse as suas ideias, e só no caso de este se recusar é que avançariam para os passos seguintes, que previam a presença do secretário, etc. Uma vez, porém, que Galileu aceitou o conselho de Bellarmino, a sentença da Santa Inquisição foi considerada como concretizada. Deste modo, em certo sentido, um tal documento era desprestigiante para o

próprio Bellarmino, visto que a sentença da Santa Inquisição exprinha a plena confiança desta na sua pessoa e não exigia a presença do secretário, quando Bellarmino comunicasse a sentença a Galileu. É provável que este documento seja obra do secretário, que Bellarmino se tenha recusado a assiná-lo, mas que o secretário — que também era responsável pelo arquivo — o tenha colocado no ‘dossier’ de Galileu. Um acto destes poderia provir de uma pessoa não amigavelmente relacionada com Galileu (nem também com Bellarmino).

O silêncio do secretário durante a sessão de 3 de Março de 1616, quando Bellarmino informou a Santa Inquisição de tudo quanto se passara, não nos ajuda a decidir qual das duas interpretações é a verdadeira. Em parte nenhuma da acta da sessão da Santa Inquisição, em que Bellarmino a informou do seu encontro com Galileu, encontramos declarações complementares do secretário — algo que não seria inabitual, caso a informação fosse considerada incompleta. Se o secretário já tivesse preparado o documento, mas Bellarmino se tivesse recusado a assiná-lo, então não podia, na sessão, entrar em choque com Bellarmino, visto que a sentença anterior não requeria expressamente a presença do secretário na primeira fase da sentença. É claro que poderíamos ter o testemunho de Bellarmino em 1633 e acabar com a questão. Bellarmino, porém, morreu em 1621.

Mas qual é a importância do documento no que respeita às obrigações a que ficava sujeito Galileu? No documento refere-se expressamente a proibição de discutir ou de ensinar as opiniões relativas à imobilidade do Sol e ao movimento da Terra. Se nos contentarmos apenas com o que Bellarmino disse a Galileu, então Galileu poderia discutir e ensinar essas opiniões, desde que não acreditasse que elas fossem algo mais do que modelos matemáticos que não representavam a realidade. Se, porém, admitirmos a interpretação dos factos como estes são referidos no documento não assinado, então tinha sido pedido a Galileu (por intermédio de Bellarmino) que abandonasse as suas opiniões e (por intermédio do secretário) que não as discutisse nem as ensinasse. Naturalmente, Galileu, no momento de ouvir e aceitar tudo quanto lhe transmitiam dois membros da Santa Inquisição, ver-se-ia obrigado a obedecer — logo, não só devia abandonar as suas ideias mas também não as devia nem discutir nem ensinar. Isto, porém, deveria ser válido independentemente do facto de a sentença da Santa Inquisição de 25 de Fevereiro de 1616 não se ter concretizado de modo formalmente exacto — coisa que, de resto, Galileu não tinha motivo para conhecer. Se, portanto, o documento não tivesse sido incluído apenas um pouco antes do processo de 1633, independentemente de se saber se era ou não legal, Galileu tinha cometido, pelo menos, o delito de desobediência à Santa Inquisição.

Galileu não abandona Roma imediatamente após a sessão de 3 de Março do ano de 1616, e informa o secretário de Estado da Toscana em Florença. Em carta que lhe enviou a 6 de Março de 1616, apresenta a sua “visita” a Roma como um grande êxito e refere que obteve plena concordância com a Igreja. Tranquiliza o embaixador quanto à retirada de circulação do livro de Copérnico, pois voltaria a circular depois das correcções “de importância secundária” — na expressão de Galileu — a que a Santa Inquisição procederia. Acentua que, na comunicação pública dos livros proibidos, não vem referida nenhuma das suas obras, tudo resultou da actividade dos seus adversários, que o seu comportamento foi irrepreensível e que não acusou ninguém, e pede ao embaixador que, no caso de ouvir alguma coisa contra ele, verifique que as informações que lhe presta são mais seguras que as outras. Como testemunho histórico, a carta de Galileu tem grande interesse. Sem dizer mentiras, também não diz toda a verdade, e assim os factos históricos a que se refere só se tornam inteligíveis se procedermos a uma comparação sistemática com os outros documentos.

Esperar-se-ia que Galileu se retirasse agora de Roma e voltasse para Florença. Todavia, ficou lá até ao fim de Maio, e uma das mais importantes razões para esse facto foi pretender alargar o círculo dos seus apoiantes, sobretudo depois do desfecho favorável dos procedimentos da Santa Inquisição. A outra razão foi pretender encontrar-se com o papa. O encontro aconteceu a 11 de Março de 1616, e no dia seguinte escreve ao embaixador, descrevendo pormenorizadamente o encontro. O encontro, que foi “particularmente caloroso”, durou quarenta e cinco minutos. Galileu expôs ao Papa todos os motivos por que tinha vindo a Roma, apontou a insistência dos seus adversários em fazer-lhe diversas acusações e manifestou preocupação de que os seus acusadores continuassem a ter o mesmo comportamento. O papa exortou-o a que não se inquietasse e disse-lhe que devia sentir-se seguro enquanto o papa fosse vivo, e que estava “disposto, em todos os casos, a exprimir o seu apoio à minha pessoa”.

Os amigos de Galileu, porém, informam-no de rumores no sentido de Galileu ser punido pela Santa Inquisição. Galileu enviou essas cartas a Bellarmino e pediu-lhe que lhe mandasse uma carta que refutasse tais rumores. Bellarmino concordou em mandar a carta à qual já nos referimos.

No processo de 1633, a Santa Inquisição apresenta ao tribunal o documento não assinado, mas Galileu também apresenta a carta que Bellarmino lhe tinha enviado. Se, por um lado, a Santa Inquisição julgou que iria surpreender Galileu com um documento de cuja existência desconhecia, Galileu, por seu lado, apresenta a carta que lhe tinha enviado Bellarmino, cuja autenticidade ninguém punha em dúvida, apesar de a Santa Inquisição não saber da sua existência. Estes

documentos desempenharam um papel importantíssimo, sobretudo no desenrolar do processo, mas não tanto no seu desenlace. Vejamos agora quais são os documentos a partir dos quais resulta a narração do que ficou dito [Galileu 1890-1909, Firocchiaro 1989].

Os documentos

- O livro de Galileu *O Mensageiro dos Céus*, que apresenta as suas observações astronómicas com o telescópio, é publicado em Veneza (13 de Março de 1610).
- O livro de Kepler *Discussão com o Mensageiro dos Céus* é enviado a Galileu (19 de Abril de 1610). No livro defendem-se as novas descobertas de Galileu.
- Requerimento de Galileu para o lugar de Filósofo e Primeiro Matemático do Grão-Duque da Toscana, para o qual é finalmente nomeado (Abril-Junho de 1610). Na sequência disto, demite-se do seu lugar na Universidade de Pádua.
- O livro de Martin Horky *Pequeníssima Viagem contra o Mensageiro dos Céus* é publicado em Junho de 1610.
- A resposta de John Wedderburn a Horky, em que se defendem as opiniões de Galileu, é publicada em Novembro de 1610, em Pádua.
- O livro de Ludovico delle Colombo *Contra o Movimento da Terra* é escrito em 1610 ou 1611. Trata-se de um livro que contém as objecções teológicas às opiniões de Galileu.
- A descrição das observações de Kepler sobre os satélites de Júpiter, que reforça as opiniões de Galileu, é publicada em Frankfurt, em 1611.
- A publicação da resposta de Giovanni Antonio Roffeni a Horky, que defende Galileu em Bolonha, em 1611.
- O livro de Francesco Sizzi *Diánoia, Astronomia, Óptica, Physica*, que contém objecções teológicas respeitantes à exactidão das opiniões de Galileu, é publicado em Veneza, em 1611.
- Relatório-resposta (24 de Abril de 1611) dos quatro jesuítas professores do *Collegio Romano* (padres Christopher Clavius, Christopher Grienberger, Odo van Maelcote e Giovanni Paolo Lembo) à ordem do director do colégio, cardinal Bellarmino, para que se investisse a verdade das observações telescópicas de Galileu (19 de Abril de 1611).

Neste relatório são confirmadas as observações telescópicas de Galileu, mas a comissão evita tomar posição sobre qualquer interpretação destas observações.

- Galileu torna-se membro da *Accademia dei Lincei* (25 de Abril de 1611).
- Numa das sessões ordinárias da Santa Inquisição (17 de Maio de 1611), faz-se um exame no sentido de verificar se existe alguma referência a Galileu nos sucessivos procedimentos da Santa Inquisição contra Cesare Cremonini, professor de Filosofia na Universidade de Pádua, o qual enfrentava problemas por causa dos seus textos filosóficos. Trata-se de um velho colega e amigo de Galileu, mas também de um seu conhecido adversário intelectual.
- Sessão extraordinária no *Collegio Romano*, dos jesuítas, na qual, estando presente Galileu, o padre Maelcote dá uma conferência em que elogia o *Mensageiro dos Céus* (Maio de 1611).
- Carta enviada a Galileu, em que um seu amigo lhe refere que um grupo de pessoas malevolas e perversas tem encontros regulares em casa do arcebispo de Florença e conspiram no sentido de refutar as questões relativas ao movimento da Terra. Uma dessas pessoas pediu a um sacerdote que atacasse Galileu do púlpito, mas ele recusou-se (Dezembro de 1611). [Favaro 1968, tomo 11, pp. 241-242.]
- O livro *Sobre o Fenómeno do Corpo Celeste da Lua*, do professor de Filosofia na Universidade de Roma, Giulio Cesare Lagalla, é publicado em Veneza em 1612. Neste livro, são postas em dúvida as descobertas de Galileu a respeito da Lua.
- Num debate particular de 2 de Novembro de 1612, o monge dominicano Niccolo Lorini ataca Galileu pelas suas opiniões relativas ao movimento da Terra, as quais entram em contradição com a Bíblia. Pouco depois, a 5 de Novembro, em carta enviada a Galileu, pede-lhe perdão e desculpa-se deste seu acto.
- Resolução da *Accademia dei Lincei* de publicar em Roma, a expensas suas, um certo número de escritos respeitantes às manchas solares. Trata-se das extensas cartas que naquele ano Galileu enviara a Mark Welsler, um político alemão, empresário e intelectual, que era também membro da Academia, sobre as cartas que este enviara a Galileu e que foram o pretexto para os seus escritos relativos às manchas solares, bem como de certas cartas do astrónomo jesuíta Christopher Scheiner enviadas a Welsler (Outono de 1612).

- A publicação da *Carta sobre as Manchas Solares* encontra dificuldades e é atrasada em parte devido à censura eclesial. Algumas referências à Bíblia e à crítica antiaristotélica são eliminadas do texto original (Outono de 1612-Inverno de 1613).
- A obra de Galileu *Carta sobre as Manchas Solares* é publicada em Roma, a 22 de Março de 1613.
- O livro de Ulisse Albergotti *Diálogo... no qual se Considera... que a Lua Tem Luz Própria*, em que se criticam as teorias de Galileu com base na Bíblia, é publicado em Viterbo (Itália Central) no Outono de 1613.
- Debate de Benedetto Castelli com a grã-duquesa Cristina – mãe do grão-duque Cosimo II de Médici – sobre a compatibilidade das ideias de Galileu com a Bíblia. O debate desenrola-se em Dezembro de 1613, em casa da duquesa, por exortação do professor de Filosofia na Universidade de Pisa, Cosimo Boscaglia. Castelli refere os factos de forma detalhada, na sua carta a Galileu.
- Extensa resposta de Galileu a uma carta em que Castelli o adverte das apreensões da grã-duquesa. Nesta sua resposta, Galileu condensa as suas ideias sobre a relação entre a Bíblia e a investigação científica e analisa o passo relativo a Josué [Js 10, 12-13: “Então falou Josué ao Senhor, (...) e disse perante Israel: Para, Sol, sobre Gabaon, e tu, Lua, sobre o vale de Aialon. E o Sol parou, e a Lua deteve-se, até o povo se ter vingado dos seus inimigos. (...) E o sol ficou parado no meio do céu, e não se apressou a pôr-se, antes de passar um dia inteiro”], passo a que se referiam todos os que tinham objecções contra o heliocentrismo (21 de Dezembro de 1613).
- Num sermão pronunciado na igreja de *Santa Maria Novella*, o monge dominicano Tommaso Caccini vira-se contra os matemáticos em geral e contra Galileu em particular, considerando que as suas convicções e as suas práticas entram em plena contradição com a Bíblia, e por isso são heréticas (21 de Dezembro de 1614).
- Cartas de Galileu, em que explica a diversas pessoas a melhor maneira de enfrentar as ideias de Caccini (Dezembro de 1614-janeiro de 1615).
- Resposta justificativa a Galileu, do monge dominicano Maraffi, superior hierárquico de Caccini, na qual se refere ao zelo excessivo de Caccini (10 de Janeiro de 1615).
- Resposta do príncipe Cesi, fundador e presidente da *Accademia dei Lincei*,

- em carta dirigida a Galileu. Nesta sua resposta, aconselha Galileu a ser prudente, informando-o de que “relativamente às ideias de Copérnico, o próprio Bellarmino, que muitas vezes foi presidente de comissões que investigaram esta matéria, disse-me que as considera heréticas e que, sem a mínima dúvida, o movimento da Terra entra em contradição com a Sagrada Escritura. Por isso, deves ser prudente. Sempre considerei que, se fosse convocado, no tempo de Copérnico, o Corpo que elabora o *Índex* dos livros proibidos tê-lo-iam proibido. Não creio que seja preciso dizer mais nada.” (12 de Janeiro de 1615).
- Uma carta-denúncia contra Galileu é submetida à Santa Inquisição por Lorini, a 7 de Fevereiro de 1615. Como elemento incriminatório, junta-se a carta de Galileu a Castelli.
- O livro do monge carmelita Paolo Antonio Foscarini, intitulado *Carta sobre a Ideia Pitagórica e Copernicana do Movimento da Terra e da Imobilidade do Sol e sobre o Sistema Neopitagórica do Universo* é publicado em Fevereiro ou Março de 1615. Neste livro, é apresentada uma argumentação a favor da compatibilidade entre as ideias de Copérnico e a Bíblia.
- Resposta de Monsignor Pietro Dini (7 de Março de 1615) – amigo de Galileu e pessoa com muitos contactos em Roma – à carta de Galileu, em que informa este último das suas diligências em Roma. Coniém igualmente uma sua discussão com Bellarmino, na qual o cardeal ficou particularmente inquieto com as passagens bíblicas nas quais parece atribuir-se movimento ao Sol.
- Depoimento sob juramento de Caccini perante a Santa Inquisição, em Roma (20 de Março de 1615), no qual acusa Galileu como sendo suspeito de ideias heréticas, depoimento fundamentado no teor da carta a Castelli, *Carta sobre as Manchas Solares*, e nas disputas em geral – que se supõe serem de todos conhecidas em Florença – mas também, mais concretamente, nas exposições de duas pessoas, Ximenes e Attavanti.
- Uma longa resposta de Galileu a Dini, sobre as questões concretas suscitadas pela carta de Dini (23 de Março de 1615). A discussão centra-se na dimensão cognitiva da teoria de Copérnico e na interpretação dos passos bíblicos incómodos que, segundo Galileu, estão de acordo com a teoria de Copérnico.
- Carta do cardeal Bellarmino ao padre Foscarini, na qual comenta de forma negativa um livro deste e declara abertamente que essas suas observações se dirigem a Galileu (12 de Agosto de 1615).

- Galileu redige o “*Estrido sobre a Opinião de Copérnico*” e a “*Carta à Grã-duquesa Cristina*” (1615).
- Relatório de um conselheiro da Santa Inquisição, no qual fica claro que a carta de Galileu a Castelli não contém nenhum erro grave, mas está substancialmente conforme com o dogma católico (1615).
- Depoimento do monge dominicano Ferdinando Ximenes perante a Santa Inquisição, em que declara que tinha realmente discutido certas ideias heréticas com Giannozzo Attavanti, mas a discussão teve a forma de quereia, no sentido de lhe provar claramente que tais ideias estavam realmente erradas. Ximenes declara igualmente que tinha ouvido dizer que Galileu defendia algumas dessas ideias heréticas (13 de Novembro de 1615).
- No seu depoimento perante a Santa Inquisição, o reverendíssimo Giannozzo Attavanti confirma que discutiu sobre essas matérias com Ximenes, mas declara que nunca ouvira Galileu exprimir ideias heréticas. Também declara que a sua fonte principal para as ideias de Galileu é a *Carta sobre as Manchas Solares* (14 de Novembro de 1615).
- Resolução da Santa Inquisição de examinar a *Carta sobre as Manchas Solares* de Galileu (25 de Novembro de 1615).
- Ida de Galileu a Roma, depois de um grande atraso devido a doença. Aí, esforça-se por reabilitar o seu nome e antecipar-se à condenação das ideias de Copérnico. Reside na embaixada da Toscana (Dezembro de 1615).
- *Tratado das Marés* (8 de Janeiro de 1616). Galileu escreve esta obra por exortação do cardeal Allesandro Orsini. Galileu, conforme explicará com mais pormenor na sua obra *Diálogos*, em 1632, acreditava que as marés constituíam a prova da rotação da Terra.
- Relatório de uma comissão de onze conselheiros apresentado à Santa Inquisição de Roma, relativo às teses sobre a imobilidade do Sol e o movimento da Terra (24 de Fevereiro de 1616).
- Sentença da Santa Inquisição, por ordem do papa, no sentido de intimar Galileu a abandonar as suas ideias copernicanas (25 de Fevereiro de 1616). O cardeal Bellarmino é chamado a comunicar a sentença a Galileu.
- Bellarmino chama Galileu a sua casa e comunica-lhe, na presença do secretário da Santa Inquisição e de outras pessoas, a respectiva sentença (26 de Fevereiro de 1616).

- Relatório de Bellarmino apresentado à Santa Inquisição, segundo o qual Galileu aceitou obedecer à sentença da Santa Inquisição de 25 de Fevereiro de 1616 (3 de Março de 1616).
- Publicitação, pelo Corpo que redige o *Index*, do decreto pelo qual é condenado e proibido o livro de Foscarini, e é considerado suspeito, até se provar o contrário, o livro de Copérnico, bem como o *Acerca de Job*, de Zuniga, e é anunciada a aplicação de idênticas censuras a outras obras do mesmo género (5 de Março de 1616).
- Exposição de Galileu, de Roma, ao secretário de Estado da Toscana em Florença, em que dá a sua própria interpretação dos factos (6 de Março de 1616).
- Exposição de Galileu ao secretário de Estado da Toscana, referindo que no dia anterior conseguira obter uma audiência do papa Paulo V, tendo como assunto os últimos desenvolvimentos. O papa recebeu-o calorosamente, tranquilizou-o e passou três quartos de hora com ele (12 de Março de 1616).
- Cartas que Galileu recebeu de amigos em Pisa e em Veneza referem-se a rumores no sentido de ele ser levado a julgamento e ser condenado pela Santa Inquisição (Primavera de 1616).
- Relatório por escrito do cardeal Bellarmino, em que declara que Galileu não foi condenado pela Santa Inquisição e que aceita as decisões desta (26 de Maio de 1616).

A alquimia e os escritos alquímicos de Newton

Não obstante o facto de a química moderna ter sido consagrada com a obra de Antoine Laurent Lavoisier durante as duas décadas anteriores à Revolução Científica. A alquimia não é a fase “pré-científica” da química, mas sim um conjunto de princípios e de práticas que, *juntamente* com os princípios e as práticas de outras actividades, formaram a química. É completamente errado considerar que a alquimia era algo místico, que se relacionava exclusivamente com a magia, e que o único objectivo dos alquimistas era fabricar a “pedra filosofal” ou, no fim de tudo, conseguir criar ouro a partir de materiais relativamente baratos. Certamente que essas características existiram, não durante a Idade Média, mas também mais tarde, pois o misticismo era quase um elemento constitutivo da visão do mundo do Homem e a alquimia tinha realmente muito

para oferecer. Os alquimistas, porém, eram os homens que, por excelência, detinham o conhecimento de diversas receitas e técnicas com vista à transformação das substâncias. Não é, por conseguinte, de estranhar que eles julgassem que podiam conseguir fabricar até mesmo ouro! Por outro lado, os alquimistas contribuíam da melhor forma possível para a colecção e classificação de muitas substâncias, para o desenvolvimento de métodos de separação do metal do minério que se encontrava nas minas, para a destilação de diversos líquidos de plantas, para a preparação de venenos, bem como para a preparação de matérias de tinturaria de boa qualidade. Paralelamente, aperfeiçoaram os instrumentos necessários para esses processos e, naturalmente, tinham conseguido descobrir um número espantosamente grande de formas de diversificação da qualidade, mas também da intensidade, do fogo. O “receptuário”, que era o que de mais precioso possuía um alquimista, caracterizava-se pela descrição exaustiva de substâncias e procedimentos e pela precisão das proporções necessárias à preparação de qualquer produto. Mas a farmacêutica tinha também muitas coisas em comum com a alquimia. Muitas das substâncias que os alquimistas produziam revelaram possuir qualidades terapêuticas — entre elas contam-se determinados venenos, para os quais, como é natural, se deviam seguir rigorosamente as instruções de uso. Em Inglaterra, ainda hoje as farmácias são denominadas *Chemists* (químicos) — designação que tiveram desde a Idade Média. As diversas técnicas que foram aperfeiçoadas, a manipulação do fogo e o seu papel central, a importância da quantificação, não como na Física — onde decorria da matematização — mas sim a ênfase posta na determinação exacta das quantidades a utilizar na preparação das diversas substâncias, a utilidade imediata dos resultados, o pensamento relativamente liberal que se desenvolveu devido ao não-comprometimento com esquemas teóricos, todas essas coisas constituíram os elementos da cultura alquímica. A relação da alquimia com a Revolução Científica revelou-se de maneira particularmente dramática na obra de Newton.

Quando Thomas Pellet examinou os diversos manuscritos alquímicos de Newton depois da morte deste em 1727, classificou-os como “impróprios para publicação” e colocou-os novamente lá para trás, na caixa em que os tinha encontrado. Quando, em 1785, foram publicadas por Samuel Horsley as obras completas de Newton, os manuscritos alquímicos não foram incluídos entre elas. Não era sequer necessário justificar a omissão. A parte agradável é que eles não foram destruídos como coisa incómoda comparada com o grande herói. Todo o outro material de Newton foi doado, em 1882, à biblioteca da Universidade de Cambridge pelo conde de Portsmouth, e pertence à

Portsmouth Collection. Em 1889, quando se concluiu a catalogação dos manuscritos de Newton, o catálogo incluía os manuscritos alquímicos, os quais, seguidamente, regressaram aos seus herdeiros. Ficaram na posse da família, mas, em 1936, os herdeiros de Newton resolveram vendê-los juntamente com os manuscritos teológicos e alguns outros manuscritos do seu grande antepassado. A venda foi realizada pela casa Sotheby's de Londres e os manuscritos foram comprados por diversos particulares. O conhecido economista John Maynard Keynes — que não tinha tido conhecimento da venda — considerando que esses manuscritos constituíam para a Inglaterra um tesouro nacional, decidiu comprá-los aos compradores. Conseguiu adquirir 57 dos 1212 *dosiers* que continham manuscritos alquímicos que ofereceu em seguida ao *King's College* da Universidade de Cambridge.

Os estudos dos manuscritos alquímicos de Newton levaram a uma revisão radical das nossas ideias sobre o que era exactamente a filosofia da natureza ou a ciência no tempo de Newton [Dobbs 1976, McGuire 1973, McGuire e Rattansi 1973]. Os historiadores das ciências discordam a respeito das formas concretas por que Newton foi influenciado pela alquimia mas estão de acordo em que deve ser revista, e mesmo de modo radical, a concepção que tinhamos, com base nos estudos realizados antes da investigação dos manuscritos alquímicos de Newton, sobre o que era a ciência no século XVII. Ora isso, no que respeita à História das Ciências, tem uma importância tão grande como a compreensão das formas concretas de apropriação da alquimia pela filosofia da natureza. Richard Westfall, talvez o mais prestigiado dos estudiosos de Newton, insistia na ideia de que a alquimia alargou os horizontes de Newton e proporcionou-lhe categorias acrescidas, complementares das da filosofia mecanicista, ajudando-o a enxertar a filosofia mecanicista com elementos que a tornariam ainda mais adequada à interpretação dos fenómenos físicos, no quadro da nova filosofia da natureza que ele se esforçava por formar. De acordo com Betty Jo Teeter Dobbs, Newton esforçava-se por compreender as formas da acção divina no Universo e, através da alquimia, a sua obra matemática não era a última das suas actividades no sentido de atingir esse objectivo. Pode ser que os historiadores das ciências discordem no que respeita ao papel exacto que a alquimia desempenhou, mas as suas controvérsias traduzem, ao mesmo tempo, uma aspiração comum, que consiste numa mais completa compreensão das características da ciência do século XVII. A alquimia parece ter ajudado Newton a ultrapassar os condicionalismos da filosofia mecanicista — a verdade é que não se ocupa de alquimia depois de 1696, quando já tinha incorporado ideias alquímicas, tais como a ideia da força à

distância, na sua própria ideia de força. As experiências químicas que Newton realizou, apegado a uma concepção atomística da matéria, foram compreendidas mais completamente através de uma leitura que examina essas experiências em conjugação com os manuscritos alquímicos. A originalidade mais significativa decorrente do estudo dos manuscritos alquímicos de Newton e da história da alquimia talvez resida no facto de os estudos sistemáticos de Newton terem passado a ser considerados como parte integrante do processo de formação da nova filosofia da natureza. Por outras palavras, a alquimia é já considerada como um dos parâmetros das interacções que formaram a Revolução Científica, não como um travão que minava a consagração da novidade.

4. A construção do passado e os historiadores das ciências

Acontecimentos verdadeiros e factos históricos

Na História das Ciências existem muitas circunstâncias em que é possível a reconstrução de diversos acontecimentos do passado, cuja recuperação, porém, como tal, não constitui História das Ciências. O que se exige é a transformação desses acontecimentos em factos históricos. É possível que a reconstrução de um acontecimento – mesmo o mais complexo – não apresente interesse para os historiadores das ciências. Ganha interesse para os historiadores a partir do momento em que estes verificarem que podem transformá-lo em facto histórico, ou seja, a partir do momento em que verificarem que ele contém em si a possibilidade de transformação em facto histórico. Não existem critérios absolutos e objectivos para que possamos seleccionar os factos que são “significativos” – ou seja, aqueles acontecimentos que vão ser transformados em factos históricos.

Saber se é possível que um certo acontecimento se transforme em facto histórico não tem a ver com eventuais características metafísicas do acontecimento, mas sim com as perguntas que os historiadores colocam. Estas perguntas constituem o ponto de partida dos historiadores e não admitem absolutamente nenhuma crítica. Os historiadores e os resultados das suas investigações serão julgados na medida em que conseguirem tratar satisfatoriamente as perguntas que eles próprios colocaram. Naturalmente, existem diversos tipos de perguntas. Certas perguntas são mais triviais, mas existem outras que são particularmente originais e conduzem a respostas penetrantes. É possível, porém, que ambos os tipos de perguntas utilizem os mesmos acontecimentos com vista à formação da sua argumentação.

Os acontecimentos constituem-se em factos históricos mediante a formação de um quadro investigativo inicial, e as interpretações propostas ficam reforçadas na medida em que cada vez maior número de acontecimentos verdadeiros numa narrativa se correlacionam e se alinham na nossa argumentação e na nossa interpretação enquanto factos históricos. E enquanto cada acontecimento verdadeiro possui uma singularidade, a sua utilização como “elemento probatório” que vem apoiar as argumentações e as interpretações nada tem de unívoco. Ora, como já referimos, ainda antes da classificação inicial dos acontecimentos, e mesmo antes de se estabelecer a narração dos acontecimentos, os historiadores das ciências formam uma opinião, uma espécie de interpretação

intuitiva, uma hipótese, uma “interpretação sob observação”. Começam então, a partir desta fase tão precoce, a transformar-se, pouco a pouco, os acontecimentos verdadeiros em factos históricos. As interpretações finais formam-se sempre através do processo de controlo e de comprovação dessa opinião inicial e, muitas vezes, mesmo através do seu abandono completo. O carácter temporário e provisório das interpretações e o seu controlo permanente com base nas fontes constitui uma das pedras angulares da História das Ciências.

Em que medida é que a evidênciação das correlações entre os acontecimentos verdadeiros e a sua transformação em factos históricos se encontra “oculta” nos documentos, emergindo à superfície mediante a aplicação de processos prestabelecidos? Não serão essas correlações fabricadas pelos historiadores que seleccionam os documentos adequados, a fim de evidenciarem as correlações desejadas? Não creio que haja uma resposta segura a estas perguntas. Os historiadores das ciências tentam seguramente encontrar aquelas correlações que existiam “objectivamente” no passado, “ocultas” nos documentos. Certamente que nem sempre o conseguem; ou melhor, podemos afirmar que muito raramente o conseguem, por várias ordens de razões. Os historiadores das ciências são quase sempre obrigados a completar falhas nos documentos, não, obviamente, por meio de documentos falsos ou fabricados, mas através daqueles elementos interpretativos que se baseiam nos documentos subsistentes e contribuem para a complementação das lacunas. Quase sempre as polémicas e as controvérsias entre eles se relacionam com a questão de saber em que medida esses elementos interpretativos são justificados, em que medida resistem à comparação com outros elementos e em que medida são únicos ou existem outras possibilidades de “preenchimento das lacunas”. Nunca, porém, as controvérsias – pelo menos entre historiadores modernos, e não entre cronistas – dizem respeito à questão de saber em que medida é legítimo o preenchimento das lacunas com esses elementos interpretativos. Se pretendemos que a História das Ciências não seja simplesmente a enumeração dos documentos subsistentes, então nem sequer se coloca a questão da legitimidade de tal processo de preenchimento das lacunas.

Regressemos então à nossa questão inicial. É claro que existem correlações ocultas entre os documentos que somos levados a evidenciar. Como historiadores adquirimos uma cultura histórica, lemos uma quantidade enorme de livros e artigos e, entre eles, revelámos preferência por determinado tipo de interpretações e por determinados autores. Frequentemente, essas leituras influenciaram as nossas orientações teóricas e formaram uma espécie de sujeição a valores que se reflectem no complexo das perguntas que colocamos. O resultado final é uma síntese desses elementos. As correlações que se evidenciam são objectivas na

medida em que seguimos meticolosamente todas aquelas normas que, na qualidade de historiadores, consideramos que, pelo seu uso, já demonstraram a sua validade. Por outro lado, essas correlações são subjectivas, uma vez que a sua admisão se efectua no quadro definido pelas características de cada historiador, às quais nos referimos atrás. A transformação dos acontecimentos verdadeiros em factos históricos, as correlações que são evidenciadas e as interpretações propostas através da discussão crítica e do novo tratamento das mesmas questões e de questões adicionais podem suscitar (ou não) o consenso dos historiadores da ciência. Será que, deste modo, o subjectivo se transforma em objectivo? Obviamente que não. Será que continua subjectivo? Obviamente que não. Como é então? Será um conjunto misto com uma certa quantidade de objectividade e uma certa quantidade de subjectividade? Obviamente que não. Trata-se, simplesmente, de história, trata-se da maneira como os historiadores das ciências abordam o passado e alargam a sua problemática. Para lá de um certo ponto, não é possível que o carácter das conclusões seja julgado em termos filosóficos, em termos que, em última análise, vão minar a riqueza e os êxitos que se obtiveram através das práticas multiformes que os historiadores das ciências desenvolveram com a contribuição de outros ramos, tais como a sociologia, a psicologia, a antropologia social, a linguística, etc. As “complementações” a que aqui nos referimos de modo positivo não têm nenhuma relação com aquelas a que nos referimos no capítulo 2 como práticas a evitar.

Não nos concentremos, pois, nem exclusivamente nos documentos nem no historiador que os estuda. Concentremo-nos no encontro de ambos, ou seja, na prática e no exercício da história.

Passado e futuro: singularidade e pluralidade

São muitas as razões que atestam que o passado tem uma singularidade própria. Esta constatação é ditada por uma disposição pragmática e não subentende que as coisas não poderiam ter-se passado de outra maneira. Passaram-se, todavia, como se passaram, e os historiadores das ciências são chamados a compreender-las e a interpretá-las. A singularidade do encadramento dos factos do passado não emana de nenhuma lei geral que obrigou os factos a serem aquilo que são, pelo que não constituem expressões de uma lei universal que somos chamados a descobrir. Simplesmente, o passado é único quase por definição. Não é único por fazermos dele uma determinada narração, um encadramento de acontecimentos que obtém o consenso da comunidade dos historiadores das

ciências; é único, mesmo que ignoremos os factos, mesmo que não estejamos em condições de chegar a uma narrativa determinada. Do mesmo modo, quando dizemos *único* não estamos a subentender que existe qualquer espécie de valorização a respeito do que aconteceu, não estamos a considerar que ele é o que de melhor poderia ter acontecido, embora isso caracterize frequentemente a complexa abordagem ocidental na História das Ciências. Talvez não conheçamos todos os acontecimentos verdadeiros que traçam, certificam e traduzem esta singularidade. No entanto, sustentamos, sem que haja necessidade de o demonstrar, que os factos do passado seguiram um determinado encadeamento no tempo; que, ao falarmos do passado, não é possível discutir diversas possibilidades lógicas sobre o que poderia ter acontecido: que a leitura dos documentos do passado não pode fazer-se senão tendo como único critério que eles constituem documentos sobre o que aconteceu e não material que os homens do passado criaram para que nós o lêssemos como documentos que nos ajudariam a compreender as diferentes voltas que os factos eventualmente deram. Isto é o que, substancialmente queremos dizer, quando afirmamos que o passado é singular — algo que nos compromete em absoluto no que toca às formas mais gerais de o abordar.

Essas apreciações fundamentam-se num e só num critério: na nossa possibilidade de conhecermos o que aconteceu, ou seja, na tomada de consciência por parte dos historiadores de que *realmente* aconteceu aquilo que aconteceu. O futuro, porém, não é susceptível de ser caracterizado nos mesmos termos. O futuro não é susceptível de ser determinado, não somos capazes de fazer previsões substanciais. Ora, esta afirmação tem muito maior validade no caso das ciências — e, em geral, para quaisquer actividades nas quais a criatividade humana constitui o seu factor decisivo de desenvolvimento. Mesmo que pudéssemos na história política reduzir a um futuro de curtíssimo prazo a previsão sobre as formas que esse futuro pode assumir — sem sermos capazes, claro, de chegarmos a uma determinada forma única — tal é impossível nas ciências e nas técnicas. Coloque-se uma pessoa em qualquer ponto do passado e tente-se delinear, ainda que a traços largos, aquilo que, com os dados da época, imaginaria a respeito do futuro das ciências nos vinte e cinco anos seguintes. Em nenhuma das tentativas que fizesse a respeito fosse de que período fosse dos últimos cinco séculos conseguiria englobar nas “possibilidades teóricas” a maior parte dos factos que realmente aconteceram nem tão-pouco o sentido geral dos desenvolvimentos científicos.

Vejamos agora aonde nos conduz esta asserção — a extrema assimetria entre o passado e o futuro, a tese quase axiomática respeitante à singularidade

do passado e à imprevisibilidade do futuro. Conforme acentuámos, esta asserção não decorre de eventuais características metafísicas do passado ou do futuro, nem de nenhuma análise filosófica do conceito de tempo. Essa asserção refere-se, sim, àquelas características do passado e do futuro que são expressas através da prática dos historiadores das ciências. Será então o passado completamente recuperável? Será possível chegarmos a *uma* história tal do passado que se considere que encerrámos um tema concreto? Tentarei expor as razões pelas quais isso é impossível e defender a ideia de que a impossibilidade de completa recuperação do passado deriva da supramencionada assimetria ingénita e extrema entre o passado e o presente. Repararemos que essa impossibilidade não tem a ver com um eventual material de arquivo perdido, nem com a falta de documentos, mas constitui uma característica inata do passado. Em história, grande parte das dificuldades que enfrentamos no decurso das diligências de recuperação do passado deve-se, obviamente, à falta de elementos, à destruição de arquivos, à escassez de documentos, etc. O que, porém, pretendo sublinhar é que, mesmo que tivéssem subsistido todos os tipos de documentos (algo que não sei o que significa exactamente), mesmo que tivéssemos todos os conhecimentos indispensáveis a respeito do passado (quem é que porventura determina o que significa *indispensáveis* e o que é que queremos dizer quando nos referimos a *todos os conhecimentos*?), mesmo que, por outras palavras, tivéssemos todos aqueles elementos que nos garantissem uma narração histórica pormenorizada, mesmo assim ainda não seria possível a completa recuperação do passado. Isto vale também para aqueles casos em que assegurámos uma narração com o correcto encadeamento dos factos.

A razão pela qual não se pode recuperar completamente o passado tem a ver, além de outras coisas, com o facto de a sua recuperação depender *inevitavelmente* da interpretação do passado. No entanto, a interpretação do passado depende sempre, *em parte*, também do presente. “Eu interpreto o passado” significa “dirijo novas perguntas ao passado”, ou seja, recorro para lhes responder a novos métodos que “exigem” do passado um número cada vez maior e cada vez mais diverso de coisas. Todavia, todas estas perguntas, todos estes instrumentos e todas estas exigências não deixaram de ser influenciados pelo presente e pelos diversos presentes no futuro, não deixaram de ser influenciados por compromissos ideológicos, por reflexões académicas, por interesses pessoais, por prioridades metodológicas e por preferências filosóficas dos próprios historiadores da ciência. Esta dependência da interpretação do passado em relação ao presente conduz à impossibilidade de completa

recuperação do passado. Se afirmássemos ser possível a completa recuperação do passado, então isso equivaleria à identificação do presente com todos os possíveis presentes do futuro. Ou seja, se o presente se repetisse perpetuamente, se o futuro se assemelhasse de cada vez ao presente, poderíamos afirmar que a interpretação do passado não mudaria nunca, uma vez que teríamos continuamente o mesmo presente, pelo que teríamos esgotado as possibilidades de interpretação do passado que, de cada vez, nos oferece o presente. A assimetria inata entre o passado e o futuro, à qual nos referimos mais acima, conduz à impossibilidade natural de se recuperar completamente o passado.

Repetimos os nossos raciocínios. Começamos com a constatação de que enquanto o passado é singular o mesmo não se aplica ao futuro, com todas as possibilidades que este pode revelar. Desta constatação resulta que o passado não é completamente recuperável — com a expressão *recuperação do passado* não significamos apenas a narração dos factos, mas sobretudo, *também*, a sua interpretação. A nossa afirmação de que o passado é singular é independente da quantidade (mas também do tipo) de documentos de que dispomos, e vale ainda para o caso (raro) em que não temos absolutamente nenhuns documentos de certos factos ou de certo período (nesse caso, simplesmente não estamos sequer em condições de o estudarmos). A nossa argumentação relativamente à impossibilidade de recuperar completamente o passado vale ainda para aqueles casos em que pode acontecer termos uma grande quantidade de documentos e outras informações e resulta da abordagem interpretativa do passado ser continuamente transformada. A impossibilidade de recuperar completamente o passado não é o resultado da falta de elementos e de documentos, mas constitui, como acentuámos, uma característica inata do presente — pois o estudo do passado depende, *em parte*, também do presente no qual actua os historiadores das ciências.

Hábitos e formas de vida

Existe, porém, uma razão adicional que fala em favor da impossibilidade de uma completa recuperação do passado. Na formação do passado desempenham um papel exclusivo três tipos de questões. Poderíamos dividi-las em três categorias: aquelas que se relacionam com o conteúdo e com as características do conhecimento que os cientistas tinham no passado a respeito da natureza; aquelas que dizem respeito às relações dos filósofos da natureza e dos cientistas com

o quadro institucional social, político e ideológico da sua época; e aquelas questões que se relacionam com a investigação de mentalidades e formas de vida. Tomemos como paradigma Galileu. Na primeira categoria incluem-se temas como os conhecimentos de Galileu relativamente ao movimento e à astronomia, às características da inércia sobre que escreveu nos *Diálogos*, etc.; à segunda categoria pertencem as problemáticas sobre a relação de Galileu com a *Accademia dei Lincei*, com a Universidade de Pisa e a de Pádua, com a família dos Medici, com elementos altamente colocados na hierarquia da Igreja, as suas relações com os papas, etc.; na terceira categoria, porém, os problemas para investigar são, no mínimo, mais complexos: Qual a função social de um professor universitário no final do século XVI e princípio do século XVII na Itália? Qual o papel e as funções dos assistentes dos professores? Quais foram os processos pelos quais Galileu conseguiu dar lições particulares ao filho do grão-duque em Florença? Que significava exactamente, naquela época, a assistência dos homens à missa? Como é que a sociedade encarava um indivíduo que não era casado com a mãe dos seus três filhos? Que significavam os convites para casa de amigos e colegas? Que significava a troca de presentes? E assim por diante. Para esta categoria de perguntas, o que se exige não é que se investiguem os processos com base nos quais uma pessoa se tornava professor, nem quais eram as obrigações dos assistentes, nem qual era o cerimonial durante a assistência à missa, nem as características da família ou o tipo de presentes que as pessoas trocavam. A investigação destes temas é, como é óbvio, extraordinariamente útil, mas constitui apenas um aspecto das perguntas que pertencem à terceira categoria. O outro aspecto é infinitamente mais difícil de investigar. *Este aspecto relaciona-se com a pesquisa, o estudo e a compreensão das mentalidades, dos hábitos e, sobretudo, das formas de vida*. Embora, obviamente, tenha importância compreender os processos pelos quais um indivíduo se tornava professor, tem igualmente importância perceber qual era a influência social de um professor, as formas de comportamento em função de um determinado cargo, as relações de poder que Galileu cultivava explorando o seu cargo, as relações que outros tentavam manter com ele em função do seu cargo, que é que significava a sua decisão de se demitir da universidade para se “enquadrar” na corte dos Medici, etc. Tudo isto é extraordinariamente difícil de reconstituir e compreender, pois as mentalidades desaparecem, os costumes, muitas vezes, não se reproduzem e as formas de vida só se tornam compreensíveis dentro de uma determinada espaciotemporalidade. Mentalidades, costumes e formas de vida perdem-se sem forçosamente deixarem rasto. Aqui, como é óbvio, não me refiro às condições extraordinariamente difíceis que os antropólogos enfrentam quando tentam compreender uma cultura

“estranheira”, nem às dificuldades existentes no estudo da história de determinadas mentalidades. O elemento particularmente interessante das questões deste tipo é o de que elas *não* dizem respeito a situações que são características somente da época que estamos a estudar, nem constituem características exclusivas de um indivíduo ou de uma colectividade numa certa época. Houve, antes e depois de Galileu, professores universitários, bem como assistentes seus, ou eclesiásticos, ou indivíduos que tinham relações com figuras proeminentes da Igreja, ou homens que eram pais sem terem constituído família da maneira habitual. Quase todos os aspectos que tentamos compreender e que decorrem de ou se relacionam com a qualidade de Galileu como professor, primeiro na Universidade de Pisa, e depois na Universidade de Pádua, podem valer, ainda hoje, para determinados professores. O que tentamos pôr em evidência não são as características comuns entre a situação de um professor da nossa época e Galileu, que viveu em Itália entre o fim do século XVI e princípios do século XVII, mas sim todos aqueles elementos que traduziam e definiam particularidades, comportamentos e mentalidades espaciotemporais. O problema aqui aforado tem a ver com as formas da quotidianidade e com os sistemas de valores que se definem mutuamente e para os quais, no entanto, não temos nenhuma indicação de que apresentam continuidades de uma certa duração nem estão assinalados em documentos a partir dos quais possamos “descobri-los” mais tarde. A questão de saber em que medida estamos em condições de pôr em evidência todos esses elementos é sempre um problema em aberto na História das Ciências, e a impossibilidade de reconstituir completamente o passado tem a ver também com características desse tipo dos filósofos da natureza e dos cientistas.

Mencionemos alguns exemplos. No que respeita à História das Ciências, conforme analisámos no capítulo 3, desempenha um papel extraordinariamente importante o estudo da correspondência entre os cientistas. É, porém, impossível compreender a importância de tudo quanto se escreve, se não integrarmos essa correspondência no quadro mais geral que é determinado pelas concepções dos homens dessa época e pela sua mentalidade a respeito da correspondência e da comunicação entre homens de letras. Uma grande parte da correspondência fazia-se, por exemplo, entre pessoas que nunca se tinham encontrado. Como é que se gera um sentimento de confiança entre pessoas que nunca se relacionam e que provavelmente nunca se encontrarão? Do mesmo modo, temos muitas vezes rascunhos de cartas escritas pelo remetente, mas o teor da carta que o destinatário recebia não se identifica plenamente com esse rascunho. Na correspondência de muitos cientistas, verificamos que existem não só formulações, mas também perguntas muito cuidadas que o remetente dirige ao destinatário

e, muitas vezes, na carta de resposta lemos respostas a todas as perguntas. Mas, mesmo que não haja resposta a uma determinada pergunta, esse silêncio tem um grande significado. Comparemos esta situação com aquela que se gera com a utilização da Internet e com o desaparecimento quase completo da correspondência tal como a conhecíamos. Em raríssimos casos apanhamos o rascunho, pois já quase desapareceu o hábito do rascunho. Escrevemos muito depressa e, ao que tudo indica, sem muita reflexão. O meio que assegura rapidez influenciou não só o modo de escrever, mas até o nosso modo de pensar, quando trocamos correspondência. Quando não recebemos resposta a uma certa pergunta nossa, isso não significa forçosamente que o destinatário não quer responder mas, simplesmente, que não reparou nela. A pressa tornou-se um elemento constitutivo da comunicação e influenciou não só o modo de escrita, mas também o modo de pensar. Não mencionamos este facto com o fim de procedermos a qualquer avaliação da correspondência tradicional comparada com a actual, nem para evocarmos os “bons velhos tempos”. Interessam-nos as diferenças, e as diferenças são indicativas, *também*, de que a mudança de forma e de conteúdo não pode ser apreciada somente através da comparação dos dois documentos pertencentes a dois períodos diferentes. É indispensável proceder à apreciação da correspondência, levando em consideração o facto de que, por exemplo, entre os princípios e o final do século XX, alteraram-se radicalmente não só a concepção e os hábitos relativos à correspondência, mas também as relações entre os cientistas. Ora, esta alteração está relacionada com a alteração nas hierarquias académicas e de investigação, com a democratização das estruturas, com a criação e o funcionamento de instituições como os congressos, onde se encontram muitas pessoas que prosseguem os seus contactos, e ainda, em particular, não só com o carácter das interações experimentais e de grupos com muitos membros que em certos casos desenvolvem trabalhos complementares, na medida em que trabalham em campos diversos, *mas também* com a criação de novas tecnologias e estruturas de comunicação – tecnologias que alteram hábitos, que impõem novos códigos e formam, assim, os quadros de valores existentes.

Um dos tipos de documentos excepcionalmente preciosos são as diversas versões de uma obra publicada, ou mesmo inédita. As correcções à margem, as partes apagadas, as repetidas tentativas de formular certos pensamentos, as acções descuidadas, as notas do próprio autor a fim de se lembrar de incluir algo, os sublinhados, os pontos de interrogação e de exclamação são expressões de diversas ideias, mas também dos sentimentos do autor a respeito daquelas partes que ele considera mais importantes ou a respeito de outras pessoas cuja obra pode considerar importante, ou de outras por quem não

nute particular simpatia, etc. É claro que não subsistem todos os manuscritos mas, com base nos que subsistem, procedemos à comparação com a obra publicada e extraímos muitos elementos interessantes sobre a maneira como se formaram certas teorias. Mais uma vez, se compararmos a situação com o que sucede depois do uso extensivo de revisões de texto e dos computadores, aperceber-nos-emos de que, muito frequentemente, muitas das alterações se perderam para sempre. Ficam, algumas vezes, versões de um livro ou de um trabalho, que representam o esforço extraordinariamente penoso de um autor no sentido de caminhar em frente. Mas também aqui observamos as características do meio que impõe as suas próprias regras. Por exemplo, começamos a escrever muito mais descuidadamente, uma vez que a correcção é tão fácil, pelo que, deste modo, são influenciados não só os hábitos de escrita, mas também a maneira como pensamos para formularmos aquilo que pretendemos. A possibilidade de fazermos tantas correcções quantas quisermos, sem as dificuldades técnicas que essas correcções implicam quando escrevemos quer à mão, quer na máquina de escrever, modifica também as exigências que fazemos a nós próprios no que respeita ao modo de pensar e de formular, ainda antes de começarmos a escrever o nosso texto.

Mais ou menos o mesmo é válido quanto ao modo como vemos e apreciamos diversos programas na televisão, depois da invenção do telecomando e do estabelecimento do hábito do “zapping”. Como a nova tecnologia transformou os velhos hábitos de ver televisível! A respeito de algo idêntico discutiam Umberto Eco, Rose Chartier e Enrico Regatsoni.¹

Eco: Pensemos nas transformações que ocorreram com a passagem do *volumen* para o *códex*. Refiro-me ao fim da leitura em voz alta, a qual, com a chegada do *códex*, cede o seu lugar à leitura silenciosa. Imaginai que tinheis vivido cinquenta anos antes de Santo Ambrósio, que é habitualmente apontado como o primeiro leitor silencioso. Então, se vos tivessem perguntado que alterações adviriam com a utilização do *códex*, provavelmente teríeis pensado na possibilidade de passarmos de uma página para outra, na possibilidade de vermos o texto de maneira diferente. Não vos passaria pela cabeça que se tratava de alterar a relação entre o som e a leitura.

Chartier: Devemos tentar perceber o que se passa com a leitura no mundo moderno, porque é que se deu uma revolução nos modos de

produção e de reprodução da cultura escrita que pode comparar-se com a de Gutenberg. Pela primeira vez, encontram-se no mesmo suporte o texto, a imagem e o som, encontro esse que revolucionaria radicalmente as práticas culturais da leitura. Tudo isso representa uma verdadeira revolução no pensamento e, paradoxalmente, promove um colossal consumo de papel...

Tomemos outro exemplo. Muitos de nós já ouvimos histórias a respeito de assistentes de professores, na Grécia das décadas de 1950 e 1960, que faziam as compras dos seus professores, preparavam-lhes o café e tinham de suportar comportamentos incrivelmente autoritários, extremamente egoístas e opressivos da parte dos professores. Refiro-me a isto, não para comparar-mos as diferenças em relação à época actual, mas para entendermos quão diferente é toda uma geração de universitários via a situação de professor e a de assistente. A humilhação e a falta de reacção à humilhação eram parte do sistema de valores aceite por um grande número de universitários dos mais baixos graus académicos, a fim de assegurarem a sua integração na hierarquia académica. Esta mentalidade conduzia à determinação dos critérios com que diversos professores escolhiam os seus assistentes ou votavam a favor de um ou de outro candidato – cumprindo a condição necessária dos “correctos” sentimentos políticos que o candidato devia ter. O carácter de, digamos, um sector da comunidade dos universitários foi determinado também por tais critérios, pelo que a investigação da história da universidade grega após a Segunda Guerra Mundial – ou seja, um importantíssimo período da História das Ciências na Grécia – não pode deixar de levar em consideração estas características da comunidade científica, as respectivas expectativas e comportamentos de membros recém-entrados da comunidade, bem como a formação das consciências em relação à linguagem científica e crítica que se formou nesse período. Mas um dos mais impressionantes elementos desta situação concreta é que, pessoalmente, não a encontrei nos diversos documentos que utilizamos no estudo da história da universidade, a não ser em determinadas narrativas literárias. É uma questão de tempo que desapareça a memória desta dimensão da quotidianidade da universidade grega.

Existem, pois, muitas dimensões do passado que não são passíveis de ser reconstituídas, não porque nos falem os documentos, mas porque não estamos em condições de reproduzir mentalidades e modos de vida nos termos da sua época, e não segundo os valores da nossa. É claro – e isso constitui uma das mais interessantes contribuições da crítica para a historiografia tradicional – que é possível imaginar novas formas de leitura dos documentos,

¹ Entrevista em *La Repubblica* de Umberto Eco, Rose Chartier (historiador francês da leitura) e Enrico Regatsoni. Publicada em *Elephantropia*, 12-8-2000.

e, portanto, da sua correlação, de tal modo que possamos reconstituir, algumas vezes, nem que seja só parcialmente, esses modos de vida. Aquilo que, porém, tem importância é tomarmos consciência das necessidades e alargarmos as exigências que temos, quando tentamos reconstituir o passado.

O papel dos historiadores

Comentemos agora a afirmação de que a interpretação do passado se baseia em parte no presente. Isto, obviamente, não tem a ver com o anacronismo, ou seja, com os julgamentos que fazemos sobre o passado com base nos nossos valores e verdades actuais. Os historiadores, tal como os historiadores das ciências, não só como indivíduos ou comunidade mas também como representantes e formadores da cultura e da consciência históricas de outras pessoas, são produto do presente. Contudo, tendo por base o tipo de cultura histórica que possuem, os seus objectivos de estudo do passado ou o tipo de abordagens historiográficas que escolhem, não devemos considerar de modo nenhum que são membros de uma comunidade científica homogénea.

Não se pode duvidar da função ideológica das obras históricas. Mesmo as orientações mais gerais de investigação reflectem, muitas vezes, uma finalidade ideológica e política. A ênfase posta no Iluminismo europeu como período que tornou possível o progresso, e a rejeição em bloco da Idade Média como período de trevas para as ciências e para as letras, a quase exclusiva ênfase posta na Europa, por um lado, e na Grécia Antiga, por outro, para a compreensão da ciência, a completa subvalorização da obra dos Árabes e, é claro, dos Chineses e Indianos, a ênfase exclusiva posta na compreensão da História das Ciências e da Tecnologia através da história da contribuição dos homens – tudo isso caminha a par não só das tendências ideológicas e políticas dominantes, mas também dos respectivos valores académicos no decorrer do século XX. No entanto, estas deficiências extraordinariamente graves da abordagem tradicional – apesar da elaboração de obras já clássicas que, de facto, põem em causa essas tendências ideológicas – não se eliminam com receitas. Eliminam-se através da mudança da cultura dos historiadores das ciências e isso processa-se, obviamente, não só por meio de discussões de novas ideias mas principalmente por meio da investigação de questões concretas em História das Ciências.

Os historiadores das ciências são, também eles, na qualidade de historiadores, agentes e tradutores de ideologia, de preconceitos e de objectivos. Os

historiadores das ciências e a comunidade no seu conjunto apropriam-se do presente, procurando alargar os limites da sua problemática e formular novas questões que antes não estavam em condições de formular. Não se apropriam do presente a fim de, em seguida, se servirem dele como ponto de referência com base no qual deverá ser julgado o passado, nem como uma fase que assegure uma concepção teleológica para o avanço da ciência. Os historiadores das ciências apropriam-se do presente a fim de legitimarem a formulação de um conjunto de questões que não tinham colocado em períodos anteriores e que, mesmo que tivessem sido colocadas, não tinham convencido sectores quantitativamente significativos da comunidade dos historiadores das ciências de que eram “dignas de menção”. A História das Ciências não só estuda e interpreta o passado, mas também reflecte os historiadores que a estudam. O Galileu de Alexandre Koyré no livro *Études Galiléennes*; o de Stillman Drake no *Galileo at Work*, o de Mario Biagioli em *Galileo Courtier. The Practice of Science in the Culture of Absolutism*, o de Pietro Redondi em *Galileo Erético*, são indiscutivelmente o mesmo Galileu, mas simultaneamente são também o Galileu de Koyré, o Galileu de Drake, o Galileu de Biagioli, o Galileu de Redondi. Galileu, como personagem histórica, é ele mesmo o elo necessário entre o Galileu de Drake e o Galileu de Drake, etc. Um Galileu sem o outro é tanto uma história (titil) como uma construção pessoal: estes “dois” Galileus controlam-se mutuamente tendo em vista a “real”, “objectiva” e “verdadeira” reconstrução do passado.

O Galileu de Koyré, com a quase exclusiva ênfase posta na utilização da matemática, na compreensão da expressão matemática das leis físicas e nas experiências mentais, é um Galileu que tem como principais características o pensamento abstracto e matemático. É um Galileu que entra em ruptura com o aristotelismo, sem considerar que entra em ruptura com a Antiguidade, uma vez que as suas próprias orientações são quase equivalentes às linhas de orientação platónicas. O Galileu de Drake é um Galileu muito engenhoso que, através de um caos de medições experimentais e de invenções práticas, consegue formular muitas leis físicas e inventar muitos mecanismos físicos. Ao Galileu de Biagioli interessa principalmente a estrutura do Universo, a consagração do heliocentrismo – algo que não seria possível sem a garantia de um forte patrocínio, pois teria de enfrentar a reacção da Igreja, que um professor universitário não seria capaz de manejar com êxito. Ao mesmo tempo, Galileu, para concretizar os seus objectivos, teria de encontrar aliados no seio da Igreja. O Galileu de Redondi pretende intervir nas questões teológicas e, com a sua obra *Il Saggiatore* e com a proposta do atomismo, mina a posição

vigente na Igreja sobre a Divina Eucaristia. É um Galileu cujo processo, em 1633, é só aparentemente sobre as suas ideias a respeito do heliocentrismo, sendo afinal essencialmente sobre as suas ideias teológicas heréticas. O Galileu “teológico” de Koyré, o Galileu “prático” de Drake, o Galileu “sociopolítico” de Biagioli e o Galileu “teológico” de Redondi não são diferentes Galileus, mas exprimem alguns dos aspectos provavelmente mais salientes da personalidade e da obra do Galileu histórico. Koyré não ignora nem as verdadeiras experiências de Galileu nem a sua ambição de se tornar membro da corte dos Médici. Drake não ignora o pensamento matemático e abstracto de Galileu ou o papel central que desempenharam na sua vida os esforços no sentido da consagração do sistema copernicano, nem subestima as suas práticas “extracientíficas”. O mesmo se pode dizer de Biagioli, que sublinha o importante papel do matemático Galileu, bem como a importância das suas experiências e da sua ocupação com questões teológicas, tal como a sua carta à grã-duquesa Cristina, escrita em 1615. Redondi evidencia o papel da ideia de Galileu sobre a constituição atómica da matéria como elemento orgânico das suas ideias a respeito do movimento dos corpos e da estrutura do Universo.

Cada historiador, porém, acredita que as características que ele distingue e que considerava peculiares o ajudam a dar respostas mais convincentes às perguntas específicas que colocou, que o ajudam a fazer alinhar Galileu, de maneira mais convincente, no quadro mais geral da sua época. Por exemplo, Koyré interessa-se por fazê-lo alinhar nos diversos movimentos filosóficos do século XVI, entre os quais se contavam o neoplatonismo que influenciou muitos eruditos; Drake dá ênfase ao experimentalismo, aos indícios do estabelecimento da prática experimental e às mais gerais necessidades sociais; Biagioli sustenta que o esforço de Galileu no sentido de assegurar o patrocínio dos Médici funciona como factor legitimante adicional das novas ideias científicas, ao passo que Redondi considera que as consequências teológicas de certas ideias científicas de Galileu eram particularmente ameaçadoras para os novos e frágeis equilíbrios no período da Contra-Reforma. Simultaneamente, a depreciação, por parte de certos historiadores, das características e das ideias que outros sublinham – se bem que todas elas sejam de todos conhecidas – não constitui contradição em relação aos argumentos de cada historiador. Assim, pois, estamos perante o mesmo Galileu, que reconstituímos através das suas diferenciações, uma vez que, através dessas diferenciações, formamos também os diversos modos da sua participação nos acontecimentos sociais, ideológicos, religiosos, filosóficos e culturais da sua época. É por isso que afirmamos, por exemplo, que o Galileu de Drake é, sim, Galileu, mas é

simultaneamente também o Galileu de Drake, uma vez que as suas características peculiares e a sua relação com o meio envolvente se evidenciam a propósito das questões que Drake coloca e das maneiras que imagina para as investigar. Portanto, na medida em que as questões que coloca e os métodos que imagina para as investigar são indicativas da fisionomia de um historiador das ciências, a afirmação de que o Galileu de Drake é também o Galileu de Drake não tem nada de criticável, mas exprime características da prática dos historiadores da ciência.

Todos quantos esperam convencer-nos de que os historiadores são aquelas pessoas que possuem a capacidade de esquecer o presente e de viajar num tapete mágico até ao passado, apreciando-o “objectivamente”, estão enganados, ao vaguearem eles próprios por sítios fantásticos. Os historiadores – são produtos do presente e escavam o passado de maneiras variadas e que divergem entre si, frequentemente, no que respeita a temas do presente que se relacionam com apreciações suas sobre o passado. O historiador imaculado, que, com “plena objectividade”, estuda a totalidade das fontes, não constitui sequer um caso-limite, mas é uma ideia vazia de conteúdo.

Causas, correlações e coexistências

Debrucemo-nos agora sobre a questão crítica do papel da causalidade. Carr dizia que os historiadores funcionam com um sentimento de causalidade baseado no senso comum, o qual não é certamente satisfatório para os filósofos. Trata-se de uma constatação útil, mas formulemos as duas teses extremas, para as ignorarmos imediatamente a seguir. Em primeiro lugar, a tese de que não é possível fazer História das Ciências, a não ser que existam respostas às perguntas que colocamos, que sigam esquemas rigorosamente causais. Em segundo lugar, a tese de que não nos interessa mesmo nada a evidência das causas. Não necessitamos de uma argumentação minuciosa para não nos comprometermos com nenhuma destas duas teses.

O problema da causalidade tem sido discutido de maneira muito minuciosa em filosofia. Muitas das conclusões dessas discussões podem contribuir para um entendimento mais completo de diversos problemas. As múltiplas categorias de causas evidenciam as particularidades das relações entre diversos factores. Por exemplo, existem causas que são necessárias (se A não tivesse acontecido, então B também não teria acontecido), ou suficientes (o facto de

ter acontecido A é suficiente para que B aconteça). Mas o que particularmente nos interessa é o facto de as causas necessárias serem constituídas por uma hierarquia de causas – por causas absolutas (se A não tivesse acontecido, então é certo que B não podia acontecer) e causas relativas (se A não tivesse acontecido, então, por maioria de razão, B não poderia acontecer). Porém são muito poucos os casos a que se aplicam relações causais deste tipo. Quase sempre os factos são sobredeterminados. Não existe uma única causa, e o “carácter” desta não é claro. Existe sempre, certamente, a tentativa de se esclarecer a hierarquia das causas e de compreender as relações entre elas – as quais, muitas vezes, são também elas caracterizadas por algum tipo de relação causal. Não seria correcto considerar o que acima se disse como uma tentativa de excluir a busca de causas no estudo da História das Ciências. Tal seria inadmissível, como inadmissível seria cairmos facilmente em esquemas deterministas que seriam apresentados como História das Ciências. O carácter determinista das próprias ciências não constitui sequer uma indicação de uma estrutura igualmente determinista em que o seu historiador se deve apoiar. A estrutura e o carácter das próprias ciências não podem constituir um modelo para a sua história, uma vez que o conceito não decorre de parte alguma, mas constitui mais uma expressão de uma ideologia que pretende que qualquer tentativa de compreensão do Universo e da sociedade se baseie nos métodos das ciências da natureza. Nos cérebros de alguns, o determinístico identifica-se com o científico, visto que o científico se identifica exclusivamente com as ciências da natureza.

Esclareça-se que o que fica dito acima não foi escrito para se sublinhar a dificuldade de escrever uma História das Ciências em que toda e qualquer interpretação se caracterizará por uma argumentação absolutamente determinista, mas para se sublinhar a insuficiência de uma tal concepção a respeito da História das Ciências. Obviamente que existem causas na História das Ciências. No entanto, o apego posto exclusivamente na sua descoberta retira à História das Ciências a riqueza que decorre da multiplicidade das abordagens possíveis, as quais evidenciam o carácter cultural da ciência. Uma História das Ciências determinista não só não é o “mais alto estágio” da História das Ciências como contém sempre o perigo de configurar uma concepção teleológica da ciência.

Mas será que não existem relações causais? Claro que existem. E devem ser sempre evidenciadas. Frequentemente, porém, nasce a expectativa de se escrever uma História das Ciências (sobre qualquer tema), em que se evidencie uma plena relação determinista que correlacione os diversos factos, uma relação em cadeia que exprima também o progresso da ciência. É óbvio, a partir do

que ficou dito, que discordo plenamente de uma tal prática. Se uma das muitas artes do historiador reside na transformação dos acontecimentos verdadeiros em factos históricos, essa transformação pouquíssima relação pode ter com a procura exclusiva de relações causais. Através das tentativas de investigar causas mas, *simultaneamente*, estudamos também o modo como ganharam forma as características concretas de um facto ou de uma situação, o modo como os factos concretos influenciaram outros factos e outras situações, o modo como se geraram certas mentalidades, o modo como se consagraram certas teorias, certas hipóteses e certas técnicas. Estas orientações não demonstram a procura exclusiva de relações causais, mas sim a evidencição de uma interacção dialéctica entre pessoas, situações, instrumentos e observações. Nem o consenso entre os membros da comunidade científica a respeito de diversos temas, nem as tentativas de legitimação de pontos de vista, de ideias e de técnicas podem tornar-se inteligíveis, se a nossa orientação exclusiva consiste na busca de causas, e não na investigação de correlações e coexistências. É óbvio que utilizo uma aceção de *causalidade* que do ponto de vista filosófico é particularmente restritiva. Muitas investigações filosóficas do problema da causalidade englobam todos estes parâmetros. O problema, aqui – como, de resto, em muitos casos similares a que já nos referimos –, não consiste na análise dos sentidos de *objectividade*, de *verdade*, de *realidade*, de *causalidade*, etc., em termos rigorosamente filosóficos. Pelo contrário, interessa-nos sublinhar que, enquanto existem problemas de carácter filosófico com muitos dos termos que utilizamos em história, a sua plena elucidação filosófica não constitui um pressuposto para fazermos história. Mas, simultaneamente, muitos desses termos podem e devem ser utilizados na História das Ciências de um modo relativamente alargado. Ao utilizarmos o sentido das correlações, evitamos os dilemas, estabelecemos relações rigorosamente causais mais aqui, menos acolá e detectamos coexistências, contribuições e co-ocorrências [Bloor 1976, Bloor 1984].

Examinemos alguns exemplos. Quase todos os historiadores concordam em que a decisão de Halley de visitar Newton em Cambridge, em 1684, e de o interrogar sobre a forma da órbita de um planeta sob a influência de uma força inversamente proporcional ao quadrado da distância ao Sol, foi o rasto-lho para que Newton começasse a compor, na sua forma final, a sua obra monumental *Principia*. Existe, porém, um conjunto de correlações e coexistências que formam o quadro em que deverá inserir-se a redacção dos *Principia*: as decisões que Newton tomou a respeito da estrutura da obra, as soluções que já

tinha dado a problemas como a questão do tempo e do espaço, de que se ocupavam os filósofos da natureza, as diferenciações – em relação a concepções mais antigas – que tinha decidido introduzir a respeito da estrutura do Universo decorrente dos *Principia*, a crítica à teoria da atracção de Descartes, as formulações primitivas das “leis” do movimento a que Newton chegara, as hipóteses e os métodos matemáticos a partir dos quais chega às leis de Kepler, as interações através das quais a teoria do movimento proposta por Newton substitui gradualmente a teoria do movimento de Descartes, a ocupação de Newton com a alquimia e com a teologia e as incidências desse estudo na formulação de determinados mecanismos que são propostos nos *Principia*, as reformulações de certas questões teológicas por parte dos teólogos anglicanos a propósito das discussões dos temas que são focados nos *Principia*, as opiniões de John Locke e a sua correspondência com Newton, etc. Fica claro que a relação destes elementos entre si e os modos como conformaram o quadro através do qual Newton decidiu escrever os *Principia* ultrapassam os limites estritos de uma relação determinista entre os *Principia* e a visita de Halley. Pelo contrário, as possibilidades que a busca de causas possibilita, porém, sempre em conjunto com diversas correlações e coexistências, bem como o tratamento (re)pensado de todas estas relações geram uma dinâmica excepcionalmente fecunda para o estudo de diversos problemas históricos na História das Ciências. Vejamos mais alguns exemplos de épocas completamente diferentes.

A supercondutividade – a anulação da resistência eléctrica em certas matérias a temperaturas muito baixas – foi descoberta por Heike Kamerlingh Onnes no Laboratório de Criogenia da Universidade de Leiden, em 1911. A descoberta da supercondutividade tornou-se possível pelo facto de o referido laboratório dispor de hélio líquido em quantidades relativamente abundantes. Este facto foi realmente o rastilho para que pudessem efectuar-se de forma credível as medições adequadas da condutividade eléctrica do mercúrio, o que conduziu à descoberta da supercondutividade. Vejamos, porém, o quadro em que se efectuaram essas medições. Tinham-se desenvolvido em Leiden determinadas técnicas de liquificação do hélio e decorriam investigações em termometria que tornaram credíveis as medições em tão baixas temperaturas. Além disso, existiam certos motivos teóricos que impeliam Kamerlingh Onnes a estudar o comportamento dos condutores eléctricos a muito baixas temperaturas. Deverá igualmente ser levada em consideração a organização do Laboratório de Criogenia, as suas múltiplas actividades de investigação sobre as características da matéria a muito baixas temperaturas, bem como, em concreto, a cultura experimental que Kamerlingh Onnes tinha consagrado (“o conhecimento

através de medições”). Assim como a maneira como esta cultura se tinha moldado à programação e aos modos de redacção dos relatórios, as ideias de Kamerlingh Onnes perante a teoria quântica emergente, os modos como foram constituídos os programas de investigação de muitos físicos da Europa, principalmente depois das suas visitas ao Laboratório de Criogenia, e a sua participação em experiências de baixas temperaturas – uma vez que em Leiden, a partir de 1906, existia hidrogénio líquido em abundância e, a partir de 1908, os experimentalistas tinham a possibilidade de utilizar hélio líquido (deteriveram o “monopólio” até 1923). Não deverá, finalmente, esquecer-se o papel da Escola de Vidraria que fora fundada por iniciativa de Kamerlingh Onnes e da qual saíram os técnicos que trabalhavam no Laboratório de Criogenia, que estavam em condições de fabricar instrumentos com requisitos especiais. Do mesmo modo, quer o papel de Kamerlingh Onnes, não só na formação do *Institut International de Réfrigération*, em 1911 em Paris, mas também nas complicadas diligências no sentido da instituição de unidades termométricas estandarizadas, quer a relação do Laboratório de Criogenia da Universidade de Leiden com o impetuoso desenvolvimento da fabricação de gelo e dos físicos constituiu alguns dos parâmetros de correlações e de coexistências que “conduzem” à descoberta da supercondutividade.

A medição sistemática e, sobretudo, exacta dos pesos atómicos, que Lord Rayleigh – professor de Física Experimental na Universidade de Cambridge – iniciou em 1882 e concluiu em 1888, já como professor na *Royal Institution* de Londres, visava verificar a hipótese de Prout, segundo a qual os pesos atómicos dos gases eram um múltiplo inteiro do peso atómico do hidrogénio. No decurso deste programa de investigação, Rayleigh detectou uma incógnita curiosa: o valor do peso atómico do azoto dependia do modo de preparação de uma amostra pura. O azoto que tinha sido isolado do ar atmosférico – o azoto “físico”, nas palavras de Rayleigh, pois utilizava métodos da física para o isolar – era mais pesado que o azoto que tinha sido isolado da amónia – o azoto “químico”, devido ao método químico utilizado – na proporção de um por mil, ou seja, volumes iguais de cada azoto diferiam em peso na ordem de um por mil do volume do azoto “químico”. Se os mesmos modos de preparação do azoto fossem credíveis, então havia duas interpretações plausíveis: ou no ar atmosférico existiam outros gases, até então desconhecidos e que eram mais pesados que o azoto, ou a diferença de peso era devida à existência de uma forma diferente que o mesmo azoto possuía na atmosfera e que era mais pesada que o azoto “químico” (e, uma vez que as suas qualidades químicas não diferiam das do azoto normal, não era possível distinguir-se do

azoto). A discordância dos dois valores dos pesos atómicos conduziu, em 1894 – após as experiências realizadas por William Ramsay, professor de Química na Universidade de Londres – à descoberta do argon na atmosfera. O argon foi o primeiro dos seis gases inertes a ser descoberto. No entanto, a descoberta do argon não foi facilmente aceite, pois a descoberta de um elemento químico cuja característica era a sua incapacidade de participação em reacções químicas entrava em plena contradição com a própria noção de elemento químico. Os processos pelos quais se conseguiu o isolamento do argon geraram simultaneamente um novo quadro de coexistência dos físicos com os químicos. A gradual evidenciação da química-física, de início como “intercâmbio” de técnicas entre os físicos e os químicos, e subseqüentemente como ramo autónomo, realiza-se no quadro gerado pela descoberta do argon. Neste quadro coexistem os diversos grupos de químicos com as suas diversas teorizações no que toca não só aos métodos laboratoriais mas também aos seus compromissos teóricos; a insistência de alguns em definir a química exclusivamente como uma ciência laboratorial; a insistência de outros em pretender formar uma teoria sobre a química – a química termodinâmica – com a utilização de métodos matemáticos avançados; a implicação de bastantes físicos no sentido de reduzir a química à física, etc. A linguagem autónoma da química-física, a identidade dos químicos-físicos e o carácter da prática da química-física realizam-se através deste quadro de influências mútuas durante todo o período que vai dos começos da década de 1890 até aos começos do século XX, envolvendo todos os elementos que conformam o quadro sobre o qual estamos a discutir.

Regressemos ao tema da causalidade. Na História das Ciências, uma categoria dominante (o que não significa que seja única) na interpretação do passado é a evidenciação das correlações, não a busca exclusiva das causas. A busca e a detecção das causas ajudam a dar resposta a certas questões de alcance local e limitado, mediante a formação de certos esquemas explicativos. No entanto, a argumentação que tenta convencer das correlações e evidência coexistências e contribuições constitui o cerne de diversos esquemas interpretativos. Tem importância acentuar o facto de que, quando falamos de correlações, não queremos significar a detecção de factos que tiveram lugar mais ou menos no mesmo período. Em primitivíssimo lugar, queremos significar o estudo dos modos de *contacto* entre os factos, os modos de *mútua* influência entre esses factos e os modos da sua transformação *mútua*. Se isso é considerado por alguns como determinismo, não me proponho discordar. Quando falamos de correlações e de coexistências, não queremos significar a

listagem de coincidências temporais entre diversos factos, alguns dos quais são factos da História das Ciências. Queremos significar a concretização e a compreensão de relações que ultrapassem a causalidade linear, de acordo com a qual um acontecimento parece ter provocado um outro. Tentamos pôr em evidência relações de influência mútua, relações de dependência, relações de direcção, relações amorosas, relações de culto, relações de obediência, relações familiares, relações de conflito, relações de subordinação, relações de interesse, relações políticas. A lista poderia continuar, não para mostrarmos quantas espécies de relações é possível investigar, mas sobretudo para evidenciar-mos que são grandes as possibilidades oferecidas pela investigação das correlações desde que estas nos afastem da obrigação de apontar relações causais unívocas.

Não nos esqueçamos de que os aspectos acima mencionados não devem de maneira nenhuma ser considerados como receitas historiográficas ou como exortações metodológicas que levam à redacção da boa História das Ciências. A interpretação do passado, conforme acentuámos, depende em parte também do presente. Se não estivermos em condições – cada um e cada uma separadamente – de formarmos o nosso estilo pessoal, sendo o principal encontrar como exprimir na prática o modo de abordagem do material e o modo de interpretação do princípio que diz que o passado depende *em parte* também do presente, então será impossível fazer algo que valha realmente a pena. Nada nos é proibido e tudo nos é permitido, mas *simultaneamente* muitíssimas coisas são proibidas e nem todas são permitidas. Que quer dizer *simultaneamente*? Não creio que exista uma resposta, pese embora o facto de cada historiador das ciências ter, através da sua própria prática, respondido à questão. Trata-se de uma questão que não admite respostas abstraidas de indivíduos que não se ocuparam concretamente, e na prática, do estudo de problemas em História das Ciências. É claro que o facto de todos os historiadores terem respostas expressas na sua obra não significa que essas respostas sejam aceites também pelos outros historiadores das ciências, ou que cada resposta deva tornar-se aceitável, ou que deva ser considerada tão boa como qualquer outra. Não creio que seja assim tão artificial afirmarmos que uma parte das discordâncias entre os historiadores das ciências tem a ver com as suas diferenças no que respeita ao tipo de resposta que deram, pessoalmente e através da sua obra, à questão de saber *que é que significa* o passado depender *em parte* também do presente, e que é que significa que, de um ponto de vista metodológico, nada é proibido e tudo é permitido – mas *simultaneamente* muitíssimas coisas são proibidas e nem todas são permitidas.

5. Um inoportuno problema histórico de consequências historiográficas benéficas: o problema da prioridade

Prioridades e história

Nas últimas décadas, os historiadores das ciências têm-se ocupado poucoíssimo com questões relativas à prioridade de descobertas ou invenções. Não foi, porém, assim durante muitos anos pois muitos de entre quantos se ocupavam de História das Ciências tinham muito frequentemente como seu objectivo quase exclusivo esclarecer questões de “prioridades”. O motivo fundamental residia no facto de que durante um largo período a História das Ciências se interessou exclusivamente pela narração dos factos do passado e pela sua citação na ordem “correcta”. A determinação daqueles que pela primeira vez tinham descoberto leis, formulado teorias ou inventado instrumentos acrescentava ao empreendimento da História das Ciências uma dimensão ética. Os historiadores deviam dar a César o que é de César, mas também “restabelecer a verdade”, apoiados nos elementos indispensáveis, e fazer justiça aos injustificados. Esta concepção foi ainda reforçada porque os que se ocupavam de História das Ciências eram quase todos cientistas que, ou porque tinham conhecido diversos factos em primeira mão ou estavam em condições de ler trabalhos de conteúdo técnico, descobriam que muitas “prioridades” consideradas como dados adquiridos não se justificavam. Existiram igualmente casos em que as prioridades se fundamentaram no quadro de um nacionalismo peculiar. A questão indiscutivelmente complicada de saber qual de entre o francês Antoine Lavoisier, o inglês Joseph Priestley (1733-1804) e o dinamarquês Carl Scheele (1742-1794), teria sido o primeiro a descobrir o oxigénio foi objecto de muitos trabalhos e conferências por parte dos químicos ingleses, que sustentavam que fora Priestley, enquanto os franceses já tinham confirmado que Lavoisier tinha a primazia. Porém, a maneira como esta descoberta foi confirmada não foi a mais objectiva. Uma vez que se atribui a Lavoisier a teoria da combustão, a qual essencialmente inaugura a química moderna, uma vez que, para que haja combustão, é indispensável o oxigénio, e uma vez que Lavoisier tinha realmente efectuado experiências de preparação de oxigénio, não era particularmente difícil difundir a ideia de que Lavoisier fora quem primeiro descobrira o oxigénio.

Muitos – até mesmo historiadores ou cientistas –, que não sabem o que é realmente a História das Ciências, consideram a investigação daqueles problemas que se relacionam com a prioridade uma das suas marcas distintivas. Então porque é que não havemos de tentar destacar aqueles que foram os verdadeiros pioneiros? Porque é que não havemos de tentar investigar os factos, de modo a descobrir quais foram os primeiros inventores de instrumentos ou quem formulou pela primeira vez uma nova teoria? Os historiadores das ciências têm, obviamente, o dever de corrigir diversas imprecisões. Mas a questão que se coloca aos historiadores não é a questão da prioridade nem a questão do pioneirismo identificado com a questão de saber quem foi o primeiro a dizer algo. A questão objecto de investigação é sempre a da compreensão do quadro histórico em que se insere uma descoberta ou uma invenção. Para os cientistas, naturalmente, o problema coloca-se numa base diversa. Enquanto, conforme já acentuámos, os historiadores das ciências deverão distanciar-se de tais critérios ao fazerem história, também não deverão, por outro lado, desprezar o facto de que questões desse género desempenham um papel importante no dia-a-dia dos cientistas pelo que devem incluí-las nas suas formas de os estudar. Por outras palavras, os historiadores das ciências, embora não tenham como objectivo resolver problemas de prioridade, devem tomar consciência de que estes desempenharam um papel importante na obra e nas opções de muitos cientistas. Frequentemente, por exemplo, a determinação da prioridade decide da atribuição de prémios e louvores.

A busca da prioridade não contribui, *só por si*, para a compreensão do quadro histórico em que se desenvolveram ideias, teorias e instrumentos. Deste modo, pois, podemos afirmar que, enquanto Aristarco de Samos foi o primeiro tanto quanto sabemos a formular uma teoria heliocêntrica, essa teoria acabou finalmente por se impor na sequência de complexas interacções provocadas pela obra de Copérnico *De Revolutionibus*, publicada em 1543. No Outono de 1608, três holandeses – Hans Lippershey, Jacob Meius e Sacharias Janssen – pediram ao governo que lhes fosse confirmada a invenção do telescópio. O seu pedido foi indeferido, não por não se ter considerado importante a invenção, mas porque era facilmente copiada e o governo não queria envolver-se num processo de controlo da venda do telescópio. É interessante mencionar que, exactamente na mesma época, informações referem que estavam à venda telescópios numa feira em Frankfurt, a umas centenas de quilómetros de Haia! Portanto, seguramente que Galileu não inventou o telescópio. Foi, no entanto, o primeiro que, ao fabricar um telescópio mais potente, o utilizou para observar os corpos celestes e verificou que aquilo que

ele observou entrava em contradição com as concepções vigentes. Não obstante o facto de Robert Hooke ter sido o primeiro a formular a lei da gravitação universal, ao mostrar que a atracção entre dois corpos é proporcional ao inverso do quadrado da distância entre eles, só através da obra de Newton é que se tornou possível formular com exactidão esta lei e, muito principalmente, entender, com base nela, as leis de Kepler e diversos outros fenómenos.

É lícito interrogarmo-nos sobre se Copérnico, Galileu e Newton sabiam que outros já tinham formulado teorias e ideias semelhantes às suas. Claro que sabiam – embora tenham existido muitos filósofos da natureza que em casos análogos não sabiam, tal como nos casos das descobertas simultâneas sobre as quais falaremos adiante. Será, então, que essas pessoas deveriam ser mencionadas nas obras de Copérnico, de Galileu e de Newton? Deveriam, mas a realidade é diferente, visto que nem Copérnico se refere ao heliocentrismo de Aristarco, nem Galileu aos holandeses, nem Newton a Hooke. A enorme contribuição de Copérnico, de Galileu e de Newton – e a nossa eventual admiração por eles – não significa forçosamente que estejamos perante indivíduos de uma moral irrepreensível! É bom não esquecermos que, por detrás das ideias, estão os homens com as suas contradições, as suas fraquezas, as suas mesquinhez e, naturalmente, as suas generosidades. No entanto, o problema da menção ou não das pessoas que formularam uma teoria primeiro que alguém que a considera “sua” – ou uma situação idêntica no caso das invenções de instrumentos – não é pura e simplesmente um problema de natureza moral. Para compreendermos a multicomplexidade do problema, detenhamo-nos minuciosamente sobre o caso de Copérnico.

Uma primeira questão é a de saber porque é que Copérnico não faz nenhuma referência ao sistema heliocêntrico que Aristarco tinha proposto. Como poderemos responder a uma tal questão? Um método consiste em “fragmentar” esta questão em outras questões, cuja investigação seja mais simples. De onde é que, verdadeiramente, nós sabemos da existência desta ideia de Aristarco, uma vez que não subsiste nenhum texto do próprio Aristarco, no qual este formule a sua “teoria” heliocêntrica? Que é que sabiam sobre este assunto os contemporâneos de Copérnico? Conheceria ou não Copérnico a ideia de Aristarco? Se a conhecia, valorizava-a do mesmo modo que nós hoje a valorizamos, ou não lhe era particularmente útil para a sua problemática? Se a conhecia, temos elementos para afirmar que não queria mencioná-la, a fim de colher ele próprio toda a glória? As questões acima referidas deverão ser investigadas em simultâneo com as seguintes: Que é que leva Copérnico à formulação da sua teoria? Porque é que hesitou durante

cerca de 30 anos em publicar a forma final da sua teoria, apesar de a ter quase pronta? Como é possível que um clérigo católico publicasse um livro que defende uma coisa que entra em plena contradição com a Bíblia? Como é possível que tal aconteça com a aprovação da Igreja? Porque é que, sabendo nós que a teoria estava certa (ou que, em todo o caso, estava muito mais próxima da verdade do que a teoria ptolomaica), esta não foi aceite imediatamente pelos astrónomos, mas somente passadas muitas décadas?

Tomando como ponto de partida a questão relativa à falta de referência a Aristarco, somos conduzidos a muitas outras questões, que nos ajudam a entender o fenómeno histórico ou o problema histórico que consiste na formulação da hipótese heliocêntrica por Copérnico. De cada vez que enfrentamos uma questão, somos obrigados a “fragmentar” essa questão em muitas questões parciais, formulando o maior número possível de questões, sem nunca nos esquecermos do ponto de partida. A possibilidade de formularmos questões e, muitas vezes, de formularmos questões depois da leitura de respostas satisfatórias que foram dadas a questões precedentes, não só constitui um dos elementos mais fascinantes do exercício da História das Ciências, como também legitima a análise e a discussão de muitas questões que considerávamos já estarem esgotadas.

Parece que Copérnico tinha uma confiança profunda na herança dos antigos. Considerava que o sistema ptolomaico se tornara tão complicado que traía o princípio dos antigos, segundo o qual os movimentos dos corpos celestes devem ser entendidos com base no movimento circular uniforme. Para assegurar a concordância entre as observações e os resultados dos cálculos, sempre com base no movimento circular uniforme, o sistema geocêntrico de Ptolomeu foi forçado a introduzir um número cada vez maior de epiciclos e a imaginar muitos artifícios matemáticos. Copérnico acreditava que o estudo do movimento dos corpos celestes, por meio dos movimentos circulares uniformes que os antigos defendiam, deveria conduzir a um Universo simples e harmonioso. O Universo ptolomaico, porém, enquanto continuação elaborada da cosmologia dos antigos, conduzia a uma imagem incrivelmente complexa do Universo. Quando Copérnico efectuou os primeiros cálculos com o Sol no centro e a Terra a girar à volta do Sol, apercebeu-se de que o número dos epiciclos diminuía sensivelmente – sem, naturalmente, se anular. Simultaneamente podia interpretar o comportamento dos planetas de forma qualitativamente mais simples. Considerando que isso estava mais próximo das ideias dos antigos relativamente ao movimento circular dos corpos celestes, avançou para a elaboração do seu modelo. No entanto, quanto mais avançava na elaboração da sua

proposta, mais entrava em contradição com diversos problemas, que resolvia utilizando, essencialmente, as “receitas” do sistema ptolomaico. Apesar de tudo isso, insistiu na sua hipótese inicial de colocar o Sol no centro do Universo.

Copérnico, portanto, formula a sua hipótese heliocêntrica através de um conservadorismo original. Considera que os cálculos astronómicos se tornaram a tal ponto complexos, que invalidam substancialmente a tradição dos antigos. Lemos em Simplicio que, segundo Platão, “o perfeito é preferível ao imperfeito”. Deste princípio metafísico resulta imediatamente a conclusão de que, entre todos os movimentos possíveis que os planetas poderiam ter, os mais perfeitos deveriam ser preferidos: os movimentos circulares uniformes (ou seja, os não acelerados nem retardados). Se observarmos o céu à noite, veremos que milhares de astros têm órbitas circulares uniformes, com excepção de pouquíssimos que parecem deslocar-se de forma errante. Aquele princípio metafísico sugeria que o seu verdadeiro movimento é circular e uniforme, embora nos dê a impressão de um movimento muito mais complexo. O princípio de “salvar os fenómenos” tornou-se, finalmente, o quadro em que se desenvolveram as linhas orientadoras que conduziram à criação da teoria ptolomaica, a qual se fundamenta nos expedientes matemáticos de Eudóxi, de Apolónio e de Hiparco. O acrescimento arbitrário de epiciclos e a introdução do equanto¹ tinham conduzido a uma situação monstruosa que, essencialmente, entrava em pleno conflito com o esquema relativamente simples que as linhas de orientação dos antigos indicavam. Copérnico afirma que pretende repor essa simplicidade ou investigar as possibilidades que lhe são oferecidas por uma hipótese que não sendo necessariamente verdadeira, serve os objectivos desses cálculos. Por isso, na carta dedicatória anteposta ao seu livro, esforça-se por convencer o papa de que a sua obra deve ser lida e comentada somente por astrónomos e por matemáticos. Pretende discutir com aqueles que se ocupam profissionalmente dos cálculos e subentende, obviamente, que não quer que os filósofos se intrometam neste assunto, pois estes colocarão questões de ontologia – ou seja, questões que dizem respeito ao fundamento natural do modelo concreto.

Do que ficou dito, põe-se em evidência o impasse no pensamento de muitas pessoas que insistem em fazer uma teorização da história a partir do

¹ O ponto equanto, introduzido no sistema de círculos deferentes e epiciclos por Ptolomeu, era um ponto perto do centro do deferente relativamente ao qual o movimento era uniforme (mas não era circular). Relativamente ao centro do deferente o movimento era circular (mas não era uniforme). Neste modelo, o centro da Terra encontrava-se também afastado relativamente ao centro do deferente (deferente excêntrico) e em posição simétrica do equanto face ao centro do deferente. (N.R.C.)

esquema segundo o qual “as ideias progressistas conduzem ao progresso, ao passo que as ideias conservadoras impedem o progresso”. É claro que existem casos em que esta constatação está certa. Acentuamos, porém, o facto de que ela não é útil como princípio geral para a compreensão das diversas situações, independentemente do lugar e do tempo. Vejamos o que queremos significar com isto no caso de Copérnico: se o elemento predominante na nossa análise é a crença de Copérnico na ideia dos antigos a respeito do movimento circular uniforme, então Copérnico tem uma orientação obviamente “conservadora”, uma vez que não compartilhava das abordagens e das conclusões mais modernas existentes na sua época a respeito do Universo. Se o elemento dominante na nossa análise é a sua insistência na hipótese radical da rotação da Terra à volta do Sol, então Copérnico tem uma orientação claramente “progressista”. Portanto, se insistimos em formas esquemáticas de pensamento desse tipo, então somos conduzidos a impasses ou a interpretações simplistas do tipo de “umas vezes Copérnico agia como conservador, e outras vezes como progressista”. Pelo contrário, o que tem importância na História das Ciências é podermos estudar o passado sem preconceitos e sem nos deixarmos aprisionar, logo de início, em esquemas interpretativos que decorrem de preconceitos ideológicos.

Copérnico, Aristarco de Samos e a ideia heliocêntrica

Copérnico não se apresenta como a pessoa que primeiro falou do movimento da Terra. Com efeito, um dos artifícios que utiliza é o de subestimar a importância desta hipótese, uma vez que declara que muitos no passado já tinham falado de uma certa espécie de movimento da Terra. Logo, a falta de referência a Aristarco não pode dever-se ao facto de Copérnico querer ter toda a glória, já que Copérnico se refere a certas pessoas que tinham formulado semelhantes ideias, e já que – o que é mais importante – pretende vencer o papa de que o seu empreendimento não é assim tão radical, já que diversas pessoas, e muito mais importantes que ele próprio, tinham formulado idénticas ideias antes dele, e a Igreja não os tinha considerado seus inimigos. Logo, a fáctica que o próprio Copérnico segue a fim de legitimar as suas ideias consiste em afirmar, não que é o primeiro a dizer tais coisas, mas sim que é um de entre muitos. Fica, porém, sem resposta a pergunta que colocamos: Conhecia Copérnico as ideias de Aristarco, e, se sim, porque é que não o mencionava?

No manuscrito a partir do qual foi editado o *De Revolutionibus*, existe um extenso passo em que Copérnico menciona Aristarco, passo esse que está apagado com linhas negras e que não aparece na edição final. Nesse passo, Copérnico escreve que Filólar acreditava no movimento da Terra, “que alguns dizem que era também a opinião de Aristarco de Samos”. Certamente que se refere ao movimento da Terra, e não à posição central do Sol. Logo, Copérnico tinha conhecimento de Aristarco. Mas teriam também os seus contemporâneos conhecimento do heliocentrismo de Aristarco? A referência à teoria heliocêntrica de Aristarco ocorre na obra *O Areário* de Arquimedes. A tradução latina desta obra foi publicada um ano depois da publicação do *De Revolutionibus* e da morte de Copérnico. Sabemos que Copérnico lia grego antigo; mas teria acesso a manuscritos gregos que continham obras de Arquimedes? A inexistência de uma fonte latina relacionada com a sua afirmação não tornaria Copérnico hesitante? Provavelmente. Não haveria, porém, outras obras em que se fizesse referência a Aristarco? Havia Plutarco que refere com clareza o heliocentrismo de Aristarco. Conheceria Copérnico essas obras?

No manuscrito autógrafo do *De Revolutionibus*, que se encontra na biblioteca de Cracóvia na Polónia, o nome de Aristarco é mencionado seis vezes. Em três passos, Copérnico menciona Aristarco a propósito da inclinação da eclíptica, a qual, porém, tinha sido descoberta por Eratóstenes. Com toda a probabilidade, é um erro de transcrição o nome *Arcosianus*, que consta da edição de 1515 do *Almagesto* de Ptolomeu, em que Gerardo de Cremona tenta transcrever em latim a versão árabe do nome de Eratóstenes. No quarto passo, menciona Aristarco a respeito da mudança dos equinócios, mas emenda o nome antes da edição do *De Revolutionibus*, substituindo-o pelo nome correcto, que é Aristilo. A quinta vez que se refere a Aristarco é a propósito daqueles que acreditavam que o ano tinha exactamente 365 dias e 1/4. Há, é verdade, uma sexta citação. Está na carta de Lísis a Hiparco, que Copérnico planeava citar no fim dos primeiros dez capítulos do primeiro livro do *De Revolutionibus*, que constituem, essencialmente, a introdução da obra, em que “monta” o seu sistema. A frase controversa é aquela que referimos atrás – mas particularmente elucidativa da cosmologia de Aristarco. Por motivos que não conhecemos, este decidiu não incluir essa carta na edição final do *De Revolutionibus*. Que motivos o impeliram a isso? Os historiadores das ciências concordam em que os motivos não eram tais que nos façam pensar que Copérnico queria ficar com toda a glória da hipótese heliocêntrica. Um dos motivos decorre da leitura do primeiro livro em dez capítulos e da referida carta. A carta refere-se aos pitagóricos e aos hábitos destes de não publicarem

as suas ideias, etc. Quando Copérnico decidiu confiar o manuscrito a Rheticus para que este encontrasse editor que o imprimisse, decidiu igualmente dedicá-lo ao papa Paulo III — depois de entendimentos com os seus amigos cardeais, que o tinham incitado a editar a obra quase trinta anos depois das primeiras redações. Muito do que se refere na carta de Lísis foi transportado para a nota introdutória da dedicatória. Não havia, pois, razão para uma repetição, além de que a estrutura e a argumentação dos capítulos do primeiro livro eram de tal ordem, que a carta de Lísis pareceria uma dissonância se permanecesse naquela parte [Copernicus 1978, Gingerich 1993].

Se está justificado porque é que não incluiu na posição original a carta de Lísis, permanece por justificar porque é que na sua nota introdutória Copérnico não menciona Aristarco. Na sua dedicatória ao papa, Copérnico refere que muitas pessoas antes dele sustentaram a ideia do movimento da Terra: Ictetas, Filoláu, Ecfânto, mas também Heraclides. Os três primeiros eram pitagóricos, enquanto Heraclides, tanto quanto sabemos, não o era. Mas o próprio Copérnico, noutra passagem do *De Revolutionibus* (Livro I, capítulo 5, p. 12), menciona Ecfânto e Heraclides como sendo pitagóricos. Portanto, na nota ao papa, Copérnico refere todos quantos considera pitagóricos; algo que, como é óbvio, seria visível mais favoravelmente por Paulo III, um dos mais fanáticos defensores da astrologia e, portanto, sem sentimentos hostis ao movimento dos neopitagóricos, que estavam tão activos no século XVI. Por outro lado, a passagem em que são referidos todos os pitagóricos é a de Aécio (de pseudo-Plutarco), e não de Plutarco, como pretende Copérnico. Nesta obra de Aécio, *Opiniões dos Filósofos*, há uma referência a Aristarco:

Aristarco coloca o Sol entre os astros não errantes, enquanto a Terra se move à volta do círculo solar e, conforme as inclinações desta, fica sombria.²

Fica claro, com base nesta passagem, que Aristarco estava entre os defensores do movimento da Terra. Não obstante o facto de não termos com precisão se Copérnico tinha lido *O Arendário* em manuscritos gregos nem se tinha lido Plutarco, sabemos que, seguramente, fez uso de Aécio, uma vez que dele copiou literalmente o parágrafo de onde constam os pitagóricos e o movimento da Terra. Há duas possibilidades: ou não tinha lido todo o livro de Aécio, mas encontrou a referida passagem e não se preocupou com o resto, ou leu-o, encontrou a passagem com a referência a Aristarco e optou por não a incluir.

Creio, porém, que existe um parâmetro adicional que nos ajuda a entender por que motivo Copérnico não menciona Aristarco. Este parâmetro justifica a falta de referência ao nome de Aristarco, mesmo que Copérnico conhecesse as suas ideias. A argumentação mais abaixo sugere que a falta de referência a Aristarco se deve precisamente ao facto de Copérnico conhecer a sua opinião. E não o menciona, nem por motivos de rivalidade, nem por motivos de prioridade, mas sim por motivos teológicos. Em parte nenhuma do texto da dedicatória ao papa se refere o sistema heliocêntrico. Há, é certo, referências ao movimento da Terra, mas nenhuma ao heliocentrismo. Ora, é claro que o movimento da Terra não implica forçosamente o heliocentrismo o que, de resto, é também expresso pelos pitagóricos. Perguntemo-nos, porém, qual era a posição exacta da Igreja Católica a respeito da questão do movimento da Terra. Paradoxalmente, não tinha sido expressa uma tal posição até 1616, a propósito de uma queixa contra Galileu. Lembremos as exatas formulações das conclusões da comissão de conselheiros da Santa Inquisição, que analisámos no capítulo 3:

1. Que o Sol se encontra no centro do Universo e não tem qualquer movimento local

A APRECIACÃO DOS CONSELHEIROS: A passagem em causa é insensata, absurda em Filosofia, e formalmente herética, na medida em que entra em expressa contradição, em muitos pontos, com o espírito da Sagrada Escritura, de acordo com o sentido literal das palavras e de acordo com a interpretação habitual e o entendimento dos Santos Padres e doutores de Teologia.

2. Que a Terra não é o centro do Universo, nem está imóvel, mas move-se como um todo durante um dia.

A APRECIACÃO DOS CONSELHEIROS: A passagem em causa é julgada do mesmo modo em Filosofia, ao passo que no que respeita à verdade teológica é, pelo menos, errada pelo lado da fé.

As formulações das apreciações constantes no relatório são claras. Ambas as passagens são problemáticas do ponto de vista filosófico, mas o heliocentrismo é seguramente o “mais grave” dos pecados e constitui de forma óbvia uma opinião herética. Mas a segunda passagem julga o não-geocentrismo. Copérnico refere o movimento da Terra em termos gerais, sem estabelecer se a Terra está ou não no centro. É claro que a formulação da segunda passagem contém uma imprecisão: não é absolutamente evidente se ela refere a não-centralidade da Terra e o seu movimento independentemente da sua não-centralidade,

² Mau 1971, 890F.1.

ou se refere o movimento como elemento da não-centralidade. Copérnico, como personagem em elevada posição na hierarquia da Igreja, com amigos e familiares cardeais, teria, obviamente, pleno sentimento e conhecimento do que seria ou não seria considerado herético, independentemente de saber se existia uma decisão formal sobre essa matéria. Seguramente que, quando alguém escreve um texto como dedicatória ao papa, é pelo menos absurdo, mas também anulatório dos objectivos que se pretende tenham êxito, incluir elementos que a tornam formalmente herética. Seja-me permitida uma violação cronológica: até mesmo Galileu, o mestre da provocação, evitaria uma tal coisa! É claro que há a possibilidade de a ideia pitagórica não colocar a Terra no centro, logo parece que Copérnico, em ligação com as preferências concretas de Paulo III, encontrou nos pitagóricos os aliados inofensivos que procurava.³ É claro que não procurou aliados em muitas outras personalidades da Idade Média, que sabemos terem apoiado o movimento da Terra.

Portanto, a falta de referência a Aristarco leva-nos à convicção de que Copérnico quase seguramente sabia do heliocentrismo deste, mas não o mencionou devido a problemas que isso causaria na dedicatória ao Papa. Por outras palavras, as formulações de Copérnico a respeito do movimento da Terra e as referências aos pitagóricos constituíam os seus limites. Ou seja, eram o resultado desta negociação não explícita, desta tentativa de encontrar um ponto de equilíbrio, um quadro de consenso com a Igreja conducente à publicitação de determinadas ideias em determinadas condições. E mais ainda, um dos argumentos constantes da dedicatória era o de que “a outros antes de mim foi concedido o direito de imaginar toda a espécie de movimentos”, e ninguém – da parte da Igreja, obviamente – os incomodou.

Há, porém, um pormenor. É possível que Copérnico tenha lido Plutarco, e não só Acéio, subsequentemente conhecido por pseudo-Plutarco. Em Plutarco há referência ao heliocentrismo de Aristarco, mas também ao facto de que:

Basta, caro amigo, que não lances sobre nós o julgamento de impiedade, como Cleanthes julgava que devia considerar Aristarco, e com ele os gregos que consideravam que o foco do Universo se move e que esse homem tentava salvar os fenómenos, supondo que o céu estava fixo e que a Terra se movia em círculo inclinado ao mesmo tempo que girava à volta do seu eixo.⁴

Pode ser que, afinal, Aristarco fosse demasiado problemático para a estratégia que Copérnico tinha escolhido no intuito de nos convencer do heliocentrismo do sistema [Christanidis, Dialetis, Gavroglu 2002].

Comentemos agora três aspectos do problema da prioridade. Um é o seu aspecto “formal”. Uma ou algumas pessoas formulam pela primeira vez uma ideia, uma teoria, ou inventam um instrumento. Uma vez que as ideias, as teorias e os instrumentos são entidades em desenvolvimento, mas também que diferem de cientista para cientista é, de toda a maneira, importante que esses casos sejam referidos sem erros. O estabelecimento exacto dos pormenores formais relativamente à prioridade de uma ideia ou de um instrumento não substitui a História das Ciências, nem é sequer história, mas constitui seguramente um pressuposto da investigação histórica do problema. O segundo aspecto consiste no facto de que, para a História das Ciências, tem importância a compreensão do quadro intelectual dos cientistas, das suas práticas científicas quotidianas ou de outras práticas, na sua relação com o ambiente social e cultural em que eles formulam as suas ideias, dão forma às suas teorias, inventam os seus instrumentos de medição e aperfeiçoam as suas normas experimentais. Ou seja, têm importância questões tais como as maneiras como uma certa ideia ou teoria se relaciona com problemáticas idênticas dos filósofos da natureza ou dos cientistas desse tempo; o papel que ela desempenha no percurso da pessoa que formula a ideia ou a teoria, ou que inventa o instrumento; os rearranjos no quadro cultural e social que a ideia, a teoria ou o instrumento ocasionou. O terceiro aspecto tem a ver com a detecção e o estudo das diversas abordagens dos próprios problemas que ocuparam todos aqueles que nós consideramos tê-los estudado pela primeira vez. Frequentemente, através do problema da prioridade, exprimem-se também as interpretações que foram formuladas a respeito do modo de enfrentar uma determinada questão. Não é só a proposta de uma nova teoria ou a invenção de um novo instrumento que se relaciona com o problema da prioridade, mas também as abordagens teóricas concretas ou as práticas concretas que são impostas. Nesta dimensão do problema da prioridade enquadraram-se também as descobertas simultâneas.

Descobertas simultâneas e o caso da conservação da energia

Os problemas da prioridade estão directamente ligados ao problema das descobertas simultâneas. E aqui, novamente, não nos interessa exclusivamente o

³ Na citação do *Index* dos livros proibidos (5 de Março de 1616), condena-se “a acção por parte de muitas pessoas da estrada doutrinária pitagórica, segundo a qual a Terra se move... e o Sol está imóvel”. Note-se que este órgão fica hierarquicamente abaixo da Santa Inquisição. Na mesma sessão, é proibida a citação do *De Revolutionibus*, até que sejam corrigidos certos passos. O livro volta a circular em 1620.

⁴ Pohlenz 1960, 9321.

aspecto formal, como a verificação da data de publicação de um livro, de um trabalho ou da publicitação de uma determinada descoberta pelas pessoas que se considera terem procedido a essa descoberta ou invenção. A ênfase exclusiva posta na certificação ou não dos elementos formais não permite a reformulação da pergunta que se esconde por detrás da questão da prioridade: em vez de nos perguntarmos quem é que descobriu ou inventou algo pela primeira vez, a pergunta historicamente mais adequada consiste em nos interrogarmos porque é que em determinado período se verifica uma tão grande quantidade de ideias e de experiências que acabam por dar forma a uma determinada descoberta ou invenção por pessoas que, apesar de se ocuparem com o estudo de problemas idênticos, não sabem forçosamente das conclusões a que uns e outros chegaram. Se insistíssemos nesta pergunta, então seríamos conduzidos à investigação das actividades da comunidade científica, à compreensão das orientações de investigação dessas actividades, ao estudo das interacções de acolhimento social dessas investigações, mas também do incitamento social no sentido da prossecução das actividades de investigação, à análise de eventuais exigências sociais ou de necessidades que essas investigações satisfazem, bem como à conexão entre essas associações teóricas elaboradas pelos investigadores e as características culturais de uma determinada sociedade. Em vez de procurarmos os elementos de validação formal de uma descoberta ou de uma invenção, a pergunta a que somos chamados a responder conduz-nos à pesquisa do quadro investigativo, académico, social e cultural através do qual se concretizam as descobertas e as invenções.

O que atrás ficou dito pode conduzir-nos a um mal-entendido, o de que cada descoberta ou cada invenção é feita por muitos, já que a ênfase num enquadramento, como está descrito, envolve forçosamente muitas pessoas numa descoberta ou numa invenção. Isto, é claro, não se aplica como princípio geral, mas obriga-nos a rever – algumas vezes radicalmente – o hábito historiográfico de identificarmos as descobertas e as invenções com uma e só uma pessoa. Não somos chamados a desvalorizar o papel e a contribuição dos indivíduos que, do ponto de vista não só de uma dada sociedade mas também no de grande parte dos cientistas, foram confirmados como sendo aqueles a quem se atribuíram certas descobertas e invenções. Pelo contrário, somos chamados a sobrevalorizar a sua contribuição global, integrando-os num quadro particularmente complexo de interacções, em que esses indivíduos são influenciados por, mas também influenciam, outros indivíduos, comunidades científicas, sectores da sociedade, etc.

Deveremos assinalar que têm existido impressionantes registos de invenções e descobertas simultâneas. A teoria da relatividade restrita foi formulada por Einstein em 1905. Sabemos, porém, que desde os princípios do século Henri Poincaré (1854-1912) e Hendrik Lorentz (1853-1928) começaram a dar forma a um quadro de problemática no qual surgiram muitos elementos da posterior teoria da relatividade. Lorentz, em 1904, provou a invariância das equações do electromagnetismo para certas transformações cuja explicação física deveria integrar – conforme ele mesmo tinha sustentado relativamente à interpretação do resultado da experiência de Michelson e Morley – a contracção do comprimento e a dilatação do tempo. Em 1905, Poincaré observou que, para que as transformações de Lorentz fossem aceites, deveríamos fundamentar-nos numa nova análise do processo de medição, mas não avançou com mais portmenezes. Poincaré e Lorentz estavam incorrigivelmente, mas também criativamente, apegados à física clássica. Einstein não teve problema em pô-la em causa, a partir do momento em que tomou consciência de que determinadas hipóteses interpretavam fenómenos clássicos de uma maneira, na sua opinião, muito mais satisfatória. Simultaneamente, esta interpretação conduziu a outros resultados que não tinham nenhuma relação com a lógica mais geral da física clássica. Tanto é errado afirmar que Einstein foi o primeiro a formular a teoria da relatividade restrita, como é errado considerar que não houve outros cientistas em cuja obra se encontram resistências aos termos da física clássica.

Um estudo de Thomas Kuhn, realizado em 1959, continua ainda hoje a ser paradigmático do modo de estudar o problema das descobertas simultâneas. As constatações de Kuhn são as seguintes: entre os anos de 1842 e 1847, a hipótese da conservação da energia foi enunciada por quatro pessoas provenientes de quatro diferentes regiões da Europa. J. R. Mayer, J. Joule, L. Coladine e H. Helmholtz publicitaram, cada um a seu modo, o princípio da conservação da energia, juntamente com certas aplicações quantitativas. Nenhum deles, com excepção de Helmholtz, conhecia as actividades dos restantes. Mas, para lá da formulação geral do princípio, houve outras pessoas que, na sua essência, formularam de forma mais restrita o referido princípio. Sadi Carnot, antes de 1832, Marc Seguin, em 1839, Karl Holzman, em 1845 e G. I. Hirt, em 1854, chegaram – independentemente uns dos outros – à conclusão de que o calor se transforma em trabalho e vice-versa, e determinaram o seu coeficiente de transformação. A transformação do calor em trabalho constitui um caso especial da conservação da energia, mas não constitui uma problemática diversa. C. F. Mohr, W. Grove, M. Faraday e J. Liebig, entre 1837

e 1844, descreveram o mundo dos fenómenos como um mundo que evidenciava uma “força” que assume a forma de fenómenos eléctricos, térmicos, dinâmicos e de outros tipos, força essa que, embora possa transformar-se de uma forma para outra, não pode nem ser criada nem ser destruída. Esta “força” tornou-se posteriormente conhecida por energia. Doze pessoas, no decorrer de um período relativamente curto, compreenderam e publicitaram aspectos fundamentais da ideia de energia e da sua conservação. “A História das Ciências não mostra nenhum outro caso mais impressionante do fenómeno que é conhecido por descoberta simultânea”, escreveu Kuhn. O interessante no caso da conservação da energia reside no facto de que as pessoas acima mencionadas não falavam sobre exactamente a mesma coisa e pouquíssimos conheciam as problemáticas dos seus outros colegas. Apesar disso, no entanto, os pontos de vista e as conclusões aparentemente divergentes acabaram por convergir na consciencialização do princípio da conservação da energia – uma das leis fundamentais que não parece ser violada nem no microcosmo nem no mundo em que vigoram fenómenos relativistas extremos.

O que vemos na obra destes homens não é, na realidade, a descoberta simultânea da conservação da energia tal como ela foi entendida depois dos meados do século XIX, mas sim a impetuosa e, muitas vezes, desordenada promoção dos elementos experimentais e conceptuais a partir dos quais se fez a síntese do novo princípio. No estudo das descobertas e invenções simultâneas, interessam-nos precisamente esses elementos. E Kuhn tentou responder à pergunta: Porque é que predominavam, na prática de tantos cientistas, no período de 1830-1850, experiências e conceitos que eram indispensáveis à plena formulação do princípio da conservação da energia? A mestria de Kuhn na análise das fontes leva-o à evidência de três factores mutuamente correlacionados, que constituíram o quadro em que se realizaram tais investigações: a “disponibilidade dos processos de conversão”, o “interesse pelas máquinas térmicas” e a “*Naturphilosophie*”. Os múltiplos modos de produção de movimento pela transferência de calor, a transformação do movimento mecânico em calor, a preocupação com a eficiência e o rendimento das máquinas térmicas, mas também os ecos do Romantismo e da *Naturphilosophie* com ele entrelaçada, que sustentava uma teorização holística da natureza, eram as expressões de diversas práticas, de diversos valores e de diversas abordagens metodológicas perante a questão da investigação de determinados problemas físicos. As possibilidades oferecidas por estas três culturas diversas complementaram-se mutuamente: a insistência no desenvolvimento de processos de troca entre grandezas diferentes, tais como o calor e o movimento

mecânico e vice-versa, reforçou-se no quadro da concepção holística do Romantismo a respeito da natureza, e estes dois elementos intensificaram-se no clima da revolução industrial, devido a uma tão forte presença das máquinas térmicas. A dinâmica destes diversos modos de “pesquisa” de grandezas que se conservam, mudando, porém, de forma, conduziu à descoberta do princípio mais importante (juntamente com o princípio da inércia) da física clássica.

6. A comunidade científica: processos de legitimação, controvérsias e consensos

Comunidade científica

A consolidação gradual de uma nova maneira de estudar a natureza depois do século XVI desenvolveu-se paralelamente à criação de uma nova comunidade científica – a dos filósofos da natureza. Esta nova comunidade de filósofos da natureza, intelectuais e cientistas ganhou forma, criando espaço para si própria, frequentemente em detrimento de outras comunidades que visavam ocupar o mesmo espaço, ou seja, desempenhar a mesma função social. Algumas vezes, a formação de uma nova comunidade faz-se em detrimento de uma outra, retirando-lhe privilégios sociais e elementos ideológicos. Por isso, os processos de formação das novas comunidades científicas nem sempre são bem-vindos por parte dos membros de outras comunidades já formadas, uma vez que, com a formação da nova comunidade, são afectados interesses não só materiais mas também intelectuais. Assim, a história da formação de uma nova comunidade pode envolver períodos de forte tensão e, muitas vezes, de violência, uma vez que, em última análise, a criação de uma comunidade conduz, essencialmente, a uma redistribuição de poder, não só sobre os homens, mas também sobre as ideias que os homens “administram”. Por outro lado, é claro que nenhuma comunidade se caracteriza pelo pleno acordo dos seus membros sobre todas as matérias: nem todos os membros de uma comunidade em formação têm as mesmas ideias sobre como se deve tratar um determinado conjunto de questões, e nem todos os membros das comunidades rivais têm a mesma ideia sobre como devem ser enfrentadas as questões daí resultantes. Uma comunidade científica forma-se e impõe-se na medida em que nos convence de que está em condições de dominar um conjunto de questões que até então estavam sob a jurisdição de outra comunidade. A formação e a função de cada comunidade de intelectuais é um parâmetro importante no esforço de compreensão de diversas questões da História das Ciências. A formação de uma determinada comunidade – para lá do facto de que deve ser constituída por um número suficiente de pessoas – identifica-se quase sempre com a formação de uma linguagem característica e de um conjunto de práticas adoptadas pelos membros dessa comunidade, que

assim se diferenciavam dos membros de outras comunidades. Quase sempre, os membros da nova comunidade em formação esforçaram-se por legitimar a nova linguagem e as novas práticas, tentando convencer a sociedade da verdade daquilo que sustentam [Ben-David 1971, Calvert 1967, Forman 1991, Galison e Stump 1996, Hufbauer 1982, Jungnickel e McCormick 1986, Lenoir 1996, Rosenberg 1988, Shapin e Thackray 1974].

A compreensão das condições em que se forma uma nova comunidade faz-se mediante o estudo não só das estratégias e das táticas, mas também das alianças, não só entre os membros da própria comunidade, mas também entre membros de diversas comunidades. Deste modo, evidencia-se a importância da negociação entre duas comunidades que aspiram a ocupar o mesmo espaço. Utilizamos o conceito de espaço, não como um conceito de base física, mas como uma ferramenta que sugere um complexo de ideias ou de relações. No decorrer da história de cada sociedade, não existem espaços que não sejam dominados por uma determinada comunidade de pessoas. Não existem “espaços livres” que aguardem a criação da “comunidade adequada”. Por exemplo, no Ocidente, durante a Idade Média, os teólogos eram os indivíduos que detinham a “responsabilidade” de gestão do espaço das ideias cosmológicas. Era permitido até mesmo aos filósofos manusear esse espaço, quanto não entrassem em contradição com aquilo que os teólogos sustentavam. O mesmo valia para as questões do movimento, mas aqui não estava tanta coisa em jogo, pelo que os conflitos eram mais benignos; as negociações tinham menor intensidade. Apesar de tudo, não havia dúvida sobre qual a comunidade que tinha a última palavra em caso de surgirem discordâncias. Quando os filósofos começaram a “entrar no terreno” dos teólogos e, sobretudo, quando começaram a desenvolver opiniões que não estavam em concordância com as dos teólogos, geraram-se tensões, não só entre os teólogos e os filósofos em geral, mas também entre grupos particulares de membros de cada comunidade, pois não existia uma concordância geral quanto ao modo como se deveria enfrentar os “outros”.

A questão do consenso da comunidade científica constitui um dos mais importantes problemas de que trata a História social e cultural das ciências. Com o termo *consenso* não quero significar o pleno acordo de todos os membros de uma comunidade científica a respeito de todas as questões relacionadas com as elaborações teóricas, com as práticas experimentais e com os compromissos ontológicos de uma dada disciplina científica. O consenso de uma comunidade científica relaciona-se antes com o acolhimento, por parte de muitos membros, das orientações de investigação, da existência de novas entidades e

de novos fenómenos, da dinâmica que uma nova técnica ou um novo método prometem, etc. Por outras palavras, o apego ao paradigma dominante e a expressão deste apego na prática científica quotidiana estão muito mais perto daquilo que entendo pelo termo *consenso*. O consenso não se consegue apenas através de processos racionais. O consenso consegue-se também através de diversos processos de persuasão, os quais frequentemente conduzem a mudanças de mentalidades e concepções. A retórica, por exemplo, desempenha aí um papel muito importante. Todavia, o consenso é uma qualidade cultural por excelência. Subentende acordo quanto a novos princípios, a novas técnicas e a novos compromissos ontológicos. E não só. Conduz a novos comportamentos e a novas práticas quotidianas que resultam do novo quadro de consenso.

Todavia, a ênfase posta no carácter cultural do consenso entre cientistas tem a ver também com uma outra função da comunidade científica: a ultrapassagem das objecções e das resistências dos seus membros, não é forçosamente seguida da adopção plena das novas teorias propostas, das práticas experimentais ou das novas entidades físicas. Frequentemente, muito frequentemente mesmo, o consenso traduz a familiarização com a novidade e a integração desta no quadro do discurso teórico que a referida comunidade tinha construído. Ou seja, o consenso não é uma aceitação passiva, mas um acolhimento activo. O consenso não conduz à gradual universalização do discurso científico, mas sim à admissão da coexistência de muitas conclusões científicas, juntamente com o desenvolvimento simultâneo de discursos locais diversificados. O elemento interessante, aqui, é que esses discursos diversificados funcionam, muitas vezes, em complementaridade e, outras vezes, em antagonismo.

Controvérsias científicas

Se existe algo imutável no funcionamento dos membros de uma comunidade científica, desde que tais comunidades surgiram, esse algo são as controvérsias entre os seus membros. Que é que são, porém, as controvérsias científicas? Constituirão desvios do percurso “canónico” do desenvolvimento do conhecimento científico? Serão episódios que dizem respeito mais às relações interpessoais do que à própria ciência? Traduzirão o choque entre os defensores de dois modos diversos de teorização de determinados fenómenos? Obviamente, as controvérsias científicas têm a ver com todos os aspectos acima

referidos. No entanto, os estudos dos últimos anos conduziram a uma imagem muito mais complexa das controvérsias científicas. O ponto em que convergem todos os filósofos, historiadores e sociólogos da ciência é o de que as controvérsias científicas não devem ser encaradas de forma diferente dos restantes factos respeitantes à actividade científica. [Para uma análise mais avançada relativa às características mais gerais das controvérsias científicas ver *Science in Context* 1998, Greaves 1969, Englehardt e Caplan 1987, Machamer, Pera e Baltas 2000, Mayr 1992.]

Afinal, porque é que, durante tantos séculos, milhares de indivíduos que estudaram a natureza maniveram polémicas entre si? Os cientistas discordam e não-de continuar a discordar porque têm determinadas ideias quanto ao que poderá ser a verdade, aos processos que a permitem descobrir e a conseguem verificar. As controvérsias, muitas vezes, são controvérsias que dizem respeito à validade quer de pontos de vista sobre a verdade quer dos critérios da sua certificação. Cada grupo científico ou cientista que discorda de outros acredita firmemente na verdade e na validade daquilo que defende. Um dos mais importantes atributos de tais discordâncias e controvérsias é a formação, de cada vez, de um quadro de consenso sobre aquilo que se descobre e que diz respeito à compreensão do funcionamento dos fenómenos físicos. Será que estes pontos de vista diversos se identificam com a "realidade remota" que existe na natureza? Nunca completamente nem de modo absoluto. Quase sempre, porém, tais pontos de vista revelam certos elementos da realidade que, no entanto, nunca conduzem linearmente à "realidade remota" – conceito que, naturalmente, não é de maneira nenhuma claro, mas sobre o qual quase todos os cientistas têm uma ideia mais ou menos elaborada. A historicidade da ciência está entrelaçada com a historicidade do conceito de verdade, com a historicidade da racionalidade, com a historicidade dos processos de convencimento, mas também com a historicidade dos processos de consenso de grupos ou de sociedades quanto a saber em que consiste a verdade.

Para se classificar de *controvérsia* uma discordância científica, será preciso que esta tenha uma razoável duração temporal e que as partes envolvidas formem publicamente os seus argumentos e contra-argumentos. As partes em confronto deverão sustentar, cada uma delas, um ponto de vista determinado, que considerem suficientemente importante para ser defendido publicamente através da publicação de artigos nas respectivas revistas científicas ou através da publicação de livros ou de folhetos. Certas controvérsias encontram expressão também sob formas mais vulgarizadas. Frequentemente, o risco que se corre nas controvérsias, para lá, concretamente, das ideias ou teorias

ou da interpretação de resultados experimentais, diz respeito à prática da respectiva comunidade científica no seu conjunto. Portanto, uma controvérsia científica é, por definição, um processo público no qual se exprimem pontos de vista que procuram ser aceites pela respectiva comunidade científica, procurando impor novos elementos ou transformar a sua prática. Por isso, muitas vezes estão envolvidos nessas controvérsias grandes sectores da comunidade que, pelo menos, acompanham de perto o seu desenrolar. As controvérsias científicas mais cruciais transformam a fisionomia de um ramo científico e algumas vezes de forma tão radical, que podem conduzir à criação de novos ramos. É evidente que um tal processo conjuga elementos de natureza filosófica, social e metodológica.

Um parâmetro interessante da discussão relativa às controvérsias é o das audiências. Cada interveniente numa polémica pretende criar a sua própria audiência, visa não só convencer o adversário, mas também um conjunto de pessoas que constituem a audiência que a acompanha. Uma parte desta audiência não compreende os pormenores técnicos de uma polémica mas interessa-se pelo seu desenlace, tanto por motivos pessoais, ideológicos ou filosóficos. Uma vez que a polémica é uma espécie de diálogo público, a argumentação que se desenvolve não é independente das componentes sociais e ideológicas do problema concreto, tal como este é entendido quer pelos membros de uma comunidade científica quer pela sociedade em geral. Na maior parte das vezes, encontramos numa controvérsia científica mais do que uma forma de disputa, pois o seu próprio desenrolar contém – de maneira inseparável – o nível empírico, o teórico e o ontológico. O interesse que esta espécie de classificação apresenta é o de ajudar os historiadores a trazer à superfície as características concretas da controvérsia que estão a estudar e o de evidenciar o papel particular que desempenhou na formação da cultura mais geral de um determinado ramo científico.

Existem muitas espécies de controvérsias. Falamos de três categorias.

Controvérsia sobre factos. No decorrer destas disputas, põe-se em dúvida a existência de propriedades observadas experimentalmente ou a justeza de determinadas observações e das respectivas conclusões [De Maria, Ianniello e Russo 1991, Shapiro e Teukolsky 1986, Shapin e Schaffer 1985]. Essa foi, por exemplo, a polémica de Galileu com Christopher Scheiner sobre as manchas solares. Galileu tinha observado as manchas solares e atribuído a sua deslocação à rotação do Sol à volta do seu eixo. Scheiner considerava que essas manchas eram planetas com órbitas muito próximas do Sol e que a deslocação

observada dessas manchas não era senão a circunvolução desses planetas à volta do Sol.

Controvérsia sobre teorias. Diz respeito, sobretudo, à verificação de esquemas teóricos que descrevem fenômenos observados e prevêem o comportamento experimental de determinados esquemas [Bechler 1974, Burchfield 1975, Hallam 1989, Koepfel 1974, Ruse 1982, Sachs 1988, Shapiro e Teukolsky 1986, Yavetz 1993]. Essa foi, por exemplo, a polémica entre os defensores da teoria do flogisto e os que defendiam a teoria da combustão de Lavoisier. Os primeiros consideravam que a combustão é o resultado da libertação do flogisto contido nos corpos, enquanto Lavoisier tinha demonstrado que a combustão era o resultado da união do oxigénio com o corpo que arde — ou, mais correctamente, que se oxida. Para os primeiros, uma vela dentro de um recipiente fechado apaga-se porque o recipiente não pode conter mais flogisto do que aquele que estava dentro da vela e que foi libertado durante a combustão. Assim, o azoto que sabemos, *a posteriori*, que ficava depois de a vela se apagar, era designado por gás flogisticado — ou seja, gás com a quantidade máxima possível de flogisto. Para os adeptos de Lavoisier, a vela apagava-se, porque a chama não podia gastar mais oxigénio. As controvérsias entre os cientistas, em que cada um sustentava uma teoria diferente, são frequentemente controvérsias que dizem respeito às entidades utilizadas nas teorias. Os adeptos da teoria do flogisto tinham legitimado a discussão e a aceitação de uma entidade que possuía as características de um fluido sem peso — um fluido sem massa. Os adeptos da teoria da combustão de Lavoisier tinham, antes de mais, de convencer que o ar atmosférico era uma mistura de muitos gases e não um elemento único.

Controvérsia sobre princípios. Trata da legitimação de determinados princípios que regem uma teoria. Tem a ver, igualmente, e em termos mais gerais, com o carácter do discurso teórico que se desenvolve sobre o funcionamento de uma teoria [Hall 1981, Moore 1979, Orel e Harl 1994, Ruse 1982, Sachs 1988, Yavetz 1993]. Fizaram-se muitas tentativas com o fim de demonstrar *por que razão* os corpos se atraem. O próprio Newton tinha demonstrado que, se os turbilhões de Descartes fossem constituídos por matéria e obedecessem às leis do movimento que Newton tinha formulado, então não era possível que eles possuísem propriedades atractivas, como Descartes tinha afirmado. Seguidamente, havia que argumentar que a atracção poderia ser o resultado quer da intervenção de Deus no Universo, quer das propriedades mecânicas de um éter que existia por entre os corpos que se atraem. O interessante nesta

polémica é que nunca foi resolvida. A insistência na explicação dos motivos pelos quais os corpos possuem a propriedade concreta da atracção constituía uma característica de uma cultura de base filosófica que a nova ciência do século XVII foi gradualmente afastando. Ou seja, a procura das causas finais era algo que, desde meados do século XVIII e posteriormente, ocupava um número cada vez menor de cientistas. Os enormes êxitos alcançados pela teoria newtoniana da gravitação universal, por exemplo no cálculo do movimento extremamente complexo da Lua, na demonstração da estabilidade do sistema solar, mas também no desenvolvimento da teoria das marés, tornaram essa teoria tão credível que foi aceite sem que fosse indispensável uma explicação para essa propriedade da matéria. Esta mudança, além de tudo o mais, é uma mudança de mentalidade. A nova Física e a nova Astronomia, mas também os desenvolvimentos verificados noutras ciências, tais como a Matemática no século XVII, estabeleceram uma cultura e uma mentalidade diversas a respeito da validade das teorias. Uma outra controvérsia deste tipo é a que tem a ver com a questão do determinismo na física moderna e, sobretudo, na mecânica quântica. Dado que se verificou uma reformulação radical do postulado do determinismo juntamente com a aceitação da Interpretação de Copenhaga, a mecânica quântica consolidou-se e tornou-se o paradigma dominante dos físicos, sem que, desde o início, tivessem sido resolvidos problemas teóricos e filosóficos respeitantes à causalidade, de uma maneira que fosse aceite por todos. Assinale-se que, através do predomínio gradual das teorias, verificam-se também mudanças nas mentalidades dos cientistas, sobretudo no que respeita às suas exigências mais gerais em relação a elas.

Como é que termina uma controvérsia científica? Embora uma resposta razoável pudesse ser “com a verificação experimental da verdade de uma teoria, ou com a produção de uma síntese teórica consequente resultante de uma série de dados experimentais”, a situação é habitualmente muito mais complexa. Não são poucos os casos em que a síntese teórica que acaba por se impor no decorrer de uma controvérsia se fundamenta nos próprios dados experimentais em que se fundamentava a teoria rival. Tal como, do mesmo modo, não são poucos os casos em que os novos dados experimentais podem ser explicados, de modo igualmente satisfatório, tanto pela nova teoria como por uma versão transformada da velha. É também característico das controvérsias o facto de nenhuma terminar de maneira “limpa”. A organização social da comunidade científica, que habitualmente se define pela mais larga realidade social, não influencia somente os termos da existência de ideias no

seu seio. Na medida em que as controvérsias científicas são públicas, a comunidade, enquanto corpo social, decide também da validade dos critérios utilizados na aceitação ou na rejeição das ideias em confronto. Deste ponto de vista, o fim de uma controvérsia é um assunto extraordinariamente complexo, e é isso que, juntamente com a sua variedade morfológica, torna o estudo das controvérsias científicas um objecto particularmente interessante para os historiadores da ciência.

As ideias de comunidade, de discurso característico, de consenso, de legitimação e de negociação revelam-se como ferramentas extraordinariamente úteis para a historiografia moderna, desde que sejam sempre utilizadas com cuidado e tendo por objectivo a compreensão de situações concretas, e não para serem promovidas a receitas. No mesmo momento, porém, em que assumamos a importância destas ideias, devemos acentuar que nem as estratégias, nem as táticas, nem as alianças na forma concreta em que as encontramos em certa controvérsia ou em certo episódio são algo que permanece invariável no tempo – logo, devemos estar sempre em condições de detectar mudanças e divergências. Não será, porém, muito arriscado utilizarmos tão intensamente termos sociológicos e político-militares para compreendermos a História das Ciências? Não será que, deste modo, acabamos por contribuir para que se torne muito complicado algo que é essencialmente simples? No meio de tudo isto, não se perderá, de algum modo, a ideia de verdade? Será possível que tudo seja interpretado em termos sociais e que fiquemos com uma completa desvalorização das noções e do papel das ideias verdadeiras e correctas no desenvolvimento das ciências?

Conforme já referimos, a História das Ciências é a história dos homens que tentaram compreender a estrutura e o funcionamento da natureza e persuadir os outros homens da correcção das suas opiniões. Os processos de persuasão, como já temos sublinhado, não se apoiaram *exclusivamente* em argumentos racionais. Os processos de persuasão foram bem sucedidos na medida em que consagravam novos critérios que seriam utilizados na avaliação da verdade das novas propostas. Na História das Ciências, portanto, os processos de persuasão possuem um carácter eminentemente social e cultural. Muito frequentemente, os processos de persuasão foram bem-sucedidos pelo facto de conseguirem negociar os termos de jurisdição de comunidades científicas, de legitimarem hipóteses, ideias e, sobretudo, regras, e de gerarem consensos à volta de esquemas teóricos, de técnicas experimentais e de compromissos ontológicos.

Vejamos um exemplo em que se evidenciam algumas das interações às quais já nos temos referido.

A formação da Química moderna por Lavoisier: consenso e legitimação

Justus von Liebig (1803-1873), um dos mais importantes e, para alguns, o mais importante químico do século XIX, afirmou que Lavoisier “não descobriu nenhuma substância, nenhuma nova propriedade, nenhum fenómeno que não fosse já conhecido. A sua glória, porém, será imortal, pelo facto de ter instalado na ciência um novo espírito”. O novo ponto de vista a partir do qual tentou interpretar fenómenos conhecidos, os seus enormes esforços no sentido de consagrar uma nova terminologia e uma nova linguagem da química que correspondesse às exigências da nova ciência, juntamente com as suas restantes actividades que tinham por objectivo a utilização das virtualidades do pensamento científico para satisfazer necessidades sociais destacam Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) como a pessoa que fundou a química moderna.

Em 1785, Lavoisier já tinha terminado a sua teoria sobre a combustão e estava pronto para iniciar o seu ataque em todas as frentes contra a teoria do flogisto, acusando os químicos pelo facto de terem tornado o flogisto algo de impreciso, que não era definido de maneira rigorosa, e que utilizavam para interpretar diferentes fenómenos, atribuindo-lhe de cada vez diferentes prioridades! Tem interesse sublinhar o facto de que a teoria de Lavoisier, segundo a qual a combustão se realiza com o consumo de oxigénio, e não com a libertação de flogisto, não foi imediatamente aceite pela comunidade dos químicos, e isso apesar das medições experimentais “certas”. Por outras palavras, o “certo” não era suficientemente simples para substituir o “errado”, visto que, para que os químicos ficassem convencidos da validade da nova teoria, tinham de mudar as suas concepções mais gerais sobre a química, tanto mais que com a teoria do flogisto era possível explicar muitos fenómenos.

Quais eram as convicções dos químicos daquela época que deviam ser alteradas a fim de substituir a teoria do flogisto e aceitar a teoria de Lavoisier sobre a combustão? Em primeiro lugar, a convicção de que o ar não tomava parte nas reacções químicas. Em segundo lugar, a de que o ar atmosférico era algo elementar e não era constituído por muitas espécies de “gases”. Em terceiro lugar, tinha de se aceitar a ideia do estado gasoso como um estado distinto da matéria. Em quarto lugar, tinha de se aceitar a importância da precisão nas diversas medições, como critério da validade de esquemas interpretativos. Os alquimistas e os farmacêuticos utilizaram instrumentos de medição durante muitos séculos, na preparação correcta das diversas substâncias, e isso não era nada de novo para os químicos. Todavia, os novos elementos que se revelaram pela utilização da balança por Lavoisier eram a “harmonização” da quantificação com a prática já predominante entre os físicos, a relação

dessa prática com a constituição de um quadro teórico e a formação do princípio da conservação da massa, que durante muitas décadas funcionou em união com a nova química. Em quinto lugar, deverá entender-se também um conjunto de outros problemas, para os quais foram dadas soluções *arrasés* da mudança da interpretação da combustão. As mudanças de concepção relativamente ao fenómeno da oxidação, à composição da matéria e à organização dos diversos constituintes são algumas das consequências da nova teoria da combustão. Finalmente, os químicos tinham de aprender a "ler" as diversas substâncias e a referir-se a elas de maneira a reflectir a sua composição. Por outras palavras, juntamente com a nova teoria da combustão, começou a gerar-se também a necessidade de uma nova linguagem da química.

Lavoisier tinha compreendido que, sem a necessária propagação das novas ideias e sem a legitimação destas não era por si só evidente que o seu programa avançasse. Já desde 1782 que Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) falava de um tratamento racional da terminologia química, que até então seguia a tradição alquímica. Tinha ficado impressionado com a obra de Karl Linnaeus (1707-1778) e as benéficas mudanças que ele tinha trazido à zoologia e à botânica. Em 1787, Lavoisier, juntamente com Guyton, Claude Louis Berthollet (1748-1822) e Antoine Fourcroy (1755-1809), publicou o livro *Méthode de nomenclature chimique (Método de Nomenclatura Química)*. Neste livro, começa a formar-se a nova terminologia da química: as substâncias devem ter uma designação fixa, a designação deve reflectir a composição — que se baseará na teoria do oxigénio — e os nomes devem ter raízes gregas ou latinas e não serem malsonantes em francês. Mas a decisão mais fundamental era a de que, se uma substância não era susceptível de ser mais decomposta, então consideravam-na simples e elementar, e as designações dadas às diversas substâncias compostas baseavam-se nestas substâncias simples. Este livro de 300 páginas, das quais cerca de um terço era um léxico em que se encontrava a correspondência dos nomes antigos relativamente aos novos, foi quase imediatamente traduzido para inglês e alemão.

Em 1789, poucos meses antes da Revolução Francesa, Lavoisier funda uma nova revista, *Annales de Chimie*. A tendência dominante da revista então em circulação, o *Journal de Physique*, ficava-se pela insistência na teoria do flogisto. A comissão redactorial da *Annales de Chimie* foi constituída inteiramente por adeptos das ideias de Lavoisier: Guyton, Berthollet, Fourcroy, Gaspard Monge (1746-1818), A. Seguin, Louis Nicolas Vaquelin (1763-1829). Estes, em poucos anos, e apesar dos fortes realinhamentos sociais trazidos pela Revolução Francesa, tornar-se-ão os representantes fundamentais da nova química.

Em 1787, a mulher de Lavoisier traduz para francês o livro de Richard Kirwan *Essay on Phlogiston*, incluindo-se notas críticas da autoria dos adeptos da nova química antiflogística. Em 1789, é publicado o livro de Lavoisier *Traité élémentaire de chimie*. Tinha começado a escrevê-lo entre 1778 e 1780. Esta obra e a obra em dez volumes de Fourcroy *Système des connaissances chimiques*, terminada em 1801, serão consideradas exemplares para o ensino da química durante bastantes décadas. Muitos historiadores consideram que o livro de Lavoisier desempenhou para a Química um papel idêntico ao papel desempenhado pelos *Principia* de Newton na formação da Física. O livro abre com uma citação tirada do livro *Lógica* do Abade de Condillac:

A língua é uma ferramenta de análise. Não podemos pensar sem a utilização das palavras. A arte do silogismo depende de uma língua bem construída.

No livro descrevem-se pormenorizadamente os motivos que levam à rejeição da teoria do flogisto e são apresentadas todas as experiências que evidenciam o papel central do oxigénio. Lavoisier exprime-se de uma maneira que nos parece muito familiar: "A química, através de diversas experiências com diversas substâncias, visa a decomposição destas, a fim de poder examinar separadamente as diversas substâncias que as compõem." Deste modo, separou 33 substâncias "elementares", algumas das quais foram mais tarde consideradas compostas. No seu livro continuava a exprimir a sua convicção sobre a existência do calórico e o quadro das substâncias elementares contém a luz e o calórico. Neste livro, foi utilizado pela primeira vez de modo sistemático o princípio da conservação da massa.

Em pouquíssimos outros casos estamos perante uma orquestração tão consciente como aquela por que Lavoisier optou, juntamente com o primeiro núcleo dos defensores da nova química, e que incluiu não só as actividades legitimadoras atrás mencionadas, mas também diligências no sentido de assegurar o consenso entre todos quantos tinham, logo de início, apoiado diversos elementos da nova química. A publicação do manual com a nova terminologia não era uma tentativa de criar uma "lista", mas sim de consagrar uma nova maneira de pensar a respeito da composição das substâncias. A tradução de um livro contrário à teoria do livro acabado de publicar noutra língua (pelo que as pessoas atingidas não teriam relação directa com ele) não era expressão do seu liberalismo e do seu desejo de que coexistissem todos os pontos de vista, mas constituía uma ocasião para apontar as fraquezas da teoria rival, através da crítica sistemática exercida mediante extensas notas de

rodapé. A criação de uma nova revista cuja comissão redactorial era constituída por pessoas que apoiavam a nova química, não era indicação de fraqueza por nenhum deles estar em condições de publicar os seus artigos nas revistas então existentes, mas sim a expressão de uma disposição combativa, uma declaração de que não é possível coexistirem o velho e o novo. A elaboração não só do monumental *Traité élémentaire de chimie*, mas também dos livros que quase simultaneamente surgiram da autoria dos defensores da nova química, exprimita o esforço sistemático no sentido de pôr manuais à disposição de todos quantos quisessem aprender, ensinar e utilizar a nova química. Finalmente, a criação de uma nova cátedra na Academia das Ciências, que essencialmente conferia às ciências experimentais o mesmo prestígio que o das matemáticas, constituía uma dimensão adicional da estratégia global de Lavoisier.

Estas actividades legítimas tinham um carácter público e não se dirigiam somente ao estreito círculo dos químicos. Os médicos, os farmacêuticos, as pessoas que se ocupavam da exploração das minas e da metalurgia, todos quantos tinham oficinas de cerâmica onde fabricavam muitos dos utensílios caseiros e muitos outros viam-se obrigados a acompanhar os desenvolvimentos da Química. A Química – ao contrário da Astronomia, mas também, em certa medida, da Física – tinha-se evidenciado como a “ciência útil” por excelência: útil para a solução de problemas que diziam respeito à sociedade e ao exercício, útil para que as novas camadas sociais pudessem retirar dela maior lucro. Não foi certamente casual que a formação da Química acontecesse numa época de realinhamentos sociais, em que os benefícios da ciência começaram a surgir e o controlo do Homem sobre a natureza começou a tomar sérias dimensões.

Problemas filosóficos e História das Ciências

Não se dará o caso de, no quadro da problemática acima exposta, ir ficando minado, de algum modo, o papel da verdade e da objectividade das teorias? Obviamente que não, pois não há motivo para se estabelecer uma teoria ou uma ideia, se ela não satisfaz elementarmente os critérios de verdade que uma sociedade utiliza. Esses critérios, naturalmente, não são inmutáveis, e muitas vezes, quando existem cortes e rupturas profundos, mudam e modificam-se. Finalmente, existem muitos problemas filosóficos clássicos que os historiadores enfrentam nas suas tentativas no sentido de responder a perguntas que colocaram: à objectividade, a verdade, os processos de controlo da

validade do novo conhecimento que é produzido pela História das Ciências constituem alguns desses problemas. A validação do conhecimento histórico, os seus limites, a objectividade não só dos historiadores mas também das suas conclusões, a reconstrução da verdade do passado são alguns dos problemas que começaram a ser sistematicamente discutidos a pretexto da articulação, de tempos a tempos, de novas abordagens historiográficas. A discussão filosófica e, em termos gerais, a discussão teórica dos referidos problemas e aspectos da História das Ciências é extraordinariamente útil, e tais discussões não devem deixar indiferentes os historiadores das ciências, não só porque a dimensão filosófica da história da cultura deve ser reforçada, mas também porque, frequentemente, muitas polémicas de enorme interesse e importância na História das Ciências têm um suporte filosófico. [Ver, por exemplo, Caneva 1998, Grmek 2001, Keller 1996, Nickles 1995, Skinner 1969, Rashev 1997, Shapin 1994, Yaneva 1995.]

Muitos filósofos da ciência começaram a ganhar consciência da historicidade de ideias como a de descoberta, evidência, argumento, experiência, controlo, laboratório, instrumento e lei. Estas já não são consideradas por muitos como ideias que recebem apenas uma análise filosófica *a priori*, mas transformaram-se em ideias historicamente formadas [Pestre 1995]. A filosofia da ciência foi obrigada a enfrentar a problemática dos sociólogos e dos historiadores da ciência nas suas próprias elaborações, mas também os historiadores das ciências foram obrigados a discutir e a tomar posição perante diversos problemas filosóficos – algo que, até recentemente, pensavam evitar. Por outras palavras, a História das Ciências pode ser entendida como História das Ciências, na medida em que ideias como a de verdade, interacções teóricas como a de racionalidade, processos sociais como os de persuasão e de consenso são entendidos como categorias históricas, as quais ganham a sua identidade no quadro de localizações culturais espaciotemporais do passado. A História das Ciências não pode ignorar uma verdade quase orgânica: que estuda os comportamentos dos filósofos, dos filósofos da natureza e dos cientistas nos seus esforços no sentido não só de entenderem a natureza, mas também de persuadirem outras pessoas e a sociedade em geral a aceitarem como verdadeiras as conclusões a que chegaram mediante as suas observações, os seus cálculos, as suas experiências e os seus raciocínios. A História das Ciências não se esgota na constatação de que as ciências têm as suas origens no passado. A sua história decorre da nossa convicção de que, nas ciências, através do seu trajecto histórico, está inscrito e marcado um conjunto de localismos e que, através destes registos complexos, se formou o seu carácter.

Apesar da (nova) relação entre a Filosofia e a História das Ciências, que começou a desenhar-se nos últimos anos, muitos afirmam que a influência de novas abordagens historiográficas, tais como, por exemplo, o construtivismo social conduz ao relativismo, introduzindo-o no estudo da ciência, a actividade por excelência que exprime o conhecimento verdadeiro e objectivo acerca do nosso mundo físico. Formulam-se argumentos, segundo os quais, se nos afastarmos da ideia de que a História das Ciências consiste no estudo das maneiras através das quais foi gradualmente descoberta a verdade a respeito da natureza, verdade testada através de observações e experiências, então todas as verdades postas em evidência pelas diversas actividades dos cientistas são igualmente importantes e, eventualmente, igualmente válidas. A caracterização do relativismo aplica-se indiscutivelmente a um nível formal, num quadro em que o sentido das ideias se define exclusivamente em termos filosóficos e no quadro de uma concepção que considera que a referência à historicidade de ideias filosoficamente carregadas mina, essencialmente, a discussão filosófica. Uma discussão sobre as graduações da verdade ou sobre a valorização das diversas verdades em relação à verdade objectiva expressa pela natureza *não* é apenas uma discussão sem saída e sem o mínimo interesse; mas acredito também que elimina o postulado sobre *História das Ciências*. A História das Ciências pressupõe o nosso distanciamento, pelo menos parcial, da posição central que a exigência cognitiva a respeito dos conhecimentos científicos verdadeiros ocupa nas nossas problemáticas.

Por tudo o que já foi discutido, não se exclui que resultem frequentemente muitas interpretações ou respostas conflituosas a diversas questões colocadas pelos historiadores das ciências. Serão, então, objectivas as respostas dadas pela História das Ciências? Não deveremos nós, para cada questão, chegar pelo menos de vez em quando a uma narrativa e a uma interpretação únicas que constituam a narração e a interpretação “oficiais” e “objectivas”? Cada tentativa de resposta a esta pergunta deverá revelar o pressuposto que esconde, o de que é possível constituir-se a História das Ciências, o de que é possível, por outras palavras, exprimir-se o passado através de uma única narração e interpretação, o de que a *verdade* do passado é exprimir-se através de uma única narração e interpretação. Existem, realmente, casos isolados em que isso é susceptível de acontecer. Mas, na maioria esmagadora dos casos *não* é possível formarmos respostas às perguntas que foram colocadas a não ser através de múltiplas narrações e interpretações feitas com o objectivo de evidenciar os diversos aspectos de um fenómeno ou de um facto – interpretações que contribuem para o esclarecimento gradual dos problemas que nos ocupam.

O desafio feito aos historiadores das ciências, cada vez que procuram maneiras de evidenciar novos aspectos do passado que não suspeitávamos que existiam, é o de conseguirem conciliar as muitas verdades evidenciadas pela formulação de respostas às perguntas que colocaram. Frequentemente, os historiadores das ciências são confrontados com “verdades contraditórias” ou com “situações contraditórias”. Então, o seu objectivo é o de imaginar maneiras de nos convencerem de que não só na História, mas também na História das Ciências, aquilo que parece contraditório não é sequer incoerente nem rejeitável. O envolvimento em problemáticas do tipo “como pôr em evidência a verdade absoluta do passado” não contribui minimamente para o estudo da História das Ciências. Os historiadores das ciências afirmam que *não* é possível existir a História das Ciências, mas somente muitas histórias das ciências. Esta constatação não sugere subjetivismo nem relativismo – ou seja, que cada historiador das ciências, ao tratar de determinado tema, tem o seu próprio ponto de vista pessoal, chega às suas próprias verdades que são, todas elas, igualmente válidas. Pelo contrário, mostra que a história só pode ser objectiva quando evidencia muitas verdades complementares ou novas verdades enquanto expressões mais elaboradas de antigas abordagens. É esta prática concreta que reforça a crítica como processo de controlo da validade dos resultados da investigação.

Recordemos que uma comunidade científica – logo, também a comunidade dos historiadores das ciências – formou e consensualizou os critérios que utiliza para controlar e julgar a validade de uma nova interpretação. E assim, as novas interpretações são legitimadas sem que isso signifique que todos os membros da comunidade considerem correctas todas as interpretações, sem excepção. O facto de haver certas preferências pessoais *não* significa que estas não devam – no âmbito da problemática global da comunidade – coexistir com outras interpretações, eventualmente em conflito mútuo. A crítica a problemas como o da objectividade e o da verdade das conclusões e das interpretações, que muitos consideram que tem uma relação muito estreita com a História das Ciências, não visa apresentar uma resposta filosoficamente elaborada. Aqui, interessa-nos a formulação de uma posição pragmática, cuja aceitação nos permita prosseguir na investigação das perguntas concretas que nos ocupam, tomando ao mesmo tempo consciência de que existe um conjunto de problemas teóricos extraordinariamente sérios, cuja feliz solução, ainda que sujeita a discussão, *não* constitui pressuposto para que façamos história.

Será um pressuposto para que façamos História das Ciências que nos tenhamos comprometido, ou de outro modo, que tenhamos purificado as

nossas ideias relativamente a uma série de problemas filosóficos? É bom que o tenhamos, mas isso não constitui um pressuposto para que façamos História das Ciências. De outro modo, a plena identificação com um qualquer ponto de vista filosófico sobre a ciência não ajuda nada os historiadores. Todavia, também não os ajuda o completo desconhecimento dos problemas e questões de natureza filosófica respeitantes à ciência, como os que decorrem de diversas abordagens historiográficas. Não fazemos história para certificarmos ou rejeitarmos um determinado ponto de vista filosófico, nem sequer consideramos que a filosofia deverá, em primeiro lugar, resolver os problemas da sua casa, para depois nós lhe conferirmos importância. Focamos aqui o problema grave da cultura dos historiadores, e sobretudo dos historiadores das ciências. A Filosofia da Ciência constitui uma das mais importantes dimensões dessa cultura. Não constitui, porém, o quadro condutor dos historiadores da ciência como, de resto, também não constitui a ocupação sistemática com as ciências, que é (ou deve ser) uma outra dimensão muito importante da cultura dos historiadores das ciências.

São raríssimos os historiadores que estão em condições de discutir algumas das questões teóricas da História das Ciências com o indispensável rigor que satisfaz os filósofos profissionais. É, todavia, um facto que muitos filósofos, ao tratarem temas de Filosofia da História, fazem-no de tal modo que não exercem absolutamente nenhuma influência na obra dos historiadores. E isso acontece não só porque os historiadores não possuem aquela cultura que lhes permita acompanhar tais obras, mas também porque a Filosofia da História se ocupa de temas que se afastam muito dos problemas quotidianos e das dificuldades que os historiadores enfrentam.

Pelo menos dois pensadores importantes do século XX produziram obras extraordinariamente valiosas tanto para a História como para a Filosofia. R. G. Collingwood, com as obras *Oxford History of Roman Britain* e *The Idea of History*, e T. S. Kuhn, com as obras *Black Body Radiation* e *The Structure of Scientific Revolutions*. Se, porém, compararmos a obra histórica destes dois autores com a sua obra filosófica, as suas ligações são, no mínimo, difíceis de discernir, e seguramente as suas obras históricas não foram escritas com o fim de “certificar” as filosóficas ou de exemplificar casos especiais das problemáticas filosóficas. Kuhn acentuava: “Fiz de historiador da ciência, fiz também de filósofo, mas nunca as duas coisas juntas.” Embora qualquer pessoa tenha o direito de se imiscuir nas elucubrações seja de que área for (se os especialistas dessa área o tomarem ou não a sério, isso é outra coisa), é igualmente indubitável que nenhum dos problemas teóricos de um determinado objecto de

conhecimento é passível de ser compreendido fora do complexo da prática quotidiana respeitante ao referido objecto de conhecimento.

Não julgo que as problemáticas atrás referidas introduzam um relativismo generalizado na História social das ciências. Existe, certamente, algo que não só certos cientistas, mas também certos historiadores das ciências apagados desesperadamente ao positivismo, não querem aceitar: que na História das Ciências somos obrigados a admitir que todas as formas de conhecimento, e não só aquelas que são verdadeiras segundo os nossos próprios critérios, são objecto de estudo. Isto não significa que todas as interações que afirmam produzir conhecimento sejam igualmente válidas, nem que todas elas possam produzir propostas verdadeiras. Para a História das Ciências, porém, tem enorme importância que não tenhamos a tentação de desvalorizar o facto de que existem diversas formas de conhecimento e diversos procedimentos que geram esse conhecimento. Pelo contrário, os historiadores das ciências são obrigados a investigar os diversos procedimentos de criação de conhecimento em função das possibilidades que oferecem para a produção de conhecimento científico. A História das Ciências é obrigada a dar a mesma importância e o mesmo peso ao estudo das diversas formas de conhecimento e das diversas diligências seguidas no intuito de produzir esse conhecimento, mesmo quando sabemos que nem sempre conduzem a verdades que nós consideramos científicas. O ocultismo da Idade Média deve ser estudado com o mesmo rigor com que estudamos o desenvolvimento da matemática, as duas formas de conhecimento devem ser consideradas equivalentes, não no que toca à possibilidade de cada uma delas produzir conhecimento científico, mas no que toca ao facto de exprimirem duas práticas sociais diferentes que produzem conhecimento e que sofreram eventualmente influências mútuas.

Na História das Ciências, a problemática em torno da objectividade, da verdade, do relativismo e de outras ideias semelhantes não é susceptível de ser expressa em termos filosóficos. Existem, é claro, muitos esclarecimentos extraordinariamente úteis que só podem ser feitos em termos filosóficos. Todavia, nenhum dos problemas que os historiadores enfrentam no seu trabalho pode ser resolvido em termos filosóficos, mas somente através da sua prática, da sua crítica e autocrítica quotidianas. Conforme acentuam muitos historiadores, a objectividade não é independente da nossa crença na realidade do passado e na verdade que corresponde a essa realidade. É claro que, a nível puramente filosófico, uma tal constatação não nos ajuda, visto que introduz termos ainda mais problemáticos. Ajuda-nos, porém, quando inserimos todas essas ideias na prática quotidiana dos historiadores da ciência.

As obras que ajudaram à formação da comunidade dos historiadores da ciência, que conduziram a investigações fecundas, não são obras que respondiam de maneira teórica aos problemas práticos da História das Ciências e que davam respostas e receitas credíveis. Pelo contrário, são obras que trataram em profundidade problemas concretos para uma audiência especializada. A discussão teórica impõe-se, obviamente, pois esclarece diversos aspectos dos problemas e evidencia a sua complexidade, mas o único campo de controlo e de prova é a obra concreta, o estudo concreto, o programa de investigação concreto. Pode considerar-se empirista uma tal atitude, mas seja-me permitido pôr seríssimas reservas a todos quantos tentam enfrentar os diversos problemas somente a nível teórico, sem terem apresentado uma obra séria, que tenha sido julgada como tal pela comunidade dos historiadores da ciência.

Como é que se assegura a validade do conhecimento que se adquire através da História das Ciências? A validade da investigação histórica é julgada, em parte, pela questão de saber se cada investigação está em condições de responder aos critérios que a comunidade científica considerou necessários e indispensáveis ao processo da investigação histórica. Alguns desses critérios são a formulação das questões a ser investigadas, o estudo exaustivo das fontes segundo os métodos a que atrás nos referimos, a intervenção de outros historiadores na mesma problemática, a referência a outros trabalhos que tenham estudado esse tema concreto ou temas afins, bem como a clareza e a força persuasiva da argumentação que se constituiu para dar resposta às questões inicialmente colocadas.

Tem, porém, também grande importância a questão de saber em que medida os resultados de uma investigação serão discutidos pelos membros da comunidade científica e em que medida esses resultados resistirão a críticas. Nada é mais crítico para o percurso das investigações históricas do que a discussão crítica de obras concretas feita por pessoas que comprovadamente conheçam o assunto. E nada contribui mais para a validação de uma obra do que a discussão que o seu criador entabulará com outros membros da sua comunidade científica. Acentuo aqui que a palavra *discussão*, a fim de a distinguir dos “entros” rancorosos ou espartilhados, ou dos “incensórios” intresserios. Sem subestimar as paixões e os rancores que frequentemente caracterizam as relações entre os membros de uma comunidade científica, seria um erro ignorar o facto de as comunidades científicas não serem homogêneas na sua formação, mas constituírem um espaço de acolhimento de colectividades que têm diversos critérios de apreciação de uma obra histórica e formas

diversas de a discutir. Estas interacções estão, a maior parte das vezes, em condições de gerir problemas teóricos, tais como o problema da verdade.

A memória, individual e colectiva, tem grande importância na história em geral. No entanto, o seu papel é limitado na História das Ciências. Frequentemente, e correctamente, afirma-se que os homens, não só como individualidades, mas também como colectividades, têm uma memória do seu passado — quer como vivência, quer decorrente da transmissão oral e de narrativas que sobrevivem no presente. Todos quantos têm contacto, mesmo que reduzido, com uma ciência têm consciência do facto de que esta tem uma história, de que existiram pessoas que contribuíram de diversos modos para aquilo que hoje conhecemos. Existe, todavia, uma diferença radical entre o conhecimento da historicidade das ciências e a memória social dos homens que têm consciência da sua história. Essa diferença tem a ver com o critério, de importância extraordinariamente significativa, de distinção da verdade, na medida em que mesmo que um sector de uma sociedade tenha consciência da História das Ciências, esta consciência é formada tendo por base um modelo positivo, ou seja, existe, em termos gerais, a concepção de que, nas ciências, o presente é verdadeiro (em absoluto) e que a História das Ciências é uma amálgama de contribuições erróneas e, portanto, inúteis, e que foi a partir de pequenas contribuições acumuladas que colocavam “pedrinhas”, uma a uma, para chegarmos ao edifício actual, que se formou através de verdades sucessivas aquilo em que hoje acreditamos.

Em que medida podemos nós falar de interpretação *verdadeira* do passado? Não existirá o perigo do subjectivismo e do relativismo? Não se dará o caso de, em vez da Verdade do passado, termo-nos acomodado a muitas pequenas verdades que, no entanto, não podem ser adicionadas a fim de daí resultar *A Verdade*? Para a História das Ciências, a pergunta não é susceptível de receber uma resposta em termos teóricos, mas sim através da apresentação de uma outra, dependente da dimensão social da função dos historiadores, e que é o consenso da comunidade científica, cujos membros vivem e trabalham numa sociedade democrática. Este critério não é o resultado de nenhuma elaboração teórica satisfatória, mas julgo que é um parâmetro bastante útil, que ajuda os historiadores das ciências e constitui um dos mais sérios critérios de consolidação de qualquer verdade respeitante à interpretação do passado, particularmente nos nossos dias, em que se geraram processos de consenso multiformes: os importantes laços profissionais entre historiadores pertencentes a diversas comunidades nacionais e a diferentes escolas de investigação, as revistas científicas com os processos de “refereeing”, as

colecções de publicações especializadas com os seus próprios processos de “referencing”, as resenhas críticas de livros em publicações prestigiadas (que ganharam prestígio na consciência dos membros da comunidade científica, não com base em certos princípios metafísicos, mas sim devido aos trabalhos que publicam), bem como a crítica pública e as possibilidades de responder à crítica.

Serão as coisas assim tão angelicais? É claro que não, mas o conjunto destas interacções parece ter funcionado satisfatoriamente. Naturalmente, o facto de se tratar de uma série de procedimentos diversos e complementares exclui a conspiração por parte de alguns que pretendam “decidir” sobre a Verdade. O consenso alargado a respeito da interpretação de certas questões constitui o máximo que se pode assegurar num processo de descoberta do passado o qual, de uma maneira ou de outra, é em si mesmo um processo evolutivo. Acentuemos, porém, que o consenso pressupõe, e decorre simultaneamente, de uma discussão crítica, forte e persistente. Naturalmente, a confrontação silenciosa de uma obra não constitui expressão de consenso perante as questões nela tratadas.

7. Uma categoria historiográfica útil: a prática científica

A Estrutura das Revoluções Científicas de Thomas Kuhn

Na historiografia das ciências, não existe um livro que seja considerado o clássico do ramo. Existe, porém, um livro que *nenhum* historiador (e seguramente nenhum filósofo) das ciências pode ignorar. Trata-se da obra de Thomas Kuhn (1922-1996) *A Estrutura das Revoluções Científicas*, editada pela primeira vez em inglês, em 1962, pelas edições da Universidade de Chicago. Apesar de o livro ter sido comentado principalmente por filósofos das ciências, não creio que haja nenhuma outra obra que tenha sido objecto de tantas e tão fortes discussões – não necessariamente publicadas – não só entre historiadores das ciências mas também entre cientistas que se ocupam destas questões. Muitos julgaram que o livro descreve apenas situações como a Revolução Científica e a consagração da Física moderna no século XX, e que, por isso, não pode dizer nada de particularmente útil sobre outros períodos. Muitos encontraram no livro um esquema extraordinariamente cómodo para poderem pôr em ordem as múltiplas complexidades associadas ao desenvolvimento das ideias. Muitos consideraram-no extraordinariamente problemático do ponto de vista filosófico, a ponto de não poder ajudar-nos na compreensão dos diversos problemas da História das Ciências. Destas discussões, porém, partiam interacções que influenciaram a historiografia da ciência de tal modo que nada faz lembrar a situação que a caracterizava nos princípios da década de 1960 [Gutting 1980, Heilbron 1998, Hoyningen-Huene 1993, Hoyningen-Huene 2001, Horwich 1995, Conant e Haugeand 2000].

Tem interesse referir que, até ao aparecimento do livro de Kuhn, não parece que os historiadores das ciências se tenham ocupado particularmente das características deste fenómeno tão complexo que é a ciência e cuja história se esforçavam por compreender. Iniciavam os seus estudos sem sentirem a necessidade de tornar em consideração as análises dos filósofos da ciência. Simultaneamente, os filósofos da ciência, por seu lado, consideravam que as suas investigações sobre a estrutura lógica das teorias não necessitavam das

análises dos historiadores da ciência. Uns ignoravam os outros, e vice-versa, não porque muitas coisas os separassem, mas porque ambos concordavam em algo de fundamental, o conceito de ciência. A ciência era o modelo por excelência do conhecimento verdadeiro, uma actividade despojada de todo e qualquer elemento irracional e subjectivo, enquanto os procedimentos de validação das propostas científicas conduziam à verdade e à objectividade.

A partir, porém, de meados da década de 1950, começa a ficar mais abalada a imagem, para muitos já abalada, da ciência “muito arrumadinha”, que além disso se tinha tornado sinónimo de progresso. Simultaneamente, uma crítica arrasadora ao positivismo começou a exercer-se. Aponta-se, em primeiro lugar, aquilo que depois parecerá evidente por si: para se entenderem as teorias, devem ser interpretados os dados – a fim de se descobrirem leis, de se formularem explicações e de se construirem teorias que condigam com os dados. Freqüentemente, as conclusões a que diversas pessoas chegaram, com base nas observações que fizeram sobre os mesmos fenómenos físicos, diferem entre si e, freqüentemente, essas diferenças são suficientes para influenciarem aspectos cruciais da interpretação dos fenómenos. Os dados experimentais considerados indiscutíveis e objectivos revelaram-se como não sendo independentes das convicções e das teorias existentes. Por outro lado, a produção dos dados exigia instrumentos cujo fabrico dependia da teoria que, muitas vezes, era suposto vir a ser verificada pelas experiências com eles realizadas.

A obra de Kuhn constituiu o clima da crítica global exercida contra o positivismo já desde a década de 1950 e formulou uma proposta que, pelo menos a nível filosófico, constitui uma proposta alternativa – com muitos problemas, sim, mas seguramente alternativa – à teorização positivista do fenómeno da ciência. A importantíssima obra de Kuhn reformulou radicalmente a problemática de um grande número de campos do conhecimento e formou o quadro da moderna investigação no domínio da história e da filosofia não só das ciências físicas, mas também das ciências sociais e humanas. A leitura da história das ciências físicas que Kuhn nos ofereceu destruiu convicções de longa duração sobre o modo de desenvolvimento da ciência e trouxe à superfície perguntas que nos obrigaram a reavaliar posições e pontos de vista sobre questões fundamentais tais como a verdade das teorias científicas e o progresso da ciência.

As discussões que a obra de Kuhn provocou não tiveram só interesse teórico. Foram decisivas para a formação de novas características da linguagem das comunidades dos historiadores e dos filósofos da ciência. Durante anos, a

ciência exerceu um grande fascínio, pois todos a consideravam como o modelo por excelência do conhecimento verdadeiro, uma actividade despojada de todo e qualquer elemento irracional e subjectivo. A sua análise era quase exclusivamente orientada para a evidência da estrutura lógica das teorias, para a compreensão dos procedimentos de validação das propostas científicas e para a procura dos critérios que distinguem a ciência da pseudociência. Podemos afirmar que os valores fundamentais do pensamento ocidental tinham-se, a maior parte das vezes, identificado com as características da ciência, com a objectividade, com o racionalismo e com o progresso.

Kuhn não só inaugurou, mas também conseguiu legitimar uma abordagem diferente do fenómeno da ciência. Sustentou que a historicidade da ciência constitui a necessária fundamentação da sua análise filosófica e teórica. Com Kuhn, a ciência ganha a sua caracterização histórica, sem que esta se dilua nos diversos factores externos. Na década de 1960, paralelamente à crítica ao papel social da ciência, inaugura-se também a expressão institucional de muitos novos objectos de conhecimento, sendo a história e a filosofia da ciência dois deles. A obra de Kuhn, juntamente com as obras de Norwood Russell Hanson, de Imre Lakatos e de Paul Feyerabend, funciona de forma catalítica, acelera e assinala estes desenvolvimentos. Na História das Ciências, invalida a polémica entre os defensores do ponto de vista segundo o qual só os factores internos determinam a evolução da ciência e os defensores do ponto de vista segundo o qual os factores externos são dominantes na evolução da ciência. A obra de Kuhn desloca a problemática e centra o nosso interesse na prática quotidiana da comunidade científica. Na filosofia da ciência, mina irrevogavelmente as receitas programáticas do positivismo lógico e redefine o sentido da verdade.

Kuhn pôs em causa algumas das características da ciência que muitos acreditavam estarem provadas por definição. Uma delas era o ponto de partida de qualquer investigação teórica e assentava na objectividade dos dados que decorriam das observações, ou seja, no facto de os dados serem os mesmos para todos quantos dispõem de um equipamento normalizado que exclui a observação e o registo de valores falsos, de fenómenos e de ruídos imaginários que não têm a ver com os fenómenos que se pretende observar.

Tais dados “conduzem” à descoberta de leis, à formulação de narrativas e à construção de teorias compatíveis com eles. Mas tais procedimentos contêm em si, de modo essencial, a interacção da interpretação – algo que não é independente de um conjunto de factores que não só determinam mas também caracterizam o modo de funcionamento da comunidade científica e que são a

educação, a ideologia, o tipo de problemas seleccionados para estudo, etc. Diferentes pessoas interpretam os dados de maneira diferente chegando a diferentes leis e diferentes teorias. Como era então possível que a ciência, a actividade racional por excelência, não apresentasse unanimidade e homogeneidade nas maneiras como os cientistas tentam ordenar as observações objectivas? Como era possível que não chegassem aos mesmos resultados todos quantos partiam dos mesmos dados objectivos e pretendiam formular racionalmente uma explicação teórica? A imagem da ciência “muito bem arremadinha” começou a apresentar alguns problemas sérios. Problemas que conduziram Kuhn e outros a olharem com outros olhos a História das Ciências e, como o próprio declarava, “ficámos muitíssimo perturbados com aquilo que encontramos”. Mas que é que Kuhn e os outros encontraram?

Em primeiro lugar, as conclusões a que diversas pessoas chegam com base nas observações que fizeram sobre os mesmos fenómenos físicos diferiam entre si, apesar de as diferenças não serem grandes. Mas, frequentemente, essas diferenças bastavam para influenciar aspectos cruciais da interpretação dos fenómenos.

Em segundo lugar, os dados das medições experimentais, considerados como indubitáveis e objectivos, não pareciam ser independentes das convicções e das teorias existentes. A sua produção exigia instrumentos cuja criação dependia da teoria que, muitas vezes, era suposto que as experiências verificariam, sem que isso, naturalmente, excluísse a verificação das teorias.

Em terceiro lugar, as formas como os membros de uma comunidade científica defendem uma determinada interpretação a que chegaram não parecem obedecer sempre às mesmas regras. Essas formas violam quase sempre as supostas normas do comportamento profissional dos cientistas. Na História das Ciências, as polémicas sobre questões científicas exprimiam paixões que não eram passíveis de serem compreendidas se nos centrássamos apenas naquilo que parece estar obviamente em jogo.

Os filósofos da ciência que tinham uma orientação histórica e já estavam desagradados com a Filosofia da Ciência tradicional encontraram nestas características um ponto de partida credível. A proposta de Kuhn, formulada com clareza na sua obra já clássica *A Estrutura das Revoluções Científicas*, constituiu a teoria alternativa mais convincente do fenómeno científico.

Em Kuhn, o fundamento de uma área de conhecimento é quase equivalente à criação de um *paradigma* que é adoptado pelos membros da comunidade científica. Não é possível descrever plenamente os elementos do paradigma, mas seguramente, explícita ou implicitamente, o paradigma contém diversas accepções cognitivas, ontológicas e metodológicas, leis gerais, regras de

aplicação das leis e instruções experimentais modelares. Todas estas coisas em conjunto fornecem aos cientistas uma imagem coerente do mundo, e os cientistas, durante grandes intervalos de tempo, movem-se no quadro do paradigma consagrado, solucionando enigmas e controlando deste modo as suas virtualidades. Ao conjunto das práticas e das actividades dos cientistas no decorrer da procura das virtualidades proporcionadas pelo paradigma chama Kuhn a ciência normal. Os períodos de crise que, por norma, conduzem às revoluções científicas são os períodos durante os quais a comunidade científica deixa de se basear no paradigma dominante para solucionar os problemas-puzzle. Através de interacções, não plenamente descritíveis, cria-se um novo paradigma, que a comunidade científica adopta. Os dois paradigmas, porém, são incomensuráveis, não têm uma medida comum, pelo que os cientistas que defendem paradigmas diferentes vêem o mundo de maneiras diferentes.

Deste modo, portanto, o desenvolvimento da ciência não significa forçosamente um progresso. O percurso da ciência não é contínuo nem o conhecimento é cumulativo. A comunidade científica tem por objectivo alcançar a verdade, mas, para o conseguir, não se ocupa somente da averiguação das teorias. A comunidade científica imagina teorias que ela própria elabora mas é igualmente levada a abandonar teorias. A característica mais importante do seu funcionamento consiste na adopção de um paradigma e, após um período de crise que conduz às revoluções, na substituição do antigo paradigma por outro incomensurável e incompatível com o precedente. As mudanças no decorrer da ciência normal limitam-se a generalizações parciais ou a revisões, sem provocarem grandes sobresaltos no quadro conceptual das teorias. As mudanças revolucionárias são globais. No caso das mudanças revolucionárias, não é possível que a comunidade científica se conforme com um conjunto de anomalias e seja obrigada a mudar simultaneamente diversas generalizações interdependentes que se integram no novo paradigma.

O livro de Kuhn obriga-nos a voltar a nossa atenção para o funcionamento da comunidade científica, para os procedimentos de legitimação, para o estudo analítico das diversas práticas dos cientistas quando estes funcionam no quadro da ciência normal, bem como para os aspectos culturais do empreendimento científico, que adquirem uma fisionomia evidente através das interacções institucionais e sociais da comunidade científica. Depois de tantos anos de discussões a propósito de certas ideias expressas por Kuhn, não creio que tenha qualquer interesse especial gastarmos tempo em discussões sobre o que é que Kuhn pensava exactamente. O grande interesse em relação ao livro de Kuhn consiste nas novas ideias que ganharam forma através das discussões a respeito dos pontos de vista de Kuhn. Para os historiadores das

ciências, a grande importância do livro de Kuhn não está no facto de muitos terem encontrado nele receitas sobre a maneira de estudar a História das Ciências. Foram pouquíssimos os historiadores que apoiaram o livro, quer teoricamente quer em estudos de caso. Muitos, porém, convenceram-se de que a ciência constitui uma actividade extraordinariamente mais complexa do que aquela que foi consagrada mediante o domínio da sua teorização positiva. Através de investigações e elaborações de problemáticas que pela primeira vez são analisadas no livro de Kuhn, começaram a ganhar forma novas abordagens na História das Ciências.

As múltiplas faces da prática científica

A obra de Thomas Kuhn, os estudos que começaram a ser realizados pelos investigadores que formaram a Escola de Edimburgo [Barnes 1974, Barnes 1977, Barnes e Bloor 1982, Barnes, Bloor e Henry 1966], bem como as obras de outros estudiosos assinalaram, desde meados da década de 1960, uma nova situação na Filosofia e na História das Ciências. Começaram a tornar-se sensíveis os limites do programa dominante na Filosofia das Ciências, ou seja, da validação cognitiva do conhecimento científico, e muitos sustentaram que a história e a sociologia das ciências deveriam estudar a ciência como um empreendimento humano, como um sector da cultura humana, ou seja, que a História das Ciências deveria ser estudada como os outros aspectos da cultura humana, independentemente de as suas conclusões estarem certas ou erradas.

Entre as muitas questões que resultam destas problemáticas, as abaixo mencionadas influenciaram de maneira decisiva as orientações da História das Ciências.

Em primeiro lugar, muitos historiadores e sociólogos da ciência começaram a considerar a ciência como um conjunto de práticas. Em vez de se considerar a ciência como o resultado de interacções exclusivamente intelectuais, começou a ganhar terreno a proposta de que a ciência é um conjunto de actividades humanas. É introduzida como uma nova categoria analítica na História das Ciências a ideia de prática, não tanto como expressão de actos concretos, mas como o conjunto unificado do funcionamento quotidiano dos cientistas, independentemente de saber se são os físicos teóricos que se ocupam de cálculos, se são os físicos experimentais que controlam teorias ou detectam novos fenómenos, se são os químicos que fabricam substâncias compostas, se são os biólogos que analisam mecanismos hereditários, se são os geólogos que estudam rochas ao ar livre, se são os sísmólogos que imaginam correlações estatísticas ao estudarem os registos dos sísmógrafos, etc.

A prática científica é dominada pela insistência numa série de modelos dirigidos à solução de problemas em que se subentendem compromissos relativos às ideias teóricas, aos métodos de cálculo, às instruções de instrumentos de observação e de medição. O compromisso com um paradigma é um compromisso ou uma aceitação de um quadro valorativo cujos valores não estão definidos na forma de regras explícitas. Neste quadro valorativo, os cientistas imaginam práticas concretas, formam comportamentos concretos e adoptam mentalidades concretas. Frequentemente, a aplicação dos modelos aos novos problemas que os cientistas enfrentam não se define tanto em função de argumentos lógicos como em função das necessidades pragmáticas dos cientistas. Os julgamentos segundo critérios pragmáticos são muitas vezes dominantes no funcionamento quotidiano dos cientistas. Escolhem-se métodos matemáticos ou instruções experimentais porque funcionaram eficientemente no passado. Muitos físicos teóricos optam por um método de abordagem concreto e rejeitam outros, porque esse método conduziu a um resultado credível quando o aplicaram a um problema "similar". O conceito, porém, de *similar* não é o resultado de investigações sistemáticas a respeito de cujas conclusões a comunidade científica esteja de acordo, mas decorre da ciência normal, na sequência de hábitos e valores comuns que a comunidade científica adquire ao trabalhar no contexto da ciência normal. Se, após a aplicação não ficarem satisfeitos, os cientistas escolhem outro método para investigar o problema de que se ocupam. O mesmo se passa com as experiências: certas instruções experimentais são novamente utilizadas porque no passado "provaram" a sua credibilidade. Assim, os cientistas adoptam o paradigma dominante e as respectivas práticas e valores que o reproduzem. São as experiências que funcionaram com êxito que recebem o consenso de uma parte significativa da comunidade científica, ou pelo menos das pessoas com as quais os investigadores estão em contacto diário. Além disso, os resultados das investigações resultantes dessas práticas tornam-se mais compreensíveis, enquanto as reacções negativas dos "referees" nas revistas científicas são muito mais limitadas, etc. Por isso, a destruição do paradigma não é resultado de uma crítica filosófica ou qualquer outra de natureza teórica, mas resulta de ele deixar de poder corresponder às exigências da comunidade científica, que consistem na solução sistemática e bem sucedida dos problemas que decorrem do funcionamento quotidiano dos cientistas.

Em segundo lugar, Kuhn sustentou que a identidade dos cientistas se forma, na maior parte dos casos, a partir da sua insistência num determinado tipo de prática. As relações sociais dos cientistas são passíveis de serem

descrições em termos institucionais ou em termos que decorrem do ramo concreto de que se ocupam mas a sua identidade não pode ser *definida* nesses termos. O que é dominante na definição da sua identidade é a acção, pela sua parte, de uma prática concreta. Essa prática determina um tipo diferente de relações sociais, que se encontra mais ao nível da comunidade científica do que no da sociedade.

Desde sempre que sabíamos da importância que a ideia de comunidade científica tem para a História das Ciências. A novidade que a problemática não só de Kuhn, mas também da Escola de Edimburgo trouxe é o ponto de vista de que a comunidade científica constitui um pressuposto da identidade do cientista. Esta identidade torna-se socialmente definível, não só devido à posição ocupada por um cientista em sociedade, mas também pelo facto de a consciência colectiva de uma comunidade colocar o cientista num certo quadro de valores. Existe também um factor acrescido, de importância determinante, que contribui para a formação da identidade social dos cientistas. A definição social da identidade dos cientistas obtém-se nos termos da comunidade científica e, principalmente, com a decisão de incorporar um complexo de determinadas práticas e com o compromisso de que as suas opções não são passageiras, mas de longo prazo. O compromisso com uma determinada prática e, portanto, com um sistema de valores no âmbito do qual se concretiza essa prática constitui a expressão da participação de um cientista numa determinada comunidade. Os físicos que planificam as experiências nos grandes laboratórios com aceleradores destinados ao estudo de partículas elementares seguem práticas diferentes dos físicos que trabalham em laboratórios que estudam novos materiais e ambos têm práticas muito diferentes das dos que se ocupam da solução teórica de problemas de hidrodinâmica. A diferença não reside no facto de se ocuparem de domínios parcialmente diferentes, mas define-se pelas formas como utilizam os computadores, pelas exigências que têm no que respeita ao rigor dos métodos matemáticos, pelo tipo de modelos matemáticos que convém a cada categoria, pelas diversas exigências no que respeita ao rigor das suas medições e dos seus cálculos, pelos tipos de ruído que querem excluir, pelos diversos modos imaginados para gerir o volume de informações que daí resultam, pelos diversos códigos de comunicação que desenvolvem com outros membros do mesmo domínio, pelas normas não expressas que cada grupo tem a respeito da publicação de novos resultados, etc. A identificação com estas diferentes práticas e a sua adopção por parte dos membros recém-ingressados na comunidade científica define em conjunto os processos de formação da identidade dos cientistas.

Em terceiro lugar, tomamos consciência de que as formas da prática científica se aprendem através de variadas relações de poder, tais como, por exemplo, a formação dos cientistas, os processos de elaboração de teses de doutoramento, o funcionamento dos grandes laboratórios, etc., e são conservadas pelos valores e convenções sociais que asseguram o consenso da comunidade científica. Sublinha-se, deste modo, o papel não só da formação mas também da comunidade científica na reprodução dos métodos de resolução de problemas e de instruções experimentais. Esta função da formação não se projecta simplesmente como um processo de reprodução de conhecimentos, mas também como um conjunto de relações (de poder, para muitos estudiosos), que impõe determinadas formas de pensamento a respeito da gestão dos problemas científicos.

O facto de as instituições de formação e a sua prática formativa, para além das suas características democráticas, reflectirem relações de poder que coexistem com outras formas na sociedade em geral era algo que já tinha sido analisado – com diferente terminologia mas com o mesmo conteúdo. A novidade introduzida pelas discussões à volta das novas ideias, e elaborada no livro de Kuhn, foi a ideia de que os mecanismos de formação, tão decisivos no aprendizado da prática científica, não só reflectem as relações de poder da sociedade em geral mas também trazem características que decorrem exclusivamente da estrutura das próprias instituições de formação, não sendo especialmente consideradas apenas as instituições de formação tradicionais, mas todas as instituições e todas as relações de ensino. Mas mesmo a aprendizagem dos aspectos técnicos das práticas científicas constitui simultaneamente uma transmissão de relações de poder que regem as práticas em concreto. A elaboração de dissertações de doutoramento, a nítida hierarquia nas universidades, a hierarquia num laboratório, não explicita mas acite por todos, as mudanças que, entre duas experiências, ocorrem nesta hierarquia, os modos de constituição e de funcionamento de missões científicas, mas também dimensões da vida científica, tais como a função dos “referes” nas revisões científicas ou os pressupostos para redacção de pedidos de financiamento constituem aspectos do processo de aprendizagem. Simultaneamente, evidenciam uma comunidade hierarquizada, na qual os critérios de evidênciação da hierarquia são também simultaneamente critérios de reprodução das relações de poder.

Em quarto lugar, a ênfase que a História das Ciências põe nas relações que se geram no seio da comunidade científica e na sua prática leva-nos à questão das relações entre a comunidade científica e a comunidade em termos mais

gerais. Não deve ficar-se com a impressão de que as novas problemáticas redefinem o carácter da ciência de tal modo que tudo aquilo que sabíamos a seu respeito passa doravante a ser considerado errado. Uma tal impressão não reflectiria as convicções da grande maioria dos membros da comunidade dos historiadores das ciências. A evidenciação da prática como uma das categorias mais importantes da História das Ciências começou por sublinhar a importância da particularidade no estudo das ciências, enquanto, até então, as considerávamos exclusivamente caracterizadas pela universalidade da sua linguagem. As diversas discussões e as importantes constatações que se verificaram a respeito da questão da particularidade não devem afastar o carácter indiscutível da universalidade do discurso científico. A problemática a respeito da particularidade não se coloca de modo antagónico à universalidade. O problema está em saber como é que as duas se relacionam, que metodologias devemos desenvolver para que seja possível a investigação das suas relações, como é que deve ser estudada a historicidade da sua relação e, portanto, a alternância do predomínio do particular e do universal.

Naturalmente, muitos estudos de História das Ciências investigaram a universalidade da ciência, ou melhor, foram escritos na convicção de que a universalidade da ciência constitui uma característica indiscutível e fundamental da ciência, considerando que a questão da particularidade não deveria sequer ocupar-nos. As discussões a respeito da particularidade não invalidam essa convicção, mas convidam-nos a redefini-la, de modo que a insistência exclusiva no discurso universal da ciência seja atenuada e a particularidade seja tomada como elemento constitutivo na História das Ciências, e não como parâmetro incómodo que, por razões de “correção política”, não deveríamos ignorar. Estas discussões criaram um campo extraordinariamente produtivo para que se compreenda a historicidade própria da universalidade, que muitos historiadores da ciência consideraram como um dado adquirido. Não só a própria ideia de universalidade, mas também todas as interações verificadas na comunidade científica depois do século XVII, demonstraram que a universalidade do discurso científico era tudo menos compreensível. Uma coisa é, obviamente, o valor universal das leis físicas, outra coisa a universalidade do discurso científico. Ambas as discussões contribuíram para essa diferenciação. Deste modo, portanto, ao estudarmos a relação historicamente formada entre a particularidade e a universalidade da ciência, poderemos, quanto mais não seja, atingir uma imagem da ciência muito mais completa, considerando os falhanços como uma parte “normal” da prática dos cientistas tão importante como os seus êxitos. Além disso, poderemos estudar “êxitos”

que não convenceram quando foram publicados pela primeira vez, mas que mais tarde foram concretizados por outras pessoas, métodos de trabalho que não subsistiriam e outros que vigoraram durante um certo período, entender o fenómeno das formulações simultâneas de teorias ou a detecção simultânea de novos fenómenos por parte de diferentes cientistas.

Em quinto lugar, admitimos que alguns dos mais importantes valores que influenciaram e orientam a prática científica são particulares e referem-se, muitas vezes, a determinados domínios culturais bastante mais limitados do que o domínio definido por todos quantos se ocupam de um domínio de conhecimento concreto. Um determinado laboratório de Física, por exemplo, tem uma cultura que lhe é própria, com uma certa autonomia relativamente à da Física no seu conjunto, mas também diferenciada da cultura de um outro laboratório de Física. Estes valores culturais locais estão ligados a “formas de vida” concretas, ou seja, a práticas concretas, e podem, em certa medida, ser detectados e formulados no decurso das controvérsias.

O antropólogo Clifford Geertz afirma que a cultura é algo a respeito da qual não perguntamos “que é que provoca um tal comportamento?”, mas sim “o que é isso que se diz?”. Por outras palavras, perguntamo-nos como é que o acto gera sentido, como é que uma acção ritual ou espontânea pode ser interpretada como “discurso social”. A obra dos estudiosos do comportamento humano é idêntica à obra de um estudioso de textos. Ambos tentam adquirir as capacidades e as técnicas de interpretação que lhes permitem distinguir o significado dos comportamentos no quadro em que estes se manifestam. Em 1973, Geertz sublinhava que o seu próprio interesse era resultado do enorme interesse que se desenvolvera no âmbito da antropologia e das ciências sociais em geral, pelo papel das formas simbólicas na vida dos homens: “O sentimento, esta pseudo-identidade incapável e mal definida, que outrora estávamos mais que dispostos a deixar que fossem os filósofos e os críticos literários a tratar, voltou hoje ao coração do nosso próprio ramo [isto é, a antropologia].”¹

Precisamente neste âmbito, efectuaram-se estudos da comunidade científica, em que as actividades dos cientistas foram analisadas com o intuito de se detectar o sentido das suas actividades [Latour e Woolgar 1979]. A ênfase posta na prática constitui um elemento extraordinariamente importante nesta problemática e promove a prática como um comportamento que ultrapassa as práticas parciais, tais como as relativas à solução de problemas, à compreensão de métodos matemáticos, à construção de instrumentos, à

¹ Ver Geertz 1973, pp. 10, 18 e 29.

realização de experiências, à recolha de observações, à conclusão de taxinomias, etc. Foram estas particularidades que legitimaram um alargamento substancial da temática da História das Ciências e promoveram o estudo dos laboratórios e das experiências como sendo um dos seus problemas mais interessantes. Por exemplo, o estudo histórico da prática experimental e das instituições nas quais esse estudo floresceu permitiu detectar várias polémicas entre diversos dos seus participantes. Deste modo, portanto, vêm à superfície as suas propostas diversas sobre a questão de saber quais devem ser as regras da cultura experimental. Através do estudo das diversas escolas que se destacaram no decorrer de uma investigação dos problemas de um determinado domínio de conhecimento, somos levados à conclusão de que a diferenciação entre elas não é uma particularidade que se deva à personalidade de diversas pessoas que desempenharam um papel dominante na formação da escola, nem algo passageiro no desenvolvimento de um ramo, mas sim um elemento constitutivo que assinalou, muitas vezes de maneira decisiva, a evolução desse ramo em concreto.

A abordagem das questões do electromagnetismo no último quartel do século XIX pelos físicos alemães foi radicalmente diferente da dos ingleses e derivou de sérias divergências no respeitante aos critérios de selecção dos métodos matemáticos, à relação das entidades matemáticas com as entidades físicas e à interpretação dos resultados experimentais. Diferentes culturas paralelas, juntamente com as diferentes práticas quotidianas que as traduziam, vigoraram também na formação da Química-Física: a escola de Wilhelm Ostwald (1853-1932), em Leipzig, pôs a ênfase na termodinâmica, ou seja, na abordagem macroscópica dos problemas físico-químicos e na negação do atomismo; a escola de Johannes Van't Hoff (1852-1911), em Amsterdão, pôs a ênfase na completa matematização da termodinâmica química; a escola de William Ramsay (1852-1916), na Universidade de Londres, pôs a ênfase sobretudo na adaptação à Química dos métodos experimentais que tinham sido aperfeiçoados na Física; mas também a escola de Arthur Amos Noyes (1866-1936), no MIT, EUA, destacou a medição sistemática da energia livre dos reagentes químicos, e a escola de Gilbert Newton Lewis (1875-1946), na Universidade de Berkeley, deu seguimento de forma original, ao programa de Van't Hoff. Todas estas diferenças formaram gradualmente a cultura da Química-Física, uma cultura que, naturalmente, não permaneceu imutável, continuando a enriquecer-se e a mudar, não, certamente, ao mesmo ritmo que tinha quando estava a consolidar-se nos princípios do século XX.

As culturas particulares, as práticas particulares que compõem gradualmente aquilo que muitos consideram o discurso universal de um domínio do conhecimento são declarativas de convicções metodológicas, filosóficas, ontológicas e, eventualmente, metafísicas. Quando, portanto, nos referimos à ideia de cultura particular que caracteriza uma escola, um laboratório, um grupo de investigação, etc., estamos a referir-nos essencialmente a um conjunto de ideias, de mentalidades, de práticas e de comportamentos formados pelas pessoas que constituem essas escolas, esses laboratórios e esses grupos de investigação. Neste complexo inscreveram-se compromissos ontológicos, preferências metodológicas, orientações teóricas, técnicas de experimentação e métodos de cálculo. A relação entre a prática científica e a cultura científica não é, obviamente, fácil de distinguir. A prática científica tem origem em muitos e diversos elementos da cultura pela qual está rodeada e redefine esses elementos em profundidade e em extensão [Gavroglu e Simões 1994, Geison e Holsmes 1993, Hacking 1992, Harwood 1993].

Em sexto lugar, os investigadores da Escola de Edimburgo acentuaram especialmente o facto de que a cultura de um grupo científico não se exprime somente através dos problemas que esse grupo estuda, das técnicas que desenvolve e das soluções que propõe. A sua cultura exprime-se também através das formas como é concebido o ambiente em que esse grupo faz ciência e através das formas como o "situa". Os critérios de selecção dos próprios problemas que irão ser estudados, o que se considera, em cada caso concreto, como a técnica matemática ou norma experimental adequadas, as formas como um problema faz parte de uma determinada categoria de problemas, os critérios com base nos quais se estabelecem as relações ou as analogias que constituem os processos fundamentais, não só para a classificação dos fenómenos mas também para a sua interpretação com base no paradigma dominante — tudo isso é constitutivo da cultura de um grupo científico.

Todavia, a cultura dos cientistas está inscrita também no conhecimento tácito que desempenha um papel muito importante nas controvérsias científicas. Barnes escreveu: "Os paradigmas são o núcleo da cultura da ciência, e transmitem-se e conservam-se como se passa em termos gerais com a cultura: os cientistas aceitam-nos e comprometem-se com eles em resultado da sua formação e da sua socialização e o seu compromisso conserva-se através de um sistema desenvolvido de controlo social."² As maneiras de tratar os problemas transmitem-se, reproduzem-se, mas também se transformam, não

² Ver Barnes 1985, p. 53.

forçosamente através de procedimentos racionais e bem definidos, mas através de interações culturais e sociais. Bloor propõe que estudemos as características da estratificação de uma comunidade e a medida em que uma comunidade é suficientemente aberta, a fim de compreendermos a sua receptividade a anomalias e a sua disposição para substituir o paradigma dominante. Por isso, em vez de perguntarmos quais são as anomalias, seria melhor perguntarmos que pessoas é que afirmaram que existem anomalias e como é que essas pessoas conseguiram persuadir as outras pessoas. Em cada paradigma, apresentam-se muitas anomalias, em diversas fases do seu percurso de desenvolvimento. Nem todas as anomalias são uma expressão de crise de um paradigma, facto que se relaciona com o funcionamento da comunidade científica. Mas também nem todos os desvios do “que era esperado” constituem anomalias. Ora, isso é independente do intervalo temporal que medeia até que sejam enfrentadas. A observação do avanço do perihélio de Mercúrio em 1859 não foi nada de inesperado. Durante muitos anos, não foi possível encontrar uma solução satisfatória, mas a comunidade dos astrónomos e dos físicos não considerou que essa anomalia minasse a Física clássica, nem, naturalmente, a lei da gravitação universal de Newton, não obstante o facto de muitos acreditarem que o movimento do perihélio era resultado de um pequeníssimo desvio a essa lei. Finalmente, o fenómeno só foi compreendido no quadro da teoria da relatividade generalizada de Einstein, em 1916. Um paradigma pode não se encontrar em crise, e podem haver anomalias que não são susceptíveis de ser enfrentadas durante um grande período de tempo, enquanto existem outros casos em que o paradigma entra em crise num período de tempo relativamente curto. Portanto, a questão de saber como é que uma comunidade aceita as anomalias em concreto, enquanto eventuais expressões da crise do paradigma, tem a ver mais com o funcionamento da comunidade científica do que com o paradigma em si mesmo. Através destas problemáticas, foi também colocado o problema do grau de compromisso dos membros de uma comunidade relativamente ao paradigma, uma vez que o descomprometimento relativamente a ele não é *soamente* o resultado da crise do paradigma dominante e do enfrentamento efectivo da crise no quadro de um novo paradigma.

Um dos resultados destas problemáticas reside no facto de se formarem novos quadros que determinaram novas questões a investigar, mas que também ofereceram a possibilidade de investigar novamente problemas que já tinham sido discutidos na História das Ciências. As diferenças locais na cultura dos cientistas e os diversos critérios que conduzem à consensualização

da sua identidade, a criação de grupos de cientistas à volta de determinados modelos de prática, a natureza adaptável da obra científica, o papel da autoridade pedagógica e do controlo social na reprodução e no fortalecimento dos domínios de conhecimento, a possibilidade de mudança do paradigma dominante através da tática agressiva dos grupos que adoptam a anomalia com o fim de minar o paradigma dominante constituem algumas das componentes destes novos quadros.

A história dos laboratórios constitui um dos domínios em que as problemáticas relativas à comunidade científica, às suas práticas parciais e ao seu carácter local desempenharam um papel importante na reformulação de velhas abordagens.

Laboratórios: espaços de práticas multiformes

Para um sector muito numeroso de historiadores, filósofos e sociólogos da ciência, os laboratórios são considerados como o ambiente crucial para a produção de conhecimento sobre a natureza. Esta produção consegue-se através da utilização de instrumentos, talentos e recursos materiais especiais. Muitos vêem no espaço dos laboratórios a aplicação de um “método científico e experimental” unificado. Outros consideram que nos laboratórios se certificam ou, pelo menos, se controlam as teorias. Alguns defendem que nos laboratórios se observam aqueles fenómenos relativamente aos quais, subsequentemente, os teóricos propõem interpretações. Outros sustentam a predominância de factores sociais na constituição e no crescimento dos laboratórios. Alguns creem que nas técnicas que se desenvolvem e nos comportamentos e nas práticas que se formam no espaço dos laboratórios estão impressas as características culturais de todos quantos neles trabalham. Finalmente, existem historiadores das ciências que consideram que o construtivismo social fica assegurado através do estudo da história dos laboratórios. [Relativamente às novas concepções sobre os laboratórios, ver Cunningham 1992, James 1989, Fox 1998, Galson 1987, Home 1993, Kinsella 1998, Latour 1979, Latour 1988, Latour 1989, Lynch 1985, Mosini 1996, Rheinberger 1997, Roll-Hansen 1998, Schaffer, Gooding e Pinch 1989, Tibbets 1985, Visvanathan 1885, Wise 1995. Para a história de laboratórios em concreto, ver Boyer 1998, Crowther 1974, Beales e Nisbet 1996, D’Arcy 1999, Denhard 1992, Franklin 1986, Garfinkel 1999, Gavroglu e Goudaroulis 1991, Heilbron e Seidel 1989, Hermann, Krige, Mersits e Peetre 1987-1990, Hoddason 1993, Holl 1997, Hoorn 1998,

Kim 2002, Kinsella 1998, Kreimer e Lugones 2003, Morrell 1992, Serge 1999, Pyatt 1993, Seidel 1986, Servos 1983, Toolley 1979. Para estudos específicos sobre diversos aspectos das actividades laboratoriais, ver Amann 1989, Buchwald 1994, Clark 1993, Creese 1988, Hannaway 1986, Hoddeson 1987, Holl 1989, Kay 1988, Kohler 1993, Nebeker 1994, Parascandola 1995, Rheinberger 1992, Richmond 1997, Schaffer 1992, Shinn 1993.] Os laboratórios são espaços onde se realizam todas as actividades acima mencionadas – e eventualmente muitas outras. Nenhuma das actividades que atrás referi está errada, mas também nenhuma está em condições de, só por si, descrever a complexidade do espaço histórico e físico a que chamamos laboratório.

A história dos laboratórios já não é apenas a história daqueles espaços onde se validam as teorias e se detectam novos fenómenos. Os laboratórios transformam-se em espaços onde coexistem o mundo da Física e o mundo dos físicos, dos químicos, dos biólogos e, de uma maneira geral, o mundo dos cientistas. Em certo sentido, os laboratórios são o ponto final da natureza, o local onde, antigamente, os filósofos da natureza e, em tempos mais recentes, os cientistas se esforçam por manipular a natureza. Os laboratórios são espaços de uma relativa imprecisão, e não da precisão absoluta, como durante muitos anos acreditávamos. E isto não tem a ver nem com eventuais enganos ou erros experimentais nem com as dificuldades que surgem nas medições ou mesmo na análise dos resultados. A imprecisão diz respeito à prática redefinida continuamente e à mentalidade perante o seu objecto de estudo de todos aqueles que trabalham no laboratório. Através dos estudos da história dos laboratórios foi posto fortemente em causa o ponto de vista que pretendia que eles fossem exclusivamente espaços de triunfo de uma concepção que se alinhava pela supremacia dos números e das medições, um domínio “objectivo” em função do qual, do século XVII em diante, deveriam ser apreciados todos os resultados experimentais. Do ponto de vista historiográfico, os laboratórios “transformaram-se” em espaços onde, para além, obviamente, das medições e da detecção de novos fenómenos, são criadas novas práticas de validação.

O espaço dos laboratórios é também o espaço onde a natureza é descobrida e, *simultaneamente*, resiste. No laboratório, os cientistas esforçam-se por encurralar a natureza no seu próprio mundo – um mundo constituído pelas suas preferências teóricas, pelas suas referências ideológicas, pelos seus compromissos ontológicos, pelos seus preconceitos mais gerais no que toca à imagem da natureza que formaram através das teorias adoptadas, pelos recursos materiais de que dispõem, pelas possibilidades e pelas limitações dos seus instrumentos, mas também pela sua liberdade de ensaiar novas técnicas. No

laboratório, portanto, coexistem dois mundos: o mundo da natureza e o mundo dos cientistas. Cada um desses mundos está “disposto” a abrir-se ao outro, mas, simultaneamente, quer “reduzi-lo à sua medida”. Por isso, o laboratório é o espaço de uma negociação fáctica entre a natureza e os cientistas, tornando-se um espaço de intermediação. O mundo dos cientistas é redefinido através dessa negociação com o mundo da natureza. Tal negociação não redefine, obviamente, a natureza em si mesma com todos os problemas filosóficos que essa formulação acarreta. Mas o mundo da natureza está constantemente a mudar, pois também mudam constantemente as ideias a respeito das entidades físicas e dos novos fenómenos, e porque a sua evidência ocorre através da intervenção dos cientistas e do seu mundo.

Por todos estes motivos, o laboratório tem-se transformado num espaço de estudo da génese de novas práticas e de formação da cultura de uma disciplina científica. Tomemos, por exemplo, a comunicação dos cientistas entre si e com o mundo “exterior”. Uma parte importante das actividades dos que trabalham num laboratório caracteriza-se pelos seus comportamentos linguísticos: conversam entre si enquanto trabalham, comentando as observações que fazem e os pormenores das suas técnicas, redigem pedidos de financiamento, leem com muita atenção trabalhos de outros colegas, redigem os seus trabalhos pondo muito cuidado no emprego das palavras, proferem alocações e trocam pontos de vista quando se encontram em congressos e sessões, formulam objecções e manifestam a sua concordância. Obviamente, nem todas as actividades dos cientistas se baseiam na comunicação linguística. Algumas das suas práticas de comunicação são não-linguísticas, nomeadamente a produção de fotografias, diagramas, reproduções e imagens, bem como os esquemas de instrumentos. Mas é indiscutível que os cientistas passam uma grande parte da sua vida no mundo das palavras. Por isso, não só as problemáticas geradas pelos estudos dos linguistas, mas também as constatações feitas pela filosofia da linguagem são particularmente fecundas para a História das Ciências. Para entendermos a difusão do conhecimento científico proveniente do laboratório, devemos observar os diversos elementos da prática no espaço da investigação nas suas múltiplas ligações ao mundo exterior ao laboratório. Todos aqueles que analisam a prática científica incluem nos seus estudos redes extensas: pessoal formado e pessoal não especializado, reproduções e imagens, textos, aparelhos e instrumentos, matérias-primas e organismos em que houve intervenção genética.

A historicidade do laboratório não significa única e simplesmente que o laboratório, enquanto instituição, tem uma história. Isso é evidente por si, e o

seu estudo ocupou muitos historiadores das ciências. Uma tal constatação também não significa que a historicidade do laboratório mostre a história das interações que contribuem para que os métodos experimentais adquiram uma forma unificada, igual para todos os lugares e para todas as necessidades. Frequentemente, a história dos laboratórios foi entendida como uma história que exprime uma teleologia original, de tal forma que por alturas da Primeira Guerra Mundial já estava completo o funcionamento “científico e normalizado” do laboratório. Com base, pois, nesta situação, muitos consideraram que a história dos laboratórios a partir da década de 1920, consistia em imaginar novas técnicas, em investigar novos fenómenos, na invenção de novos instrumentos, na fundação local em função das novas necessidades, etc. — e tudo isso através do quadro fixo e auto-reprodutivo do laboratório normalizado. Muitos julgavam que todos os que trabalham nos laboratórios concordam com a ideia de que os laboratórios “atingiram” uma forma normalizada e, portanto, imutável, e que todos concordam com o que é ciência ou o que é ciência experimental. É mais importante, que todos quantos trabalham nos laboratórios creem na aplicação de um método em concreto e que estão todos de acordo a respeito da unicidade desse método.

Passar-se-ão, porém, assim as coisas? Não será que a historicidade do laboratório significa a contínua redefinição das práticas que compõem o fenómeno a que chamamos ciência? Não será que, em si mesma, a existência dos laboratórios é um testemunho que certifica que, para além de certos aspectos triviais dos métodos utilizados, a sua originalidade reside no facto de o modo global de vida dos que aí trabalham exprimir as especificidades do localismo que tão caracteristicamente traduz o espaço de um laboratório? Formulemos diversas perguntas que dizem respeito às funções mais quotidianas dos laboratórios:

- Quais são as características da hierarquia das pessoas que trabalham nos laboratórios?
- Como se decide a investigação de um determinado problema ou o estudo de um determinado fenómeno? Como se faz a planificação do seu estudo? De que diversos modos é partilhado o trabalho num laboratório?
- Qual é o papel dos técnicos, que frequentemente assumem não só a supervisão dos instrumentos mas também o seu planeamento e a sua produção?
- De que formas é que as novas tecnologias e os novos métodos permitem a redistribuição das aptidões entre pessoas e máquinas? De que

formas é que contribuem para a “perda de aptidões”, de modo que todos quantos trabalham em laboratórios sejam mais eficientes com a nova distribuição do trabalho e das competências?

- Quais são as características da linguagem utilizada pelos cientistas “graduados” para explicarem aos técnicos “não-graduados” as suas necessidades nas experiências que são programadas?
- Que é que exactamente acontece quando um laboratório comunica a observação de um fenómeno inesperado?
- Como é que se faz a publicação dos resultados?
- Como é que a estrutura física concreta do espaço determina comportamentos e define os papéis concretos que os diversos componentes dos laboratórios “assumem”?
- Que tipo de comparações podem ser feitas entre o laboratório e outros espaços onde se produz conhecimento a respeito da natureza, tais como os museus, as clínicas, as missões científicas de história natural e geologia, etc.?
- Através de que processos são assegurados recursos aos laboratórios?
- Como é controlada a gestão dos seus recursos, de modo a assegurar a liberdade de investigação?

O estudo da história dos laboratórios significa também a investigação dos locais históricos em que começaram a ser validados aqueles modos de funcionamento, ou seja, aquelas práticas que, subsequentemente, se tornaram uma característica exclusiva dos experimentalistas. Tais locais incluem as farmácias, as celas dos monges, as aulas de colégios, as cortes de palácios ou as casas de aristocratas. Estes espaços foram transformados não só no respeitante às suas funções, mas também à sua localização e à sua estrutura espacial, e gradualmente adquiriram uma nova identidade. Nos laboratórios coexistem elementos de todos estes espaços e das práticas que tiveram o seu ponto de partida neles.

Do século XVII em diante, o laboratório constitui um espaço revelador dos limites entre o privado e o público. É um espaço onde armazenamos preciosos instrumentos e materiais, onde desenvolvemos técnicas com as quais manipulamos instrumentos e materiais, onde trabalha um pessoal experiente sem ser perturbado e onde, por norma, se desencorajava a entrada de estranhos. Por outro lado, o que se produz num laboratório é — pelo menos em potência — conhecimento público. A primeira ideia dos cientistas é publicar esse

conhecimento, e publicá-lo de tal modo que possa ser reproduzido em qualquer outra parte, uma vez que a possibilidade de reprodução das experiências em diversos locais constitui um dos elementos mais importantes que contribuem para a sua consagração. A historicidade da experiência evidencia esta relação entre o privado e o público, a característica que o conhecimento experimental tem de ser produzido privadamente, mas também de, ao mesmo tempo, procurar a sua publicação.

A privacidade do laboratório foi identificada com o mistério à volta das actividades que nele se executam e constitui uma herança da tradição alquímica, até porque, historicamente, os laboratórios têm o seu ponto de partida na alquimia. A confidencialidade que rodeia os procedimentos laboratoriais até ao século XVII tem a ver com a cultura de produção de conhecimento novo. O novo conhecimento é precioso e constitui uma fonte de riqueza e de poder do alquimista – como, por exemplo, no caso da preparação de medicamentos. A transformação dos laboratórios em espaços que conservam a sua privacidade, justificando-a como necessária para ser eficiente na produção de conhecimento destinado a “todos”, constitui também a grande mudança que contribuiu decisivamente para a consolidação da filosofia da natureza do século XVII. A publicação obrigatória dos resultados tem a ver com uma nova ética dos cientistas, que já não pretendem guardar segredos e já não pensam apenas em si próprios. Porque haveriam os cientistas, depois da formação da ciência moderna no século XVII, de guardar segredos e continuarem a pensar em si próprios? A publicação obrigatória dos resultados é uma característica constitutiva da ciência, visto que a sua validação é social, tem a ver com a aceitação social da nova prática, das novas normas de estudo da natureza e dos novos resultados produzidos pelo resultado dessa prática e dessas normas. Adicionalmente, a sua validação faz-se através da repetição dos resultados e das observações noutras espaços diferentes daqueles onde inicialmente se tinham detectado os novos fenómenos – por isso é necessária a publicação não só dos resultados finais, mas também dos procedimentos que conduziram a esses resultados. Por fim, a validação efectiva também através da convicção de que os laboratórios produzem, não simplesmente conhecimento científico e, daí, conhecimento válido, mas, simultaneamente, conhecimento útil. Ora, a publicação dos resultados experimentais constitui a condição – se não suficiente pelo menos necessária – da certificação da utilidade do novo conhecimento. Logo, a publicação dos resultados produzidos no laboratório constitui um elemento integrante da prática científica tal como esta começou a formar-se a partir do século XVII, e tem a ver com procedimentos

adequados que contribuem para a sua validação social. O que acima ficou dito não significa que os procedimentos de transição do espaço privado do laboratório para o espaço público sejam os mesmos sempre e em toda a parte. O modo como são definidos os limites entre o privado e o público em diversos laboratórios e em diversos períodos é objecto de estudo da história dos laboratórios, de modo a serem evidenciadas as suas particularidades locais e temporais.

Isolámos, pois, três características do laboratório, que têm uma ocorrência constante. Em primeiro lugar, o laboratório existe em relação com o mundo exterior, pelo qual é apetrechado de recursos materiais, a fim de poder prosseguir nas suas actividades. Em segundo lugar, o laboratório deve estar isolado do mundo exterior, não só de visitantes indesejáveis, mas também de outras ingerências físicas. Em terceiro lugar, os resultados devem ser publicitados para audiências que possuam a cultura necessária para acompanharem a reprodução dos resultados, contribuindo assim, de cada vez, para a ulterior validação de uma nova prática que se formaliza (e se manifesta) através das (novas) experiências e da gradual confirmação dos resultados experimentais.

Frequentemente, identifica-se a “universalidade da ciência” com a “força universal das leis físicas”. Aquilo a que muitos chamam universalidade do conhecimento científico e que é considerado um dado adquirido em análises filosóficas tradicionais é o resultado de um laborioso processo de normalização, que inclui formação em aptidões práticas, em produção em massa de recursos e instrumentos e na regulamentação das unidades de medida. Se, porém, a ênfase é posta nas práticas dos cientistas, com a multicomplexidade que as caracteriza, será, então, possível afirmarmos que a universalidade da ciência é um prolongamento macroscópico dos modos de vida locais? Se a resposta a esta pergunta for, desde logo, sim, então é possível centarmos as nossas investigações no modo como se desenvolve o local, como é que este abraça o geral e se incorpora nele, anexando-o. Por outras palavras, é possível estudar as técnicas e as práticas culturais a nível local, investigar como é que o quadro mais geral torna possível a transposição e a reprodução noutras lugares, e compreender os processos por meio dos quais a prática científica constrói de novo o seu ambiente social *emergente* produz conhecimento. O estudo dos laboratórios feito nesta perspectiva evidenciou muitas das suas características. Rouse insiste: “Não é que o conhecimento científico não possua universalidade, mas a universalidade que ele conseguiu alcançar é sempre fundamentada em conhecimentos técnicos particulares, no quadro de um ambiente laboratorial especialmente construído.” O conhecimento que se produz através deste

conhecimento técnico prático “estende-se para lá do laboratório, não através de generalizações em leis universais válidas em toda a parte, mas através da adaptação de práticas particulares a outros novos particularismos”.³

No laboratório geram-se também, de cada vez, os requisitos necessários à obtenção do consenso da comunidade científica. Os procedimentos de consenso, os termos concretos em que esse consenso se obtém e o ponto de equilíbrio em que ocorre diferem caso a caso, e só através da análise histórica de casos concretos podem ser evidenciados. Todavia, os requisitos para obter o consenso têm a ver com os novos resultados, com os seus modos de publicação, com os novos fenómenos, com os seus modos de reprodução e com as novas técnicas. O que temos vindo a comentar – que a universalidade do conhecimento científico só é susceptível de ser compreendida se forem compreendidos os procedimentos pelos quais o particular é divulgado e posto a viajar para fora dos muros do laboratório – constitui, essencialmente, a base dos requisitos para a obtenção do consenso. Não existe conhecimento universal, se não existir também consenso no que respeita ao conjunto das características do particularismo que gerou esse conhecimento. É que, se retirarmos o elemento que é o consenso, então a universalidade exprimiria simplesmente a aceitação de uma descoberta que ocorre pela primeira vez ou de uma teoria que é formulada pela primeira vez. O intervalo de tempo – diferente caso a caso – que se verifica desde o primeiro momento em que é publicada uma novidade até à sua aceitação, traduz também os procedimentos de consenso, relativamente demorados, que são gastos em determinadas instituições e em determinadas práticas que foram historicamente criadas: os seminários, as dissertações de doutoramento, o tipo de publicação periódica, as comunicações a academias e a associações científicas, etc. Poderíamos, pois, afirmar que cada criação de conhecimento num quadro local é simultaneamente também um requisito de consenso da comunidade científica. Mas não existe um modo único e indiscutível de obter o consenso da comunidade científica.

Existe, porém, uma dimensão acrescida do consenso. Como é que compreendemos o desenvolvimento histórico de determinados dispositivos experimentais? Por outras palavras, como é que a heterogeneidade da prática experimental se integra no estudo da história dos laboratórios? Podemos centrar-nos na gradual estabilização de elementos distintos dos instrumentos com os quais se produzem ou se observam determinados fenómenos. Os historiadores tentam compreender quando, onde e em que condições passou a

ser aceite a capacidade de um instrumento produzir fenómenos autênticos, fenómenos que podem ser reproduzidos com a utilização dos mesmos instrumentos acompanhados das respectivas “instruções de utilização”. Uma tal situação não é o resultado apenas da estabilização de uma montagem experimental e dos elementos parciais de um instrumento, mas implica também o consenso sobre como devem ser entendidas as funções das suas diversas componentes e as suas normas de utilização. O acordo sobre a realidade dos fenómenos observados é ao mesmo tempo um acordo sobre a utilização de determinado instrumento ou de uma montagem experimental. A contestação de determinada utilização de certos instrumentos é também a contestação dos fenómenos concretos observados mediante essa utilização.

É muito interessante saber como é que se forma a ideia da “adequabilidade” de um instrumento com vista à produção de um conhecimento novo e autêntico. A transformação de uma série de instrumentos numa montagem experimental adequada com vista à produção de novos fenómenos é um procedimento que requer o consenso da comunidade científica, a qual reconhece determinadas funções que derivam de um determinado particularismo. Quando a comunidade confia num instrumento ou se convence da credibilidade de uma certa montagem experimental, adota também as práticas que se identificarão com o referido instrumento ou com essa montagem experimental. Ora, estas práticas traduzem um particularismo, já que elas próprias ganharam forma mediante o processo de formação da montagem experimental e da normalização do funcionamento do instrumento, de modo a (re)produzir os fenómenos concretos. Uma das questões mais interessantes que ocupa os historiadores das ciências consiste na investigação das possibilidades que os instrumentos possuem de tranquilizar os seus utilizadores e de alterar as suas práticas. Os instrumentos não são simples “instrumentos” nas mãos dos cientistas, mas agem sobre os utilizadores, redefinindo hábitos quotidianos e rotinas no laboratório e reformam os procedimentos e os valores que atribuem utilidade tanto a velhos como também a novos instrumentos.

Os laboratórios são também espaços “pluriculturais”: aí coexistem a cultura dos teóricos, a cultura dos experimentalistas, mas também a cultura dos técnicos, de todos os que fabricam e manipulam um conjunto de instrumentos, ou seja, o laboratório caracteriza-se por um conjunto de diversas práticas, de diversas linguagens e de diversos valores, ou seja, de diversas “culturas” e de uma cultura diversa. O laboratório é, então, também um espaço a que diariamente recorrem os seus utilizadores para efectuar múltiplos procedimentos de tradução, uma vez que todos os que lá se encontram devem forçosamente

³ Rouse 1987, p. 119.

comunicar e entender-se entre si, imaginando, de cada vez, as formas de comunicação mais eficazes. Quando os teóricos discutem com os experimentalistas, utilizam uma linguagem diferente da que utilizariam se se dirigissem a teóricos. O mesmo acontece quando os técnicos discutem com os experimentalistas: A linguagem que utilizam é muito diferente da que utilizariam se falassem apenas com outros do seu "gênero". A diferença não é o resultado da tentativa, por parte de um grupo, de simplificar o seu discurso quando se dirige a outro grupo. A diferenciação essencial entre, por exemplo, a linguagem que os teóricos utilizam quando falam entre si e a que utilizam quando se dirigem a experimentalistas não se deve ao facto de os experimentalistas não estarem bem informados acerca dos desenvolvimentos teóricos ou de não conhecerem todas as técnicas matemáticas que os teóricos dominam. Claro que se verifica sempre um esforço no sentido de não avançar inutilmente com aqueles elementos técnicos que não contribuem para a comunicação eficaz, cujo objectivo consiste, afinal, em convencer os "outros". Em particular os experimentalistas devem convencer-se de que determinadas medições serão decisivas, quer para que um certo modelo ou uma certa teoria ganhem credibilidade, quer para descobrir novos fenómenos; os teóricos devem ser convencidos a "ocuparem-se" de algo que os experimentalistas detectaram, mas que não estão em condições de tratar teoricamente; os técnicos devem ser convencidos do tipo de medições indispensáveis para procederem ao planeamento adequado de instrumentos e instruções, ou devem convencer os experimentalistas do tipo de limitações existentes, de modo que os experimentalistas não planeiem efectuar medições que, devido a essas limitações, não sejam realizáveis, etc.

A diferença de linguagem de todos estes grupos impõe, também, diversas prioridades a cada grupo, conduz à insistência de cada grupo em "vender" um produto a outros grupos. Peter Galison chama ao espaço do laboratório "zona de troca".⁴ Esta expressão não remete para sentidos e categorias da economia, mas sim da antropologia social. Grupos ou sociedades com culturas completamente diversas, com sistemas de valores radicalmente diversos, encontram formas de trocar produtos, mesmo quando esses produtos têm uma utilização diferente ou sentidos diferentes para cada sociedade. As diferenças gerais entre esses grupos não os impedem de criar possibilidades de comunicação local. O mesmo se aplica ao espaço de um laboratório, e este modo de funcionamento observa-se sobretudo (e, às vezes, até exclusivamente)

nos grandes laboratórios da segunda metade do século XX. Nenhum experimentalista está em condições de acompanhar um seminário de investigação ou de entender os pormenores de uma publicação dos teóricos e nenhum teórico é capaz de acompanhar as discussões entre experimentalistas — em que os "pormenores" são absolutamente cruciais para o desenrolar das experiências. Ambos se sentirão completamente estranhos, se assistirem a debates entre técnicos. Mas sabemos que nos grandes laboratórios se trocam ideias, conceitos, métodos, técnicas e programas. Os teóricos, os experimentalistas e os técnicos tentam, cada um por seu lado, convencer os outros a aceitarem o conjunto de propostas que cada grupo formulou. E cada grupo aceita-as através de procedimentos de apropriação: não as aceita tal como estão, mas através de um complexo de filtros constituídos pelo quadro teórico, pelos valores, pelos compromissos ontológicos, pelas preferências metodológicas, etc., de cada grupo. Por outras palavras, a proposta de cada grupo é aceite pelos restantes grupos por ter sido transformada até se tornar compatível com a cultura de cada grupo. Esta teorização traduz também a relativa autonomia de cada cultura: a cultura dos técnicos não se reduz à cultura dos experimentalistas, nem a cultura dos experimentalistas pode reduzir-se à cultura dos teóricos, etc.

A coexistência de diversidades num espaço que todos reivindicam sem pretenderem dominá-lo confere ao laboratório uma forma de vida própria. Os técnicos, os experimentalistas e os teóricos, enquanto grupos que vivem no mesmo espaço mas que não têm muitas coisas em comum, estão em condições de concordar que trocam "objectos" com significados e valores diversos para uns e outros. Gera-se um consenso à volta dos procedimentos de troca, e este particularismo é operativo, apesar das diferenças existentes entre as culturas de cada grupo — diferenças que se referem à posição de cada cultura na ciência e na sociedade.

⁴ No original "trading zone". (N.R.C.)

8. Comentários a certos aspectos do construtivismo social

Após meados da década de 1980, várias controvérsias e estudos em ciências humanas e em ciências sociais deram origem a um enquadramento radicalmente diferente daquele que existira até então. Seguiram-se-lhes estudos notáveis, que apresentaram e organizaram essas controvérsias, outros que procedem a uma sua apreciação crítica, outros ainda que projectam um contradiatório ameno ou forte. [Algumas das obras cuja argumentação influenciou as controvérsias em História das Ciências são: Ankersmit 1989, Appleby 1994, Bruke 1997, Certau 1988, Ermarth 1992, Hunt 1989, Hunt e Jacob 1994, Jenkins 1991, Jenkins 1997, Southgate 1996, Warren 1998, Zagorin 1990. Em Evans 1999, desenvolvem-se, pelo lado da história social, bastantes contra-argumentos convincentes relativamente a vários pontos tratados nas obras de muitos historiadores pós-modernos.] Quase todo o conjunto das controvérsias teóricas tanto em história geral, como também, em particular, em História das Ciências, diz respeito a temas e problemas decorrentes da crítica que foi feita às abordagens historiográficas anteriores. [Para as análises respeitantes à História das Ciências, v. Bijker, Hughes e Pinch 1987, Biagioli 1999, Collins 1992, Cohen F. 1994, Dear 1995, Fores 1985, Gaisson e Stump 1996, Golinski 1998, Hacking 1999, Hackfoort 1991, Jacob 1997, Jordanova 1993, Keller 1985, Gavroglu, Christianidis e Nikolaidis 1994, Laudan 1995, Longino 1990, Markley 1999, Netz 1999, Peire 1995, Peire 1996, Roland 1993, Roll-Hansen 1998, Rouse 1996, Shapin 1992, Shapin 1995, Soderqvist 1997, Unguru 1975, Unguru 1979, Wylie 1997.] As controvérsias revelaram-se veementemente, cobrindo um enorme leque de temas e participando nelas um número muito grande de historiadores, de tal forma que uma, ainda que relativamente conseguida, codificação desses pontos de vista – os quais, na História das Ciências, são denominados, em bloco e, obviamente sem razão, construtivismo social – deixa de fora muitos aspectos importantes. Mesmo que levantemos sérias reservas – como sucede no meu caso relativamente a pelo menos certos aspectos do construtivismo social – no que toca aos princípios ou às orientações dessas novas abordagens, não podemos deixar de admitir que essas controvérsias sensibilizaram os historiadores das ciências, tornaram-nos mais receptivos a abordagens interdisciplinares, e obrigaram-nos a

pôr em causa ideias e métodos, cuja validade tinham aceite mais por hábito do que mediante uma discussão teórica sistemática. Todavia, entre a presunção e arrogância de muitos representantes das novas ideias e o pânico de muitos representantes de uma defesa, à partida inviável, de pontos de vista estabelecidos e, em muitos casos, problemáticos, houve terreno para frutuosas influências mútuas, para estímulos no sentido de novas orientações teóricas, para o alargamento da problemática de muitas disciplinas – e seguramente também da História das Ciências – e para a obtenção de novos equilíbrios académicos. É certo que destas controvérsias e polémicas saiu a ganhar a história social e cultural das ciências.

Os esforços, absolutamente legítimos, no sentido da renovação de abordagens historiográficas ficam anulados quando se apresentam como sendo a receita exclusiva sobre o modo como deverá escrever-se a história. Frequentemente, as novas e interessantes ideias são ensombreadas por uma retórica “de boia-abaixo”. O lugar-comum exprime de modo artificial que o que é óbvio considera-se que deve ser apresentado como algo completamente novo e radical e o que é evidente por si mesmo e mil vezes experimentado é apresentado como revolucionário. A expressão mais convincente da validade de uma nova abordagem e a sua legitimação mais eficaz consegue-se somente através da elaboração de obras concretas que tratam problemas concretos de História das Ciências. As ideias, abordagens e métodos novos e precursores são legitimados na medida em que se apresentam e são controlados através de obras e estudos concretos. Não pretendo de maneira nenhuma subestimar a importância das controvérsias teóricas. Elas impõem-se e são a muitos títulos úteis. Não substituem, porém, as provas a que essas propostas são sujeitas através das vicissitudes imprevisíveis que os historiadores das ciências enfrentam no decorrer de um estudo até mesmo dos casos mais “anódinos”. O mesmo se aplica à crítica de análises consagradas. Por exemplo, não creio que tenha existido nenhuma obra de História das Ciências que tenha alcançado um lugar importante na consciência dos historiadores da ciência, sem ter elaborado e desenvolvido uma crítica real às abordagens consagradas e, simultaneamente, sem ter manifestado certas tendências no sentido de ultrapassar os limites dessas abordagens. Felizmente, muitos daqueles que, no decorrer da década de 1990, nos incitaram, com o seu zelo provocante, a aceitar que as novas verdades, e só elas, garantem paradisiacas felicidades historiográficas evidenciam actualmente a perseverança que caracteriza o arrendimento dos missionários apressados, cuja verdade os autóctones não estavam em condições de apreciar imediatamente. É claro que há também os outros – aqueles que se

consideram representantes da História das Ciências “pragmática”, “verdadeira” e “objectiva”. Como fanáticos partidários do antigo calendário¹ julgam que estão a defender a ciência e a sua história do miasma dos sociologistas, considerando que a História das Ciências tem por objectivo evidenciar esse fenómeno admirável, produto exclusivo do pensamento humano.

Não quero dar a impressão de ser um terceiro neutro nem de que todas estas controvérsias são gritos de guerra que não me dizem respeito nem, sobretudo, que se julgue que eu me identifico com uma problemática que sustenta que existem “coisas santas e sagradas” que não é permitido pôr em causa. *Creio que tudo é, em potência, susceptível de ser posto em causa, mesmo aquilo que já tenho sublinhado ou que apontarei como sendo elementos quase construtivos da História das Ciências.* A sua contestação pode, como é óbvio, fazer-se exclusivamente em termos teóricos. Julgo, porém, que as críticas e as novas propostas só se tornam convincentes – convincentes quanto ao facto de constituírem propostas historiográficas alternativas e viáveis – quando se exprimem através de obras concretas que tratam temas concretos de História das Ciências. A contestação das orientações historiográficas tradicionais na História das Ciências deu a sua contribuição, com o pressuposto, porém, de que enquanto historiadores das ciências não adoptarmos a mentalidade de esquecer tudo e “virar a página”, nem de imaginar que estamos a fundar novas escolas com a ilusão de que tudo quanto dizemos são novidades.

É impressionante tomarmos consciência da quantidade de elementos de crítica que foi possível integrar nas práticas historiográficas correntes em História das Ciências, sem que se verifique a necessidade nem de rupturas dramáticas nem de arranjos condenáveis. É nosso objectivo investigar os limites de tolerância das abordagens seguidas em função das críticas utilizadas, as possibilidades de alargamento da temática, a introdução e utilização de novas categorias historiográficas, a mudança de práticas historiográficas e o controlo simultâneo da validade daquilo que adoptamos. É, creio eu, possível traçar as características de uma terceira via, que passe entre a Caribdis dos admiradores acrílicos do construtivismo social e a Cila dos defensores fanatizados e, portanto, desesperados, do positivismo. A História das Ciências tem muitíssimo a ganhar, se considerar que essas controvérsias, essas críticas e esses incitamentos constituem advertências para os perigos que esperitam

¹ Melhor traduzíamos por “partidários-do-antigo-calendário” a palavra grega composta. Trata-se da referência aos cristãos ortodoxos que defendiam a manutenção do calendário juliano, sem a correção de 13 dias, decretada na Grécia em 1923. A palavra significa, de um modo geral, “conservadores”. (N.T.)

devido à insistência dogmática nos métodos que funcionaram satisfatoriamente durante tanto tempo. Além disso, tem também a ganhar, se tomar essas controvérsias como sugestões que abrem o caminho a múltiplas possibilidades não só de investigação dos seus métodos mas também da problemática mais geral dos historiadores das ciências.

Mais adiante tentarei pôr em evidência alguns dos temas historiográficos que considero úteis para uma história cultural e social das ciências. Não é, naturalmente, possível proceder a uma apresentação de todos os aspectos do construtivismo social, pois é difícil e, seguramente, injusto atribuir características comuns a todas as obras que se integram na corrente historiográfica da construção social. [Biagioli 1999 contém uma recolha de artigos representativa.] O melhor, nestes casos, é estudarmos as obras, digamos, mais representativas dessas abordagens, de modo a adquirirmos uma noção do leque da sua problemática. Existem, porém, certos princípios gerais que a grande maioria dos que declaram que as suas obras se integram nesta abordagem tenta concretizar e elaborar. Em que medida tal é conseguido e até que ponto evidencia novos elementos e novas características do fenómeno da ciência e da sua história não é uma coisa sobre a qual possamos pronunciar-nos em termos gerais: existem obras que nos revelaram aspectos extraordinariamente interessantes do fenómeno científico [ver, por exemplo, Shapin e Schaffer 1985, Galison 1987, Galison 1997], mas também existem obras que, para além do seu irreprimível verbalismo e das promessas da sua nota introdutória, são extraordinariamente pobres [ver, por exemplo, Findlen 1998].

É meu propósito comentar positivamente algumas das problemáticas que se desenvolveram no quadro geral das recentes tendências da historiografia das ciências, problemáticas essas que, em muitos casos, são provenientes de pessoas que se identificaram com o construtivismo social. Tentarei pegar em alguns dos elementos do construtivismo social e mostrar que a história social e cultural está em condições de resistir à sua pressão e que existem bastantes elementos desta corrente historiográfica em que é possível enxertar de modo particularmente construtivo a história social e cultural das ciências. Tentarei, pois, tratar certos aspectos da história social e cultural das ciências, tal como julgo que esta se forma e como resulta das recentes controvérsias entre os historiadores das ciências. O que a seguir vamos analisar constitui uma tentativa no sentido de serem expressas as possibilidades oferecidas pela terceira via, esperando que a formação da terceira via seja mais eficaz do que a sua procura política.

É claro que está sempre à espreita o perigo do fascínio dos esquemas fechados. Receitas sobre o modo como “analisaremos” o passado, planificações sobre o modo como poremos em evidência leis historiográficas e modelos já concluídos com designações claras que somos simplesmente convidados a observar e a “preencher” com o conteúdo adequado, têm tanto a ver com a História das Ciências como a tentativa de consagrar os estabelecimentos *fast food* como instituições de preservação da arte culinária. Tal como na culinária também na História das Ciências a imprecisão ou a liberdade de desvio do conteúdo concreto das receitas é aquilo que gera a novidade e o inesperado, enquanto a precisão absoluta conduz à banalidade. Todavia, o apego, não à aplicação exclusiva de um determinado esquema mas à mentalidade que considera que a investigação em História das Ciências pressupõe que se chegue a um esquema determinado, é destrutivo do próprio empreendimento.

A contingência dos desenvolvimentos científicos

Que é, exactamente, aquilo que, de cada vez, construímos socialmente? Dados os problemas que as generalizações implicam, podemos dizer que aqueles que defendem a construção social consideram que até mesmo as entidades físicas são, afinal, construções sociais. No entanto, em vez de insistirmos nesta posição dura, poderíamos afirmar que aquilo que se constrói socialmente não é a “coisa” ou o “objecto”, mas a ideia relativa a essas entidades físicas. Por outro lado, a construção da ideia de uma entidade remete para a matriz em que uma ideia, um conceito ou uma classe se formam. Hacking dá o exemplo da mulher refugada.² No caso vertente, a matriz é constituída por um complexo de instituições, por leis, artigos de jornais, sentenças de tribunais, procedimentos de migração, bem como por passaportes, bilhetes de identidade, documentos com fotografia, uniformes, esquadras de polícia, salas de interrogatório, centros de acolhimento, etc. Estas coisas traduzem, obviamente, diversas componentes sociais, que têm, em cada sociedade, o seu conteúdo próprio. Constituem, porém, a materialidade que influencia as pessoas, e nomeadamente cada mulher, de maneira essencial. Assim, existe um

² Seguirei a notável análise de Hacking (1999), porém com uma diferença. A Hacking interessa a crítica filosófica e a análise dos diversos problemas filosóficos gerados pela construção social. Além disso, interessa-lhe a evidência daqueles pontos extremos com base nos quais podemos avaliar em que medida é que uma obra que segue a abordagem da construção social enfrenta com êxito os problemas filosóficos. A nós, aqui, interessa-nos investigar, pela vertente da História das Ciências, alguns dos problemas postos pela construção social.

feedback entre cada mulher refugiada e todos os elementos que constituem a matriz concreta que consideraremos como sendo a ideia da mulher refugiada. As mulheres reagem diversamente a cada um desses elementos, mas esses elementos também redefinem a identidade da mulher refugiada, diferenciando-a daquela identidade que ela tinha quando se tornou refugiada pela primeira vez. Por isso, tem grande importância colocar-se, de cada vez, a pergunta: “a construção social de que X em concreto?” No exemplo, X não se refere individualmente a cada mulher refugiada. X refere-se às mulheres refugiadas enquanto tipo de pessoas, a essa classificação em si mesma e à matriz no quadro da qual essa classificação funciona. O modo de classificação em concreto influencia não só o comportamento, mas também a identidade da mulher refugiada enquanto indivíduo.

A importância da diferenciação entre uma entidade e a ideia relativa a essa entidade conduz a dois resultados significativos. Em primeiro lugar, a construção social pode coexistir simultaneamente com a existência objectiva das entidades, sem que elas entrem em conflito, já que a construção social tem a ver com a ideia de entidades. Em segundo lugar, a ideia que temos a respeito de cada entidade transforma-se de modos variados, enquanto o *feedback* e a influência recíproca entre a entidade e a ideia a respeito dessa entidade é contínua e influencia tanto a existência das entidades, como o seu funcionamento na nossa relação com elas. O modo como as influências, como somos levados a diversas mudanças, etc., são, obviamente, questões que devem ser estudadas caso a caso de modo concreto. O electrão existe, mas existe também a ideia que nós temos a respeito do electrão. O primeiro pertence à natureza, o segundo às pessoas que estudam a natureza. As nossas teorias, os nossos dispositivos experimentais, as polémicas entre os físicos, a descoberta de novas características do electrão, etc., diferenciam continuamente a nossa ideia de electrão e, sobretudo, a maneira como encaramos e manejamos o electrão a nível não só teórico e experimental mas também social. A História das Ciências não pode ficar indiferente perante possibilidades deste tipo.

Nos estudos de muitos representantes da construção social, distingue-se a seguinte posição: a construção social de X sugere que, na conjuntura actual, X é considerado como um dado e, por isso, X é considerado inevitável. Mas X poderia não ter existido ou não ter sido como é hoje. X, ou o X tal como ele é hoje, não se define exclusivamente pela natureza das coisas, não é (na sua natureza de ser) inevitável. Trata-se de uma posição que declara com clareza absoluta que as “coisas”, tais como elas são hoje, os nossos conhecimentos a respeito da natureza e tudo quanto isso significa não foram o resultado da

descoberta gradual da estrutura objectiva da natureza. É a posição da não-inevitabilidade, da contingência que caracteriza a História das Ciências. Muitos defensores da construção social avançam com os passos seguintes: creem que, pelo facto de X, tal como é hoje, ser algo de mau, as coisas seriam melhores se X não existisse ou se X pudesse ser transformado de maneira radical. Gostaria de me centrar na primeira posição a respeito da contingência da ciência.

Pickering é um dos mais prestigiados historiadores e sociólogos da ciência, cujas obras contribuíram decisivamente para a formação da corrente da construção social. O seu livro *Constructing Quarks* constitui um dos primeiros do género. A sua história contém muitas das características de uma história social, mas a sua afirmação fundamental é: se fizéssemos diferentes exigências à natureza, se abordássemos o mundo de maneira diferente, se, por outras palavras, tivéssemos formado uma prática diferente na nossa relação com o mundo, colocando outras perguntas à natureza, seria possível separar e deduzir fenómenos que poderiam ser considerados testemunhos de uma diferente (não logicamente incompatível, mas seguramente diferente) física de sucesso. Pickering sustenta o carácter contingente do desenvolvimento da Física, considerando que seria possível que a Física se tivesse desenvolvido de maneira diferente. É claro que Pickering discorda categoricamente do ponto de vista que sustenta que aquilo que se constrói socialmente são as ideias das entidades. Tinha-o mesmo formulado com clareza numa sua carta a Hacking, em 1997. No entanto, não põe em causa a existência das entidades. Admite a sua existência, na medida em que um conjunto de fenómenos pode ser considerado uma evidência a seu favor. Nada, porém, pressupõe que essas entidades sejam necessariamente descobertas nem que um percurso diferente da Física não as viesse a descobrir. Todos os que insistem na construção social estão convencidos de que a compreensão das diferentes manifestações das decisões que, de cada vez, a comunidade científica toma é um elemento decisivo para a compreensão da História das Ciências. Para muitos defensores da construção social, as entidades físicas não são descobertas devido à estrutura do Universo, mas sim devido às opções que a comunidade científica faz a respeito dos fenómenos que irá estudar, os quais serão considerados provas da existência dessas entidades. Mas não serão tais entidades uma parte da natureza objectiva? Essencialmente, o problema do realismo científico que ocupa tão intensamente os filósofos das ciências deixa indiferentes os defensores da construção social, mas também não parece que a problemática dos defensores da construção social a respeito desta questão ocupe os filósofos das ciências.

Já analisámos os problemas que decorrem da concepção que se contenta com hipóteses e cenários em história. Aqui, porém, foca-se uma questão em princípio filosófica, mas também histórica. Tenho acentuado repetidamente que sou contrário à problemática relativa à história hipotética e que história é a compreensão e a interpretação daquilo que aconteceu, e não de acontecimentos que poderiam ter acontecido. Todavia, a eventualidade e o problema da contingência dos desenvolvimentos, tal como são tratados pelos defensores da construção social, não têm a ver com a história hipotética. A contingência dos desenvolvimentos nas ciências é, obviamente, uma problemática legítima na Filosofia das Ciências. As tendências historiográficas relativamente recentes tornaram a contingência uma problemática legítima também na História das Ciências, sem que isso signifique que abra o caminho para a legitimização da história hipotética. Na história hipotética, que consideramos não ter lugar na História das Ciências, discutimos sobre como as coisas poderiam ter sido de outra maneira. A contingência na História das Ciências remete-nos para algo diferente. A afirmação de que os factos poderiam ter-se desenvolvido de maneira diferente daquela como se desenvolveram faz-nos ver a história de um outro ponto de vista. A ênfase não é posta na imaginação de factos diferentes daqueles que efectivamente aconteceram no passado (como sucede na história hipotética), mas sim na detecção daquelas interações que sugerem ter existido uma possibilidade de as coisas se terem desenvolvido de maneira diferente. A contingência em História das Ciências exorta-nos a investigar, não os factos que teriam acontecido em condições hipotéticas, mas sim aquelas situações em que as decisões de membros da comunidade científica, os comportamentos colectivos da comunidade científica, as relações dos cientistas com o Estado e com outras instituições sociais, etc., influenciaram determinada orientação e determinado percurso dos desenvolvimentos.

A comunidade científica procede continuamente à sua actualização no que respeita a diversos julgamentos e opções (tecnológicos, de técnicas matemáticas, de dispositivos experimentais, mas também de apreciação dos resultados experimentais). As decisões dos cientistas a respeito destas questões determinam, em muitos casos, *também* o percurso da ciência, sem que se verifique que algum factor inato a esses julgamentos e a essas opções em si mesmos determine esse percurso. No desenvolvimento de uma disciplina científica, desempenham *também* um papel importante as decisões tomadas pelos cientistas, as quais, frequentemente, são tomadas segundo critérios relacionados com as limitações técnicas dos instrumentos ou das instruções experimentais, com o resultado das abordagens e das técnicas matemáticas, com as incidências

das hipóteses físicas, com o financiamento das investigações ou com as possibilidades oferecidas a financiamentos de diversas linhas de investigação, etc. De acordo com muitos defensores da construção social, os julgamentos e as opções regulam questões que constituem pressupostos para o desenrolar da investigação científica e, portanto, não reflectem a natureza das coisas. A eventualidade e a contingência dos desenvolvimentos decorre desta problemática. Se, portanto, consideramos que a ciência é um fenómeno cultural e social, então seguramente que diversas interações e diversas decisões da comunidade científica ou de cientistas isolados teriam conduzido a algo diferente daquilo que temos hoje. Mas seria completamente diferente? Não sei, e enquanto historiador não me interessa. Porém interessa-me muitíssimo tomar consciência, enquanto historiador, de que a ciência *teve a possibilidade* de seguir um percurso diferente e de adquirir um conteúdo diferente daquele que tem hoje – ou de que a ciência poderia, enquanto fenómeno cultural e social, ter sido algo inteiramente diferente daquilo que conhecemos hoje. Conforme já sublinhei, não existe maneira de conhecermos as diferentes orientações que as ciências isoladamente teriam seguido, mas ao longo do estudo da sua história teria grande interesse investigar também aquelas interações que contribuíram para a formação de determinado percurso seguido por cada ciência. E apontar aquelas circunstâncias em que as decisões concretas de cientistas concretos conduziram a ciência ao ponto a que a conduziram assim como evidenciar o facto de uma ciência não ter seguido um determinado percurso porque a isso foi levada pela estrutura “objectiva” da natureza.

A contingência, portanto, remete-nos *também* para o estudo de todas aquelas interações que, podendo ser diferentes das que existiram, determinaram os desenvolvimentos concretos de um modo singular. A contingência afasta-nos da ideia de teleologia histórica e, para a História das Ciências, é a muitos títulos benéfica: mostra com ênfase que o desenvolvimento das ciências não traduz a descoberta gradual da estrutura objectiva da natureza; que o desenvolvimento é determinado pelas pessoas, sem que, no entanto, isso ponha em causa a realidade das entidades e dos fenómenos ou a convicção a respeito da correcção das teorias, pois existem sempre na história certas formas de certificação da validade do novo conhecimento. A contingência incita-nos a estudar os modos concretos de trabalho dos cientistas, as decisões que eles tomam em relação à sua investigação e os critérios por detrás dessas decisões, as polémicas científicas, a estrutura e os procedimentos de decisão nas universidades, nas academias, nos centros de investigação, nos organismos de financiamento da investigação, etc. Mas não é isso mesmo que, em

muitos casos, a história social e cultural faz? Certamente. Só que a construção social procedeu a um enxerto criativo da história social e cultural das ciências: o estudo destes factores, que, de uma maneira ou de outra, eram considerados condição *sine qua non* da história social e cultural das ciências, faz-se agora na convicção de que as *características concretas* dos desenvolvimentos científicos dependem também desses factores. Tais factores não têm a ver apenas com a aceitação social generalizada e com a função cultural da ciência, mas *também com o próprio percurso de cada uma das disciplinas científicas*, pois eles determinam o seu desenvolvimento e as suas características.

Estas problemáticas ajudam-nos a entender a multicomplexidade do fenómeno científico, na medida em que, enquanto historiadores, estamos convencidos de que a História das Ciências é o estudo do concreto. Este pode ser extraordinariamente geral ou muitíssimo específico, mas é concreto. A contingência da ciência actual não implica a destruição da particularidade teórica e social do conjunto das actividades que consideramos ciência. A posição sobre a contingência transforma-se numa posição que mostra que, dada essa contingência, a nós historiadores interessa-nos o percurso concreto da ciência concreta. Poderia esse percurso ter sido diferente? Certamente, mas não foi. E a nós interessa-nos estudar este percurso e esta forma concretos, analisando simultaneamente *também* os factores que fizeram a ciência seguir esse percurso concreto.

Filosoficamente, poder-se-ia apontar um problema: a contingência dos desenvolvimentos científicos não implica que todas estas diferentes formas não evidenciem finalmente, de modo assimptótico, a mesma estrutura da natureza, ou seja, que possam existir diferentes percursos que irão desembocar no mesmo resultado final. Naturalmente, enquanto historiadores das ciências interessam-nos, por maioria de razão, os diferentes percursos, e não os resultados finais. A contingência, porém, não nos garante, em si mesma, que em qualquer momento estes diferentes percursos não possam convergir. Assim, portanto, a contingência é algo que, pelo menos filosoficamente, não é susceptível de ser ignorado. Se, porém, é um elemento constitutivo da construção social, então talvez se devam procurar argumentos relativos ao resultado de diferentes abordagens. Os diversos percursos não garantem, pelo menos filosoficamente, resultados diferentes, e seguramente que não garantem esquemas teóricos diferentes, mas logicamente compatíveis, a respeito da natureza. Estes problemas, porém, não diminuem o interesse da óptica da contingência na História das Ciências.

Existe ainda algo mais. A contravérsia sobre a contingência da ciência pressupõe os dois reconhecimentos seguintes: em primeiro lugar, que os

cientistas, a cada momento, determinam o percurso da ciência através de decisões que não são ditadas pela própria estrutura do cosmos ou por necessidades "objectivas". Este é um ponto que já esclarecemos. O segundo pressuposto, porém, tem igualmente interesse: sabemos, da História das Ciências, que em cada período não existe forçosamente um único esquema teórico a respeito da interpretação de certos fenómenos físicos, nem uma única prática concreta (teórica ou experimental) quanto ao modo de investigação desses fenómenos. Coexistem diversas abordagens teóricas e diversos esquemas interpretativos, diversas práticas experimentais e diversas técnicas matemáticas, diversos grupos de cientistas, diversas revistas que eventualmente publicam trabalhos de diversas escolas, diversas fontes de financiamento cujos critérios se relacionam com as posições dos avaliadores, a favor ou contra uma certa abordagem, admissões nas universidades de acordo com os respectivos critérios, etc. A questão de saber que combinação dominará constitui, de cada vez, objecto de um estudo concreto por parte dos historiadores da ciência. Assinalamos, porém, o facto de que todas estas diferenças coexistem e sabemos, com base nos nossos estudos que em certo momento começa a prevalecer uma entre todas, não forçosamente porque corresponda "melhor" aos condicionalismos da natureza, mas porque é, a muitos títulos, cómoda para uma determinada comunidade científica ou para certos cientistas isolados.

Reformulemos a ideia expressa em muitas das obras dos que se consideram pertencer à corrente da construção social. Sustenta-se que não é um dado adquirido que uma disciplina científica de sucesso se desenvolveria da maneira como se desenvolveu, que poderia ter êxito de outros modos, os quais não só conduziriam a resultados diferentes, mas também não convergiriam na forma actual da ciência. Nem as condições iniciais nem a própria natureza são susceptíveis de determinar qual é o próximo passo e a próxima fase no desenvolvimento da ciência. Apesar do facto de muitos dos elementos da problemática da construção social nos terem conduzido à abordagem crítica de muitas componentes da nossa prática diária enquanto historiadores da ciência, não creio que possamos adoptar todas as conclusões que a contingência implica. Existem, julgo eu, condicionalismos que são determinados pela natureza, os quais não consagram toda e qualquer contingência, provável ou possível. Naturalmente, muitas teorias são aceites porque são consideradas cómodas pelos membros da comunidade científica. Mas não creio que todas as decisões que constituem o complexo da contingência sejam decisões tomadas de modo *interiramente* independente da estrutura da natureza tal como esta transparece dos estudos dos cientistas. Por outras palavras, sem nos enredarmos

na controvérsia a respeito do realismo científico, um apego reflectido ao realismo constitui também o pressuposto para que aproveitemos dos benefícios que foram introduzidos pela corrente da construção social. É óbvio que muitos defensores da construção social discordarão desta ideia.

O apelo do nominalismo constitui uma possibilidade de saída das dificuldades do “apego reflectido ao realismo”, bem como das dificuldades de um complexo que é determinado por um, mesmo que pequeníssimo, número de limitações que a natureza nos impõe. Esta abordagem constitui um pressuposto para que se coloquem as perguntas a respeito da contingência: terá o cosmo uma estrutura diferente da estrutura revelada na nossa descrição? Não é possível apresentar aqui os matizes muito diversos e subtis das diferentes aceções do nominalismo, uma problemática filosófica muito antiga mas também muito interessante. Uma das variantes que pode ser coerente com determinados elementos da construção social é a afirmação de que as nossas classificações não são determinadas pela questão de saber como é o cosmo, constituem antes modos cómodos de o representar. Os fenómenos que descobrimos são o resultado das formas como representamos e imaginamos o cosmo e como intervimos nele. Tanto a adaptação dos cientistas às resistências que diariamente encontram no seu esforço para descodificar a natureza, que se traduz pela contínua redefinição dos seus esquemas teóricos, bem como os instrumentos e as técnicas imaginados com vista à “inquirição” da natureza, têm como resultado uma descrição concreta da natureza. Frequentemente, as mudanças de descrição são acompanhadas de mudanças de compromissos ontológicos dos cientistas sem que isso signifique forçosamente que foram detectadas novas entidades.

Tomemos dois exemplos.

Nos finais da década de 1940, tornou-se possível resolver uma das mais sérias fraquezas da teoria quântica de campos: os resultados dos cálculos da massa do electrão e da sua carga eléctrica não eram finitos. Muitos consideraram que a invenção de um algoritmo matemático com o qual era possível tirar resultados que concordassem com os valores experimentais dessas grandezas fundamentais reforçava em grau significativo a perspectiva futura e as possibilidades da teoria quântica de campos, que era também a teoria que lidava com as partículas elementares. Mas desde meados da década de 1950, começou a desenvolver-se uma outra teoria das partículas elementares, que ficou conhecida por teoria da matriz S. Nesta teoria, que alguns apelidaram mesmo de “democracia nuclear”, a ênfase era posta na compreensão da estrutura matemática da própria dispersão das partículas, sem que, no entanto,

tivessem interesse os pormenores dos mecanismos de dispersão. Existiam, digamos, duas partículas iniciais que chocavam, e a partir da estrutura e das características da dispersão era possível prever as características das novas partículas que tinham resultado do choque entre as duas partículas iniciais. Esta teoria estava em condições de fornecer muitos resultados interessantes.

Todavia, as duas teorias, que coexistiram durante cerca de uma década, constituíam diferentes descrições do cosmo e requeriam diferentes compromissos ontológicos. Na teoria da matriz S, não havia razão para avançar para um “nível mais profundo”, visto que todos os fenómenos na física das partículas elementares poderiam ser descritos e interpretados no quadro desta teoria. Todas as partículas eram igualmente “elementares”, não existia nenhuma hierarquia entre elas – daqui a designação de “democracia nuclear”. O mesmo não acontecia, porém, com a teoria quântica de campos. Ai, tínhamos de decidir que partículas eram elementares, a fim de estarmos em condições de “construirmos” as restantes a partir delas. Naturalmente, o número destas partículas elementares não deveria ser muito grande, já que o objectivo era a detecção das partículas *elementares*. A descoberta de um número cada vez maior de partículas elementares, nos fins da década de 1950 e princípios da década de 1960, conduziu, em 1964, à hipótese dos quarks, que foram considerados as “verdadeiras partículas elementares”, a partir das quais era possível construir todas as restantes. Os quarks, com as suas propriedades singulares e, seguramente, inabituais, continuaram, até aos nossos dias, a ser os mais viventes candidatos a partículas elementares, apesar do facto de a sua existência só indirectamente ser verificada. Assim, pois, as nossas duas descrições patenteariam dois cosmos diversos ou, mais exactamente, obrigam-nos a adoptar diversos critérios classificativos a respeito do cosmo e, daí a adaptar as técnicas matemáticas, os conceitos teóricos, os métodos experimentais, etc., à estrutura do cosmo que nos é mostrado por uma ou por outra descrição.

Desde meados da década de 1960 que começou a ganhar força a teoria quântica de campos, contra a teoria da matriz S. O principal motivo resultou da teoria quântica de campos se ter tornado gradualmente uma teoria mais fecunda. No entanto, para o seu reforço contribuíram também o financiamento, com montantes colossais, dos aceleradores no âmbito da participação particularmente reforçada do exercício – especialmente nos EUA – em investigações deste tipo, bem como certos êxitos teóricos acrescidos da teoria quântica de campos, a matemática cada vez mais complexa da teoria da dispersão, e ainda o facto de um número cada vez maior de importantes departamentos de Física das universidades terem reforçado o seu potencial em pessoas que

trabalhavam em teoria quântica de campos. Tudo isso fez reorientar o interesse de um número cada vez maior de físicos para a teoria quântica de campos, mas deve sublinhar-se que a mudança nos compromissos ontológicos dos físicos que decidiram trabalhar nela não resultou da descoberta de novas entidades físicas – uma vez que os quarks foram descobertos pelo menos duas décadas depois.

Um exemplo análogo é o da química quântica. Em 1927, Walter Heitler e Fritz London foram os primeiros a aplicar a nova mecânica quântica a um problema químico. Durante muitos anos, não fora possível compreender a existência da molécula mais simples, a do hidrogénio. Por outras palavras, como é que era possível existir uma ligação relativamente forte entre dois átomos de hidrogénio e ter-se formado um núcleo com dois prótons, se tanto os prótons como os electrões deveriam repelir-se, uma vez que possuem cargas eléctricas idênticas? Nenhuma das forças da Física clássica estava em condições de interpretar a estabilidade da molécula de hidrogénio (ou seja, o facto de não se cindirem em fracções de segundo), nem a teoria quântica de Bohr estava em condições de nos oferecer qualquer explicação. A explicação de Heitler e de London fundamentou-se no cálculo da energia que a própria ligação possuía devido às cargas eléctricas (repulsão entre os prótons do núcleo, repulsão entre os electrões em órbita, atracção entre um electrão e cada próton do núcleo, e atracção entre o outro electrão e os prótons). Este cálculo, porém, efectuou-se com base na nova mecânica quântica, que requeria determinadas propriedades para as funções de onda. Essas propriedades pressupunham a aceitação de uma nova propriedade quântica das partículas – o *spin* – que é considerado, erradamente, a rotação de determinadas partículas à volta dos seus eixos. Essas propriedades levaram à conclusão de que a energia de ligação no hidrogénio traduz globalmente uma atracção, ao passo que a aplicação do mesmo método no caso do hélio – o elemento imediatamente a seguir na tabela periódica – conduz a um valor da energia que traduz a inexistência de uma molécula estável de hélio, o que leva à conclusão que se prova experimentalmente de que a criação da molécula de hélio não é possível (ou de que a molécula é monotómica). O enorme êxito da teoria teve contudo vida curta, pois, do ponto de vista do cálculo, era impossível estudar de modo pormenorizado os casos das moléculas mais complexas.

Para contornar as dificuldades desta abordagem, Robert Sanderson Mulliken, em 1935, desenvolveu uma abordagem diferente. Fundamentou-se nos dados experimentais, de acordo com os quais as moléculas de certos elementos eram constituídas por um átomo, as de outros por dois, as de outros por

três, etc., e tentou encontrar as regras que deveriam reger a forma das órbitas em que se movem os electrões de cada molécula, por analogia com a teoria de Bohr tão bem sucedida no caso dos átomos. Depois de estudar um número extraordinariamente grande de factos experimentais, conseguiu formular essas regras. A abordagem teoricamente correcta e metodologicamente impediável de Heitler e de London, devido a dificuldades técnicas, não podia fornecer resultados para outras moléculas para além das mais simples. Todavia, a abordagem de Mulliken, teoricamente incorrecta e metodologicamente ingênua, foi a preferida pela comunidade dos químicos. Mas o sector da comunidade científica que adoptou uma linha compromissos ontológicos diferentes daqueles que adoptaram a outra. No método de Heitler e London, o átomo era a unidade básica ou “elementar” a partir da qual se fabricava a molécula. Para Mulliken, a unidade elementar era a molécula, e do conjunto das moléculas demonstrava-se que existem regras que podiam ser aplicadas com coerência a fim de “colocar” os electrões nas órbitas moleculares, e não atómicas.

A respeito da língua

Um dos elementos das recentes controvérsias à volta da historiografia, que nos interessa pelo menos no que respeita a algumas questões da História das Ciências, é a preferência dada à língua e os condicionalismos que essa preferência implica no estudo das fontes históricas [Attridge 1987]. Muitos consideram que a língua é inatamente instável e variável no decurso do tempo no que se refere ao seu sentido, e que esta característica impossibilita a extrapolação dos diferentes sentidos e intenções dos autores do passado. De acordo, também, com esta concepção, os textos em que nos fundamentamos para o entendimento do passado não nos dizem – e não podem dizer-nos – nada mais do que os sentidos que a sua análise permitir pôr em evidência, tendo por base as teorias que se desenvolveram no âmbito da crítica literária. A sua tradução, portanto, proporciona múltiplas leituras – uma coisa não particularmente nova ou inovadora para os historiadores – mas o processo das múltiplas leituras não conduz a uma hierarquização destas – coisa que, mais ou menos por definição, não podemos admitir enquanto historiadores das ciências. É que, conforme já temos acentuado, na história detectamos relações e correlações causais e propomos interpretações. Ora isto, como sublinhámos, implica hierarquizações e julgamentos de valor. É isso que caracteriza os historiadores. Naturalmente, até mesmo os desconstrucionistas mais extremos

consideraram que existe uma certa limitação nos modos de leitura possíveis, uma vez que os textos são redigidos, não num vazio linguístico mas num quadro linguístico concreto. Os textos são redigidos de maneiras diferentes, que traduzem diferentes valores culturais, diferentes categorias intelectuais e diferentes modos de utilização. A desconstrução permite-nos encontrar todos os sentidos que quisermos, sem que, no entanto, tenhamos o direito de valorizar e de sustentar qualquer um deles como autêntico, atitude que é considerada um engano por parte do leitor desprevenido.

Apesar das dificuldades que existem no estudo das fontes, os historiadores das ciências creem que é possível captar uma parte do sentido que os autores pretendiam transmitir. Isso, porém, constitui um anátema para aqueles que não acreditam que a suficiência técnica é capaz de eliminar a subjectividade e a imprecisão que são inerentes à leitura dos textos. A interpretação histórica é posta de lado, é considerada uma quimera com que se consolam aqueles que não são capazes de enfrentar um mundo sem sentido [Tosh 1999]. No melhor dos casos, os partidários destes pontos de vista admitiriam que o passado poderia ser organizado numa multiplicidade de histórias, exactamente como os textos admitem uma pluralidade de leituras. No entanto, uma tal possibilidade de múltiplas leituras e a impossibilidade natural de as valorizar conduzem ao problema do relativismo. Estas constatações, é claro, não constituem nada de novo. Muitos historiadores das ciências não consideram que semelhantes problemas não lhes possam ocultar seriamente as intenções daqueles que redigiram as fontes que estão a ser examinadas. Os historiadores tinham e têm plena consciência não só destas dificuldades, mas também das possibilidades que lhes dão a oportunidade de parturir dos textos não só no maior número de elementos mas também no de sentidos. Imaginemos que vamos estudar, num tal quadro, a *Carta a Cristina* ou os *Diálogos* de Galileu.

Apesar das fraquezas práticas destas teorizações, a controversia, tão recentemente, à volta desta problemática não poderia deixar de influenciar muitos dos historiadores que, de facto, discordavam radicalmente da adopção destas propostas, mas que eram capazes de distinguir algumas das possibilidades que elas lhes ofereciam para o esclarecimento da sua própria problemática. É nítido que somos actualmente muito mais sensíveis na procura do maior número possível de sentidos dos textos que estudamos. Trata-se de sentidos que eventualmente se tinham introduzido de modo subconsciente e cuja descoberta dá muitas vezes uma força e uma dinâmica acrescidas aos nossos argumentos. A determinação do discurso a que pertence qualquer um dos

textos que estamos a estudar e a sua comparação com outros discursos conhecidos enriqueceu as formas como abordamos o nosso material de arquivo. O modo cada vez mais fino como encaramos as fontes, a incorporação cada vez mais orgânica de elementos tirados de diferentes áreas de conhecimento, até mesmo a aceitação não só das fraquezas ingénitas, mas também das imprecisões da língua, não anulam nem o facto de que é possível extrair informações e sentidos relativos aos acontecimentos do passado, nem o facto de a língua estar, afinal, em condições de nos transmitir muitos sentidos extraordinariamente complexos dos acontecimentos históricos. Naturalmente, sobretudo os antropólogos têm convencido os historiadores das ciências de que a língua não é o agente exclusivo dos sentidos e certos estudos de História das Ciências, que têm por epicentro a vida nos laboratórios de investigação, tornaram particularmente bem-sucedida a utilização de tais sugestões antropológicas. Os historiadores das ciências têm plena consciência de que as fontes não lhes "falam" de um modo directo, de que escolhem os factos e não os utilizam a todos conjuntamente, de que a interpretação histórica é influenciada pelo presente e pelo conhecimento ulterior, bem como de que cada narração histórica depende de princípios estéticos, das ideias políticas e das decisões tomadas convictamente pelos historiadores. Na prática, estes problemas são enfrentados e delimitados em dimensões que os historiadores são absolutamente capazes de gerir. E este empreendimento teve sucesso, porque desde há muitos anos que os historiadores não só desenvolveram métodos como também ganharam consciência acerca da maneira de gerir tais dificuldades. Os historiadores examinam minuciosamente as suas hipóteses e os seus valores, a fim de verificarem em que medida e como é que se relacionam, em concreto, com os seus estudos. O risco de se adaptarem os resultados da investigação às expectativas do autor fica diminuído quando são formuladas com clareza, desde o início, as hipóteses que subsequentemente serão verificadas com base nos resultados da investigação [Evans 1999].

Que não esqueçamos: as necessárias diferenças

A História das Ciências, exprime-se, obviamente, através da obra dos historiadores e acreditamos que essa obra exprime elementos da realidade do passado. Naturalmente, os historiadores podem ter cometido erros, podem estar redondamente enganados, podem ter sido desviados por ideias fixas, etc. Isso é coisa que a comunidade dos historiadores julgará. Independentemente, porém, destas interações, a concepção mais geral que caracteriza os

historiadores é a de que existe um passado em que um conjunto de acontecimentos se desenvolveu e a de que o historiador faz história, porque existe a possibilidade, uma possibilidade deficiente, insuficiente, imperfeita, pobre e problemática, mas ainda assim uma possibilidade real de captar pelo menos em parte o passado. Conforme já explicamos, os historiadores, com as suas teorias mais gerais a respeito do funcionamento das sociedades e a respeito dos comportamentos dos homens, com a sua cultura, com as suas preferências historiográficas, mas também com os seus preconceitos e com as suas orientações ideológicas, constituem uma parte orgânica e inseparável do historiador. Mais ainda, não consideramos isso um elemento negativo que deva ser eliminado. Pelo contrário, consideramos que só assim podemos chegar a interpretações do passado. Por isso têm obviamente grande importância as controvérsias sobre questões de historiografia.

Essas controvérsias obrigaram os historiadores e os historiadores das ciências a reexaminar as categorias, as hipóteses e os métodos de ambas as disciplinas. Estas novas problemáticas e as novas possibilidades, pelo menos na História das Ciências, não invalidaram uma distinção fundamental: a *distinção* entre as fontes primárias e as secundárias continua a ser um dos princípios básicos da História das Ciências. Trata-se de um princípio constitutivo da História das Ciências, uma vez que a sua eliminação invalida uma diferença característica sobre a qual assenta a investigação histórica. Nas fontes primárias encontram-se as primeiras formulações de novas ideias, as primeiras argumentações sobre a formação de teorias, as medições experimentais, as tentativas de formação de métodos de cálculo, as publicitações de resultados, etc. Nas fontes primárias encontram-se, igualmente, os elementos representativos do funcionamento diário dos cientistas e as características idiossincráticas da sua prática; adicionalmente as fontes primárias ajudarão a revelar as características das suas colectividades. É obviamente um erro considerar que nas fontes primárias se ocultam as “verdades” do passado e que a única coisa necessária para revelar essas verdades é a detecção e a leitura dessas fontes. Ora, a sua leitura não é assunto simples. É extraordinariamente difícil formar uma imagem sobre as intenções dos que redigiram os textos e, além disso, os sentidos da linha utilizada na redacção do texto modificaram-se – em muitos casos radicalmente. Recapitulemos: as mais gerais convicções políticas, éticas, ideológicas ou filosóficas dos historiadores estão (deverão estar) fatalmente impressas nas perguntas formuladas e no modo de abordar as fontes, e daí resulta que elas influenciam obviamente a formação de um quadro interpretativo.

A avaliação dos limites restritivos colocados pelas fontes constitui o grande desafio feito aos historiadores e determina, em muitos casos, a sua

criatividade, uma vez que é quase impossível escrever-se História das Ciências se não se entender as restrições que as próprias fontes colocam. A expectativa de que cada fonte “esconde” um sentido verdadeiro único e inatável, que enquanto historiadores somos chamados a descobrir, constitui um dos muitos, e eventualmente um dos mais significativos, dogmas ideológicos da “história objectiva”, da “disciplina científica que é a história”, etc. Por outro lado, naturalmente, não podemos atribuir às fontes o sentido que quisermos. Estamos comprometidos com as palavras, as quais não admitem sentidos infinitos. Ora, as limitações impostas pelo texto às possibilidades interpretativas foram colocadas, em grande medida, pelo autor inicial. Tão enganador é tentarmos encontrar as verdadeiras intenções do autor, a fim de as adoptarmos como interpretações verdadeiras das perguntas que colocamos, como enganador é ignorarmos as intenções dos autores das nossas fontes e encararmos essas fontes como textos a analisar segundo o mesmo modo de análise dos textos literários, a fim de se formar um conjunto de leituras, tendo como único critério as palavras, os seus sentidos e as correlações entre eles.

A enorme importância das fontes primárias deve-se, entre outras coisas, ao facto de a sua leitura determinar, de cada vez, um complexo de limitações particular. Trata-se das limitações impostas pelas próprias fontes e que são evidenciadas através da sua leitura. Apesar do facto de existir uma certa diferenciação de pontos de vista sobre a questão de saber o que é que são fontes primárias e fontes secundárias, a maioria esmagadora dos historiadores das ciências concorda em que esta distinção é válida. Governar-nos-emos aqui com a definição que demos no capítulo 3. As fontes primárias são aquelas que foram produzidas no período pelo qual o historiador se interessa, ao passo que as fontes secundárias foram, em regra, produzidas mais tarde. Desejava sublinhar a *distinção* que deve fazer-se entre as duas espécies de fontes, os papéis completamente diferentes que desempenham no estudo da história e os critérios valorativos completamente diferentes que os historiadores estabelecem para avaliar as duas espécies diferentes de fontes. A ênfase posta na distinção entre as duas espécies de fontes não significa uma diferente valorização e uma hierarquização entre elas. Cada espécie desempenha uma função completamente diferente, é diferente a espécie de informações que retiramos de cada uma e são diferentes os seus papéis no procedimento que escolhemos a fim de darmos respostas às nossas perguntas.

A segunda distinção que nos interessa é a distinção entre o estudo das fontes enquanto material que remete para acontecimentos verdadeiros e o seu estudo feito com base exclusivamente nas normas de leitura dos textos literários. A eliminação desta *distinção* apresenta, para alguns, um fascínio interessante do

ponto de vista teórico mas, pelo menos para a História das Ciências, parece ser particularmente catastrófica. Existe uma tendência no sentido de tratar a leitura das fontes de tal modo que as intenções dos seus autores e as condições em que elas foram escritas sejam consideradas, no melhor dos casos, elementos secundários. É impossível fazer História das Ciências, se não compreendermos as intenções daqueles que redigiram as fontes, se não compreendermos os modos como as pessoas do passado formaram estratégias de solução de problemas, de formulação de teorias, de validação de esquemas teóricos ou de consagração de técnicas experimentais. Muitas das fontes primárias na História das Ciências são textos escritos com palavras e símbolos matemáticos e, embora, obviamente, pudessem ser lidos com base nas regras de leitura dos textos literários, uma tal abordagem isolá-las da sua localização espacial-temporal – e isso é catastrófico para o exercício da História das Ciências. Seria um erro sustentar que nenhuma fonte admite tais leituras. É mesmo possível que existam casos de que resultem elementos particularmente interessantes se para muitas das fontes não se aplicar a distinção em que insisto.

A distinção entre fontes primárias e secundárias, bem como a distinção entre a abordagem das fontes enquanto textos onde está impressa uma determinada spatiotemporalidade histórica e a abordagem das fontes enquanto textos cujo sentido é independente da sua localização temporal e espacial são, creio eu, duas *distinções interligadas* absolutamente fundamentais para o exercício da História das Ciências. Trata-se de duas distinções indicativas de uma convicção que considera ser possível a produção de conhecimento histórico que exprima – até certo ponto, obviamente – as causas dos acontecimentos do passado. Insisto na ênfase que deve ser posta nestas distinções e que não significa de modo nenhum que devo mostrar uma preferência absoluta por um género de fontes ou de leituras. Pelo contrário, ao insistir nestas distinções, estamos a reforçar o pluralismo, tão necessário, de que precisamos na História das Ciências.

As duas distinções em que insisto constituem condições necessárias para fazermos história. Tal como acontece com tantos outros critérios, não constituem, obviamente, condições suficientes. Seguramente que a insistência nestas distinções não é o critério exclusivo para que uma pessoa faça boa História das Ciências. Um dos elementos, pelo menos metodologicamente benéficos, da insistência em distinções concretas consiste precisamente no facto de elas *não serem susceptíveis* de se aplicarem de maneira absoluta e dogmática. A insistência em distinções concretas permite-nos investigar possíveis desvios da sua parte. O apego às distinções oferece-nos também a possibilidade de investigar os seus limites. A sua incorporação na prática do historiar e a sua

aceitação como elemento formativo constituem também o pressuposto para a investigação das possibilidades de serem ultrapassadas. Não é, porém, possível adoptar o princípio que remete os desvios – que, de resto, se verificam em todas as regras metodológicas – para princípios que substituem as regras. As excepções e os desvios não invalidam as regras, as possibilidades de ultrapassarmos estas distinções não as suprimem. Pelo contrário, conduzem a elaborações ainda mais interessantes.

A concepção de que a problemática evidenciada pelas controvérsias relativamente recentes sobre a historiografia trouxe apenas males e desgraças é não só injusta mas também errada. Desde logo, e quase por definição, não é possível que uma controvérsia tão intensa como a dos últimos anos, e que reconhecidamente agitou as águas e não deixou ninguém indiferente, não tenha trazido também os seus benefícios. Em resultado dessa controvérsia verificaram-se, pois, influências extraordinariamente fecundas na história em geral e na História das Ciências em especial. Os historiadores das ciências foram obrigados a procurar mais informações a partir das suas fontes, tomaram consciência de que elas exprimem muito mais coisas do que aquelas que julgavam lá existir. As conclusões dos estudos sobre a retórica dos textos científicos constituíram uma surpresa agradável, particularmente porque julgávamos que os textos científicos, o modelo por excelência do pensamento racional, não necessitavam do recurso a estratégias retóricas para serem convincentes. Os historiadores das ciências foram levados ao alargamento da sua temática e o estudo de muitos temas que eram considerados marginais conduziu a novas e particularmente interessantes reabordagens de outros temas, relativamente aos quais muitos já não acreditavam que houvesse margem para uma análise mais avançada. As funções dos cientistas no laboratório, a transmissão e o papel do conhecimento tácito e, em geral, a multicomplexidade da vida quotidiana no laboratório são alguns dos temas cujo estudo redefiniu a problemática relativa aos laboratórios, os quais, enquanto historiadores das ciências, considerávamos que tinham um funcionamento normalizado e que, em todo o caso, não eram assim tão “importantes” em relação às peripécias da teoria no desenvolvimento das ciências. Os historiadores das ciências foram obrigados a reflectir sobre as ideias que tinham formado a respeito dos textos e das suas narrações. A comunicação sem a utilização de palavras, ou seja, o papel dos diagramas e das imagens na formação da linguagem científica, revelou-se muito mais determinante do que julgávamos. Os historiadores das ciências foram obrigados a submeter a sérias provas e críticas os seus métodos e procedimentos, e isso conduziu a abordagens e conclusões mais finas. Durante muitas décadas, a narração dos factos do passado e a análise dos trabalhos

científicos foram o objecto quase exclusivo dos historiadores da ciência. As controvérsias sobre o carácter e as características da ciência, assim como a contribuição oriunda de diversos ramos do conhecimento, tais como a antropologia social, para a investigação de questões relativas à História das Ciências, conduziram a orientações metodológicas extraordinariamente fecundas e a narrativas inovadoras. Conforme já fizemos notar, igualmente importante é a validação e a aceitação do papel dos pontos de vista ideológicos e mesmo políticos dos próprios historiadores na redacção da história, bem como do papel que o presente desempenha na formação da obra histórica – sem que isso signifique a aceitação do anacronismo. Tudo isto conduziu ao alargamento da audiência da História das Ciências – ou seja, contribuiu para que a História das Ciências chegasse muito perto da História e tivéssemos, pela primeira vez, obras que podem ser lidas por um número muito maior de pessoas e não apenas pela reduzida audiência de especialistas.

Bibliografía

- “A national report on studies in history of science in India (1990-93): based on a report presented in the 19th International Congress of History of Science at Zaragoza, Spain on August 22-29, 1993”, *Indian Journal of the History of Science* 30, 75-86.
- Aaserud, F. (1995), “Spunilk and the ‘Princeton Three’: The National Security Laboratory That Was Not to Be”, *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 25, 185-240.
- Abir-Am, P. (1995), “New trends in the history of molecular biology”, *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 26, 167-196.
- Académie des Sciences (France) (1939), *Index biographique des membres et correspondants de l’Académie des Sciences de 1666 à 1939* (Paris: Gautier Villars).
- Acot, P. (1999), *L’Histoire des Sciences* (Paris: PUF).
- Adams, F. D. (1956), *The Birth and Development of the Geological Sciences* (New York: Dover).
- Agassi, J. (1963), *Towards a Historiography of Science* (‘s Gravehange: Mouton).
- Aiton, E. J. (1972), *The Vortex Theory of Planetary Motions* (Amsterdam: Elsevier).
- Alcoff, L., Potter, E. (orgs.) (1993), *Feminist Epistemologies* (New York: Routledge).
- Alder, K. (1997), *Engineering the Revolution: Arms and Enlightenment in France 1763-1815* (Princeton: Princeton University Press).
- Amann, K. (1989), “Thinking through talk: An ethnographic study of a molecular biology laboratory”, *Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Culture Past and Present* 8, 3-26.
- Ankersmit, F. (1989), “Historiography and post-modernism”, *History and Theory* 28, 137-153.
- Appleby, J., Hunt, L., Jacob, M. (orgs.) (1994), *Telling the Truth About History* (New York: W. W. Norton).
- Arabatzis, T. (1992), “The Discovery of the Zeeman Effect: A Case Study of the Interplay between Theory and Experiment”, *Studies in History and Philosophy of Science* 23, 365-388.
- Arabatzis, T. (1994), “Rational versus Sociological Reductionism: Imre Lakatos and the Edinburgh School”, in Gavroglu, Christianidis, Nicolaidis (1994), 177-192.

- Arjomand, K. (1997), "The emergence of scientific modernity in Iran: controversies surrounding astrology and modern astronomy in the mid-nineteenth-century", *Bulletin of the Society for Iranian Cultural and Social Studies* 30, 25-40.
- Arnold, T., Guillaume, A. (1947), *The Legacy of Islam* (Oxford: Oxford University Press).
- Asdrakhas, S. (1983), em grego: [Questões de História (Atenas: Themelio).]
- Attridge, D., Bennington, G., Young, R. (orgs.) (1987), *Post-Structuralism and the Question of History* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Austin, W. H. (1970), "Isaac Newton on Science and Religion", *Journal of the History of Ideas* 31, 521-542.
- Aveni, A. F. (1989), *Empires of time: calendars, clocks and culture* (New York: Basic Books).
- Baldwin, N. (1995), "The Laboratory Notebooks of Thomas Edison", *Scientific American* 273, 160-165.
- Bann, S. (1984), *The Clothing of Cliv: A Study of the Representation of History in Nineteenth Century Britain and France* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Barnes, B. (1974), *Scientific Knowledge and Sociological Theory* (Boston: Routledge & Kegan Paul).
- Barnes, B. (1977), *Interest and the Growth of Knowledge* (Boston: Routledge & Kegan Paul).
- Barnes, B., Bloor, D. (1982), "Relativism, Rationalism and the Sociology of Knowledge", in Hollis e Lukes (1982), 21-47.
- Barnes, B., Bloor, D., Henry, J. (1996), *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis* (Chicago: University of Chicago Press).
- Baxandall, M. (1985), *Patterns of Intention: On the historical explanation of pictures* (New Haven: Yale University Press).
- Bechler, Z. (1974), "Newton's 1672 optical controversies: A study in the grammar of scientific dissent", in: *Interaction between science and philosophy*, Y. Elkana (org.), 115-142 (Atlantic Highlands, N. J.: Humanities Press).
- Bellone, E. (1990), "Science and history of science", in Levere e Shea (1990), 307-320.
- Ben-David, J. (1965), "The Scientific Role: The Conditions of its Establishment in Europe", *Minerva* 4, 15-54.
- Ben-David, J. (1991), *Scientific Growth: Essays on the social organization and ethos of science, supervisão e comentários de G. Freudenthal* (Berkeley: California University Press).
- Bennett, J. A. (1975), "Christopher Wren: Astronomy, Architecture, and the Mathematical Sciences", *Journal for the History of Astronomy* 6, 149-184.
- Bensaude-Vincent, B., Abbri, F. (orgs.) (1995), *Lavoisier in a European context* (Canton, Mass.: Science History Publications).
- Beretta, M. (1992), "The historiography of chemistry in the 18th century: A preliminary survey and bibliography", *Ambix* 39, 1-10.
- Bernal, J. D. (1970), *Science in History*, 4 vols. (Cambridge, Mass.: MIT Press). Edição portuguesa *Ciência na História* (Lisboa - Livros Horizonte, 1975-1978).
- Berry, A. (1961), *A Short History, of Astronomy, From Earliest Times Through the Nineteenth Century* (New York: Dover Publications). (Primeira edição 1898.)
- Beyerchen, A. B. (1977), *Scientists under Hitler: Politics and the Physics Community in the Third Reich* (New Haven, Conn.: Yale University Press).
- Beyler, R. H. (1996), "Targeting the organism: The scientific and cultural context of Pascual Jordan's quantum biology 1932-1947", *Isis* 87, 248-273.
- Biagioli, M. (1993), *Galileo Courter: The Practice of Science in the Culture of Absolutism* (Chicago: University of Chicago Press). Edição Portuguesa: *Galileu Correste, a Prática da Ciência na Cultura do Absolutismo* (Porto: Porto Editora, 2006).
- Biagioli, M., (org.) (1999), *The Science Studies Reader* (New York: Routledge).
- Bijker, W., Hughes E., Thomas P., Pinch, T. J. (orgs.) (1987), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and the History of Technology* (Cambridge, Mass.: MIT Press).
- Blackwell, R. J. (1991), *Galileo, Bellarmine and the Bible, including a translation of letter on the motion of the earth* (Notre Dame, Indiana: Notre Dame University Press).
- Bloch, M. (1954), *The Historians' Craft* (Manchester: Manchester University Press).
- Bloor, D. (1976), *Knowledge and Social Imagery* (Chicago: University of Chicago Press).
- Bloor, D. (1984), "A Sociological Theory of Objectivity", in *Objectivity and Cultural Divergence*, Brown S. C. (org.), 229-245 (Cambridge: Cambridge University Press).

- Blouet, B. W. (orig.) (1981), *The Origins of Academic Geography in the United States* (Hamden, Conn.: Archon).
- Blue, G. (1998), "Joseph Needham, heterodox Marxism, and the social background to Chinese science", *Science and Society* 62, 195-217.
- Blumentberg, H. (1987), *The Genesis of the Copernican World* (Cambridge, Mass.: MIT Press).
- Boas [Hall], M. (1962), *The Scientific Renaissance, 1450-1630* (London: Harper & Row).
- Boas Hall, M. (1966), "Sources of the History of the Royal Society in the 17th Century", *History of Science* 5, 62-76.
- Bos, H. J. M. (1993), *Lectures in the History of Mathematics* (Philadelphia: American Mathematical Society & London Mathematical Society).
- Boyer, C. B. (1959), *The History of the Calculus and its Conceptual Development* (New York: Dover Publications).
- Boyer, C. B. (1988), *History of Analytic Geometry* (Princeton Junction, NJ: The Scholar's Bookshelf). (Primeira edição 1956.)
- Boyer, J. L. (1998), "Fish stories: 100 years at Mount Desert Island Biological Laboratory", *Transactions of the American Clinical and Climatological Association* 109, 73-83.
- Brain, R. M. (1993), *Going to the Fair: Readings in the Culture of Nineteenth Century Exhibitions* (Cambridge: Whipple Publications).
- Braudel, F. (1980), *On History* (Chicago: Weidenfeld and Nicholson).
- Bray, F. (1996), "Joseph Needham, 9 December 1900-24 March 1995", *Isis* 87, 312-317.
- Brenner, A. (1990), *Duhem: Science, réalité, et appartenance: La relation entre philosophie et histoire dans l'œuvre de Pierre Duhem*, com uma introdução de Maurice Boudot (Paris: Vrin).
- Brock, W. (1992), *The Fontana History of Chemistry* (London: Fontana Press).
- Bronowski, J. (1974), *The Ascent of Man* (New York: Little, Brown).
- Brooke, J. H. (1991), *Science Religion: Some historical perspectives* (Cambridge: Cambridge University Press). Edição Portuguesa: *Ciência e Religião. Algumas Perspectivas Históricas* (Porto: Porto Editora, 2003).
- Brooke, J. H. (1999), "Does the history of science have a future?", *British Journal for the History of Science* 32, 1-20.
- Brown, H. (1934), *Scientific Organizations in 17th Century France, 1620-1680* (Baltimore: Johns Hopkins Press).
- Brown, H. (1960), "The Renaissance and Historians of Science", *Studies in the Renaissance* 7, 27-42.
- Bruke, P. (1997), *Varieties of Cultural History* (London: Polity).
- Bruno, J. (1995) [em grego: *Breve História das Técnicas*: Trad. de Christina Afriandóni (Atenas: Instituto Cultural E.T.B.A: Banco da Grécia de Desenvolvimento Industrial).]
- Brush, S. G. (1978), *The Temperature of History: Phases of Science and Culture in the Nineteenth Century* (New York: Franklin).
- Brush, S. G. (1995), "Scientists as historians", *Osiris* 10, 215-231.
- Brush, S. G. (2000), "Thomas Kuhn as a historian of science", *Science and Education* 9, 39-58.
- Brush, S. G., Landsberg H. E., Collins M. (1985), *The History of Geophysics and Meteorology: An Annotated Bibliography* (London: Garland Publishing).
- Brunton, E. (1982), *The history of clocks and watches* (New York: Crescent Books).
- Buchdahl, G. (1965), "A Revolution in Historiography of Science", *History of Science* 4, 55-69.
- Buchwald, J. (1985), *From Maxwell to Microphysics: aspects of electromagnetic theory in the last quarter of the nineteenth century* (Chicago: Chicago University Press).
- Buchwald, J. (1994), *The Creation of Scientific Effects: Heinrich Hertz and electric waves* (Chicago: Chicago University Press).
- Buchwald, J. (org.) (1995), *Scientific practice, theories and stories of doing physics* (Chicago: Chicago University Press).
- Buchwald, J., Swerdlow, N. M. (1994), "Eloge: Stillman Drake, 24 December 1910 - 6 October 1993", *Isis* 85, 663-666.
- Buchwald, J., Warwick, A. (orgs.) (2001), *Histories of the Electron: The birth of microphysics* (Cambridge, Mass.: MIT Press).
- Bulloch, W. (1938), *History of Bacteriology* (New York: Dover Publications).
- Burchfield, J. D. (1975), *Lord Kelvin and the Age of the Earth* (New York: Science History Publication).
- Burkert, W. (1972), *Love and Science in Ancient Pythagoreanism*. Tradução de L. Edwin, Jr. Minar (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Burt, E. A. (1967), *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (London: Humanities Press) (Primeira edição 1932).
- Butterfield, H. (1980), *The Origins of Modern Science 1300-1800* (London: Bell and Hyman), Edição portuguesa: *As Origens da Ciência Moderna* (Lisboa: Edições 70, 1991).

- Cabral, R. (1996), "Herbert Butterfield (1900-79) as a Christian historian of science", *Studies in History and Philosophy of Science* 27, 547-564.
- Calvert, M. A. (1967), *The Mechanical Engineer in America, 1830-1910*. Professional Cultures in Conflict (Baltimore: Johns Hopkins University Press).
- Caneva, K. L. (1998), "Objectivity, relativism, and the individual: A role for a post-Kuhnian history of science", *Studies in History and Philosophy of Science* 29, 327-344.
- Cantor, G. N., Hodge, M. J. S. (orgs.) (1981), *Conceptions of Ether: Studies in the History of Ether Theories, 1740-1900* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Candwell, D. (1994), *The Fontana History of Technology* (London: Fontana).
- Carr, E. H. (2001), *What is History?* Com introdução de Richard Evans e notas de Carr sobre as alterações que entendeu acrescentar na segunda edição (London: Palgrave).
- Cartwright, F. (1977), *A Social History of Medicine* (London: Longman).
- Caspar, M. (1959), *Kepler*. Trad. de C. Doris Hellman (London: Abelard-Schuman).
- Castiglioni, A. (1958), *A History of Medicine*. Trad. E. B. Krunnhaar (New York: A. A. Knopf).
- Certeau, M. (1988), *The Writing of History* (New York: Columbia University Press).
- Chemla, K. (1996), "What is the content of this book? A plea for developing history of science and history of text jointly", *Philosophy and the History of Science* 4, 1-46.
- Chimisso, C. (2000), "Hélène Metzger: the history of science between the study of mentalities and total history", *Studies in History and Philosophy of Science* 32A, 203-241.
- Christensen, D. Ch. (org.) (1993), *European Historiography of Technology* (Odense, Denmark: Odense University Press).
- Christianidis, G. (2003) [Em grego: *Temas da História das Matemáticas* (Heracleia: Edições Universitárias de Creta)].
- Christianidis, L., Dialetis, D., Gavroglu, K. (2002), "Having a Knack for the Non-Intuitive: Aristarchus's Heliocentrism through Archimedes's Geocentrism", *History of Science* 40, 147-168.
- Christianson, J. R. (1973), "Copernicus and the Lutherans", *Sixteenth Century Journal* 4, 1-10.
- Christie, J. R. R. (1993), "Aurora, Nemesis and Clio", *The British Journal for the History of Science* 26, 391-405.
- Clagett, M. (1957), *Greek Science in Antiquity* (London: Abelard-Schuman).
- Clagett, M. (1959a), *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison: University of Wisconsin Press).
- Clagett, M. (org.) (1959b), *Critical problems in the History of Science* (Madison: University of Wisconsin Press).
- Clagett, M. (1968), *Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions. A treatise on the Uniformity and Diffirmity of Intensities Known as tractatus de configurationibus qualitatum et motuum* (Madison, Wisconsin: Publications in Medieval Science).
- Clagett, M. (1979), *Studies in Medieval Physics and Mathematics* (London: Variorum).
- Clagett, M., Post, G., Reynolds, R. (orgs.) (1961), *Twelfth Century Europe and the Foundations of Modern Society* (Madison: Wisconsin University Press).
- Clark, J. T. (1959), "The Philosophy of Science and the History of Science", in Clagett (1959b), 103-140.
- Clark, M. H. (1993), "Suppressing Innovation: Bell Laboratories and Magnetic Recording", *Technology and Culture* 34, 516-538.
- Clark, W. (1995), "Narratology and the history of science", *Studies in History and Philosophy of Science* 26, 1-71.
- Clay, R. S., Court, T. H. (1978), *The History of the Microscope* (Boston: Longwood Press).
- Clericuzio, A. (1994), "The internal laboratory: The chemical reinterpretation of medical spirits in England (1650-1680)", in *Alchemy and chemistry in the 16th and 17th centuries*, Piyo Rattansi, Antonio Clericuzio (orgs.), 51-83 (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Cohen, H. F. (1994), *The Scientific Revolution: a Historiographical Inquiry* (Chicago: University of Chicago Press).
- Cohen, I. B. (1957), *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia: American Philosophical Society).
- Cohen, I. B. (1969), "Isaac Newton's Principia, the Scriptures, and the Divine Providence, in *Philosophy, Science and Method*, Sidney Morgenbesser (org.), 523-548 (New York: St. Martin's Press).
- Cohen, I. B. (1985a), *The Birth of a new Physics* (New York: Norton).

- Cohen, I. B. (1985b), *Revolution in Science* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Cohen, I. B. (org.) (1990), *Puritanism and the Rise of Modern Science: The Merton Thesis* (New Brunswick: Rutgers University Press).
- Cohen, I. B. (1999), "A Guide to Newton's Principia", texto de introdução em: *Newton* (1999).
- Cole, F. J. (1975), *History of Comparative Anatomy: From Aristotle to the 18th Century* (New York: Dover Publications).
- Collingwood, R. G. (1946), *The Idea of History* (Oxford: Oxford University Press).
- Collins, H. M. (1992), *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, 2.^a ed. (Chicago: University of Chicago Press).
- Conant, J., Haugeland, J. (orgs.) (2000), *The Road since Structure*. Thomas S. Kuhn, *Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview* (Chicago: Chicago University Press).
- Conference (1955), *Proceedings of the American Philosophical Society* 99, 327-354.
- Controversies. *Science in Context* (1998), 11, 147-325.
- Copernicus, Nicolaus (1971), *Three Copernican Treatises: The Commentaries of Copernicus, the Letter Against Werner, the Narratio Prima of Rhetoric*. Tradução do latim e supervisão de E. Rosen (New York: Octagon).
- Copernicus, Nicolaus (1978), *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*. Tradução e comentários de E. Rosen (Baltimore: Johns Hopkins University Press).
- Cosslett, T. (org.) (1984), *Science and Religion in the 19th Century* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Coyne, G. V., Hoskin M. A., Pedersen, O. (orgs.) (1983), *Gregorian Reform of the Calendar* (Vatican City).
- Crawford, E. T. (1992), *Nationalism and Internationalism in Science, 1880-1939: Four studies of the Nobel population* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Creese, M. R. S. (1998), *Ladies in the laboratory? American and British women in science, 1800-1900: A survey of their contributions to research* (com a contribuição de T. M. Creese) (Lanham, Md.: Scarecrow Press).
- Crombie, A. C. (org.) (1963), *Scientific Change. Historical Studies in the Intellectual, Social and Technical Conditions for Scientific Discovery and Technical Invention, from Antiquity to the Present*. Symposium on the History of Science, University of Oxford, 9-15 July 1961 (London: Heinemann).
- Crombie, A. C. (1979), *Agustine to Galileo. Science in the Middle Ages 5th to 13th centuries*, 2 volumes (London: Heinemann).
- Crombie, A. C. (1994), *Styles of scientific thinking in the European tradition: the history of argument and explanation especially in the mathematical and biomedical sciences and arts*, 3 vols. (London: Duckworth).
- Crowther, J. G. (1960), *Francis Bacon, the First Statesman of Science* (London: Crescent Press).
- Crowther, J. G. (1974), *The Cavendish Laboratory 1874-1974* (New York: Science History).
- Cueto, M. (1994), "Laboratory styles in Argentine physiology", *Isis* 85, 228-246.
- Cunningham, A., Williams, P. (orgs.) (1992), *The Laboratory. Revolution in Medicine* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Cuomo, S. (2000), *Pappus of Alexandria and the mathematics of late antiquity* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Cushing, J. (1990), *Theory construction and selection in modern physics. the S-Matrix* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Damerow, P., McLaughlin, P., Freudenthal, G., Renn, J. (1992), *Exploring the limits of preclassical mechanics: a study in the conceptual development in early modern science* (Berlin: Springer Verlag).
- D'Arcy, P. F. (1999), *Laboratory on the Nile: a history of the Wellcome Tropical Research Laboratories* (London: Pharmaceutical Products Press).
- Darnton, R. (1968), *Mesmerism and the End of the Enlightenment in France* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Darnton, R. (1979), *The Business of Enlightenment: A published history of the Encyclopedic 1775-1800* (Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press).
- Darnton, R. (1984), *The Great Car Massacre and Other Episodes in French Cultural History* (New York: Basic Books).
- Darwin, Charles (1975), *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Reprodução da 1.^a edição de 1859, com introdução de E. Mayr (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Das, A. (1998), "History of science and technology in India: quicksands of paradigm", *Indian Journal of the History of Science* 33, 239-247.
- Daston, L. (1998), "The nature of nature in early modern Europe", *Configurations* 6, 149-172.

- Daston, L., Galison, P. (1992), "The Image of Objectivity", *Representations* 40, 81-128.
- Dauben, J. W. (1985), *The History of Mathematics From Antiquity to the Present: A Selective Bibliography* (London: Garland Publishing).
- Daumas, M. (org.) (1979), *A History of Technology and Invention: Progress Through the Ages*, 3 vols. Vol. I: *The Origins of Technological Civilization*. Vol. II: *The First Stages of Mechanization*. Vol. III: *The Expansion of Mechanization*, 1725-1860 (New York: Crown).
- David I. (1993), "Copernican Revolution revisited: paradigm, metaphor and incommensurability in the history of science – Blumenberg's response to Kuhn and Davidson", *History of the human sciences* 6(4), 11-35.
- David, F. N. (1962), *Games, Gods and Gambling: The Origins and History of Probability and Statistical Ideas from the Earliest Times to the Newtonian Era* (New York: Hafner).
- De Maria, M., Lanniello, M. G., Russo, A. (1991), "The discovery of cosmic rays: Rivalries and controversies between Europe and the United States", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 22, 165-192.
- Dear, P. (1995a), "Cultural history of science: An overview with reflections", *Science, Technology, and Human Values* 20, 150-170.
- Dear, P. (1995b), *Discipline and experience: the mathematical way in the scientific revolution* (Chicago: Chicago University Press).
- Debus, A. G. (1971), "The History of Chemistry and the History of Science", *Amibix* 18, 169-177.
- Debus, A. G. (1978), *Man and Nature in the Renaissance* (Cambridge: Cambridge University Press). Edição portuguesa: *O Homem e a Natureza no Renascimento* (Porto: Porto Editora, 2002).
- Denhard, W. G. (1992), "The Start of the Laboratory: The Beginnings of the M. I. T. Instrumentation Laboratory", *IEEE Aerospace and Electronics Systems Magazine* 7, 6-13.
- Dennis, M. A. (1991), *A Change of State: The Political Cultures of Technical Practice at the MIT Instrumentation Laboratory and the Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, 1930-1945* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press).
- Dennis, M. A. (1994), "Our First Line of Defense: Two University Laboratories in the Postwar American State", *Isis* 85, 427-455.
- Deutsches Museum (1988), *Guide through the collections* (München: Beck).
- DeVorkin, D. H. (1982), *The History of Modern Astronomy and Astrophysics: A Selected, Annotated Bibliography* (New York: Garland Publishing).
- Dialektis, D., Gavroglu, K. (1998), "Appropriating the new scientific ideas in the Greek speaking regions during the 17th and 18th Centuries" in: *Die Griechen und Europa – Außen und Innensichten im Wandel der Zeit*, H. Heppner, O. Katsiard-Hering (orgs.), Zur Kunde Südosteuropas, Band II/25 (Wien: Bohau Verlag).
- Dialektis, D., Gavroglu, K., Patinoiis, M. (1999), "Sciences in the Greek Speaking Regions during the 17th and 18th Centuries: The process of appropriation and the dynamics of reception and resistance", in Gavroglu K. (org.), *The Sciences in time European Periphery During the Enlightenment*, 41-71 (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Diana, C. (1972), *Invisible Colleges* (Chicago: University of Chicago Press).
- Dijksterhuis, E. J. (1961), *The Mechanization of the World Picture*. Tradução de C. Dikshoorn da primeira edição em holandês (Oxford: Oxford University Press).
- Diogo, M. P., Carneiro, A., Simões, A. (2000), "Sources for the history of science in Portugal: one possible option", *Coros* (Valencia, Spain) 3, 115-141.
- Dobbs, B., Teeter, J. (1976), *The Foundations of Newton's Alchemy or 'The Hunting of the Greene Lyon'* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Donovan, A. (1993), *Antoine Lavoisier: Science, administration, revolution* (Oxford: Blackwell).
- Doolley, L. (1916), "Psychoanalytic Studies of Genius", *American Journal of Psychology* 27, 263-416.
- Dostrovsky, S. (1975), "Early Vibration Theory: Physics and Music in the 17th Century", *Archive for History of Exact Sciences* 14, 169-218.
- Drake, S. (1957), *Discoveries and opinions of Galileo* (New York: Doubleday).
- Drake, S. (1966), "The Accademia dei Lincei", *Science* 151, 1194-1200.
- Drake, S. (1975), "The Role of Music in Galileo's Experiments", *Scientific American* 232, 98-104.
- Drake, S. (1976), *The unsung journalist and the origin of the telescope* (Los Angeles: Zeitlin, Ver Brunge).
- Drake, S. (1978), *Galileo at Work: His Scientific Biography* (Chicago: University of Chicago Press).
- Drake, S. (1980), *Galileo* (Oxford: Oxford University Press).
- Drake, S. (1994), "Theory and practice in early modern physics", in Gavroglu, Christianidis, Nikolaidis (1994), 15-30.

- Drake, S., Drabkin, I. E. (supervisão e trad.) (1969), *Mechanics in Sixteenth Century Italy: Selections from Tartaglia, Benedetti, Guido Ubaldo and Galileo* (Madison: University of Wisconsin Press).
- Dreyer, J. L. E. (1953), *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (New York: Dover Publications) (Primeira edição 1906).
- Dreyer, J. L. E. (1977), *Tycho Brahe: A Picture of Scientific Life and Work in the Sixteenth Century* (Gloucester, Mass.: Peter Smith).
- Duhem, P. (1913-1959), *Le Système du Monde: Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, 10 vols. (Paris: Hermann).
- Duhem, P. (1980), *The evolution of mechanics*, com prólogo de G. Orvas. Trad. de Michael Cole (Alphen aan den Rijn, The Netherlands: Sijthoff & Noordhoff).
- Duhem, P. (1988), *The physicist as artist: The landscapes of Pierre Duhem. Seleção de textos e prólogo de Stanley L. Jaki* (Edinburgh: Scottish Academic Press).
- Duhem, P. (1990), *Sozain ta phainomena: essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, com introdução de Paul Brouzeng (Paris: Librairie philosophique J. Vrin).
- Duhem P. (1991), *The origins of statics: The sources of physical theory*. Tradução do francês de Grant F. Leneaux, Victor N. Vagliente, Guy H. Wagnier. Com um prólogo de Stanley L. Jaki (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Duhem, P. (1996), *Essays in the history and philosophy of science*. Tradução e edição com um prólogo de Roger Ariew e Peter Barker (Indianapolis, Ind.: Hackett).
- Duby, G. (1995) [Em grego: *A História Continua*. Tradução do francês de P. Stavridu-Patriku (Atenas: Olkos)].
- Ede, A. (1993), "When is a tool not a tool? Understanding the role of laboratory equipment in the early colloidal chemistry laboratory", *Ambix* 40, 11-24.
- Eisenstein, E. L. (1979), *The Printing Press as an Agent of Change: Communications and Cultural Transformations in Early Modern Europe* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Elton, G. R. (1969), *The Practice of History*, com um prólogo de Richard Evans (Oxford: Blackwells).
- Engelhardt, H. T., Caplan, A. (orgs.) (1987), *Scientific controversies: case studies in the resolution and closure of dispute in science and technology* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Ermath, E. D. (1992), *Sequel to History: Postmodernism and the Crisis of Representational Time* (Princeton: Princeton University Press).
- European CHEIRON Proceedings (1983-1988), *Studies in the History of Psychology and the Social Sciences: Proceedings of the Meeting of CHEIRON, European Society for the History of the Behavioral and Social Sciences* (Leiden: Psychologisch Instituut van der Rijksuniversiteit).
- Evans, R. J. (1989), *In Hitler's Shadow. West German Historians and the Attempt to Escape from the Nazi Past* (London: I. B. Tauris).
- Evans, R. J. (1997), *Rereading German History: From Unification to Reunification 1800-1996* (London: Routledge).
- Evans, R. J. (1999), *In Defense of History* (New York: W. W. Norton).
- Faraday, M. (1932-1936), *Faraday's diary: being the various philosophical notes of experimental investigation made by Michael Faraday... during the years 1820-1862 and bequeathed by him to the Royal Institution of Great Britain, now by order of the managers, printed and published for the first time, under the editorial supervision of Thomas Martin with a foreword by Sir William H. Bragg* (London: Bell).
- Faraday, M. (1991), *Michael Faraday's "chemical notes, hints, suggestions and objects of pursuit" of 1822*, D. Gooding e R. Tweney (orgs.) (London: Peter Peregrinus).
- Farber, P. (1982), *The Emergence of Ornithology as a Scientific Discipline: 1760-1850* (Dordrecht: Reidel).
- Faure-Fremiet, E. (1966), "Les Origines de l'Académie des Sciences de Paris", *Notes and Records of the Royal Society of London* 21, 20-31.
- Favaro, A. (1968), *Le Opere di Galileo Galilei*, 21 vols. (Firenze: G. Barbera) (Primeira edição 1890-1909).
- Feldhay, R. (1995), *Galileo and the church, Political inquisition or critical dialogue?* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Felt, U. (1992), "Striking gold in the 1990s: The discovery of high-temperature superconductivity and its impact on the science system", *Science, Technology, and Human Values* 17, 506-531.
- Ferruolo, S. C. (1985), *The Origins of the University: The Schools of Paris and their critics, 1100-1215* (Stanford: Stanford University Press).
- Feyerabend, P. (1975), *Against Method* (London: New Left Books). Edição portuguesa: *Contra o Método* (Lisboa: Relógio d'Água, 1993).

- Feyerabend, P. (1978), *Science in a Free Society* (London: New Left Books).
- Findlen, P. (1998), "Between carnival and Lent: the scientific revolution at the margins of culture", *Configurations* 6, 243-267.
- Fink, K. J. (1991), *Goethe's history of science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Finocchiaro, M. A. (1977), "Logic and scholarship in Koyré's historiography", *Physis* 19, 5-27.
- Finocchiaro, M. A. (1989), *The Galileo Affair, a documentary history* (Berkeley: The University of California Press).
- Fisch, M. (1991), *William Whewell, philosopher of science* (Oxford England, New York: Clarendon Press).
- Fleck, L. (1979), *Genesis and Development of a Scientific Fact*, T. J. Trean e R. Merton (orgs.) (Chicago: University of Chicago Press).
- Fontenelle, Bernard le Bouvier de (1969), *Éloges des académiciens avec l'histoire de l'Académie Royale des Sciences en MDCCXCIX, avec un discours préliminaire sur l'utilité des mathématiques*, 2 vols. (Bruxelles: Culture et Civilization).
- Fores, M. (1985), "Newton on a horse: A critique of the historiographies of 'technology' and 'modernity'", *History of Science* 23, 351-378.
- Fores, M. (1994), "Hanlet without the Prince: The Strange Death of Technical Skill in Histories", *History of Technology* 16, 161-184.
- Forman, P. (1987), "Behind Quantum Electronics: National Security as Basis for Physical Research in the United States, 1940-1960", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 18, 149-229.
- Forman, P. (1991), "Independence, not transcendence, for the historian of science", *Isis* 82, 71-86.
- Foucault, M. (1972), *The Archaeology of Knowledge and the Discourse on Language*. Trad. de A. M. Sheridan Smith (New York: Pantheon Books).
- Fowler, D. H. (1990), *The Mathematics of Plato's Academy: A New Reconstruction* (Oxford: Clarendon Press).
- Fox, R. (1971), *The Caloric Theory of Gases from Lavoisier to Regnault* (Oxford: Oxford University Press).
- Fox, R. (1998), "Laboratories, workshops, and sites: Concepts and practices of research in industrial Europe, 1800-1914", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 29, 55-139.
- Frank, J. (org.) (1991-1996), *The correspondence of Michael Faraday*, 4 vols. (London: Institute of Electrical Engineers).
- Franklin, A. (1986), *The Neglect of Experiment* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Franklin, A. (1981), "Millikan's published and unpublished data on oil drops", *Historical Studies in the Physical Sciences* 11, 185-201.
- Fryngsmyr, T. (1975), "Science or history: George Sarton and the positivist tradition in the history of science", *Lychnos* 104-144.
- Fryngsmyr, T. (1985), "History of science in Scandinavia", *Archives Internationales d'histoire des sciences* 35, 400-407.
- Gallie, Galileo (1890-1909), ver Favaro (1968).
- Gallie, Galileo (1954), *The Two New Sciences* (New York: Dover) (Primeira edição 1638).
- Gallie, Galileo (1957), *Discoveries and Opinions of Galileo*. Tradução e notas de S. Drake (New York: Doubleday Anchor Books).
- Gallie, Galileo (2001), *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems Ptolemaic and Copernican*. Tradução de S. Drake, prólogo de A. Einstein e introdução de J. Heilbron (New York: Modern Library) (Primeira edição em italiano 1632).
- Garrison, P. (1987), *How Experiments End* (Chicago: University of Chicago Press).
- Garrison, P. (1997), *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics* (Chicago: University of Chicago Press).
- Garrison, P., Stump, D. (orgs.) (1996), *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts and Power* (Stanford: Stanford University Press).
- Garfinkel, S. L. (1999), *Architects of the Information Society: Thirty-Five Years of the Laboratory for Computer Science at MIT* (Cambridge: MIT Press).
- Gascoigne, R. M. (1985), *A Historical catalogue of Scientific Periodicals, 1665-1900, with a Survey of their Development* (London: Garland Publishing).
- Gassendi, P. (1972), *The Selected Works of Pierre Gassendi*, com supervisão e tradução de Craig B. Brush (London: Johnson Reprint).
- Gauja, P. (1949), "L'Académie Royale des Sciences (1666-1793)", *Revue d'Histoire des Sciences*, 2, 293-310.
- Gavroglu, K. (1989), "Observability and Simplicity: When are particles elementary?" *Synthese* 79, 543-557.
- Gavroglu, K. (1990a), "Differences in style as a way of probing the context of discovery", *Philosophia* 45, 53-75.
- Gavroglu, K. (1990b), "The reaction of the British physicists and chemists to Van Der Waals's early work and the law of corresponding states", *Historical Studies in the Physical Sciences* 20, 200-237.

- Gavroglu, K. (1995a), *Fritz London (1900-1954). A Scientific Biography, com um epílogo de John Bardeen, Prêmio Nobel da Física em 1956 e 1972* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Gavroglu, K. (1995b), "The 'nemesis' of James Dewar", *Proceedings of the Royal Institution* 43, 28-44.
- Gavroglu, K. (1997), "Philosophical Issues in the History of Chemistry", *Synthese* 111, 283-304.
- Gavroglu, K. (2000a), "The Sciences at the European Periphery during the Enlightenment: Transmission versus Appropriation", in *Science and Power: The Historical Foundations of Research Policies in Europe*, L. Guzzetti (org.) (Brussels: European Communities).
- Gavroglu, K. (org.) (2000b), "Theoretical chemistry in the making: appropriating concepts and legitimizing techniques", in *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics* 31B, 429-609.
- Gavroglu, K. (org.) (2000b), "Theoretical Chemistry in the making: Appropriating concepts and legitimizing techniques", in *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics*, 31 B, 429-609.
- Gavroglu, K., Christanidis, J., Nicolaidis, E. (orgs.) (1994), *Trends in the History of Science* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Gavroglu, K., Goudaroulis, Y. (1984), "Some Methodological and Historical Considerations in Low Temperature Physics. The Case of Superconductivity 1911-1957", *Annals of Science* 41, 135-149.
- Gavroglu, K., Goudaroulis, Y. (1986), "Some Methodological and Historical Considerations in Low Temperature Physics II: The case of Superfluidity", *Annals of Science* 43, 137-146.
- Gavroglu, K., Goudaroulis, Y. (1989), *Methodological Aspects in the Development of Low Temperature Physics 1881-1957: Concepts out of Context(s)* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Gavroglu, K., Goudaroulis, Y. (orgs.) (1991), "The Remarkable Work of Le Gentleman du zero absolu" in *Through Measurement to Knowledge: The Selected Papers of Heike Kamerlingh Onnes 1853-1926*, 1-94 (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 1991).
- Gavroglu, K., Simões, A. (1994), "The Americans, the Germans and the beginnings of quantum chemistry: The confluence of diverging traditions", *Historical Studies in the Physical Sciences* 25, 47-110.
- Gavroglu, K., Simões, A. (1999), "Quantum chemistry qua applied mathematics. The contributions of Charles Alfred Coulson (1910-1974)", *Historical Studies in the Physical Sciences* 29, 363-406.
- Gavroglu, K., Stachel, J., Wartofsky, M. (orgs.) (1994), *Science, Politics and Social Practices, in honor of Robert S. Cohen* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Gavroglu, K., Stachel, J., Wartofsky, M. (orgs.) (1995), *Physics, Philosophy and the Scientific Community, in honor of Robert S. Cohen* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Gavroglu, K., Dialetis, D., Christianidis, J. (2001) [Em grego: "Aristarco e o Heliocentrismo: Uma Nova Avaliação das Tradições Não-Geocêntricas na Astronomia Grega Antiga", *Neusis*, 10, 3-44].
- Geertz, C. (1993), *The Interpretation of Cultures: Selected Essays* (London: Fontana).
- Geikie, A. (1897), *The Founders of Geology* (London: MacMillan and Co.).
- Geison, G. (1995), *The Private Science of Louis Pasteur* (Princeton: Princeton University Press).
- Geison, G. L., Holmes F. L. (orgs.) (1993), "Research schools: Historical reappraisals", *Osiris* 8, 1-248.
- Gerald, L'E. (1980), *Essays on the history of the microscope* (Oxford: Senecio Publishers).
- Gerrish, B. A. (1968), "The Reformation and the Rise of Modern Science", in *The Impact of the Church Upon its Culture: reappraisals of the history Christianity*, Jerald C. Brauer (org.), 231-265.
- Giere, R. N., Westfall, R. S. (orgs.) (1972), *Foundations of Scientific Method: The Nineteenth Century* (Bloomington: Indiana University Press).
- Gillispie, C. C. (1947), "Physick and Philosophy: A Study of the Influence of the College of Physicians of London upon the Foundations of the Royal Society", *Journal of Modern History* 19, 210-225.
- Gillispie, C. C. (1960), *The Edge of Objectivity* (Princeton: Princeton University Press).
- Gillispie, C. C. (1980), *Science & Polity in France at the End of the Old Regime* (Princeton: Princeton University Press).
- Gillispie, C. C. (org.) (1970-1980), *Dictionary of Scientific Biography*, 16 vols. (New York: Scribner).
- Gingerich, O. (1993), *The Eye of Heaven. Ptolemy, Copernicus, Kepler* (New York: American Institute of Physics).
- Glick, T. F. (1985), "George Sarton and the Spanish Arabists", *Isis* 76, 487-499.

- Golinski, J. (1985), "Styles of Scientific Reasoning", in *Post Analytic Philosophy*, J. Rajchman, W. Cornel (orgs.), 145-163 (New York: Columbia University Press).
- Golinski, J. (1992), *Science as Public Culture: Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Golinski, J. (1998a), *Is Science Multicultural? Postcolonialist? Feminisms and Epistemologies* (Bloomington: Indiana University Press).
- Golinski, J. (1998b), *Making natural knowledge: Constructivism and the history of science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Gooday, G. (1991), "Nature in the laboratory: Domestication and discipline with the microscope in Victorian life science", *British Journal for the History of Science* 24, 307-341.
- Gooday, G. (1998), "The premises of premises: Spatial issues in the historical construction of laboratory credibility", in *Making space for science: Territorial themes in the shaping of knowledge*, C. Smith, J. Agar (orgs.), 216-245 (London: Macmillan).
- Goodman, D., Russell, C. (orgs.) (1991), *The Rise of Scientific Europe 1500-1800* (Kent: Hodder & Stoughton).
- Graham, L. R. (1985), "The socio political roots of Boris Hessen: Soviet Marxism and the history of science", *Social Studies of Science* 15, 705-722.
- Grant, E. (1972), *Physical Science in the Middle Ages* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Grant, E. (1974), *A source book of medieval science* (Cambridge, Mass: Harvard University Press).
- Grant, E. (1997), "In memoriam: Richard S. Westfall 1924-1996", *Archives internationales d'histoire des sciences* 47, 389-392.
- Grattan-Guinness, I. (orgs.) (1994), *Companion Encyclopedia of the History and Philosophy of the Mathematical Sciences*, 2 vols. (London: Routledge).
- Grattan-Guinness, I. (1997), *The Fontana History of Mathematics* (London: Fontana Press).
- Greaves, R. L. (1969), "Puritanism and Science: The Anatomy of a Controversy", *Journal of the History of Ideas* 30, 345-368.
- Gruenik, M. D. (2001), "Définition du domaine propre de l'histoire des sciences et considérations sur ses rapports avec la philosophie des sciences", *History and philosophy of the life sciences* 23, 5-12.
- Guetaac, H. (1961), *Lavoisier the crucial year: the background and origin of his first experiments on combustion in 1772* (Ithaca: Cornell University Press).
- Guetaac, H. (1963), "Some Historical Assumptions of the History of Science", in Crombie 1963, 797-812.
- Guetaac, H. (1977), *Essays and papers in the History of Modern Science* (Baltimore: Johns Hopkins University Press).
- Guetaac, H. (1981), *Newton on the Continent* (Ithaca: Cornell University Press).
- Guetaac, H., Jacob, M. C. (1969), "Bentley, Newton, and Providence (The Boyle Lectures once more)", *Journal of the History of Ideas* 30, 307-318.
- Gutting, G. (org.) (1980), *Paradigms and Revolutions: Applications and Appraisals of Thomas Kuhn's Philosophy of Science* (Notre Dame: University of Notre Dame Press).
- Hacking, I. (1983), *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Hacking, I. (1988), "The participant irrealist at large in the laboratory", *British Journal for the Philosophy of Science* 39, 277-294.
- Hacking, I. (1992), "Style for historians and philosophers", *Studies in History and Philosophy of Science* 23, 1-20.
- Hacking, I. (1999), *The Social Construction of What?* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Hag, S. N. (1996), "Western approaches to the scientific legacy of Islam: From appropriation to evaluation", *Islamic Thought and Scientific Creativity* 7, 23-36.
- Hahn, R. (1965), "Reflections on the History of Science", *Journal of the History of Philosophy* 3, 235-242.
- Hahn, R. (1971), *The Anatomy of a Scientific Institution: The Paris Academy of Sciences, 1666-1803* (Berkeley: University of California Press).
- Hahn, R. (1980), *Bibliography of Quantitative Studies on Science and its History* (Berkeley: University of California Press).
- Hakfoort, C. (1991), "The missing syntheses in the historiography of science", *History of Science* 29, 207-216.
- Hall, A. R. (1954), *The Scientific Revolution 1500-1800: the formation of the modern scientific attitude* (London: Longman).
- Hall, A. R. (1959), "The Scholar and the Craftsman in the Scientific Revolution", in Clagett 1959, 3-23.
- Hall, A. R. (org.) (1960-1978), *The correspondence of Isaac Newton*, 7 vols. (Cambridge: Cambridge University Press).

- Hall, A. R. (1963), "Merton Revisited, or Science and Society in the 17th Century", *History of Science* 2, 1-15.
- Hall, A. R. (1980), *Philosophers at war: the quarrel between Newton and Leibniz* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Hall, A. R. (1981), *From Galileo to Newton* (London: Dover Publications).
- Hall, A. R. (1983), *The Revolution in Science, 1500-1750* (London: Longman).
- Hall, A. R. (1992), *Isaac Newton: Adventurer in Thought* (Oxford: Blackwell).
- Hall, A. R. (1994), "Entrevista com Scott Mandelbrote", *Metascience* 5, 64-84.
- Hall, A. R., Boas Hall, M. (1964), *A Brief History of Science* (London: Signet Library Books).
- Hall, T. S. (1969), *History of General Physiology*, 600 B. C. to A. D. 1900, 2 vols. (Chicago: University of Chicago Press).
- Hallam, A. (1989), *Great geological controversies* (Oxford: Oxford University Press).
- Hamarnah, S. (1977), "George Sarton (1884-1956) and the Arabic-Islamic legacy", *Journal of the History of Arabic Science* 1, 299-318. Hankins, T. L. (1979), "In Defence of Biography: The Use of Biography in the History of Science", *History of Science* 17, 1-16.
- Hankins, T. L. (1985), *Science in the Enlightenment* (Cambridge: Cambridge University Press). Edição portuguesa: *Ciência e Iluminismo* (Porto: Porto Editora, 2002).
- Hannaway, O. (1986), "Laboratory design and the aim of science: Andreas Libavius versus Tycho Brahe", *Isis* 7, 585-610.
- Harmann, P. M. (1982), *Energy, Force, and Matter: The Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Harrison, C. (1934), "Ancient Atomists and English Literature of the 17th Century", *Harvard Studies in Classical Philology* 45, 1-79.
- Harwood, J. (1993), *Styles of scientific thought: the German genetics community 1900-1933* (Chicago: Chicago University Press).
- Hashimoto, K. (1995), "Joseph Needham (1900-1995)", *Historia scientiarum* 5, 215-219.
- Haskins, C. H. (1957), *The Rise of the Universities* (Ithaca, New York: Cornell University Press).
- Haskins, C. H. (1927), *The Renaissance of the Twelfth Century* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Heath, T. L. (1913), *Aristarchus, the Ancient Copernicus* (Oxford: Clarendon Press).
- Heath, T. L. (1921), *A History of Greek Mathematics*, 2 vols. (Oxford: Clarendon Press).
- Heilbron, J. L. (1979), *Electricity in the Seventeenth and Eighteenth Centuries: A Study of Early Modern Physics* (Berkeley: University of California Press).
- Heilbron, L. L. (1982), *Elements of Early Modern Physics* (Berkeley: University of California Press).
- Heilbron, J. L. (1988), "Science and Technology in U. S. History Textbooks: What's There and What Ought to Be There", *Reviews in American History* 16, 173-185.
- Heilbron, L. L. (1998), "Thomas Samuel Kuhn, 18 July 1922-17 June 1996", *Isis* 89, 505-515.
- Heilbron, L. L., Seidel, R. W. (1989), *Lawrence and his laboratory: a history of the Lawrence Berkeley laboratory* (Berkeley: California University Press).
- Heilbron, J. L. (1999), *The Sun in the church. Cathedrals as Solar Observatories* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Heimann, P. M. (1994) [Em grego: *As Revoluções Científicas*. Trad. de H. Markolephas, *Neusis* 1, 19-49.]
- Henry, J. (1997), *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* (London: Macmillan).
- Hermann, A. et al. (1987-1996), *History of CERN* (Amsterdam: Elsevier).
- Hessen, B. (1931), "The Social and Economic Roots of Newton's *Principia*", in *Science at the crossroads: Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology*. Held in London from June 29th to July 3rd, 1931, by the Delegates of the USSR, 149-212 (London).
- Hexter, J. H. (1979), *On Historians: reappraisals of some of the makers of modern history* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Hill, C. (1964), "Puritanism, Capitalism, and the Scientific Revolution", *Past and Present* 29, 88-97.
- Hill, C. (1965a), "Science, Religion, and Society in the 16th and 17th centuries", *Past and Present* 32, 110-112.
- Hill, C. (1965b), *Intellectual Origins of the English Revolution* (Oxford: Clarendon Press).
- Hill, C. (1975), *Change and Continuity in Seventeenth Century England* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).

- Hill, C. (1986), *Society and Puritanism in pre-Revolutionary England* (New York: Penguin).
- Hobsbawm, E. (1971), "From Social History to the History of the Society", *Daedalus* 100, 20-45.
- Hobsbawm, E. (1997), *On History* (London: Weidenfeld and Nicolson).
- Hoddeson, L. (1983), "Establishing KEK in Japan and Fermilab in the U. S.: Internationalism, nationalism, and high energy accelerators", *Social Studies of Science* 13, 1-48.
- Hoddeson, L. (1987), "The first large-scale application of superconductivity: The Fermilab energy doubler, 1972-1983", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 18, 25-54.
- Hoddeson, L. (1993), *Critical Assembly: A Technical History of Los Alamos during the Oppenheimer Years: 1943-1945* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Holl, J. M. (1997), *Argonne National Laboratory, 1946-96*. Com o auxílio de Richard G. Hewlett e Ruth R. Harris. Com um prólogo de Alan Schrieffer (Urbana: University of Illinois Press).
- Hollis, M., Lukes, S. (orgs.) (1982), *Rationality and Relativism* (Oxford: Blackwell).
- Holmes, F. L. (1985), *Lavoisier and the chemistry of Life: An Exploration of Scientific Creativity* (Wisconsin: University of Wisconsin Press).
- Holmes, F. L. (1987), "Scientific writing and scientific discovery", *Isis* 78, 220-235.
- Holmes, F. L., (1989), "The complementarity of teaching and research in Liebig's laboratory" *Sirris* 5, 121-164.
- Holmes, F. L. (1993), "The old martyr of science: the frog in experimental physiology", *Journal of the History of Biology* 26, 311-328.
- Holmes, F. L. (1995), "The boundaries of Lavoisier's chemical revolution", *Revue d'Histoire des Sciences* 48, 9-48.
- Holton, G. (1973), *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Holton, G. (1978), "Subelectrons, presuppositions and the Millikan-Ehrenhaft dispute", *Historical Studies in the Physical Sciences* 9, 161-224.
- Home, R. W. (1993), "Learning from buildings: Laboratory design and the nature of physics", in *Non-verbal communication in science prior to 1900*, Renato G. Mazzolini (org.), 587-608 (Firenze: Olschki).
- Home, R. W., Gittins, M. J. (1984), *The History of Classical Physics: A Selected, Annotated Bibliography* (London: Garland Publishing).
- Hooykaas, R. (1972), *Religion and the Rise of Modern Science* (Edinburgh: Scottish Academic Press).
- Hooykaas, R. (1974), "Calvin and Copernicus", *Organon* 10, 139-148.
- Hooykaas, R. (1987), "The Rise of Modern Science: When and Why?", *British Journal of History of Science* 20, 453-473.
- Hoppen, K. T. (1976), "The Nature of the Early Royal Society", *Journal of the History of Science* 9, 1-24, 243-273.
- Horwich, P. (org.) (1995), *World Changes, Thomas Kuhn and the Nature of Science* (Cambridge, Mass.: MIT Press).
- Hoskin, M. A. (org.) (1980), *General History of Astronomy* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Hoyningen-Huene, P. (1993), *Reconstructing Scientific Revolutions: Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science*. Tradução do alemão por A. T. Levine (Chicago: Chicago University Press).
- Hoyningen-Huene, P. (2001), "Thomas Kuhn und die Wissenschaftsgeschichte", *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 24, 1-12.
- Hoyrup, J. (1999), "A historian's history of ancient Egyptian science", *Physis* 36, 1237-1255.
- Hufbauer, K. (1982), *The Formation of the German Chemical Community, 1720-1795* (Berkeley: University of California Press).
- Huff, T. E. (1993), *The Rise of Early Modern Science, Islam, China and the West* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Hughes, J. (1998), "Modernists with a vengeance: Changing cultures of theory in nuclear science, 1920-1930", *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics* 29, 339367.
- Hughes, T. P. (1983), *Networks of Power: Electrification in the Western Society, 1880-1930* (New York: Viking).
- Hughes, T. P. (1986), "The seamless web: Technology, science, etcetera, etcetera", *Social Studies of Science* 16, 281-292.
- Hull, D. L. (1973), *Darwin and His Critics: The Reception of Darwin's Theory of Evolution by the Scientific Community* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Hunt, L. (org.) (1989), *The New Cultural History* (Berkeley: California University Press).

- Hunter, M. C. W. (1982), *The Royal Society and its fellows 1660-1700, the morphology of an early scientific institution* (London: British Society for the History of Science).
- Iggers, G., (1985) *New Directions in European Historiography* (London: Methuen).
- Ilde, A. (1964), *The Development of Chemistry* (New York: Harper and Row).
- Iliffe, R. (1992), "Rhetorical vices: Outlines of a Feyerabendian history of science", *History of Science* 30, 199-219.
- Jacob, J. R. (1974), "Robert Boyle and Subversive Religion in the Early-Restoration", *Albion* 6, 275-293.
- Jacob, J. R. (1975), "Restoration, Reformation, and the Origins of the Royal Society", *History of Science* 13, 155-176.
- Jacob, J. R., Jacob M. C. (1976), "Seventeenth Century Science and Religion: The State of the Argument", *History of Science* 14, 196-207.
- Jacob, M. C. (1976a), "Millenarianism and Science in the Late 17th Century", *Journal of the History of Ideas* 37, 355-342.
- Jacob, M. C. (1976b), *The Newtonians and the English Revolution, 1689-1720* (Ithaca: Cornell University Press).
- Jacob, M. C. (1997), "Constructing, deconstructing, and reconstructing the history of science", *Journal of British Studies* 36, 459-467.
- Jaki, S. L. (1984), *Uneasy genius: The life and work of Pierre Duham* (The Hague: Nijhoff).
- Jaki, S. L. (1989), "The physicist and the metaphysician", *New Scholasticism* 63, 183-205.
- Jaki, S. L. (1991), *Scientist and Catholic. An essay on Pierre Duham* (Front Royal, Virginia: Christendom Press).
- Jaki, S. L. (1992), *Reluctant heroine: The life and work of Hélène Duham* (Edinburgh: Scottish Academic Press).
- James, F. A. J. L. (org.) (1989), *The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilization* (London: Macmillan).
- James, F. A. J. L. (1991), *The Correspondence of Michael Faraday* (London: Institution of Electrical Engineers).
- Jardine, N. (1997), *The mantle of Muller and the ghost of Goethe: Interactions between the sciences and their histories* (Rochester, N.Y.: University of Rochester Press).
- Jardine, N. (2000), "Koyré's Kepler / Kepler's Koyré", *History of Science* 38, 363-376.
- Jenkins, K. (1991), *Re-Thinking History* (London: Routledge).
- Jenkins, K. (org.) (1997), *The Postmodern History Reader* (London: Routledge).
- Johnson, L. (1994), *Oak Ridge National Laboratory: The First Fifty Years* (Knoxville: University Tennessee Press).
- Johnson, R. R. (1940), "Gresham College: Precursor of the Royal Society", *Journal of the History of Ideas* 1, 413-438.
- Jones, R. F. (1961), *Ancients and Moderns: A Study of the Rise of the Scientific Movement in 17th century England* (London: Dover).
- Jordanova, L. (1993), "Gender and the historiography of science", *British Journal for the History of Science* 26, 469-483.
- Jordanova, L. (2000), *History in Practice* (London: Arnold).
- Jungnickel, C., McCormmach, R. (1986), *Intellectual Mastery of Nature, Theoretical Physics from Ohm to Einstein*, 2 vols. (Chicago: Chicago University Press).
- Jungnickel, C., McCormmach, R. (1996), *Cavendish* (Philadelphia: American Philosophical Society).
- Kay, L. E. (1988), "Laboratory technology and biological knowledge: the Tiselius electrophoresis apparatus, 1930-1945", *History and Philosophy of the Life Sciences* 10, 51-72.
- Kaye, H. J. (1995), *British Marxist Historians: an Introductory Analysis* (New York: St. Martin's Press).
- Kearney, H. F. (1964), "Puritanism, Capitalism, and the Scientific Revolution", *Past and Present* 28, 81-101.
- Kearney, H. F. (1965), "Puritanism and Science: Problems of Definition", *Past and Present* 31, 104-110.
- Keller, E. F. (1985), *Reflections on Gender and Science* (New Haven: Yale University Press).
- Keller, E. F., Longino, H. (org.) (1996), *Feminism and Science* (Oxford: Oxford University Press).
- Kelley, D. R. (1990), "What is happening to the history of ideas?", *Journal of the History of Ideas* 51, 3-25.
- Kelley, D. (1997), *History and the disciplines: The reclassification of knowledge in early modern Europe* (Rochester, New York: Rochester University Press).
- Kemsley, D.S. (1968), "Religious Influences in the Rise of Modern Science: A Review and Criticism, Particularly of the 'Protestant-Puritan Ethic Theory'", *Annals of Science* 24, 199-226.

- Kepler, Johannes (1992), *New Astronomy*. Tradução do latim de W. H. Donahue (Cambridge: Cambridge University Press).
- Kepler, Johannes (1993), *The Harmony of World*. Tradução do latim de E. J. Aiton, A. M. Duncan, J. V. Field (Chicago: Chicago University Press).
- Kim, D. W. (2002), *Leadership and creativity: a history of the Cavendish Laboratory, 1871-1919*, Archimedes. New studies in the history and philosophy of science and technology, 5 vols. (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers)
- King, H. (1979), *The history of the telescope* (New York: Dover).
- Kinsella, W. J. (1998), "Communication and the construction of knowledge in a scientific community: An interpretive study of the Princeton University, Plasma Physics Laboratory", *Dissertation Abstracts International* 58: 2461-A.
- Klein, J. (1992), *Greek Mathematical Thought and the Origin of Algebra*. Trad. de E. Brann (New York: Dover).
- Kleinert, A. (1999), "Histoire des sciences et histoire nationale: manipulation, conflit ou dialogue? L'historiographie des sciences en Allemagne", *Scientiarum historia* jaarg 25, 91-102.
- Kleinman, D. L. (1998), "Untangling context: Understanding a university laboratory in the commercial world", *Science, Technology, and Human Values* 23, 285-314.
- Knoorr, W. R. (1975), *The Evolution of Euclidean Elements* (Dordrecht: Reidel).
- Knoorr, W. R. (1993), *The Ancient Tradition of Geometric Problems* (New York: Dover).
- Knoorr-Cetina, K. (1981), *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Contextual Nature of Science* (New York: Pergamon Press).
- Koeppel, T. A. (1974), "Benzene-structure controversies, 1865-1920", *Dissertation Abstracts International* 34, 7694-A.
- Koestler, A. (1968), *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe*, com uma introdução de H. Butterfield (London: Penguin).
- Kohler, R. E., (1993), "Drosophila: a life in the laboratory", *Journal of the History of Biology* 26, 281-310.
- Koyré, A. (1943), "Galileo and Plato", *Journal of the History of Ideas* 4, 400-428.
- Koyré, A. (1956), "The Origins of Modern Science: A New Interpretation", *Diogenes* 16, 1-22.
- Koyré, A. (1957), *From the Closed World to the Infinite Universe* (Baltimore: Johns Hopkins University Press). Edição portuguesa: *Do Mundo Fechado ao Universo Infinito* (Lisboa: Gradiva, 1987).
- Koyré, A. (1961), *Études d'histoire de la pensée scientifique* (Paris: Colin).
- Koyré, A. (1963), "Commentary on H. Guerlac's 'Some Historical Assumptions of the History of Science'", in Crombie (1963), 847-857.
- Koyré, A. (1968b), *Metaphysics and measurement: essays in scientific revolution* (London: Chapman & Hall).
- Koyré, A. (1968), *Newtonian studies* (Chicago: University of Chicago).
- Koyré, A. (1978), *Galileo studies*. Tradução do francês de John Mepham (Hassocks, Sussex: Harvester Press).
- Koyré, A. (1986), *De la mystique à la science: Cours, conférences et documents, 1922-1962*. Pietro Redondi (org.) (Paris: École des Hautes Études en Sciences Sociales).
- Koyré, A. (1991) [Em grego: *Cultura Ocidental: O Florescimento da Ciência e da Técnica*. Trad. de B. Kalphas, Z. Sarikas (Avenas: Ypsilon)].
- Koyré, A. (1992), *The astronomical revolution: Copernicus, Kepler, Borrelli*. Trad. de R. E. W. Maddison (New York: Dover).
- Kragh, H. (1987), *An introduction to the historiography of science* (Cambridge: Cambridge University Press). Edição portuguesa: *Introdução à História da Ciência da Física* (Porto: Porto Editora, 2003).
- Kreimer, P., Lugones, M. (2003), "Pioneers and victims: the birth and death of Argentina's first molecular biology laboratory", *Mimnera* 41, 47-69.
- Kubrin, D. (1967), "Newton and the Cyclical Cosmos: Providence and the Mechanical Philosophy", *Journal of the History of Ideas* 28, 325-346.
- Kuhn, T. S. (1957), *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press). Edição portuguesa: *A Revolução Copernicana* (Lisboa: Edições 70, 1990).
- Kuhn, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: Chicago University Press).
- Kuhn, T. S. (1968), "The History of Science", in *International Encyclopedia of the Social Sciences* XIV, D. L. Sills (orgs.), 74-83 (New York: McMillan).
- Kuhn, T. S. (1970), "Alexandre Koyré and the History of Science: On an Intellectual Revolution", *Encounter* 34, 67-69.
- Kuhn, T. S. (1971), "The Relations between History and History of Science", *Daedalus* 100, 271-304.
- Kuhn, T. S. (1976), "Mathematical vs. Experimental Traditions in the Development of Physical Science", *Journal of Interdisciplinary History* 7, 1-32.

- Kuhn, T. S. (1977), *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change* (Chicago: University of Chicago Press). Edição portuguesa: *A Tensão Essencial* (Lisboa: Edições 70, 1989).
- Kuhn, T. S. (1978), *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity, 1894-1912* (Oxford: Oxford University Press).
- Kuhn, T. S. (1984), "Professionalization Recollected in Tranquility", *Isis* 75, 29-32.
- Kuhn (1995), ver Horwich (1995).
- Langford, J. J. (1971), *Galileo Science and the Church* (Ann Arbor: University of Michigan Press).
- Latour, B. (1988), *The Pasteurization of France* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Latour, B., Woolgar, S. (1986), *Laboratory life: The construction of scientific facts, com um prólogo de Jonas Salk* (Princeton: Princeton University Press).
- Lattis, J. (1994), *Between Copernicus and Galileo: Christoph Clavius and the collapse of Ptolemaic cosmology* (Chicago: Chicago University Press).
- Laudan, R. (1993), "Histories of the sciences and their uses: a review to 1913", *History of Science* 31, 1-34.
- Laudan, R. (1995), "Natural Alliance or Forced Marriage? Changing Relations between the Histories of Science and Technology", *Technology and Culture* 36, S17-S28.
- Lavoisier, A. L. (1965), *Elements of chemistry, in a New and Systematic Order, containing all the Modern Discoveries*. Trad. de R. Kerr, com uma introdução de D. McKie (London: Dover) (Primeira edição 1790).
- Le Goff, J., Nora, P. (orgs.) (1985), *Constructing the Past: Essays in Historical Methodology* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Leicester, H. M. (1974), *Development of Biochemical Concepts from Ancient to Modern Times* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Lenoir, T. (1997), *Instituting Science: The Cultural Production of Scientific Discipline* (Stanford: Stanford University Press).
- Levere, T. H. (2001), *Transforming matter: A history of chemistry from alchemy to the buckyball* (Baltimore: Johns Hopkins University Press).
- Levere, T. H., Shea, W. R. (orgs.) (1990), *Nature, experiment, and the sciences: Essays on Galileo and the history of science in honour of Stillman Drake* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Lewis, A. C. (org.) (2000), *The History of Mathematics from Antiquity to time Present: A Selective Bibliography*. Edited by Joseph W. Dauben (New York: American Mathematical Society).
- Lilley, S. (1949), "Social Aspects of the History of Science", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 2, 376-443.
- Lindberg, D. C. (org.) (1978), *Science in the Middle Ages* (Chicago: University of Chicago Press).
- Lindberg D. C. (1997), [Em grego: *Os Começos da Ciência Ocidental. A Teoriação Filosófica, Religiosa e Institucional da Tradução Científica Europeia, 600 a. C. - 1450 d. C.* Trad. de H. Markolephas (Atenas: Edições Universitárias do E. M. P.: Instituto Politécnico de Métsvo).]
- Lindberg, D. C. (1983), *Studies in the History of Medieval Optics* (New York: Variorum).
- Lindberg, D. C., Westman, R. S. (orgs.) (1990), *Reappraisals of the scientific revolution* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Lindqvist, S. (org.) (1993), *Center on the Periphery: Historical Aspects of 20th Century Swedish Physics* (Canton, Mass.: Science History).
- Lloyd, G. E. R. (1973), *Greek science after Aristotle* (London: Chatto and Windus).
- Lloyd, G. E. R. (1979), *Magic, reason, and experience: studies in the origin and development of Greek science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Lloyd, G. E. R. (1987), *Polarity and analogy: two types of argumentation in early Greek thought* (Bristol: Bristol Classical Press).
- Lloyd, G. E. R. (1991), *Methods and problems in Greek science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Lloyd, G. E. R. (1996a), *Adversaries and authorities: investigations into ancient Greek and Chinese science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Lloyd, G. E. R. (1996b) [Em grego: *Ciência Grega Antiga. Métodos e Problemas*. Trad. de Chloe Balla (Atenas: Alexandra).]
- Lloyd, G. E. R. (2002), *The ambitions of curiosity: Understanding the world in ancient Greece and China* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Longino, H. (1990), *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry* (Princeton: Princeton University Press).
- Lynch, M. (1985), *Art and artifact in laboratory science: A study of shop work and shop talk in a research laboratory* (London: Routledge & Kegan Paul).

- Lynch, M. (1991), "Laboratory Space and the Technological Complex: An Investigation of Topical Contextures", *Science in context* 41, 81-109. Reeditado em: *Ecologies of Knowledge: Work and Politics in Science and Technology*, Susan Leigh Star (org.) (1995), 226-256 (Albany, N. Y.: SUNY Press).
- Lynch, M. (1993), *Scientific Practice and Ordinary Action: Ethnomethodology and Social Studies of Science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Lynch, M., Woolgar, S. (org.) (1990), *Representation in Scientific Practice* (Cambridge, Mass.: MIT Press).
- Lyons, H. H., Dale, H. (1968), *The Royal Society 1660-1940: A history of its administration under its charters* (New York: Greenwood Press).
- Macey, S. L. (1980), *Clocks and the cosmos: time in western life and thought* (New York: Archaon Books).
- Machamer, P., Pera, M., Baltas, A. (orgs.) (2000), *Scientific Controversies: Philosophical and Historical Perspectives* (New York: Oxford University Press).
- Mackenzie, D. (1981), *Statistics in Britain, 1865-1930: The Social Construction of Scientific Knowledge* (Edinburgh: Edinburgh University Press).
- Mahoney, M. S. (1994), *The Mathematical Career of Pierre de Fermat, 1601-1665* (Princeton: Princeton University Press).
- Manuel, F. E. (1974), *The Religion of Isaac Newton: The Fremantle Lectures 1973* (Oxford: Clarendon Press).
- Manuel, F. E. (1979), *A Portrait of Isaac Newton* (Washington: New Republic Books).
- Manuel, F. W., (1971), "The Use and Abuse of Psychology in History", *Daedalus* (Winter 1971), 187-213.
- Markley, R. (1999), "Foucault, modernity, and the cultural study of science", *Configurations* 7, 153-173.
- Martin, R. N. D. (1976), "The genesis of a medieval historian: Pierre Duhem and the origins of statics", *Annals of Science* 33, 119-129.
- Martin, R. N. D. (1991), *Pierre Duhem: Philosophy and history in the work of a believing physicist* (New York: Open Court).
- Martin, R. (1993), "Objectivity and Meaning in Historical Studies: Toward a Post-Analytic View", *History and Theory* 32, 25-50.
- Mason, S. F. (1953), "The Scientific Revolution and the Protestant Reformation", *Annals of Science* 9, 64-87, 154-175.
- Mau, J. (orgs.) (1971), *Platarchi moralia* [Platão filósofo] (874d-911c), vol. 5.2.1. (Leipzig: Teubner).
- Mayer, A.-K. (1999), "I have been very fortunate...": brief report on the BSHS Oral History Project: "The history of science in Britain, 1945-65", *British Journal for the History of Science* 32, 223-235.
- Mayer, A.-K. (2000), "Setting up a discipline: conflicting agendas of the Cambridge History of Science Committee, 1936-1950", *Studies in History and Philosophy of Science* 31, 665-689.
- Mayr, E. (1992), "Controversies in retrospect", *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* 8, 134.
- Mayr, E., Provine, W. B. (1980), *Evolutionary Synthesis: Perspectives on the Unification of Biology* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- McClellan, J. E. (1985), *Science Reorganized: Scientific Societies in the 18th Century* (New York: Columbia University Press).
- McGuire, J. E. (1973), "Newton and the Demonic Forces: Some Current Problems and Approaches in the History of Science", *History of Science* 11, 21-48.
- McGuire, L. E., Ratanasi, P. M. (1966), "Newton and the 'Pipes of Pan'", *Notes and Records of the Royal Society of London* 21, 110-143.
- Megill, A. (1989), "Recounting the Past: Description, Explanation and Narrative Historiography", *American Historical Review* 94, 627-653.
- Meinel, C. (1985), "Sarton, science, and the end of history", *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte: Organ der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte* 8, 173-179.
- Merton, R. K. (1978), *Science and technology in the 17th century England* (New Jersey: Humanities Press).
- Merton, R. K. (1985), "George Sarton: Episodic recollections by an unruly apprentice", *Isis* 76, 470-486.
- Merz, J. T. (1976), *A History of European Thought in the Nineteenth Century*, 4 volumes. Reedição da edição de 1904 (Gloucester, Mass.: Peter Smith).
- Middleton, W. E. K. (1964), *The History of the Barometer* (Baltimore: Johns Hopkins University Press).
- Middleton, W. E. K. (1972), *The Experimenters: A Study of the Academia del Cimento* (Baltimore: Johns Hopkins University Press).
- Misa, T. J. (1992), *Controversy and closure in technological change: constructing "steel"* (Cambridge, Mass.: MIT Press).

- Moore, J. R. (1979), *The post-Darwinian controversies: A study of the Protestant struggle to come to terms with Darwin in Great Britain and America, 1870-1900* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Morrell, J. (1992), "Research in physics at the Clarendon Laboratory, Oxford, 1919-1939", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 22, 263-307.
- Mosini, V. (org.) (1996), *Philosophers in the laboratory*. Proceedings of the meeting "Riflessioni epistemologiche e metodologiche sulla chimica", Roma, 1-2 December 1994 (Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti Modena, Collana di studi, 13).
- Mulligan, L. (1973), "Anglicanism, Latitudinarianism, and Science in 17th Century England", *Annals of Science* 30, 213-219.
- Munslow, A. (1997), *Deconstructing History* (London: Routledge).
- Müller-Hill, B. (2001), "Reflections on the use of interviews in the history of science: who will write the history of science", *History and Philosophy of the Life Sciences* 23, 105-116.
- Nasr, S. H. (1968), *Science and Civilization in Islam* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Nebecker, F. (1994), "Strings of experiments in high-energy physics: The up-tilon experiments", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 25, 137-164.
- Needham, J. (1954-1970), *Science and civilization in china*, 5 vols.. Vol. I: *Introductory Orientations*. Vol. II: *History of Scientific Thought*. Vol. III: *Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth*. Vol. IV: *Physics and Physical Technology*. Vol. V: *Spagyrical Discovery and Invention* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Needham, J. (1975), *A History of Embryology*. 2nd ed. Arno Pr. (repr.).
- Needham, J. (1979), *The Grand Titration: Science and Society in East and West* (University of Toronto Press).
- Nersessian, N. J. (1995), "Opening the black box: cognitive science and history of science", *Osiris* 10, 194-211.
- Netz, R. (1999), *The shaping of deduction in Greek Mathematics. A Study in Cognitive History* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Neugebauer, O. (1962), *The Exact Sciences in Antiquity* (New York: Harper & Brothers) (Primeira edição: Princeton University Press, 1952).
- Neugebauer, O. (1975), *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, 3 vols. (Berlin: Springer-Verlag).
- Newton, Isaac (1952), *Opticks* (London: Dover Publications) (Primeira edição 1704).
- Newton, Isaac (1999), *The Principia, Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Trad. de I. Bernard Cohen e Ann Whitman, introdução de I. Bernard Cohen (Berkeley: University of California Press) (Primeira edição 1687.).
- Nickles, T. (1995), "Philosophy of science and history of science", *Osiris* 10, 139-163.
- North, J. D. (1994), *The Fontana History of Astronomy and Cosmology* (London: Fontana Press).
- North, J. D. (1996), "Alistair Cameron Crombie (1915-1996)", *History of Science* 34, 245-248.
- Novick, P. (1988), *That Noble Dream: The "Objectivity Question" and the American Historical Profession* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Olby R. C., Cantor, G. N., Christie, J. R. R., Hodge, M. J. S. (1990), *Companion to the History of Modern Science* (London: Routledge).
- Olesko, K. (1995), "The Meaning of Precision: The Exact Sensibility in Early Nineteenth-Century Germany", in *The Values of Precision*. Wise, Norton (org.), 103-134 (Princeton: Princeton University Press).
- Orel, V., Harl, D. L. (1994), "Controversies in the interpretation of Mendel's discovery", *History and Philosophy of the Life Sciences* 16, 423-464.
- Osler, M. J. (1993), "Biography, culture, and science: the formative years of Robert Boyle", *History of Science* 31, 177-226.
- Osler, M. J. (1997), "Richard S. Westfall, 22 April 1924-21 August 1996", *Isis* 88, 178-181.
- Osler, M. J. (org.) (2000), *Rethinking the Scientific Revolution* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Otte, M. (1991), "Style as a historical category", *Science in Context* 4, 233-264.
- Parascandola, M. (1995), "Philosophy in the laboratory: the debate over evidence for E. J. Steele's Lamarckian hypothesis", *Studies in History and Philosophy of Science* 26, 469-492.
- Partington, J. R. (1961), *A History of chemistry*, 4 vols. (New York: St Martin's Pr.)
- Paul, H. W. (1979), *The Edge of Conitngency: French Catholic Reaction to Scientific change from Darwin to Duham* (Gainesville: University Press of Florida).
- Peetre, D. (1995), "Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques", *Annales* 50, 487-522.

- Pestre, D. (1996), "Les 'social studies of science' et leurs effets sur le travail historique", *Raison Présente* 119, 35-46.
- Petit, A. (1995), "L'héritage du positivisme dans la création de la Chaire d'Histoire Générale des Sciences au Collège de France", *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs Applications* 48, 521-556.
- Pickering, A. (1984), *Constructing Quarks: A Sociological History of Practice Physics* (Chicago: University of Chicago Press).
- Pickering, A. (org.) (1992), *Science as Practice and Culture* (Chicago: University of Chicago Press).
- Pickering, A. (1995), *The Mangle of Practice: Time, Agency and Science* (Chicago: University of Chicago Press).
- Pickstone, J. V. (1993), "Ways of knowing: towards a historical sociology of science, technology and medicine", *British Journal for the History of Science* 26, 433-458.
- Pickstone, J. V. (1995), "Past and present knowledges in the practice of the history of science", *History of Science* 33, 203-224.
- Pohlenz, M. (org.) (1950), *Plutarchi moralia* [De fácie in orbe lunae (920b-945e)], vol. 5.3 (Leipzig: Teubner).
- Portier, J. P. (1993), *Antoine Laurent de Lavoisier 1743-1794* (Paris: Pygmalion).
- Porter, R. (1983), *The History of the Earth Sciences: An Annotated Bibliography* (London: Garland Publishing).
- Porter, R. (1997), *Medicine, A History of Healing, Ancient Traditions and Modern Practices* (London: Michael O'Mara).
- Porter, R. (2002), *Blood and Guts, A Short History of Medicine* (New York: Penguin Books).
- Porter, R., Teich, M. (1992), *The Scientific Revolution in National Context* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Porter, T. M. (1995), *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life* (Princeton: Princeton University Press).
- Psychopédís, K. (1994) [Em grego: *Historia e Método*. Tradução do alemão por L. Sakali (Atenas: Smili)].
- Purkiss D. (1996), *The Witch in History. Early Modern and Twentieth Century Representations* (London: Routledge).
- Pyatt, E. (1983), *The National Physical Laboratory: A history*. Introdução de Paul Dean (Bristol: Hilger).
- Pyenson, L. (1995), "Inventory as a route to understanding: Sarton, Neugebauer, and sources", *History of Science* 33, 253-282.
- Qadir, C. A. (1988), *Philosophy and Science in the Islamic World* (London: Croom Helm).
- Ragep, J., Ragep, S. P., Livesey, S. (orgs.) (1996), *Tradition, transmission, transformation: Proceedings of two conferences on pre-modern science held at the University of Oklahoma* (New York: E. J. Brill).
- Rashed, R. (1997), "L'histoire des sciences entre épistémologie et histoire", *Historia Scientiarum* 7, 1-10.
- Ratansi, P. M. (1972), *Science and Society 1600-1900* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Recoules, A. (1997), *Une histoire du microscope: ses théoriciens, ses constructeurs, ses utilisateurs* (Paris: Moulins Allier).
- Redondi, P. (1978), *Epistemologia e storia della scienza. Le svolte teoriche da Duham a Bachelard* (Milano: Feltrinelli).
- Redondi, P. (1987), "Science: The Renaissance of a history", Proceedings of the International Conference Alexandre Koyré, Paris, Collège de France, 10-14 June 1986, *History and Technology* 4, 1-581.
- Redondi, P. (1989), *Galileo Heretic* (London: Penguin).
- Redondi, P., Pillai, P. V. (1986), *The History of Sciences, The French Debate* (New Delhi: Sangam Books).
- Reingold, N. (1991), "The peculiarities of the Americans, or, Are there national styles in the sciences?", *Science in Context* 4, 347-366.
- Restivo, S. (1996), "Joseph Needham (9 December 1900-24 March 1995)", *Social Studies of Science* 26, 7-8.
- Rheinberger, H.-J. (1992), "Experiment, difference, and writing. I: Tracing protein synthesis. II: The laboratory production of transfer RNA", *Studies in History and Philosophy of Science* 23, 305-331, 389-422.
- Rheinberger, H.-J. (1997), *Toward a history of epistemic things: Synthesizing proteins in the test tube* (Stanford, California: Stanford University Press).
- Rheinberger, H.-J. (2001), "History of science and the practices of experiment", *History and Philosophy of the Life Sciences* 23, 51-63.
- Richmond, M. L. (1997), "A lab of one's own: the Balfour Biological Laboratory for Women at Cambridge University, 1884-1914", *Istis* 88, 422-455.
- Rigby, S. H. (1987), *Marxism and History: a Critical Introduction* (Manchester: Manchester University Press).
- Robotti, N. (1995), "J. J. Thomson at the Cavendish Laboratory: The history of an electric charge measurement", *Annals of Science* 52, 265-284.

- Rudberg, F. (2002), "A consideration of Babylonian astronomy within the historiography of science", *Studies in History and Philosophy of Science* 33, 661-684.
- Roche, A. J. (1984), *Chemical atomism in the 19th century: from Dalton to Cannizzaro* (Columbus: Ohio State University Press).
- Rocke, A. J. (1994), "History and science, history of science: Adolphe Wurtz and the renovation of the academic professions in France", *Ambix* 41, 20-32.
- Roger A., Barker P. (orgs.) (1990), "Pierre Duhem: Historian and philosopher of science", *Synthese* 83, 179-453.
- Roger, J. (1993), "History of science: Problems and practices: History of science(s), history of mentalities, micro-history", *Nuncius* 8, 3-26.
- Roland, A. (1993), "Technology and War: The Historiographical Revolution of the 1980s", *Technology and Culture* 34, 117-134.
- Roll-Hansen, N. (1998), "Studying natural science without nature? Reflections on the realism of so-called laboratory studies", *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 29, 165-187.
- Rosen, E. (1960), "Galvin's Attitude toward Copernicus", *Journal of the History of Ideas* 21, 431-441.
- Rosen, E. (1984), *Copernicus and the Scientific Revolution* (Malabar, Florida: Krieger).
- Rosenberg, C.E. (1988), "Woods or trees? Ideas and actors in the history of science", *Isis* 79, 565-570.
- Ross, R. (1975), "The Social and Economic Causes of the Revolution in the Mathematical Sciences in mid-17th century England", *Journal of British Studies* 15, 46-66.
- Rothschild, J. (org.) (1983), *Machina Ex Dea: Feminist Perspectives on Technology* (London: Pergamon).
- Rouse, J. (1987) *Knowledge and Power: Toward a Political Philosophy of Science* (Ithaca, N. Y.: Cornell University Press).
- Rouse, J. (1996a), "Feminism and the Social Construction of Scientific Knowledge", in *Feminism, Science and the Philosophy of Science*, Nelson, L., H., Nelson, J. (orgs.), 195-216 (Dordrecht: Kluwer).
- Rouse, J. (1996b), *Engaging Science: How to Understand Its Practices Philosophically* (Ithaca: Cornell University Press).
- Rudwick, M. J. S. (1985a), *The Meaning of Fossils: Episodes in the History of Paleontology* (Chicago: Chicago University Press).
- Rudwick, M. J. S. (1985b), *The Great Devonian Controversy: The shaping of scientific knowledge among gentlemanly specialists* (Chicago: Chicago University Press).
- Ruse, M. (1982), *Darwinism Defended: A guide to the evolution controversies, com uma introdução de Ernst Mayr* (Reading, Mass.: Addison-Wesley).
- Russell, N. C., Tansey, E. M., Lear, P. V. (2000), "Missing links in the history and practice of science: teams, technicians and technical work", *History of Science* 38, 237-241.
- Russo, F. (1974), "Les études newtoniennes d'Alexandre Koyré", *Archives de Philosophie* 37, 107-132.
- Sabra, A. I. (1981), *Theories of Light from Descartes to Newton* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Sabra, A. I. (1996), "Situating Arabic science: locality versus essence", *Isis* 87, 654-670.
- Sachs, M. (1988), *Einstein versus Bohr: The continuing controversies in physics* (La Salle, Ill.: Open Court).
- Samso, I. (1994), *Islamic astronomy and medieval Spain* (New York: Variorum).
- Santillana, G. de (1955), *The Crime of Galileo* (Chicago: University of Chicago Press).
- Santillana, G. de (1959), "The Role of Art in the Scientific Renaissance", in *Critical Problems in the History of Science*, M. Clagett (org.), 33-65.
- Sarton, G. (1959), *A Guide to the History of Science* (Waltham, Mass.: Chronica Botanica).
- Sarton, G. (1975), *Introduction to the History of Science*, 3 vols. Vol. I: *From Homer to Omar Khayyam*. Vol. II: *From Rabbi Ben Ezra to Roger Bacon*. Vol. III: *Science and learning in the fourteenth century* (Huntington, New York: R.E. Krieger Publishers).
- Sarton, G. (1988), *The history of science and the new humanism, com notas e texto de Robert K. Merton* (New Brunswick, N. J.: Transaction Books).
- Savage-Smith, E. (1988), "Gleanings from an Arabist's workshop: Current trends in the study of medieval Islamic science and medicine", *Isis* 79, 246-272.
- Schabas, M. (1992), "Breaking away: History of economics as history of science", *History of Political Economy* 24, 187-203.

- Schaffer, S. (1988), "Astronomers mark time: Discipline and the personal equation", *Science in context* 2, 115-145.
- Schaffer, S. (1990), "Newtonianism", in Olby, Cantor, Christie, Hodge (1990), 610-626.
- Schaffer, S. (1991), "Utopia unlimited: On the end of science", *Strategies: A Journal of Theory, Culture, and Politics* 4/5, 151-181.
- Schaffer, S. (1992), "Late Victorian metrology and its instrumentation", in *Invisible connections: Instruments, Institutions, and Science*, Robert Bud, Susan E. Cozzens (orgs.), 23-56 (Bellingham, Wash.: SPIE Optical Engineering Press).
- Schaffer, S., Gooding, D., Pinch, T. (orgs.) (1989), *The Use of Experiment: Studies in the Natural Sciences* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Scheurer, P. (1986), "Sur la dimension critique de l'histoire des sciences", *Archives des Sciences* 39, 3-23.
- Schle, S. (1973), *The Edge of an Unfamiliar World: A History of Oceanography* (London: E. P. Dutton & Co).
- Schofield, R. E. (1997), *The Enlightenment of Joseph Priestley. A study of his life and work 1733-1773* (Philadelphia: Pennsylvania State University Press).
- Schuler, R. (1975), "English Scientific Poetry, 1500-1700: Prolegomena and Preliminary Check List", *Papers of the Bibliography Society of America* 69, 482-502.
- Schweber, S. (1994), *QED and the men who made it: Dyson, Feynman, Schwinger and Tomonaga* (Princeton: Princeton University Press).
- Seidel, R. W. (1986), "A home for big science: The Atomic Energy Commission's laboratory system", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 16, 135-175.
- Sela, S. (2001), "Abraham Ben Ezra's special strategy in the creation of a Hebrew scientific terminology", *Micrologus* 9, 65-87.
- Serge, N. (1999), "Wundt's Laboratory at Leipzig in 1891", *History of Psychology* 2, 194-203.
- Servos, J. W. (1983), "To explore the borderland: The foundation of the Geophysical Laboratory of the Carnegie Institution of Washington", *Historical Studies in the Physical Sciences* 14, 147-185.
- Shackelford, J. (1993), "Tycho Brahe, laboratory design, and the aim of science: Reading plans in context", *Isis* 84, 211-230.
- Shapin, S. (1992), "Discipline and bounding: The history and sociology of science as seen through the externalism-internalism debate", *History of Science* 30, 333-369.
- Shapin, S. (1994), *A Social History of Truth: Civility and Science in Seventeenth Century in England* (Chicago: University of Chicago Press).
- Shapin, S. (1995), "Here and Everywhere: Sociology of Scientific Knowledge", *Annual Review of Sociology* 21, 289-321.
- Shapin, S. (1996), *The Scientific Revolution* (Chicago: Chicago University Press). Edição portuguesa: *A Revolução Científica* (Algés: Difel, 1999).
- Shapin, S., Schaffer, S. (1985), *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life* (Princeton: Princeton University Press).
- Shapin, S., Thackray, A. (1974), "Prosopography as a Research Tool in History of Science: The British Scientific Community 1700-1900", *History of Science* 12, 1-28.
- Shapiro, A. E. (1996), "The gradual acceptance of Newton's theory of light and color, 1672-1727", *Perspectives on Science* 4, 59-140.
- Shapiro, B. (1968), "Latitudinarianism and Science in 17th Century England", *Past and Present* 40, 16-41.
- Shapiro, S. L., Teukolsky, S. A. (orgs.) (1986), *Highlights of Modern Astrophysics: Concepts and Controversies* (New York: Wiley).
- Sharratt, M. (1994), *Galileo, Decisive Innovator* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Shea, W. R. (1991), *The magic numbers and motion: the scientific career of René Descartes* (Canton, Mass.: Science History Publications).
- Shea, W. R. (1994), "Stillman Drake (1910-1993)", *Nuncius* 9, 295-297.
- Sheehan, H. (1983), *Marsism and the Philosophy of Science* (London: Humanities Press).
- Shinn, T. (1993), "The Bellevue 'grand electro-aimant', 1900-1940: Birth of a research technology community", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 24, 157-187.
- Singer, C., Holmyard, E. J., Hall A.R., Williams T.I. (orgs.) (1955-79), *History of Technology*, 6 vols. (Oxford: Oxford University Press).
- Sivin, N. (1991), "Over the borders: Technical history, philosophy, and the social sciences", *Chinese Science* 10, 69-80.
- Skinner, Q. (1969a), "Meaning and Understanding in the History of Ideas", *History and Theory* 8, 3-53.

- Skinner, Q. (1969b), "Thomas Hobbes and the Nature of the Early Royal Society", *Historical Journal* 12, 217-239.
- Smith, R. (1997), *The Fontana History of Human Sciences* (London: Fontana Press).
- Smocovitis, V. B. (1994), "Contextualizing science: From science studies to cultural studies", *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* 2, 402-412.
- Smocovitis, V. B. (1996), *Unifying Biology: The evolutionary synthesis and evolutionary biology* (Princeton: Princeton University Press).
- Snow, C. P. (1969), *The Two Cultures and a Second Look* (Cambridge: Cambridge University Press). Edição portuguesa: *As Duas Culturas* (Lisboa: Presença, 1996).
- Soderqvist, T. (org.) (1997), *The historiography of contemporary science and technology* (Amsterdam: Harwood Academic).
- Southgate, B. (1996), *History: What and Why? Ancient, Modern and Postmodern Perspectives* (London: Routledge).
- Spitzer, A. B. (1996), *Historical Truth and Lies About the Past* (Chapel Hill: Duke University Press).
- Sprat, Th. (1958), *History of the Royal Society* (St. Louis: Washington University Press). (Primeira edição 1667)
- Stauffer, R. (1971), "Calvin et Copernic", *Revue de l'Histoire des Religions* 179, 31-40.
- Stimson, D. (1948), *Scientists and Amateurs: A History of the Royal Society* (New York: Schuman).
- Stoffel, J.-F. (1995), "L'histoire des théories physiques dans l'œuvre de Pierre Duham", *Sciences et Techniques en Perspective* 31, 49-85.
- Stoffel, J.-F. (2000), *Bibliographie d'Alexandre Koyré* (Firenze: L. S. Olschki).
- Struik, D. J. (1967), *Concise History of Mathematics* (New York: Dover). Edição portuguesa: *História Concisa das Matemáticas* (Lisboa: Gradiva, 1989).
- Struik, D. J. (org.) (1969), *A Source Book in Mathematics, 1200-1800* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Stump, J. B. (2001), "History of science through Koyré's lenses", *Studies in History and Philosophy of Science* 32, 243-263.
- Svoronos, N. (1982) [Em grego: *Analecta de História e Historiografia Neo-helênica* (Atenas: Themelio)].
- Sverdlow, N. M., Neugebauer, O. (1984), *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus*, 2 vols. (Berlin: Springer-Verlag).
- Tannery, P. (1913), *Mémoires scientifiques*, com supervisão de J.-L. Heiberg e H.-G. Zentzen (Toulouse: E. Privat).
- Tannery, P. (1930), *Pour l'Histoire de la Science Hellène. De Thalès à Empédocle* (Paris: Gauthier-Villars et cie).
- Tannery, P. (1976), *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne* (Hildesheim: G. Olms).
- Tannery, P. (1981), "L'organisation de l'enseignement de l'histoire des sciences", com supervisão de E. Coumet, *Revue de Synthèse* 102, 87-123.
- Tannery, P. (1988), *La géométrie grecque* (Hildesheim: Georg Olms).
- Taton, R. (org.) (1963-66), *Histoire Générale des Sciences*, 4 vols. (Paris: PUF).
- Terzákis, Ph. (2003) [Em grego: *Fragmento de uma Filosofia da Natureza* (Atenas: Futura)].
- Thackray, A. (1970), *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).
- Thackray, A. (1984), "Sarton, science, and history", *Isis* 75, 7-9.
- Thackray, A. (org.) (1995), "Constructing knowledge in the history of science", *Osiris* 10, 1-253.
- Thackray A., Merton R. K. (1972), "On Discipline Building: The Paradoxes of George Sarton", *Isis* 63, 473-495.
- Thompson, E. P. (1978), *The Poverty of Theory and Other Essays* (New York: Monthly Review Press).
- Thorndike, L. (1923-1958), *A History of Magic and Experimental Science*, 8 vols. (New York: Columbia University Press).
- Tibbets, P. (1985), "The discourse and 'praxis' models in recent reconstructions of scientific knowledge generation", *Social Studies of Science* 15, 739-749.
- Tooley, P. (1979), "The Terling Laboratory", *Chemistry in Britain* 15, 284-285.
- Topham, J. R. (2000), "Scientific publishing and the reading of science in nineteenth-century Britain: a historiographical survey and guide to sources", *Studies in History and Philosophy of Science* 31, 559-612.
- Tosh, J. (1999), *The Pursuit of history* (Essex: Pearson Education Limited).
- Trevor-Roper, H. R. (1966), "Review Essay: Intellectual Origins of the English Revolution by Christopher Hill", *History and Theory* 5, 61-82.

- Trustees of the British Museum (1981), *A catalogue of European scientific instruments in the department of medieval and late antiquities of the British Museum* (London).
- Tuchman, A. M. (1997), "Institutions and disciplines: Recent work in the history of German science", *Journal of Modern History* 69, 298-319.
- Turnbull, G. H. (1953), "Samuel Hartlib's Influence on the Early History of the Royal Society", *Notes and Records of the Royal Society* 10, 101-130.
- Turney, J. (1995), "Life in the Laboratory: Public Responses to Experimental Biology", *Public Understanding of Science* 4, 153-176.
- Tympas, A. (2003) "Perpetually laborious: computing electric power transmission before the electronic computer", *International Review of Social History*, Supplement 11, 2003.
- UNESCO. (1986), *Musées de sciences et de technologies*.
- Unguru, S. (1975), "On the Need to Rewrite the History of Greek Mathematics", *Archive for History of Exact Sciences* 15, 67-114.
- Unguru, S. (1979), "History of Ancient Mathematics: Some Reflections on the State of the Art", *Isis* 70, 555-565.
- Vallance, J. T. (1990), "Marshall Claggett's 'Greek science in antiquity': Thirty-five years later", *Isis* 81, 713-721.
- Van der Waerden, B. L. (1976), "Defence of a 'Shocking' Point of View", *Archive for History of Exact Sciences* 15, 199-210.
- Van der Waerden, B. L. (1988), *Science Awakening*. Trad. A. Dresden (Dordrecht: Kluwer).
- Van Helden, A. (1977), *The invention of the telescope* (Philadelphia: The American Philosophical Society).
- Van Helden, A. (1985), *Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley* (Chicago: University of Chicago Press).
- Van Hoorn, M. (1998), "The Physics Laboratory of the Teyler Foundation (Haarlem) under Professor H.A. Lorentz, 1909-1928", *Bulletin of the Scientific Instrument Society* 59, 14-21.
- Vickers, B. (org.) (1984), *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Vickers, B. (1987), *English science. Bacon to Newton* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Vinti, C. (1994), *Alexandre Koyré. L'avventura intellettuale*, com a supervisão de Carlo Vinti (Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane).
- Visvanathan, S. (1985), *Organizing for Science: The Making of an Industrial Research Laboratory* (Delhi: Oxford University Press).
- Von Ranke, L. (1973), *The Theory and Practice of History*, com uma introdução e supervisão de George Iggers, von Moltken e tradução de Wilma A. Iggers, Konrad von Moltke (Indianapolis: Bobbs, Merrill).
- Von Ranke, L. (1981), *The Secret of World History: Selected Writings on the Art and Science of History*, com uma introdução e supervisão de Roger Wines (New York: Fordham University Press).
- Walker, D. P. (1958), *Spiritual and Demonic Magic from Ficino to Campanella* (Notre Dame: Notre Dame University Press).
- Walker, D. P. (1967), "Kepler's Celestial Music", *Journal of the Warburg Institute* 30, 22-250.
- Wallace, W. (1981), *Prelude to Galileo: Essays on Medieval and 16th Century Sources of Galileo's Thought* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Wallace, W. (1991), *Galileo, the Jesuits and the Medieval Aristotle* (New York: Variorum).
- Warren, J. (1998), *The Past and its Presenters: an Introduction to Issues in Historiography* (Kent: Hodder & Stoughton).
- Warwick, A. (1992-1993), "Cambridge mathematics and Cavendish physics: Cunningham, Campbell and Einstein's relativity, 1905-1911". Part I: The uses of theory. Part II: Comparing traditions in Cambridge physics. *Studies in History and Philosophy of Science* 23, 625-656 e 24, 1-25.
- Warwick, A. (1995), "The laboratory of theory, or what's exact about the exact sciences?", in *The values of Precision*, M. Norton Wise (org.) 311-351 (Princeton, N. J.: Princeton University Press).
- Warwick, A. (2003), *Masters of Theory: Cambridge and the Rise of Mathematical Physics* (Chicago: Chicago University Press).
- Watson, R. I. (org.) (1978), *The History of Psychology and the Behavioral Sciences: A Bibliographic Guide* (Berlin: Springer).
- Webster, C. (1967), "The Origins of the Royal Society", *History of Science* 6, 106-129.
- Webster, C. (org.) (1974), *The Intellectual Revolution of the Seventeenth Century* (London: Routledge and Kegan Paul).
- Webster, C. (1975), *The Great Instauration: Science, Medicine and Reform, 1626-1660* (London: Duckworth).
- Weindling, P. (1992), "Scientific elites and laboratory organisation in 'fin de siècle' Paris", in *Laboratory Revolution in Medicine*, A. Cunningham, P. Williams (orgs.), 170-188 (Cambridge: Cambridge University Press).

- Weisinger, H. (1950), "The English Origins of the Sociological Interpretation of the Renaissance", *Journal of the History of Ideas* 11, 321-338.
- Wessey, A. (1991), "Transposing 'style' from the history of art to the history of science", *Science in context* 4, 265-278.
- Westfall, R. S. (1958), *Science and Religion in Seventeenth-Century England* (New Haven: Yale University Press).
- Westfall, R. S. (1971), *The construction of Modern Science: Mechanisms and Mechanics* (Cambridge: Cambridge University Press). Edição portuguesa: *A Construção da Ciência Moderna. Mecanismos e Mecânica*. (Porto: Porto Editora, 2001).
- Westfall, R. S. (1983), *Never at rest, a biography of Isaac Newton* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Westfall, R. S. (1994) [Em grego]. "Inventoriando a Comunidade Científica". Trad. de T. Tsiadulas, *Neusis*, 1, 85-97.
- Westfall, R. S. (2000), "The Scientific Revolution Reasserted", in Osler (2000).
- Westman, R. S., McGuire, J. E. (1977), *Hermeticism and the Scientific Revolution* (Berkeley: University of California Press).
- Whewell, W. (1976), *History of the Inductive Sciences from the Earliest to the Present Times*, 3 vols. (Hildesheim, New York: G. Olms). (Primeira edição, 1837)
- White, H. (1987), *Metahistory: The Historical Imagination in Nineteenth-Century Europe* (Baltimore: Johns Hopkins University Press).
- White, L. Jr. (1962), *Medieval Technology and Social Change* (Oxford: Oxford University Press).
- Whiteside, D. T. (org.) (1969-1981), *The Mathematical Papers of Isaac Newton*, 12 vols. (Cambridge: Cambridge University Press).
- Whiteside, D. T. (org.) (1989), *The preliminary manuscripts for Isaac Newton's 1687 Principia 1684-1686*, Facsimiles of the original autographs now in Cambridge University Library (Cambridge: Cambridge University Press).
- Wise, N. M. (1994), "Pascual Jordan: Quantum Mechanics, Psychology, National Socialism", in *Science, Technology and National Socialism*, M. Walker, M. Renneberg (orgs.), 224-254 (Cambridge: Cambridge University Press).
- Wise, N. M. (org.) (1995), *The Values of Precision* (Princeton: Princeton University Press).
- Wise, N. M., Smith, C. (1989), *Energy and Empire: A Biographical Study of Lord Kelvin* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Wise, N. M., Smith, C. (1989-1990), "Work and Waste: Political Economy and Natural Philosophy in Nineteenth Century Britain", *History of Science* 27, 263-301, 391-449, e 28, 221-261.
- Wylie, A. (1997), "Good Science, Bad Science, or Science as Usual? Feminist Critiques of Science", in *Women in Human Evolution*, L. D. Hager (org.), 29-55 (Routledge: New York).
- Yaneva, D. A. (1995), "History and philosophy of science rapprochement: Shared methodological framework", *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 26, 143-152.
- Yates, F. (1964), *Giordano Bruno and the Hermetic Tradition* (Chicago: Chicago University Press).
- Yates, F. (1972), *The Rosicrucian Enlightenment* (London: Routledge and Kegan Paul).
- Yavetz, I. (1993), "Oliver Heaviside and the significance of the British electrical debate", *Annals of Science* 50, 135-173.
- Yeo, R. R. (1993), *Defining Science: William Whewell, Natural Knowledge, and Public Debate in Early Victorian Britain* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Yoder, L. G. (1988), *Unrolling Time: Christian Huygens and the Mathematical Nature of Nature* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Yolton, J. W. (1994), *Philosophy, Religion and Science in the 17th and 18th Centuries* (Rochester: University of Rochester Press).
- Zagorin, P. (1990), "Historiography and Postmodernism: Reconsiderations", *History and Theory* 29, 263-274.
- Zambelli, P. (1998), "Filosofia e politica nell'esilio: Alexandre Koyré, Jacques Maritain e l'École libre à New York (1941-1945)", *Giornale critico della filosofia italiana* 18, 731-112.
- Zambelli, P. (1999), "Alexandre Koyré alla scuola di Husserl a Göttinga", *Giornale critico della filosofia italiana* 19, 303-354.
- Zeuthen, H.-G. (1902), *Histoire des mathématiques dans l'antiquité et le moyen âge*. Trad. de J. Masscart (Paris: Gauthier-Villars).
- Zisael, E. (1941), "The Origins of William Gilbert's Scientific Method", *Journal of the History of Ideas* 2, 1-32.

- Zilsel, E. (1941-1942), "The Sociological Roots of Science", *American Journal of Sociology*, 47, 544-562.
- Zilsel, E. (1942), "The Genesis of the Concept of Physical Law", *Philosophical Review* 51, 245-279.
- Zilsel, E. (1945), "The Genesis of the Concept of Scientific Progress", *Journal of the History of Ideas* 6, 325-349.
- Zilsel, E. (2000), *The Social Origins of Modern Science* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Zeldin, T. (1976), "Social History and Total History", *Journal of Social History* 10, 237-224.
- Alquimia, 18, 90, 104, 130, 145-148, 166, 226
- Anacronismo, 77, 81, 82, 83, 86, 94, 160, 254
- Árabe/Islão, XII, 17, 18, 160
- Aristarco, 79, 172, 176-181
- Aristóteles, aristotelismo, 17, 80, 84, 89, 95, 101, 102, 104, 106, 107, 161
- Bernal, J., 47, 49, 50, 55, 59
- Causalidade, 72, 163, 165, 168, 169, 193
- Ciência antiga, 130
- China, XII, 50, 92
- Coexistências, 163, 165, 166, 167, 168
- Comunidade científica, 47, 80, 82, 96, 101, 102, 118, 159, 165, 182, 187-189, 191, 193, 201, 204, 205, 206, 209, 210, 211, 213-217, 220, 221, 228, 229, 239-241, 243, 247
- Consenso, 61, 63, 74, 75, 100, 102, 151, 165, 180, 187-195, 197, 199, 205, 206, 213, 215, 228, 229, 231
- Construtivismo social/construção social, X, 200, 221, 233-254
- Contingência, 237-247
- Contradições, X, 25, 26, 29, 30, 53, 61, 64, 68, 69, 70, 71, 75, 77, 117, 129, 147, 150, 189-194, 233, 234, 235, 236, 242, 247, 248, 250, 253
- Cópias, N., 25, 33n., 40, 41, 51, 79, 93, 98, 107, 133, 139, 143, 144, 145, 172, 173, 174, 175, 176-181
- Correlações, 64, 68, 70, 71, 75, 83, 90, 113, 126, 150, 151, 160, 165, 165, 166, 167, 168, 212, 247, 251
- Cristianismo, 17, 40, 87
- Descoberta, 21, 31, 40, 43, 45, 47, 52, 55, 58, 82, 121, 140, 141, 164, 166, 167, 168, 171, 172, 181, 182, 183, 184, 185, 199, 206, 209, 228, 238, 239
- Descobertas simultâneas, 173, 181, 183, 184
- Dubem, P., 33n., 37-41, 96
- Ecologista, 40
- Energia, conservação da, 181, 183, 184
- Experiência, XII, 17, 20, 26, 32, 45, 47, 48, 52, 82, 94, 100, 101, 102, 106, 107, 110, 115, 117, 121, 122, 124, 148, 161, 162, 167, 168, 171, 182, 183, 184, 197, 199, 200, 208, 210, 213, 214, 215, 218, 225, 226, 227, 231
- Factos históricos, 73, 77, 83, 127, 128, 149-151, 165
- Acomentamentos verdadeiros, 73, 77, 128, 149, 149-151, 152, 165, 251
- Filosofia da natureza, 64, 94, 147, 226
- Nova filosofia da natureza, 89, 90, 91, 97-111, 147, 148
- Fontes, 19, 30, 37, 45, 62, 75, 78, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 144, 150, 163, 184, 204, 247, 248, 249, 251, 253
- Fontes primárias, 67, 113-125, 250, 251, 252
- Fontes secundárias, 67, 250, 251, 252
- Formas de vida, 101, 154-160, 217, 231
- Galileu, G., 17, 18, 31, 33n., 39, 41, 42, 52, 53, 54, 55, 56, 64, 73, 74, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 91, 93, 103, 108, 119, 122, 123, 130, 133-145, 155, 156, 161, 162, 163, 173, 179, 180, 191, 248
- Hacking, I., 219, 233, 237, 239
- Hessen, B., 47, 49, 96
- Idade Média, 17, 18, 27, 31, 37-41, 55, 68, 69, 80, 88, 89, 90, 94, 97, 103, 106, 109, 145, 146, 160, 180, 188, 203
- Iluminismo, 68, 160
- Instrumentos, 32, 36, 53, 59, 96, 102, 105, 115, 117, 124, 125, 128, 146, 153, 165, 167, 171, 172, 173, 181, 195, 199, 208, 210, 213, 217, 221-230, 240, 244
- Koyré, A., 33n., 50-57, 67, 87, 94, 96, 103, 108, 161, 162
- Kuhn, T., XIV, 33n., 54, 57, 60n., 183, 184, 202, 207-215
- Laboratórios, XII, 114, 116, 124, 166, 167, 199, 214, 215, 217, 218, 219, 221-231, 249, 253
- Lavoisier, A., 55, 145, 171, 192, 195-198
- Legitimação, 21, 87, 89, 91, 93, 165, 187-206, 211, 234, 240
- Linguagem, 24, 28, 88, 92, 101, 102, 104, 106, 110, 159, 187, 188, 195, 196, 208, 216, 223, 225, 230, 253
- Mecânica quântica, 68, 70-72, 193, 246
- Merton, R., 42, 47-48, 55, 57, 59, 96, 109
- Mitos, 17, 18, 19
- anódinos, 17, 19
- "perigosos", 17, 18, 19
- relativos às características da ciência, 18-20
- Newton, I., 17, 18, 33n., 41, 49, 52, 54, 55, 64, 79, 80, 81, 82, 90, 94, 98, 106, 107, 108, 117, 118, 123, 129, 130, 145-148, 165, 166, 173, 192, 197, 220
- Positivismo, 18, 24, 27-29, 31, 33, 35, 36, 39, 42, 56, 203, 208, 209, 235
- Prática científica, 47, 181, 189, 207-231
- Prioridade, 153, 171-185
- Religião, 17, 18, 40, 51, 73, 74, 83, 84, 85, 86, 91, 104, 109
- Revolução científica, 18, 31, 46-57, 59, 68, 87-111, 145, 146, 148, 207-212
- Sarton, G., 32, 33, 42-46, 54, 64, 65n., 120n.

Tammy, P. 32, 33-36
Teoria, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 28, 38, 39, 49, 52,
53, 56, 70, 76, 77, 79, 80, 81, 92, 101, 107, 108,
114, 115, 122, 123, 127, 133, 135, 136, 142,
143, 158, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173,
174, 177, 181, 183, 190, 192, 193, 195, 196,
197, 198, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 217,
220, 221, 222, 228, 230, 238, 241, 243, 244,
245, 246, 247, 250, 252, 253

Termodinâmica, 37, 38, 68, 69-70, 168, 218
Universidades, XI, 33, 34, 36, 38, 39, 41, 43, 44,
45n, 46, 46n, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58,
59, 60, 63, 68, 69, 90, 91, 96, 110, 116, 122n,
133, 140, 141, 142, 146, 147, 155, 156, 159,
166, 167, 168, 207, 215, 218, 241, 243, 245
Zilsel, E., 47-48, 55, 59, 96, 102

A coleção *História e Filosofia da Ciência* põe à disposição do leitor português obras de história e filosofia da ciência da autoria de reputados especialistas internacionais: obras que aliam à modernidade do tratamento uma reconhecida consagração pela comunidade de estudiosos. Serão também publicados nesta coleção textos de autores portugueses que, pela temática tratada, sejam de particular interesse para o público nacional.

Espera-se que o aparecimento desta coleção contribua, junto de alunos, docentes e público interessado, para estimular o estudo da evolução histórica das ciências e a reflexão sobre questões filosóficas correlacionadas.

A coordenação global da coleção *História e Filosofia da Ciência* é da responsabilidade de Ana Simões (Centro de História das Ciências da Universidade de Lisboa) e de Henrique Letão (Centro de História das Ciências da Universidade de Lisboa).

Coleção História e Filosofia da Ciência

1 Introdução à Historiografia da Ciência

Helge Kragh

2 A Construção da Ciência Moderna Mecanismos e Mecânica

Richard S. Westfall

3 A Evolução da Tecnologia

Geórgie Basalla

4 Os Fundamentos da Ciência Moderna na Idade Média

Edward Grant

5 Ciência e Iluminismo

Thomas L. Hankins

6 O Homem e a Natureza no Renascimento

Allen G. Debus

7 Ciência e Religião Algumas Perspectivas Históricas

John Hedley Brooke

8 Galileu, Cortesão A Prática da Ciência na Cultura do Absolutismo

Marro Biagioli

9 Do Escriba ao Sábio Os Detentores do Saber da Antiguidade à Revolução Industrial

Yves Gingras, Peter Keating e Camille Limoges

10 Cidadão do Mundo Uma Biografia Científica do Abade Correia da Serra

Ana Simões, Maria Paula Diogo e Ana Carneiro

11 O Passado das Ciências como História

Kostas Gavroglu

